

CYPE 3D

Exemplo prático

Manual do utilizador



Software para
Arquitetura,
Engenharia
e Construção

IMPORTANTE: ESTE TEXTO REQUER A SUA ATENÇÃO E A SUA LEITURA

A informação contida neste documento é propriedade da CYPE Ingenieros, S.A. e nenhuma parte dela pode ser reproduzida ou transferida sob nenhum conceito, de nenhuma forma e por nenhum meio, quer seja electrónico ou mecânico, sem a prévia autorização escrita da CYPE Ingenieros, S.A.

Este documento e a informação nele contida são parte integrante da documentação que acompanha a Licença de Utilização dos programas informáticos da CYPE Ingenieros, S.A. e da qual são inseparáveis. Por conseguinte, está protegida pelas mesmas condições e deveres. Não esqueça que deverá ler, compreender e aceitar o Contrato de Licença de Utilização do software, do qual esta documentação é parte, antes de utilizar qualquer componente do produto. Se NÃO aceitar os termos do Contrato de Licença de Utilização, devolva imediatamente o software e todos os elementos que o acompanham ao local onde o adquiriu, para obter um reembolso total.

Este manual corresponde à versão do software denominada pela CYPE Ingenieros, S.A. como CYPE 3D. A informação contida neste documento descreve substancialmente as características e métodos de manuseamento do programa ou programas informáticos que acompanha. O software que este documento acompanha pode ser submetido a modificações sem prévio aviso.

Para seu interesse, a CYPE Ingenieros, S.A. dispõe de outros serviços, entre os quais se encontra o de Actualizações, que lhe permitirá adquirir as últimas versões do software e a documentação que o acompanha. Se tiver dúvidas relativamente a este texto ou ao Contrato de Licença de Utilização do software, pode dirigir-se ao seu Distribuidor Autorizado Top-Informática, Lda., na direcção:

Rua Comendador Santos da Cunha, 304
4700-026 Braga
Tel: 00 351 253 20 94 30
<http://www.topinformatica.pt>

Elaborado pela Top-Informática, Lda. para a
© CYPE Ingenieros, S.A.
Janeiro 2020

Windows® é marca registada de Microsoft Corporation®

Índice

1. Ajudas	6
1.1. Ajudas no ecrã.....	6
1.2. Documentação	6
1.3. Perguntas e respostas.....	6
2. Exemplo Prático	7
2.1. Introdução.....	7
2.2. Descrição da obra	7
2.3. Criação do exemplo.....	7
2.3.1. Utilização do programa Gerador de Pórticos	7
2.3.2. Utilização do programa CYPE 3D.....	16
2.3.2.1. Pórticos principais	18
2.3.2.2. Ponte rolante	21
2.3.2.3. Pilares de topo e contraventamentos	33
2.3.2.4. Introdução da mezzanine.....	46
2.3.2.5. Introdução da estrutura de suporte.....	69
2.3.2.6. Atribuição dos coeficientes de encurvadura.....	89
2.3.2.7. Cálculo da estrutura	99
2.3.2.8. Cálculo das ligações	104
2.3.2.9. Fundação	111
2.4. Listagens e desenhos.....	113
2.5. Cópias de segurança.....	116

Nota prévia

Devido à implementação de novas funcionalidades e melhorias no CYPE 3D, 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/>.

Apresentação

O CYPE 3D foi concebido para realizar o cálculo de estruturas, em 3D ou 2D, de aço, de betão, misto betão e aço, de madeira, de alumínio ou de qualquer outro material. Se a estrutura for de aço, betão, misto, madeira ou alumínio, obtém-se o seu dimensionamento e otimização.

A introdução de dados consiste basicamente na definição de barras e cotas. O utilizador pode modificar qualquer tipo de dados sempre que o desejar. Quando se utiliza o módulo do Gerador de Pórticos, este funciona como um assistente, para estruturas metálicas, gerando asnas e pórticos rígidos tipificados de uma forma muito automatizada. Terminada a introdução de dados é efetuado o cálculo.

O processo de análise de resultados no CYPE 3D é facilitado pelas ferramentas do programa que permitem otimizar o controlo de resultados para que nenhum dos elementos estruturais fique por analisar. São apresentados resultados numéricos e gráficos (diagramas) de todos os elementos estruturais, proporcionando a realização de uma análise adequada dos resultados.

Após o cálculo e dimensionamento o programa gera as peças escritas e desenhadas.


Este manual proporciona a descrição passo a passo da introdução de um exemplo prático, de forma a facilitar a iniciação ao programa.

1. Ajudas

1.1. Ajudas no ecrã

Os programas CYPE dispõem de ajudas no ecrã, através das quais o utilizador pode obter diretamente informação sobre os comandos e funções.

1.2. Documentação

Pode-se consultar e imprimir a documentação do programa, na barra de ferramentas através da opção Ajuda .

Na página <http://www.topinformatica.pt>, em [FORMAÇÃO WEBINAR > MANUAIS DO UTILIZADOR](#), encontram-se os manuais do utilizador do programa.

1.3. Perguntas e respostas

Na página <http://www.topinformatica.pt>, em [SUPORTE ÁREA TÉCNICA > FAQ \(perguntas técnicas\)](#), encontram-se esclarecimentos adicionais resultantes de consultas prestadas pela Assistência Técnica.

2. Exemplo Prático

2.1. Introdução

Descreve-se a seguir um exemplo prático de iniciação ao CYPE 3D para o utilizador, cujo objetivo é o seguinte:

- Introdução dos dados necessários para o cálculo.
- Dar a conhecer comandos e ferramentas do programa.
- Obtenção de resultados.

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**.
- Selecione a obra **CIM** e prima em **Abrir**.

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.

2.2. Descrição da obra

A obra a introduzir trata-se de uma nave industrial com uma estrutura de suporte de cargas no seu interior.

A nave industrial desenvolve-se num comprimento de 60 m e tem um vão livre de 25 m. A estrutura principal da nave é constituída por pórticos planos, tipo pórtico rígido, afastados entre eles 5 metros. No interior da nave industrial existe uma estrutura em treliça para suporte de cargas.

2.3. Criação do exemplo

2.3.1. Utilização do programa Gerador de Pórticos

O Gerador de Pórticos é uma ferramenta que funciona como um assistente, para estruturas metálicas, gerando asnas e pórticos rígidos tipificados de uma forma muito automatizada. Para além disso, gera as cargas da ação permanente, sobrecarga, vento e neve, efetua o dimensionamento das madres e permite a geração dos coeficientes de encurvadura da estrutura.

- No menu geral dos programas CYPE, prima sobre o programa **Gerador de pórticos**.

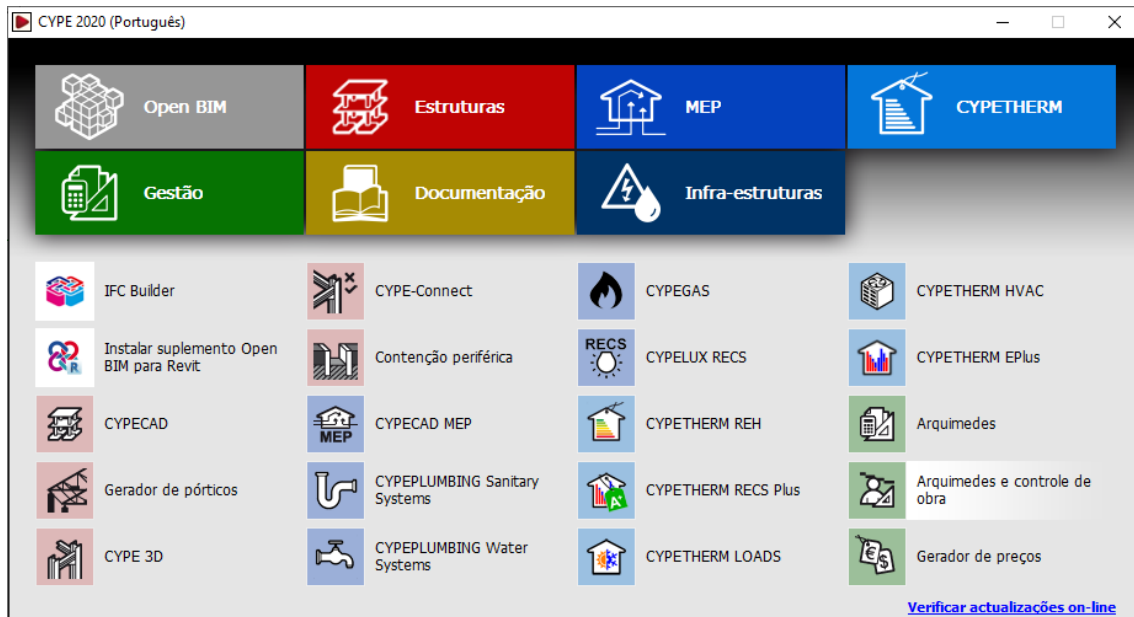


Fig. 2.1

- Prima sobre **Arquivo > Novo**. Na janela que se abre introduza o nome para a obra.

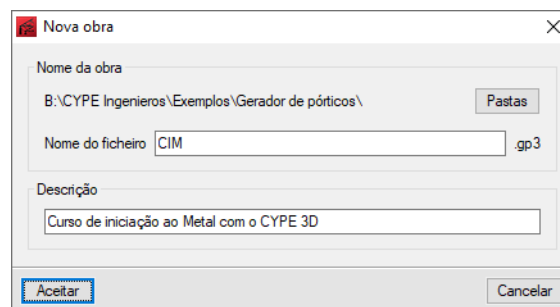


Fig. 2.2

- Prima **Aceitar**.
- O programa questiona se deseja introduzir um pátio novo, prima em **Sim** e posteriormente prima em **Duas águas**.

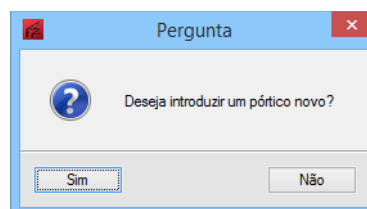


Fig. 2.3

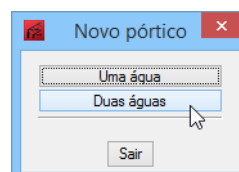


Fig. 2.4

Surge uma janela que permite seleccionar o tipo de cobertura.

- Selecione **Pátio rígido** e prima sobre as cotas do pátio, introduzindo as dimensões consideradas na figura seguinte, prima em **Enter** no teclado para aceitar a cota introduzida.

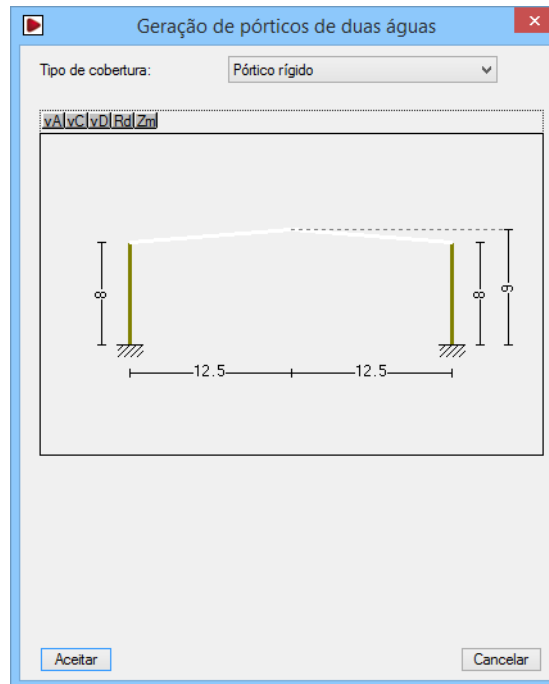



Fig. 2.5

- Prima **Aceitar**.

Pretendem-se utilizar as normas do Eurocódigo.

- Prima no ícone  e prima em **Normas**.
- Selecione as normas de acordo com a figura seguinte.

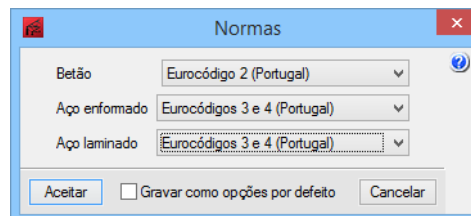


Fig. 2.6

- Prima **Aceitar**.
- Surge uma pergunta sobre se deseja manter as diferentes normas seleccionadas, como normas por defeito. Prima em **Sim** para todas as perguntas.
- Prima em **Dados gerais > Dados gerais da obra**.
- Preencha os dados de acordo com a figura seguinte.

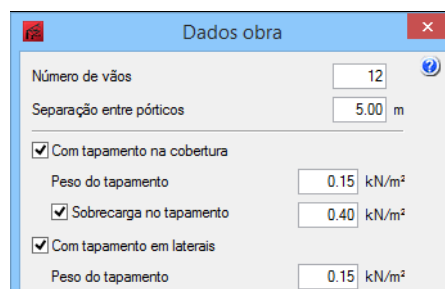


Fig. 2.6

- Ative a opção **Com sobrecarga de vento** e introduza os dados de acordo com a figura seguinte.

Norma para o cálculo da sobrecarga de vento

Portugal Eurocódigo 1 RSA

NP EN 1991-1-4 (2005)
Eurocódigo 1: Acções em Estruturas.
Parte 1-4: Acções Gerais - Acções de vento.
Documento Nacional de Aplicação para Portugal (NP EN 1991-1-4/NA (2010))

Dados da localização

Zona
 A (27 m/s) B (30 m/s)

A generalidade do território, excepto as regiões pertencentes à zona B

Categoria do terreno

Única Segundo direcção

I II III IV

Zona com uma cobertura regular de vegetação ou edifícios, ou com obstáculos isolados com separações entre si de, no máximo, 20 vezes a sua altura (por exemplo: zonas suburbanas, florestas permanentes)

Orografia do terreno

Direcção transversal (X) Direcção longitudinal (Y)

Plano Ascendente Descendente Colina

Período de retorno (anos) 50

Com aberturas

Fig. 2.7

A orografia do terreno é plana na opção **Direcção transversal (X)** e na opção **Direcção longitudinal (Y)**.

- Prima **Aceitar**.
- Em **Categorias de utilização**, seleccione **Coberturas**.

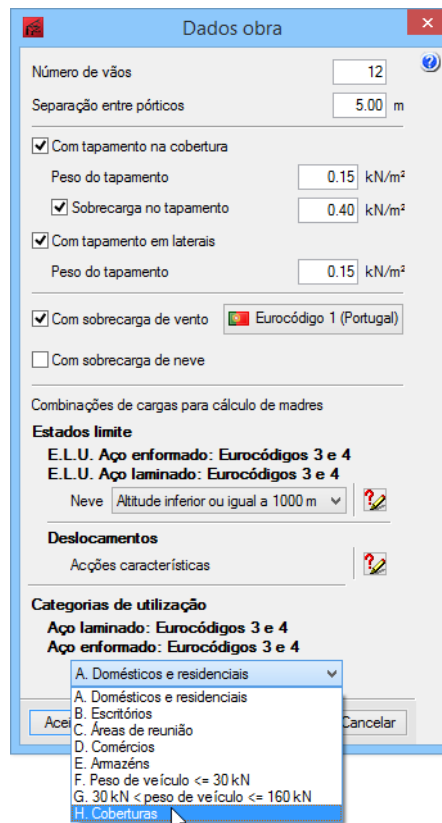



Fig. 2.8

- Prima **Aceitar**.

Seguidamente dimensionam-se as madres da cobertura.

- Prima em **Dados gerais** >  **Edição de madres na cobertura e lateralmente**, e posteriormente em **Madres nas coberturas**.

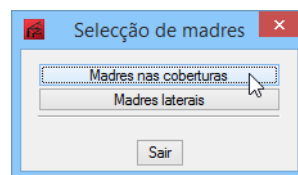


Fig. 2.9

- Coloque os seguintes dados de cálculo, indicados na figura seguinte.

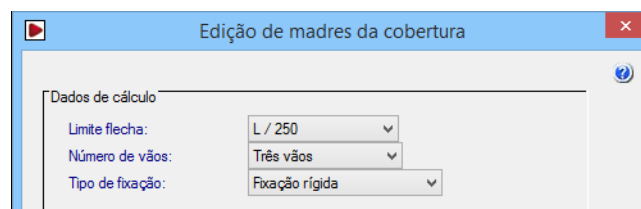


Fig. 2.10

- O objetivo é calcular as madres com **perfis Z**. Assim, prima em Tipo de perfil **IPE 80**, que é o perfil que está por defeito.



- Surge a janela **Seleção do perfil**. Prima no ícone **Perfil de aço enformado**.

- Prima no ícone  **Z enformado com rigidificadores**.

Apesar de já existirem perfis Z como importação inicial, pretende-se importar madres Z do fabricante Mundiperfil.




- Prima em  **Editar a lista de elementos**.
- Prima em  **Importação de séries de perfis pré-definidas**.
- Prima sobre **Mundiperfil** e **ative** a opção de **importar** o perfil **Z**. Prima **Aceitar**.



Fig. 2.11

- Como existem duas referências repetidas, prima em  **Suprimir elemento selecionado da lista**, para eliminar a descrição **Perfis Z com abas desiguais** que está selecionada por defeito.
- Prima **Aceitar**.

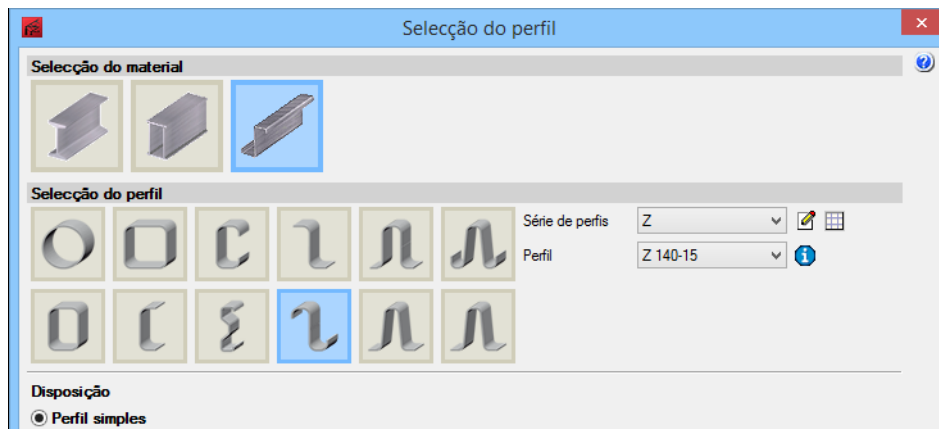


Fig. 2.12

- Prima **Aceitar** novamente.

Como se pode visualizar na figura seguinte, existem três ícones com a palavra “Dimensionar”. Ambos permitem o dimensionamento, no entanto, cada um apresenta diferentes conceitos de dimensionamento, ou seja, um permite fixar o espaçamento das madres e dimensiona os perfis indicando a percentagem de aproveitamento, outro permite fixar um determinado perfil e calcula o espaçamento ótimo para esse perfil, e por fim existe a possibilidade de dimensionar para cada perfil o espaçamento ótimo.

- Admite-se uma separação de madres de **2 m** e o tipo de aço **S 275**.

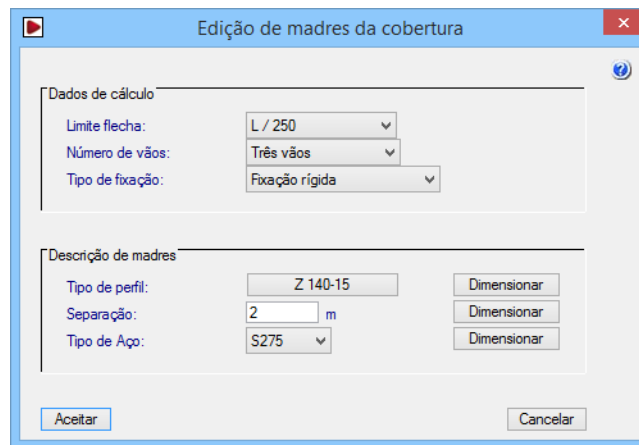


Fig. 2.13

- Prima no ícone **Dimensionar** que se situa à direita do “Tipo de perfil”. Observará que o programa indica quais os perfis que cumprem ou não, e as verificações impostas.
- Prima duas vezes sobre o perfil **Z 170-25**, de forma a ficar selecionado, e prima **Aceitar**.

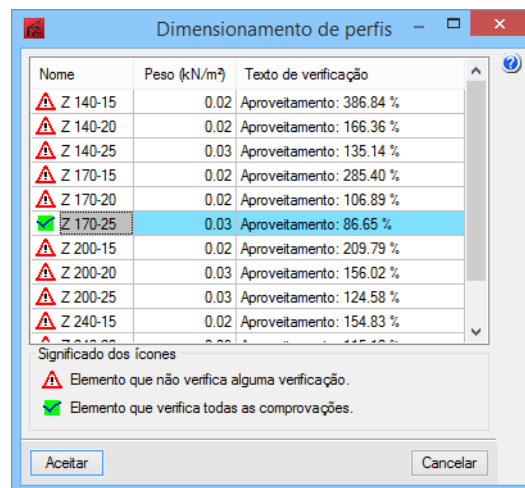


Fig. 2.14

- Prima novamente **Aceitar**.

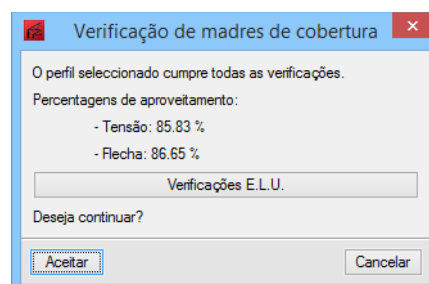


Fig. 2.15

- Prima **Aceitar** à pergunta executada pelo programa, voltando para o ambiente de trabalho do programa.
- Prima em **Dados gerais** > **Edição de madres na cobertura e lateralmente**.
- Prima **Madres laterais**.
- Seleccione as opções da figura seguinte. Repetindo os procedimentos anteriores. Admite-se um espaçamento entre madres de **2 m** e o tipo de aço **S 275**.

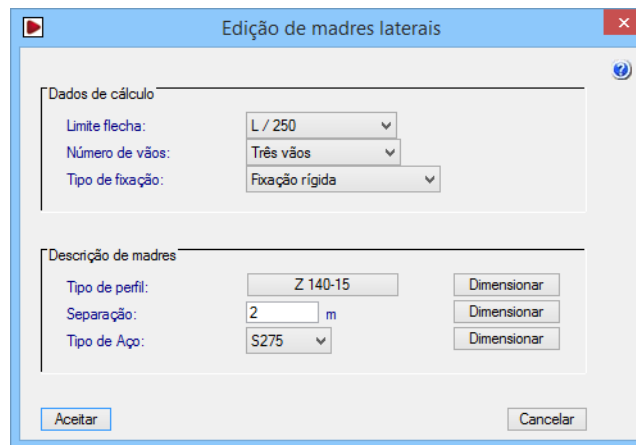


Fig. 2.16

- Prima no ícone que se situa à direita do “Tipo de perfil”.
- Prima duas vezes sobre o perfil **Z 170-25**, de forma a ficar selecionado, e prima **Aceitar**.

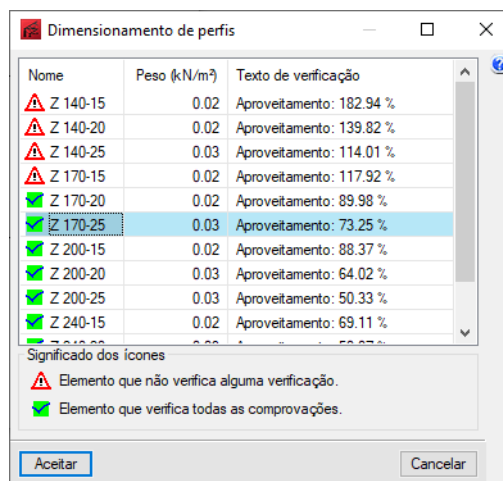


Fig. 2.17

- Prima novamente **Aceitar**.

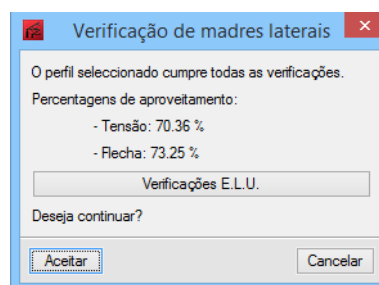



Fig. 2.18

- Prima **Aceitar** à pergunta executada pelo programa, voltando para o ambiente de trabalho do programa.

Neste momento podem-se retirar listagens  e desenhos  relativos às madres e geometria do pórtico.

A partir de agora procede-se à exportação dos dados para o CYPE 3D.

- Prima em **Dados gerais** >  **Exportar para o CYPE 3D**.
- Surgem as janelas com o resultado do dimensionamento das madres. Prima **Aceitar** em ambas.

- Surge a janela “Opções de exportação para CYPE 3D”, seleccione as opções indicadas na figura seguinte.

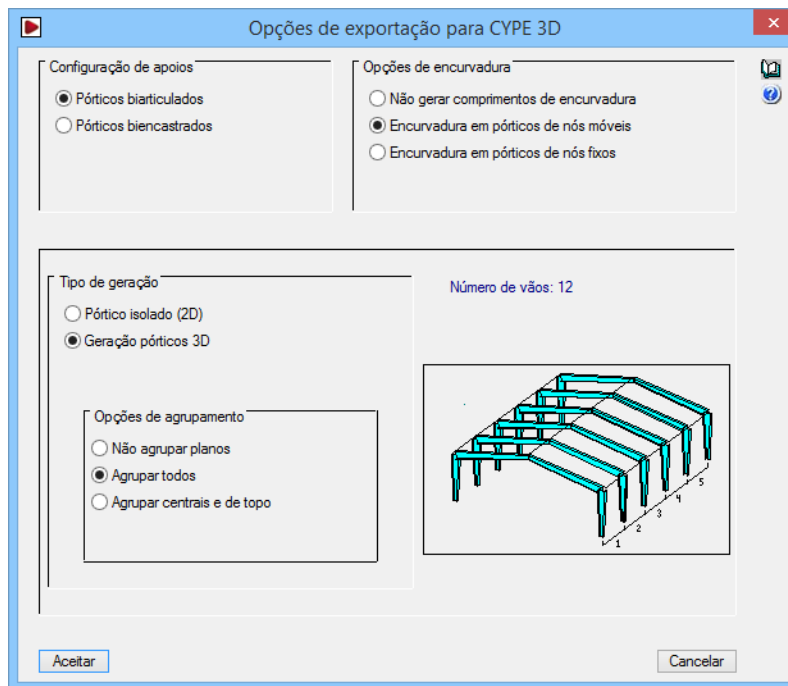


Fig. 2.19

- Prima **Aceitar** para confirmar as opções escolhidas.
- Surge uma informação relativamente ao facto de as cargas serem geradas uniformemente distribuídas ao longo das barras, e que no caso de uma treliça pode ser necessário modificar para cargas pontuais. Prima **Aceitar** para continuar.

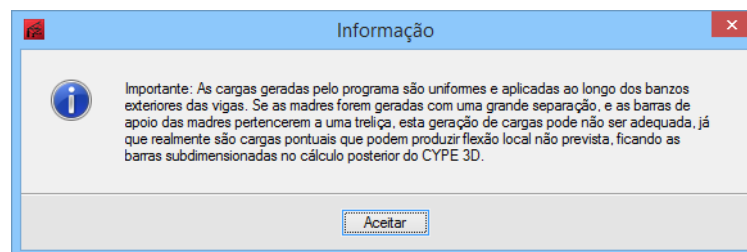


Fig. 2.20

Esta aplicação termina com a gravação dos dados introduzidos no Gerador de Pórticos. O programa pede para confirmar se deseja realizar a exportação de dados para CYPE 3D e se pretende guardar os dados da obra atual.

- Prima **Sim** nas duas questões. Automaticamente o programa passa para a aplicação CYPE 3D.

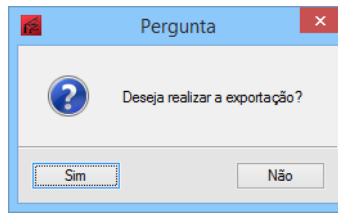


Fig. 2.21

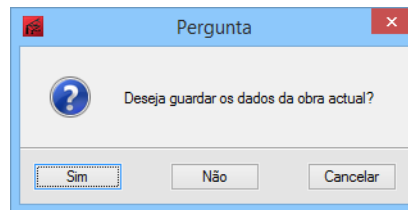


Fig. 2.22

2.3.2. Utilização do programa CYPE 3D

Surge a janela “Nova obra”, que possui a possibilidade de definir materiais e opções.

- Selecione o material **S275 (EN 1993-1-1)** para o **Aço laminado** e **S 275** para o **Aço enformado**.

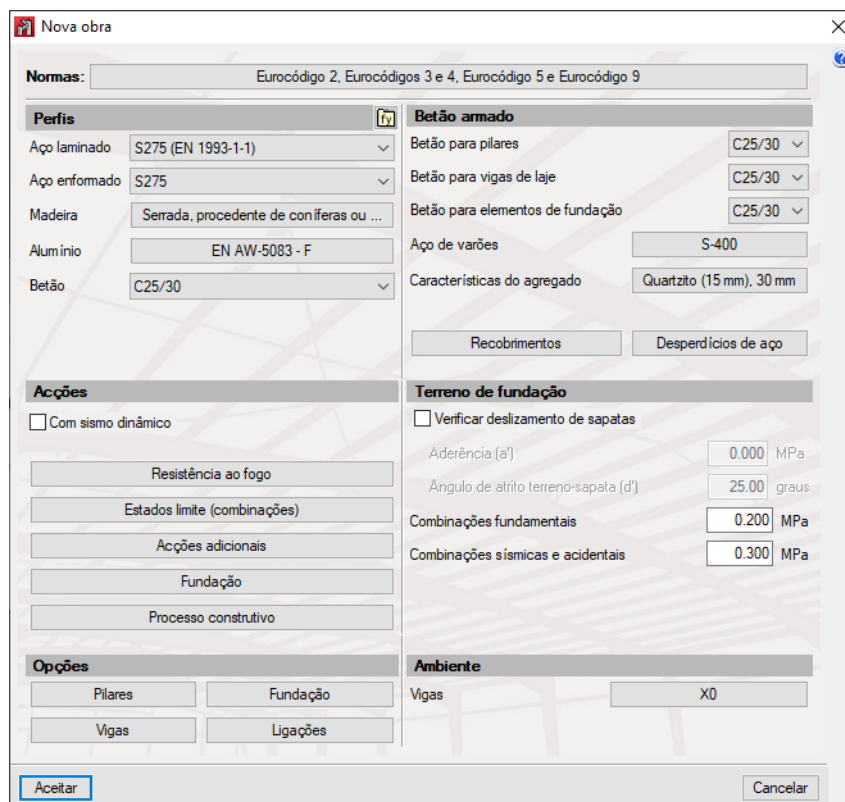


Fig. 2.23

- Prima **Aceitar**.

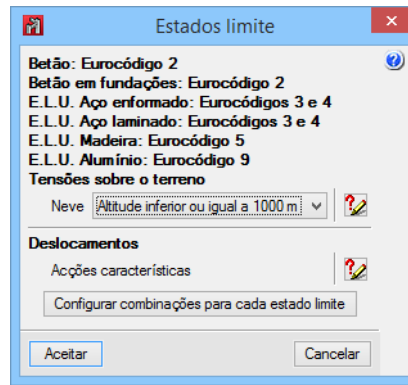


Fig. 2.24

- Surge a janela “Estados limite”, prima **Aceitar**.
- De imediato surge a janela “Nova obra”. Coloque os dados de acordo com a figura seguinte e prima **Aceitar**.

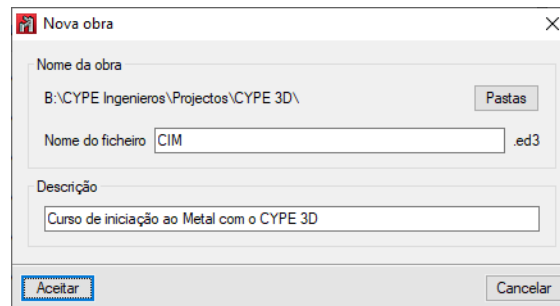


Fig. 2.25

É gerada a estrutura com os dados provenientes do Gerador de Pórticos.

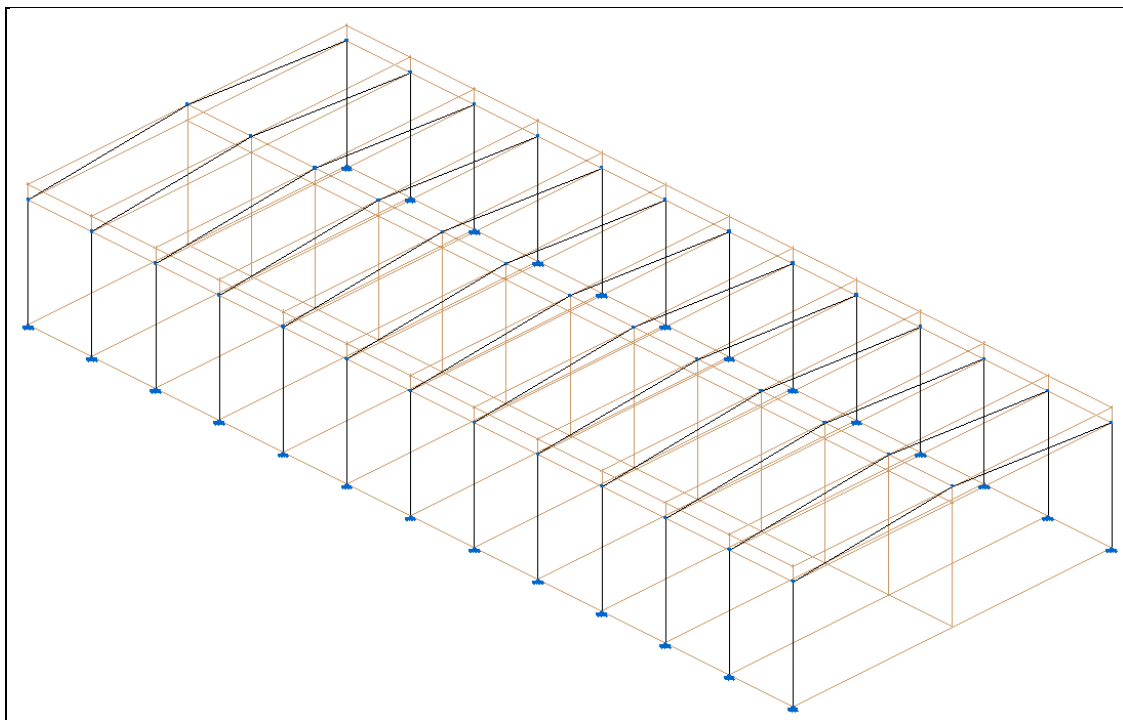


Fig. 2.26

2.3.2.1. Pórticos principais

Uma vez no CYPE 3D, pode observar as cargas nos pórticos. Selecione **Carga** e **Hipótese Vista** e ative **Ver todas**.

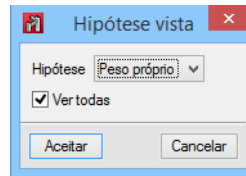



Fig. 2.27



Repare que aparecem no ecrã as cargas geradas automaticamente pelo **Gerador de Pórticos**. Depois de descrever os tipos de perfil dos pórticos principais também se podem consultar os coeficientes de encurvadura e de bambeamento gerados pelo **Gerador de Pórticos**.

Apesar de todos estes dados terem sido gerados através do **Gerador de Pórticos**, convém aqui referir que toda a sua introdução poderia ter sido feita a partir do **CYPE 3D**. Isso implicaria introduzir todos os pórticos, todas as madres, todas as vigas, todas as cargas atuantes em cada madre e em cada viga resultantes de cada ação, definir os coeficientes de encurvadura e definir os coeficientes de encurvadura lateral.

Este processo seria extremamente moroso, pelo que o **Gerador de Pórticos** facilita todo este trabalho.

Passa-se agora à descrição dos pórticos principais.

- Prima em **Barra > Descrever**.
- Seguidamente prima sobre o **pilar da esquerda e da direita** de um pórtico. Como os pilares se encontram agrupados, ficarão todos selecionados. Prima  (botão lado direito do rato) para terminar.

- Com as opções selecionadas  **Perfil de aço laminado** e  **Duplo T**, em série de perfis seleccione **HEA** e o perfil **HE 360 A**.

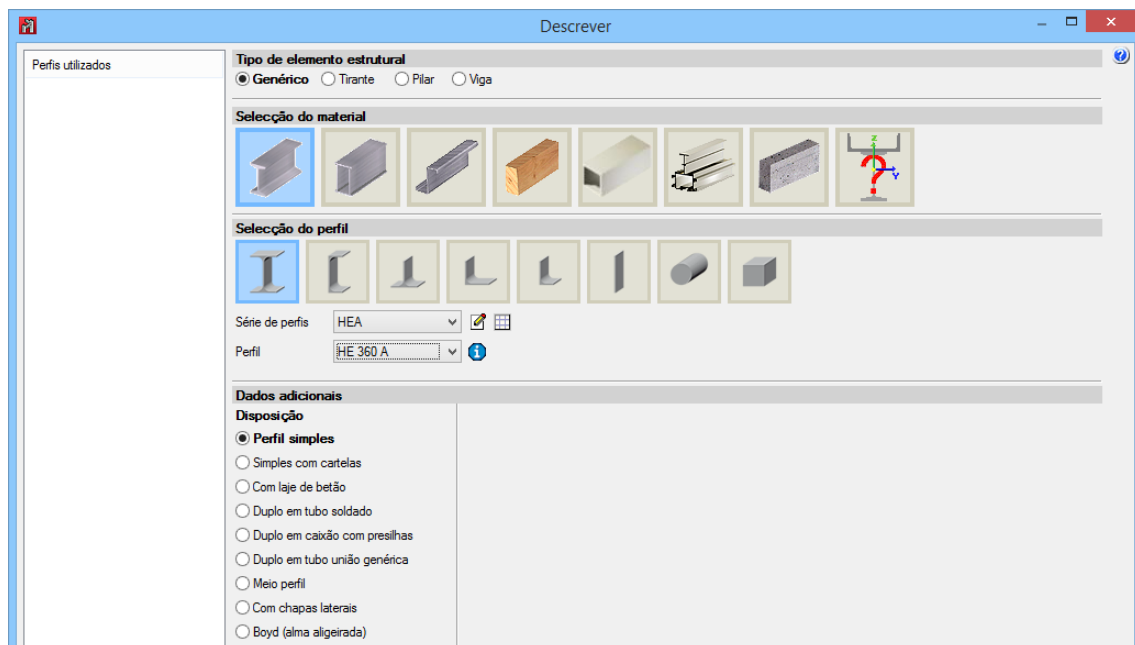



Fig. 2.28

- Prima **Aceitar**.
- Surge a janela "Perfis de aço", mantenha desativo o visto na opção Verificar a resistência ao fogo. Prima **Aceitar**.
- Prima agora sobre as **duas vigas de um pórtico** e prima .

- Na janela que surge, selecione **IPE** como série de perfis e como perfil **IPE-300** por exemplo.
- Em **Disposição**, selecione **Simples com cartelas**, isto para se introduzir os quadros de reforços. Active as opções que surgem na figura seguinte.

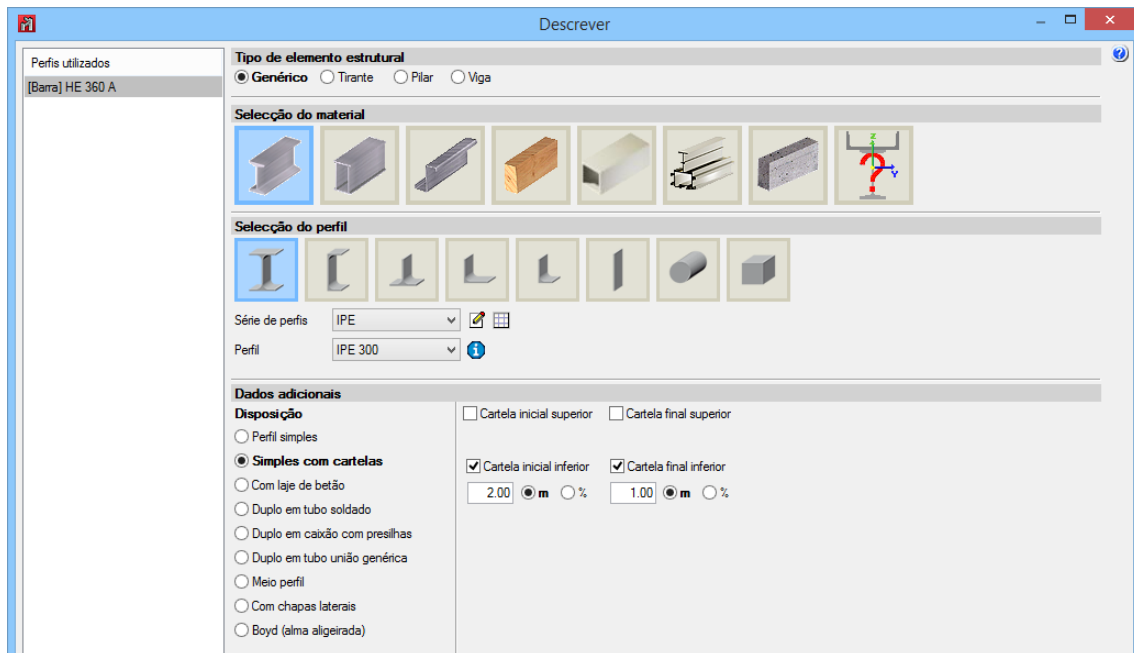


Fig. 2.29

A localização dos reforços depende da disposição das barras. Na figura seguinte é descrito com as iniciais i (início), f (fim) da barra, e Sup (superior) e Inf (inferior) da barra.

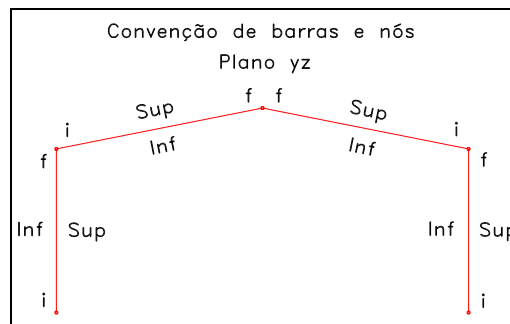


Fig. 2.30

- Prima **Aceitar**, visualiza todas as barras descritas e com a indicação dos quadros de reforços (cartelas).

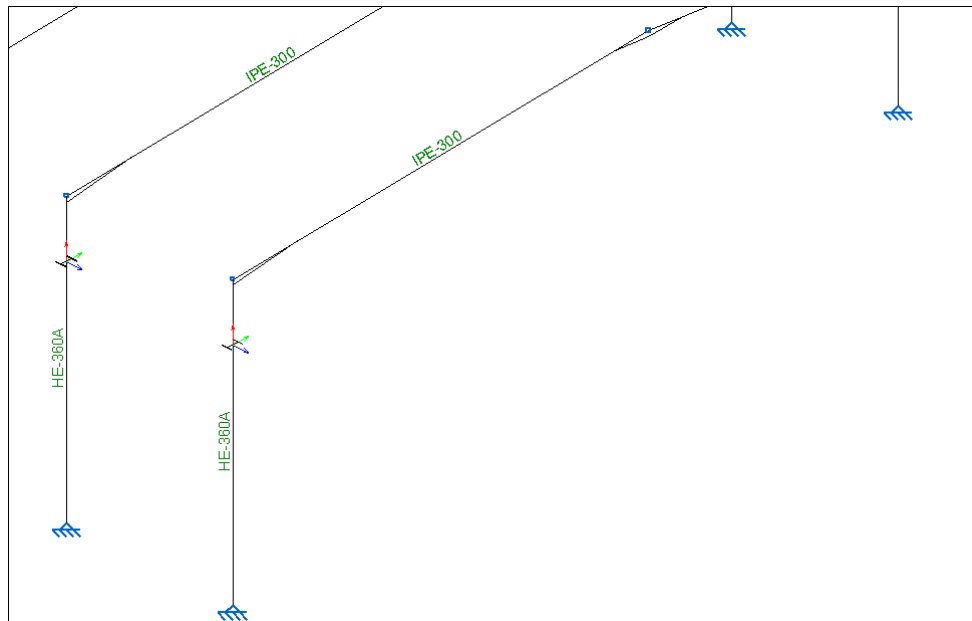


Fig. 2.31

- Selecione agora **Barra > Encurvadura**. Fazendo zoom às barras, visualizará que tanto para a direção do plano dos pórticos como para a direção perpendicular estão definidos os coeficientes de encurvadura das barras, tal como se tinha referido anteriormente.

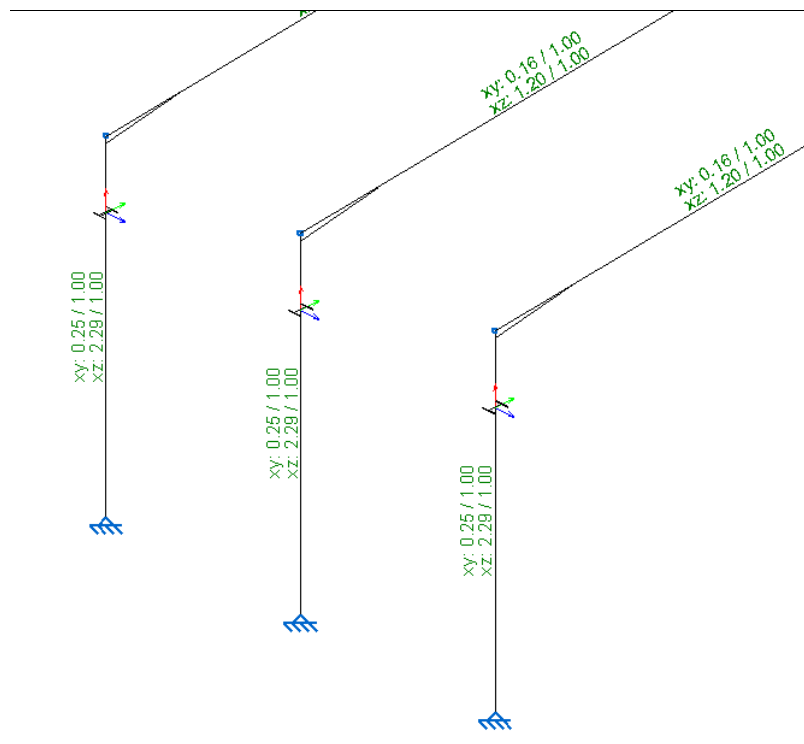


Fig. 2.32

- De seguida, selecione a opção **Barra > Encurvadura lateral**, com o objetivo de definir as distâncias de travamento dos banzos. Repare que as distâncias de travamento dos banzos que foram possíveis de definir, o programa já as definiu (travamento das madres no banzo superior das vigas e banzos dos pilares), deve agora ter em especial atenção ao banzo inferior das vigas, ao qual o programa atribuiu o valor L. Deve decidir se realmente o banzo não tem qualquer travamento ou se, pelo contrário, pensa colocar travamentos e, se assim for, qual a distância entre eles. Neste caso, admite-se que o **banzo inferior das vigas está travado de 4,0 m em 4,0 m**.

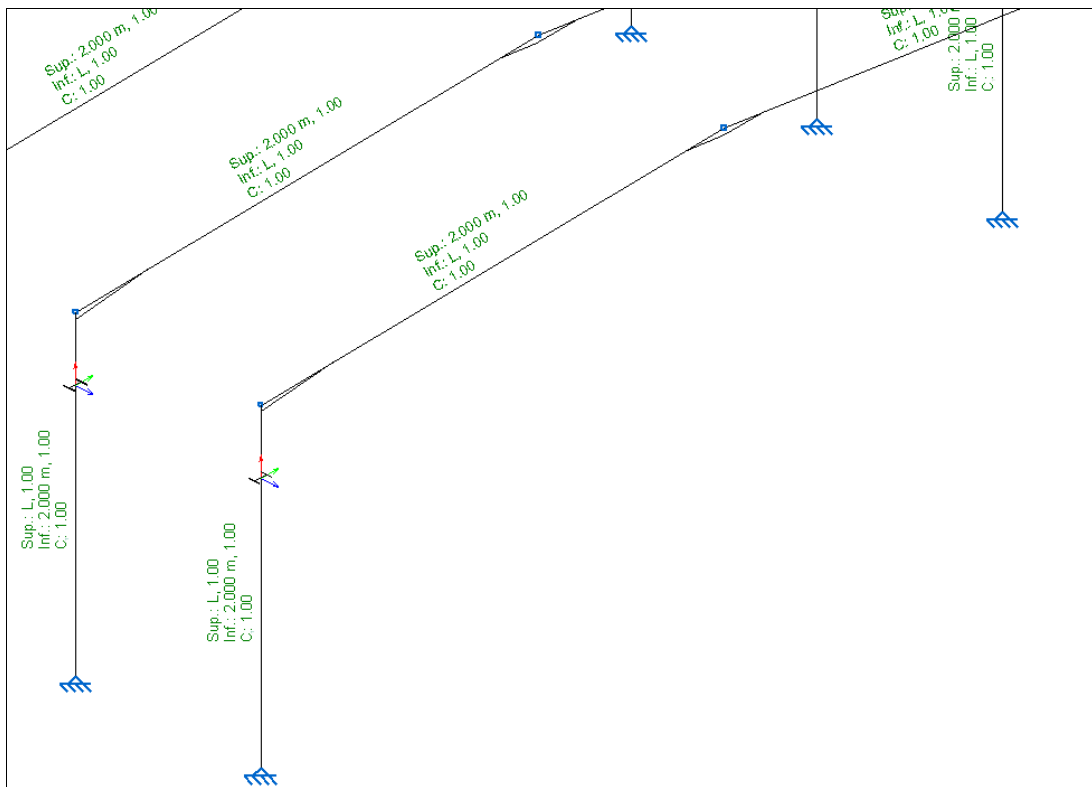




Fig. 2.33

- Prima sobre as duas vigas de um pórtico e prima .
- Surge a janela “Encurvadura lateral”. Para o **Banzo inferior** prima no ícone  **Separação entre travamentos**, para atribuir uma distância de travamento de 4.0 m.

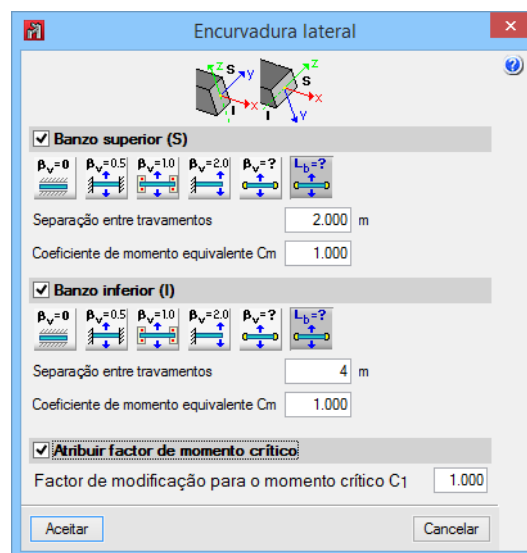


Fig. 2.34

- Prima **Aceitar**.

2.3.2.2. Ponte rolante

- Prima em **Obra > Dados gerais** e prima em **Ações adicionais**.

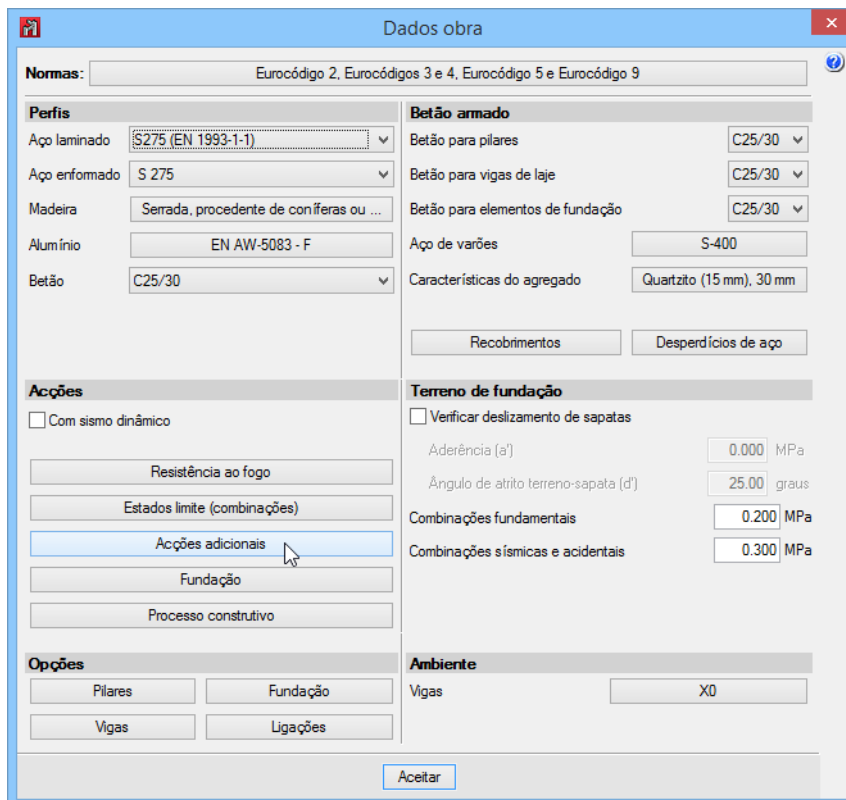


Fig. 2.35

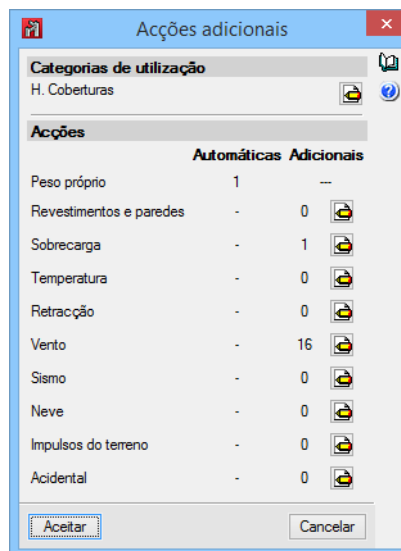



Fig. 2.36

Em Categorias de utilização, já está definida a categoria Coberturas.

Este exemplo, terá cargas relativas ao peso próprio da ponte rolante, bem como as cargas máximas de carregamento da ponte rolante, por outro lado irá ter as cargas relativas à mezzanine e à estrutura de suporte.

Por uma questão de uniformização, poupança de tempo de cálculo e facilidade de manuseamento do software, pretende-se resumir as cargas a uma única categoria de utilização.

- Prima em  **Editar**, relativamente às **Categorias de utilização**.
- Ative a opção **E. Armazéns**.

- Prima **Aceitar**.

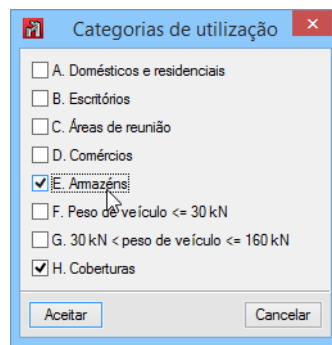




Fig. 2.37

Como se pode visualizar existem já definidas algumas ações adicionais, provenientes do Gerador de Pórticos. No entanto, serão criadas mais três ações de sobrecarga para se ter em conta as cargas provenientes da ponte rolante, mezzanine e estrutura de suporte.

- Prima em  **Editar** relativamente à ação adicional **Sobrecarga (Utilização E)**.
- Prima em  **Nova ação adicional**.
- Coloque como referência **PRMES** e como descrição **Ponte rolante (p.p.) + Mezzanine + Estrutura suporte**.

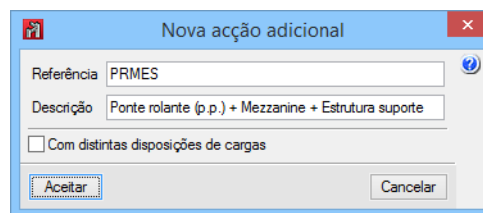



Fig. 2.38

- Prima **Aceitar**.
- Prima em  **Nova ação adicional**.
- Coloque como referência **PR 1** e como descrição **Ponte rolante posição 1**.

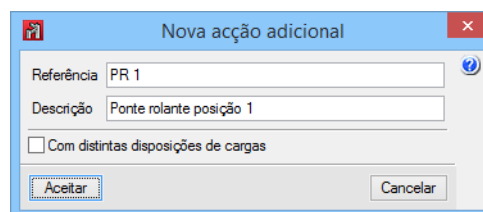



Fig. 2.39

- Prima **Aceitar**.
- Prima em  **Nova ação adicional**.
- Coloque como referência **PR 2** e como descrição **Ponte rolante posição 2**, prima **Aceitar**.

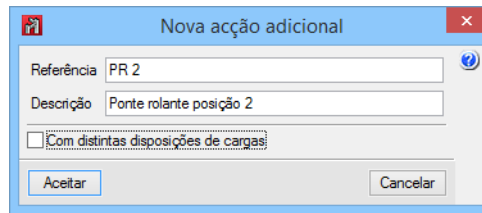




Fig. 2.40

A ação de sobrecarga PR 1 não se combina com a ação de sobrecarga PR 2. As duas ações de sobrecarga recém criadas servirão para simular a posição da carga na ponte rolante. Assim, para estas duas ações de sobrecarga não se combinarem entre si, devemos desligar a relação entre PR 1 e PR 2.

- Prima em  na relação entre PR 1 e PR 2. A combinação entre as duas ações de sobrecarga irá ser desativada, ficando com o símbolo .

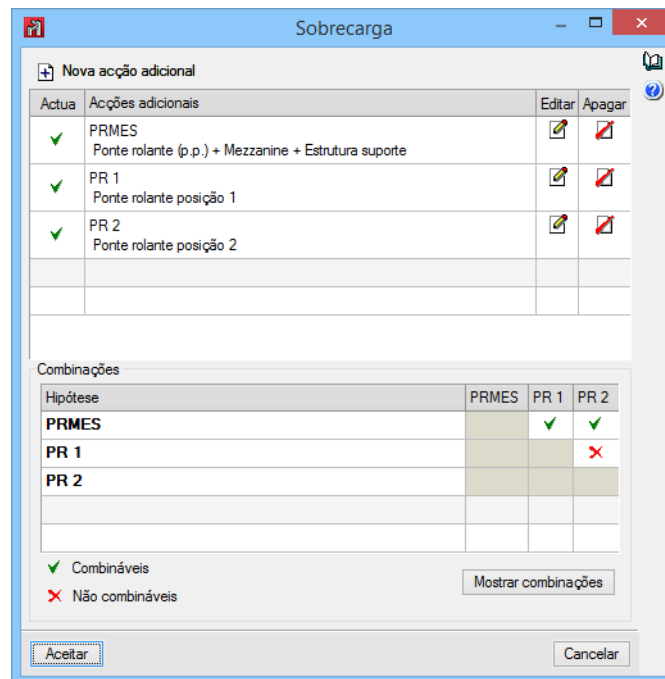


Fig. 2.41

- Se premir em **Mostrar combinações** surge uma janela especificando as combinações que vão ser tidas em conta para as ações de sobrecarga.

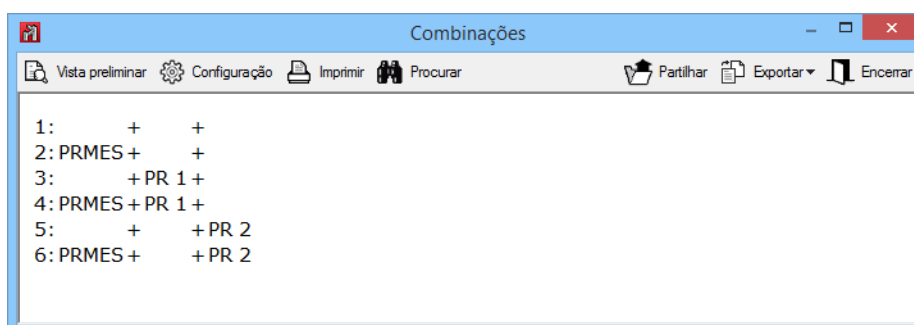



Fig. 2.42

Como se pode ver na figura anterior, a sobrecarga PR 1 não se irá combinar com a sobrecarga PR 2.

- Feche a janela e prima **Aceitar** sucessivamente até visualizar a estrutura novamente.

Procede-se à introdução das barras de suporte da viga carril.

Como as barras de suporte da viga carril não vão existir em todos os pórticos, e por outro lado como todos os pórticos estão agrupados, então é necessário desagrupar os dois primeiros pórticos de cada topo.

- Prima em **Planos > Desagrupar**, selecione **Planos paralelos YZ** e prima **Aceitar**.
- Prima sobre cada um dos pórticos (os dois primeiros e os dois últimos) de forma a seleccioná-los e prima com o .
- Surge a informação se deseja desagrupar, prima **Sim**.

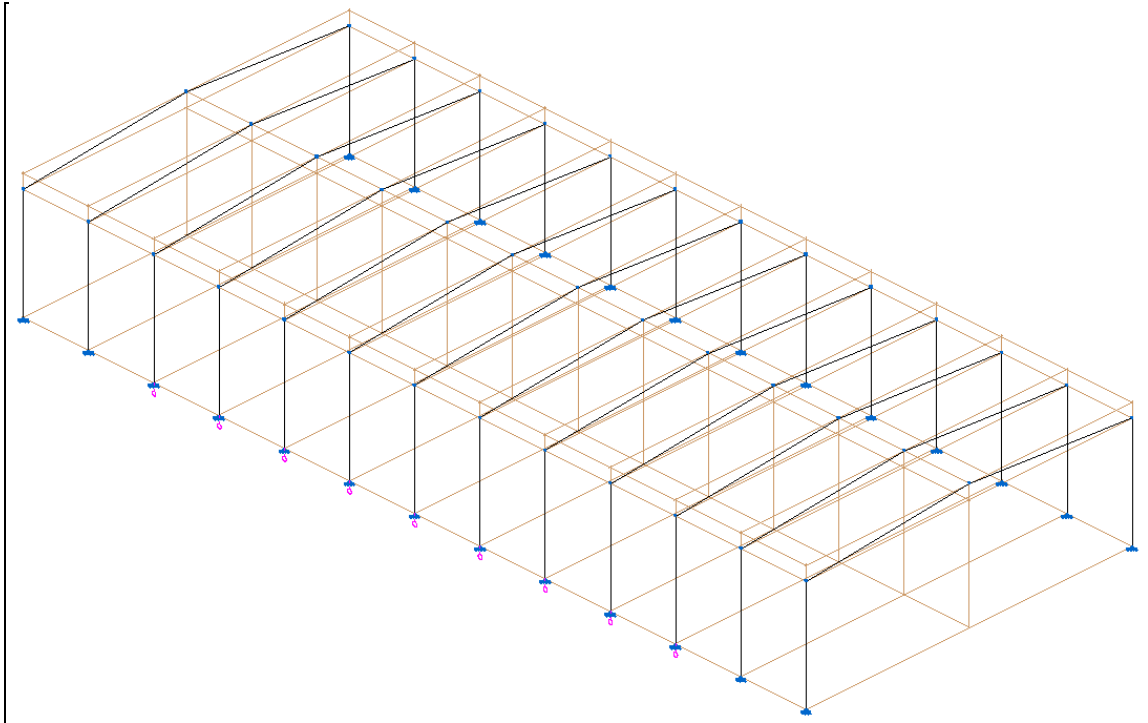



Fig. 2.43

- Prima no ícone  **Referências a objectos**, e ative as opções de acordo com a figura seguinte.

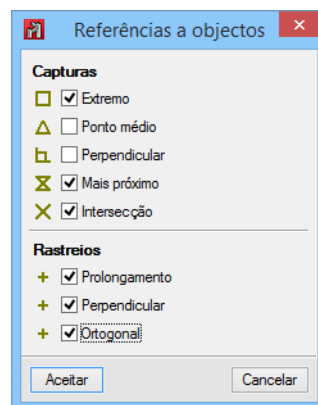




Fig. 2.44

- Prima **Aceitar**.
- Verifique na barra de ferramentas, que o ícone  **Permite cotar ao introduzir cada elemento** está ativo.
- Prima em **Barra > Nova**.
- Prima sobre o ícone  de editar o último perfil introduzido.

- Selecione um perfil **IPE 270** e como **perfil simples**. Assim ao introduzir a barra nova, fica de imediato descrita como sendo um IPE 270.

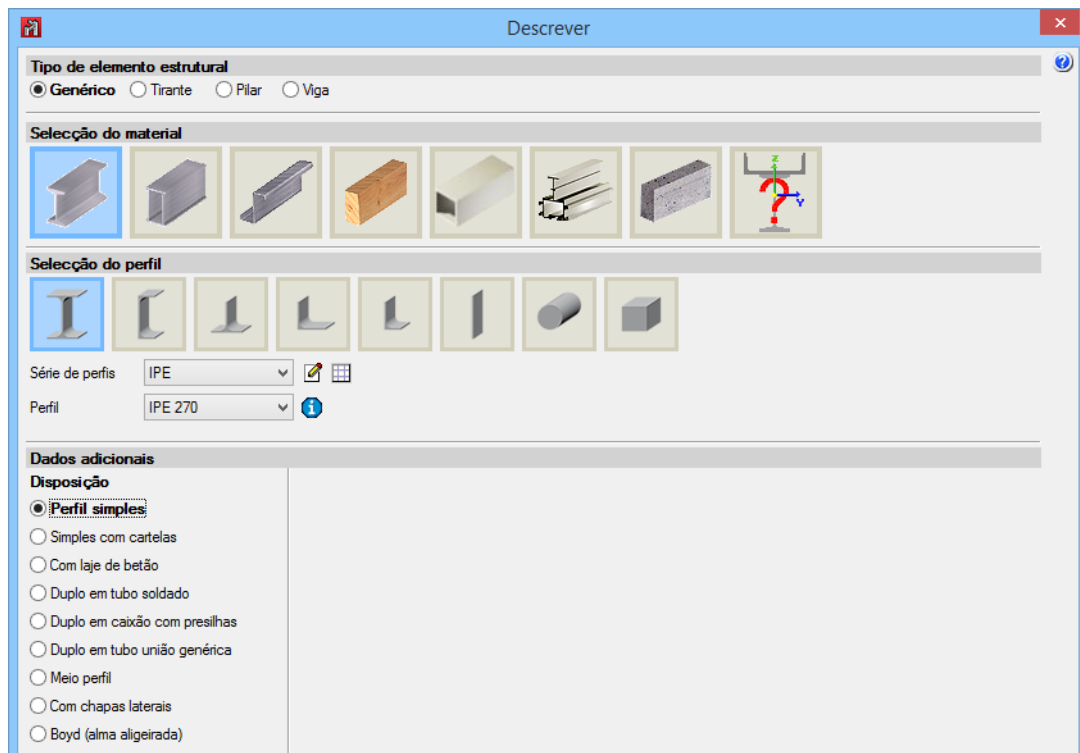


Fig. 2.45

- Prima **Aceitar**.
- Prima junto ao topo do pilar, no terceiro pórtico.

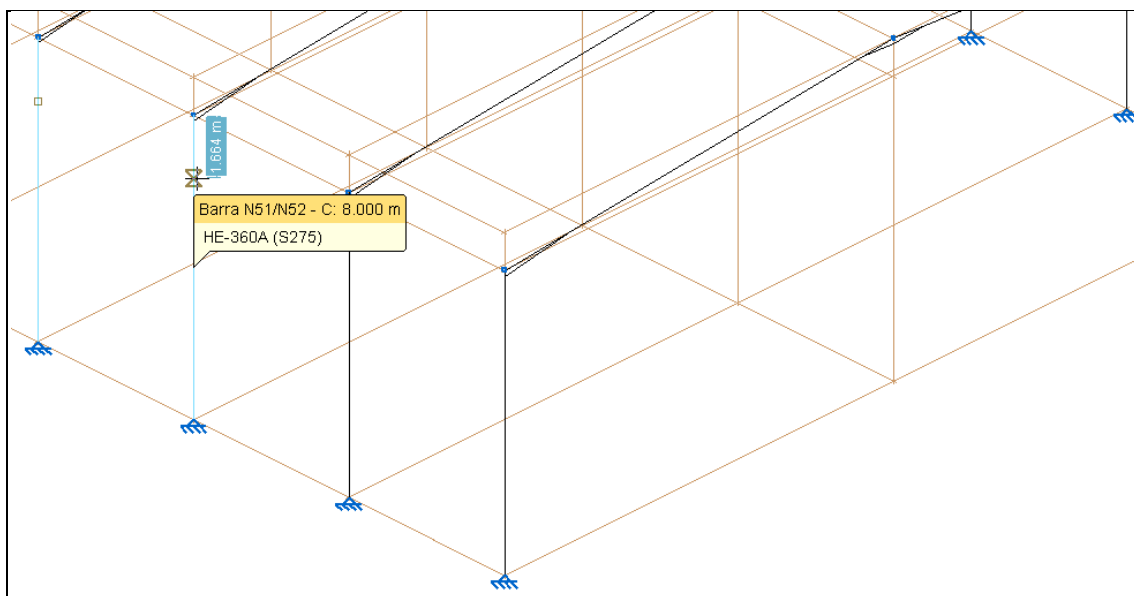



Fig. 2.46

- Introduza o valor de **1.00 m** que determina a distância da nova barra ao nó do topo do pilar.
- Prima em  para confirmar o valor introduzido.

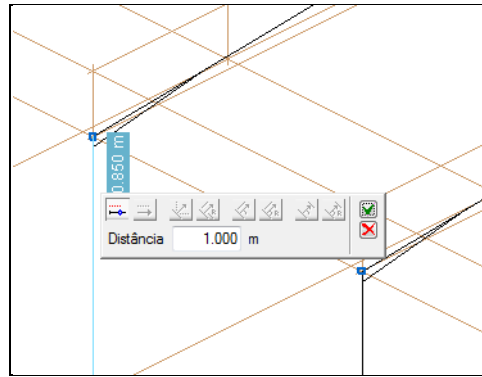


Fig. 2.47

- Prima na linha de referência do novo nó, de acordo com a figura seguinte.

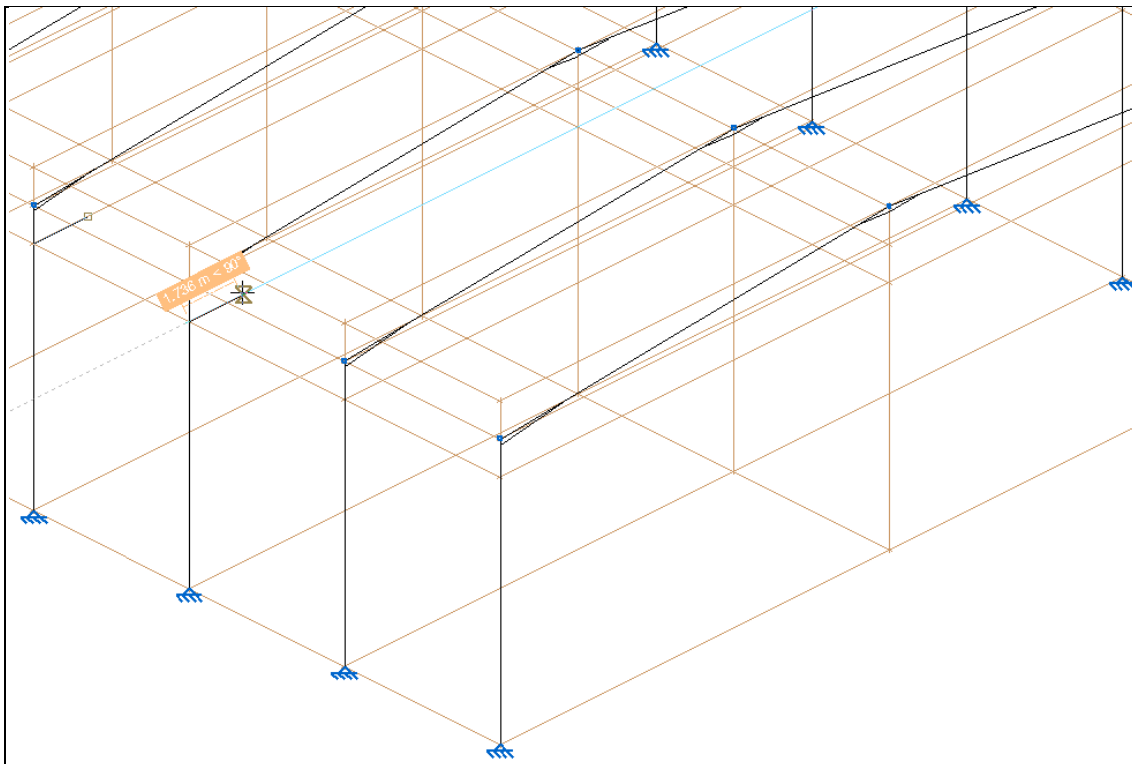


Fig. 2.48

- Introduza o valor de **0.50 m** que determina o comprimento da nova barra. Prima em .

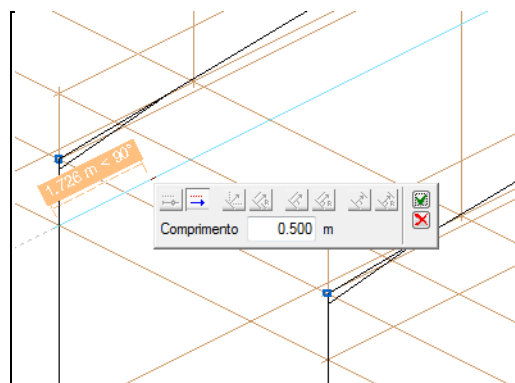



Fig. 2.49

- Prima com  para terminar a introdução das novas barras.

Neste momento a estrutura apresenta-se de acordo com a figura seguinte.

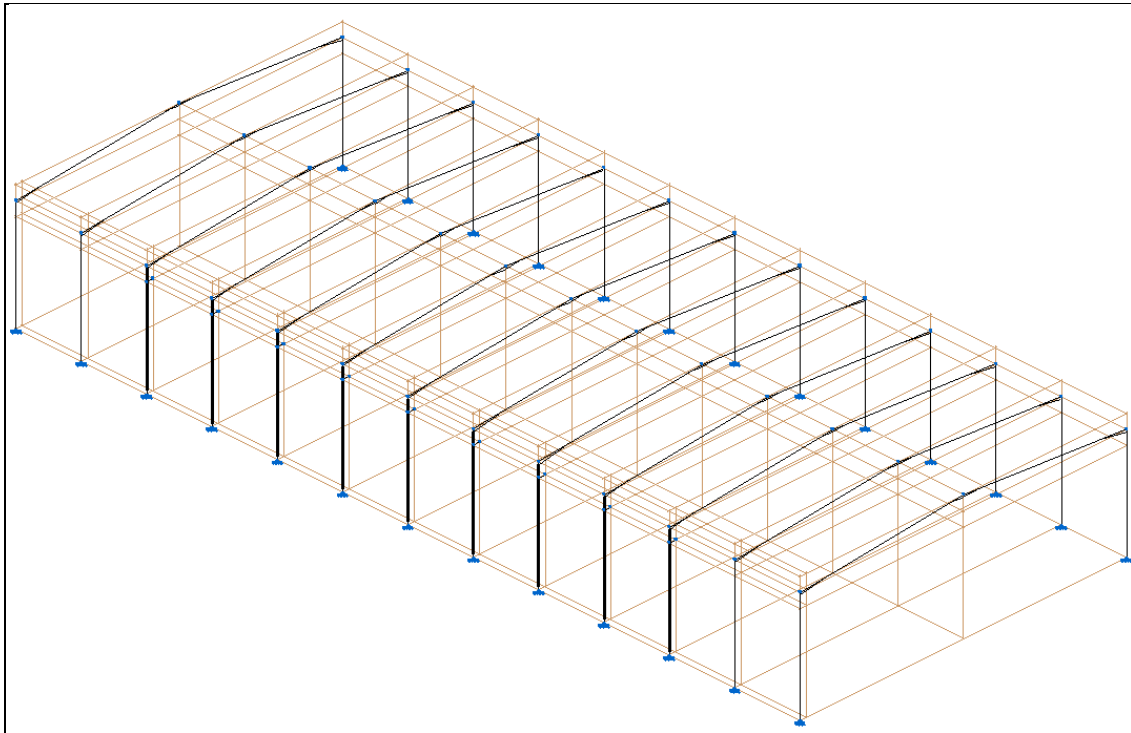


Fig. 2.50

Como se pode ver na figura anterior, os pilares que foram intersectados pelas novas barras introduzidas encontram-se a negrito. Isto representa que, apesar de o pilar possuir um nó intermédio, o pilar é contínuo.

Como os pórticos estão agrupados, basta a introdução de uma barra para que esta seja repetida nos restantes pórticos pertencentes a esse agrupamento.

Seguidamente, repete-se o processo para a introdução das barras de suporte da viga carril nos pilares do alçado oposto. A introdução será facilitada pois já existem as linhas de referência das barras de suporte da viga carril do lado esquerdo.

- Prima agora no pilar da direita do pórtico, na intersecção com a nova linha de referência, como mostra a figura seguinte.

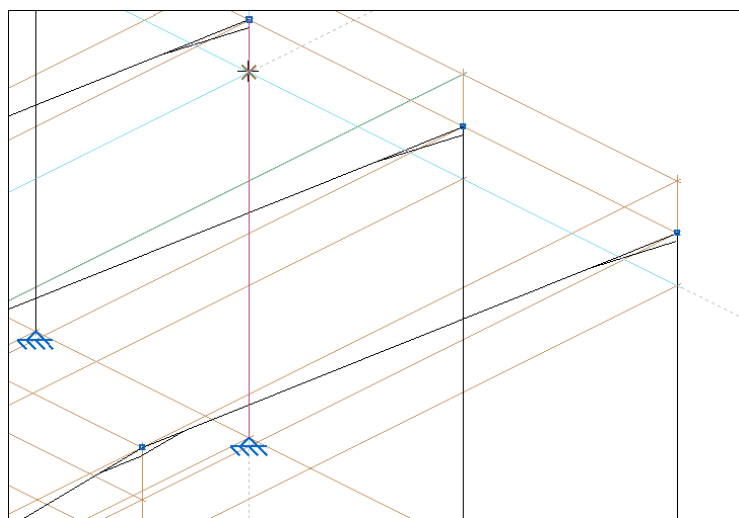


Fig. 2.51

- Prima na linha de referência que servirá de auxílio para a introdução da nova barra, de acordo com a figura seguinte.

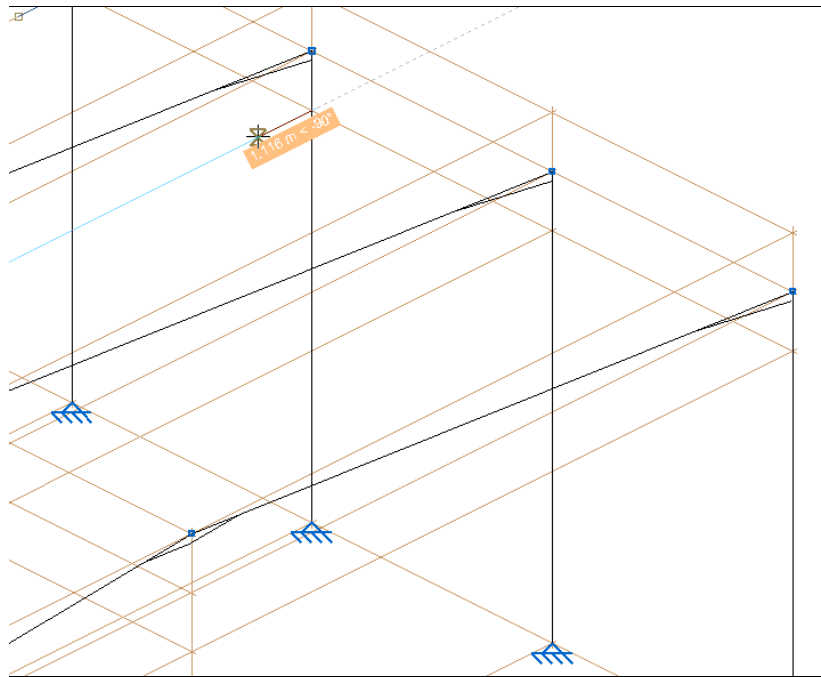




Fig. 2.52

- Introduza o valor de **0.50 m** que determina o comprimento da nova barra. Prima seguidamente em .
- Prima com  para terminar a introdução das barras.

A barra de suporte da viga carril do lado direito foi introduzida ficando a estrutura com o seguinte aspeto.

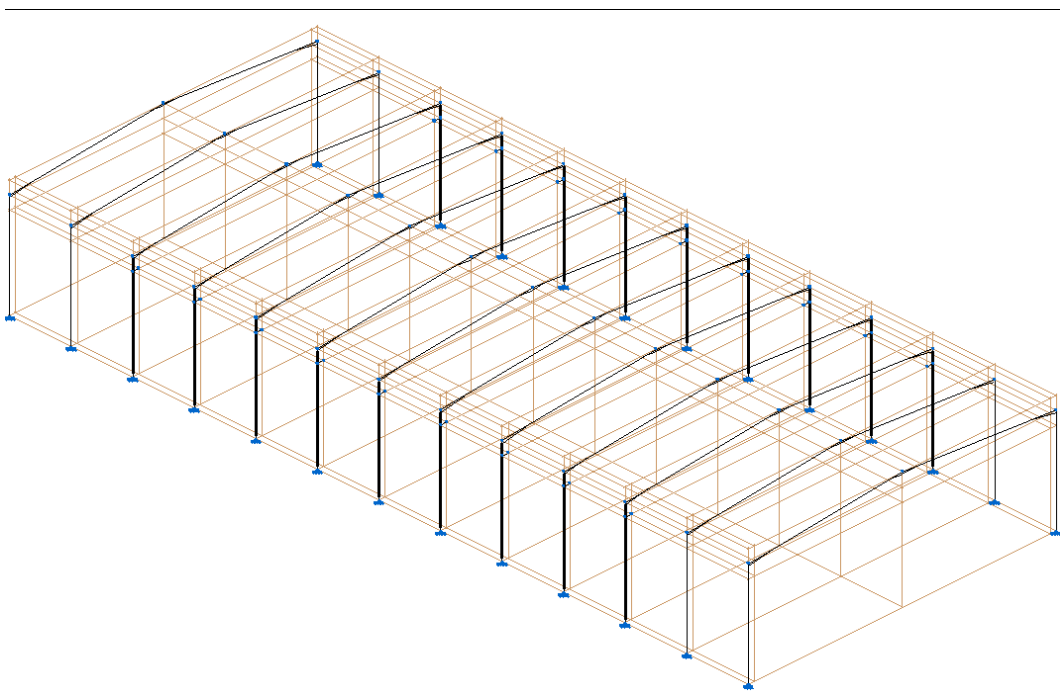


Fig. 2.53

Neste exemplo será considerada uma ponte rolante de 5 toneladas de peso próprio e com uma capacidade de carga de 10 toneladas. Procede-se à introdução das cargas associadas à ponte rolante nas vigas de suporte da viga carril.

- Prima em **Carga> Introduzir cargas sobre nós**.

- Seleccionam-se os nós extremos das duas vigas de suporte da viga carril, do lado esquerdo e do lado direito de um dos pórticos. Recordam-se que os pórticos estão agrupados pelo que só é necessário seleccionar um nó de uma barra de cada lado do pórtico.

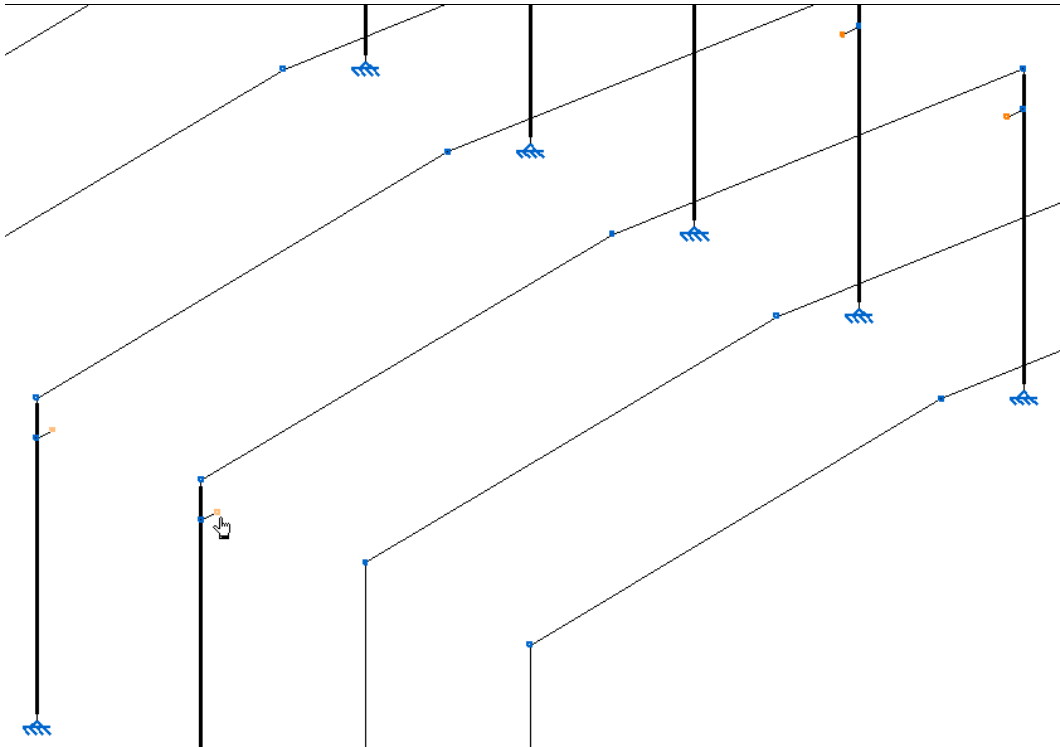


Fig. 2.54

- Prima com para terminar a seleção.
- Selecione a hipótese **PRMES (Utilização E. Armazéns)**, coloque um valor de **25 kN**. O peso próprio da ponte rolante de 5 toneladas será distribuído igualmente para cada barra de suporte da viga carril. A direcção e sentido de aplicação da carga será segundo o eixo Z, em sentido negativo.

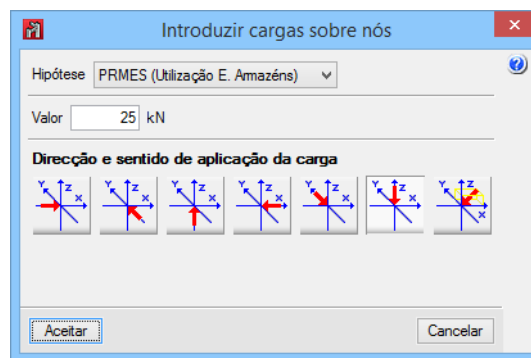


Fig. 2.55

- Prima **Aceitar**.

Para se poder visualizar no modelo as cargas introduzidas, siga os seguintes passos.

- Prima **Carga > Hipótese vista** ou na pequena janela que surge ao introduzir as cargas e selecione a hipótese **PRMES (Utilização E. Armazéns)**. Prima **Aceitar**.

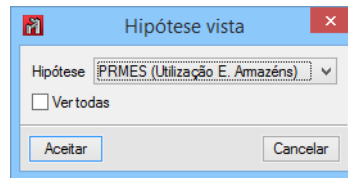


Fig. 2.56

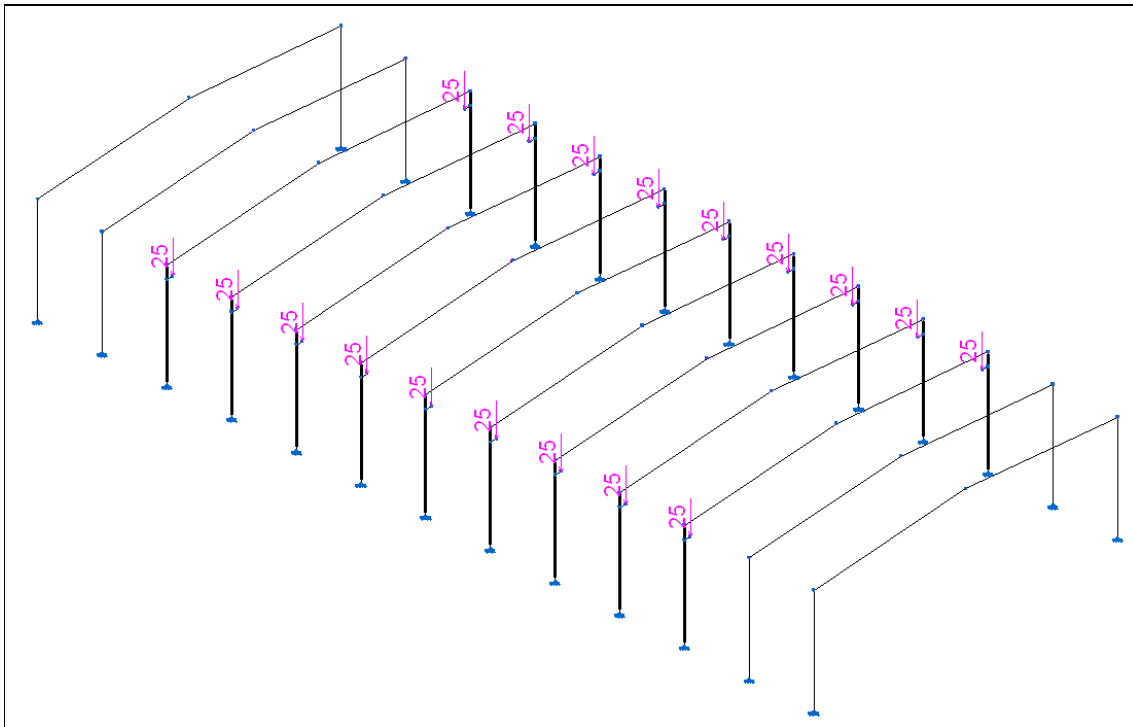


Fig. 2.57

Introduz-se a carga relativa à posição 1 (pilar esquerdo de cada pórtico), que corresponde à capacidade máxima de carregamento da ponte rolante.

- Prima em **Cargas > Introduzir cargas sobre nós**.
- Prima sobre o **nó extremo de uma viga de suporte do pilar esquerdo de um pórtico**. Recorda-se que os pórticos estão agrupados pelo que só é necessário selecionar um nó de uma barra.

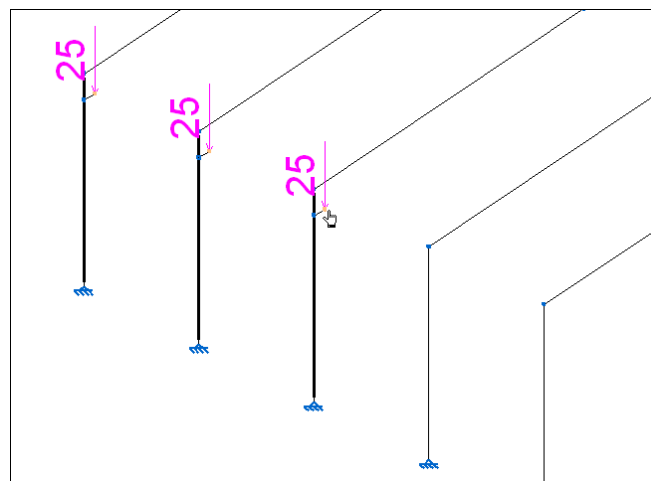


Fig. 2.58

- Prima com  para terminar a seleção.

- Selecione a hipótese **PR 1 (Utilização E. Armazéns)**, considere **100 kN**. Neste caso, considera-se a totalidade da carga máxima de carregamento da ponte rolante, na viga de suporte do pilar esquerdo de cada pórtico. A direção e sentido de aplicação da carga será segundo o eixo Z, em sentido negativo.

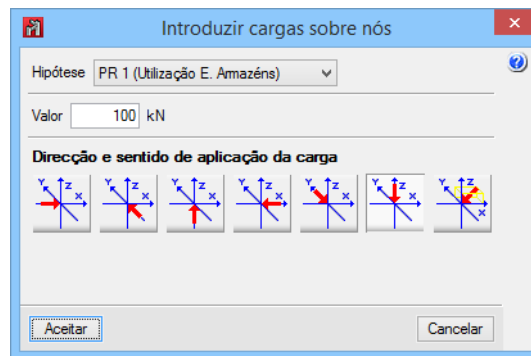


Fig. 2.59

- Prima **Aceitar**.

Procede-se com a introdução da carga relativa à posição 2 (pilar direito de cada pórtico) correspondente à carga máxima de carregamento da ponte rolante.

- Prima em **Cargas > Introduzir cargas sobre nós**.
- Selecione o nó extremo de uma viga de suporte do lado direito de um pórtico.

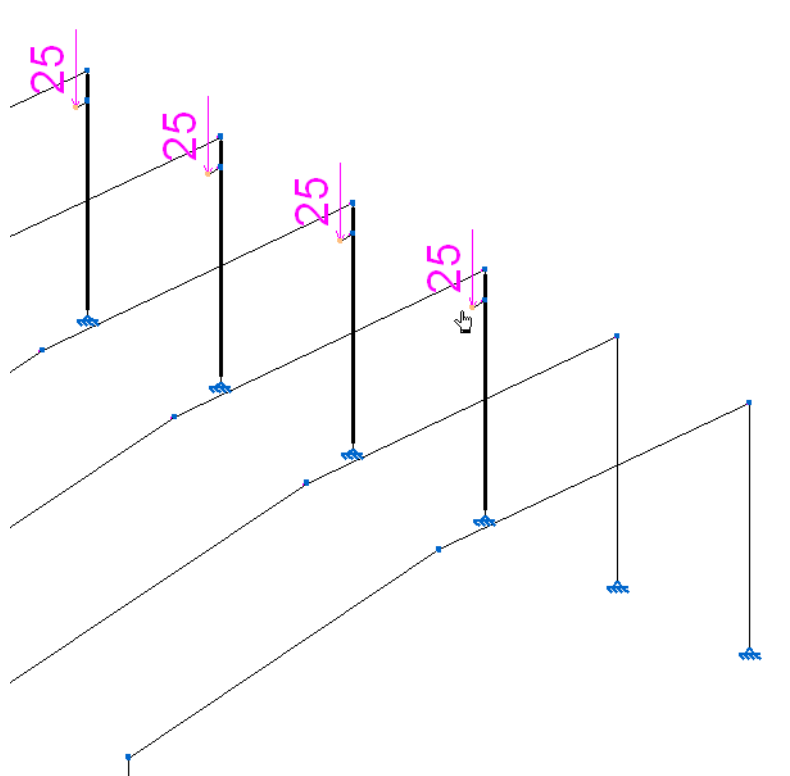



Fig. 2.60

- Prima com  para terminar a seleção.
- Selecione a hipótese **PR 2 (Utilização E. Armazéns)**, considere **100 kN**. Neste caso, considera-se a totalidade da carga máxima de carregamento da ponte rolante, na viga de suporte do pilar direito de cada pórtico. A direção e sentido de aplicação da carga será segundo o eixo Z, em sentido negativo.

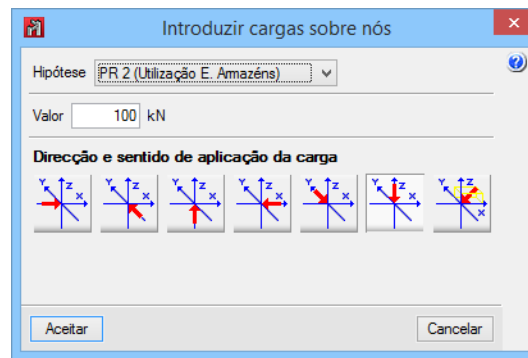


Fig. 2.61

- Prima **Aceitar**.

2.3.2.3. Pilares de topo e contraventamentos

É necessário introduzir uma estrutura (pilares de topo e contraventamentos) que permita resistir à ação do vento que atua nos alçados de topo.

Procede-se à introdução dos pilares de topo.

- Prima em **Janela> Abrir nova**. Será criada uma janela 2D dos dois pórticos de topo para simplificar a introdução dos pilares de topo.
- Seleccione a opção de acordo com a figura seguinte e prima **Aceitar**.

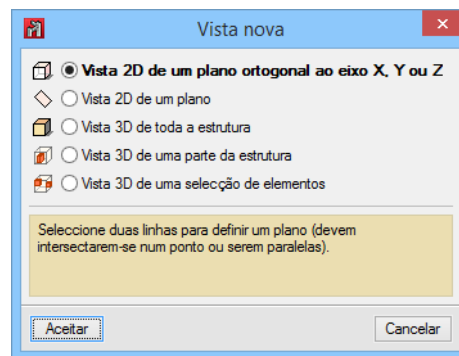


Fig. 2.62

- Prima sobre os dois eixos que compõem o plano do pórtico, representado nas imagens seguintes.

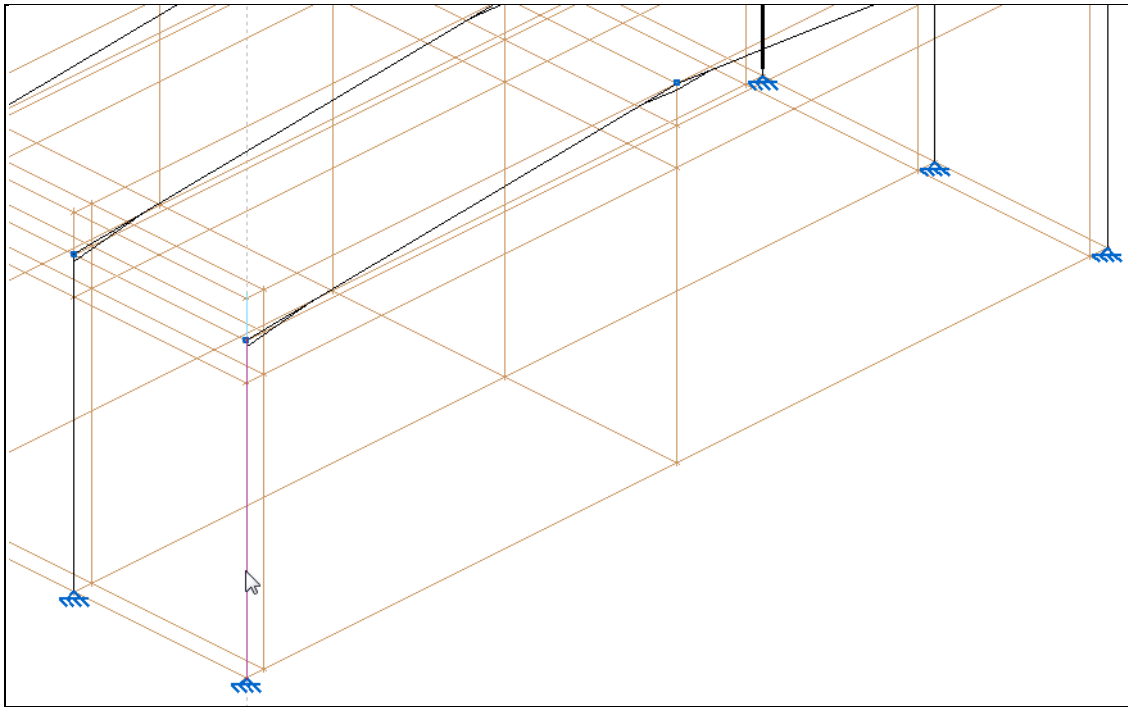


Fig. 2.63

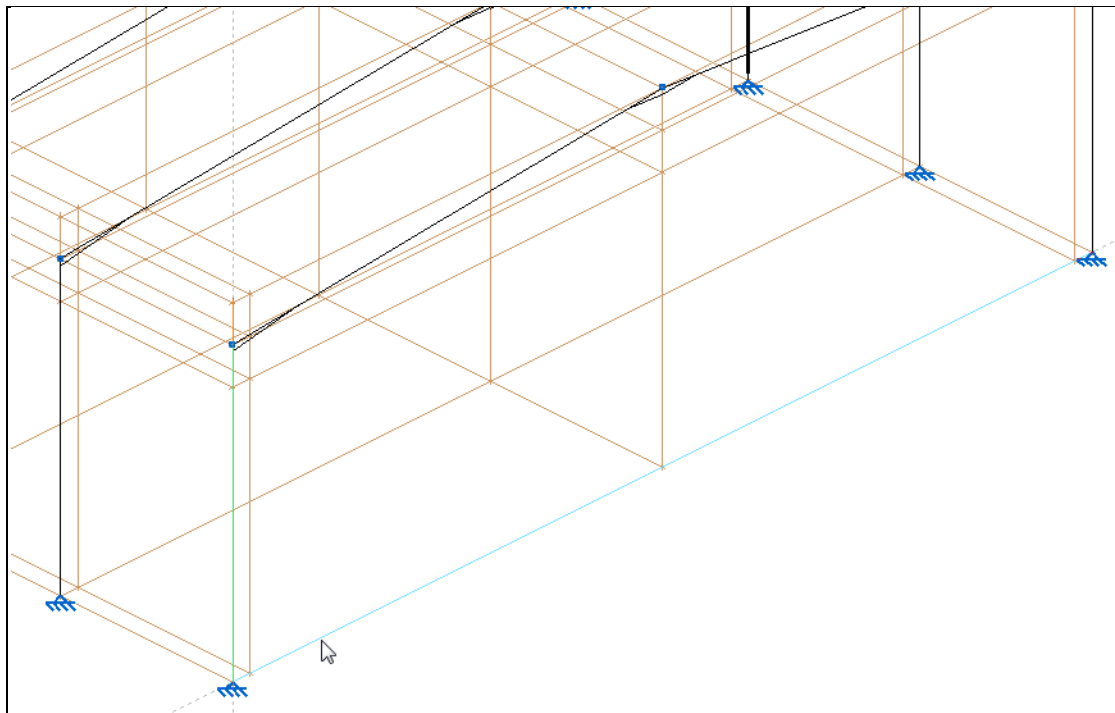


Fig. 2.64

- Coloque como nome da janela **Pórtico 1** e prima **Aceitar**.

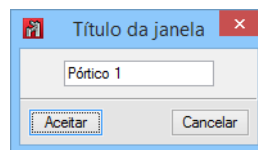


Fig. 2.65

Surge a vista 2D do pórtico 1. No menu **Janela** pode alternar de janela em janela.

- Prima em **Janela > 3D**, repita o procedimento anterior para criar a nova janela 2D do **Pórtico 13** (pórtico do outro topo do pavilhão).
- No menu **Janela** seleccione a vista **Pórtico 1**.

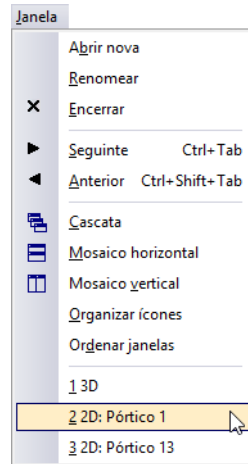


Fig. 2.66

- Prima em **Barra > Nova** e seleccione um perfil **IPE 240**. Prima **Aceitar**.
- Prima na linha de referência dos apoios dos pilares do pórtico, de acordo com a figura seguinte.

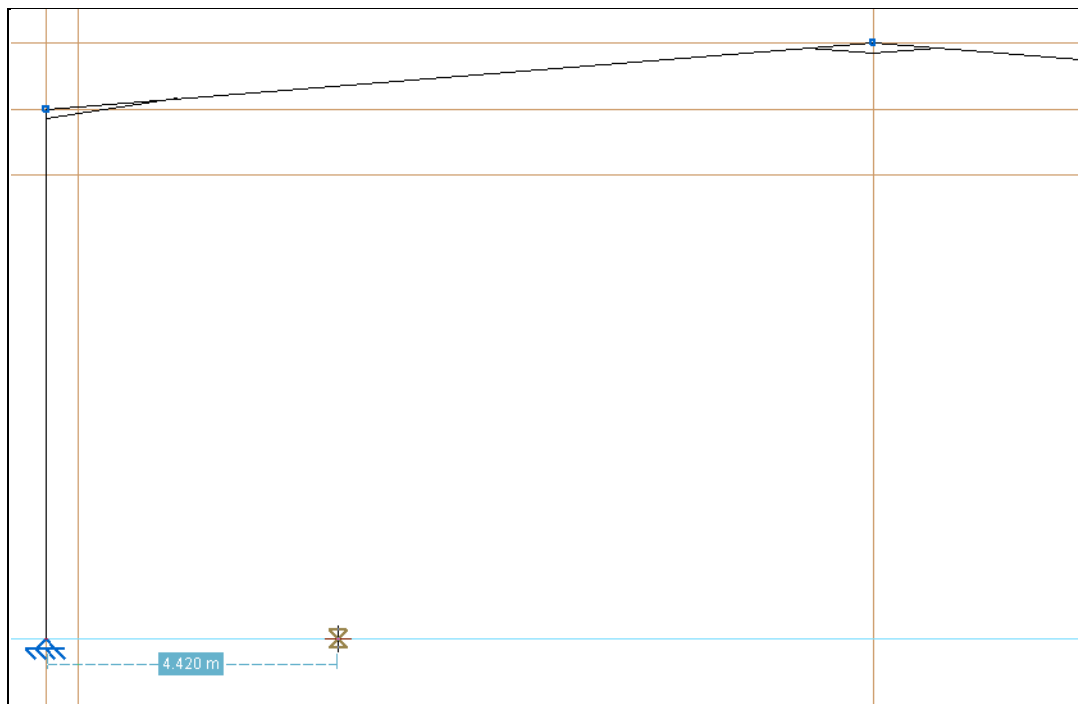



Fig. 2.67

Os pilares de topo estão separados entre si 6.25 metros.

- Introduza o valor de **6.25 m**, sendo a distância entre o eixo do pilar esquerdo do pórtico e o eixo do pilar de topo. Prima em .

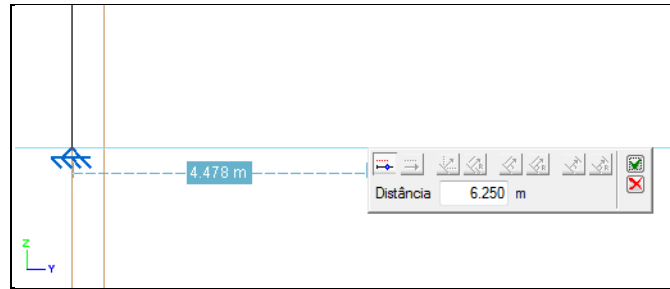




Fig. 2.68

- Introduza os restantes dados conforme as figuras seguintes premindo com  para marcar o início e fim da barra e  para finalizar a introdução.

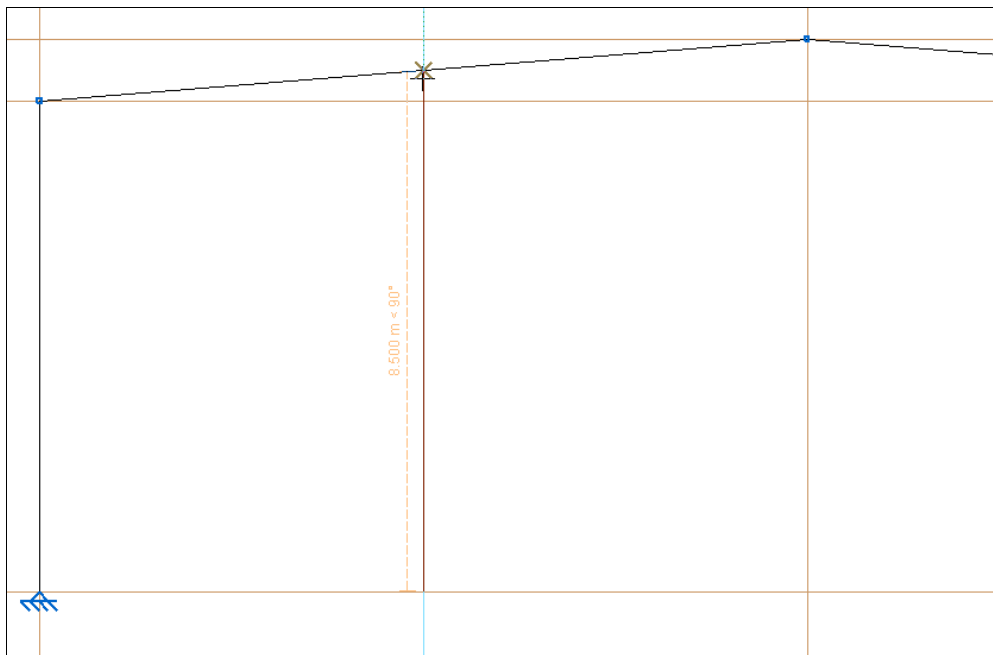


Fig. 2.69

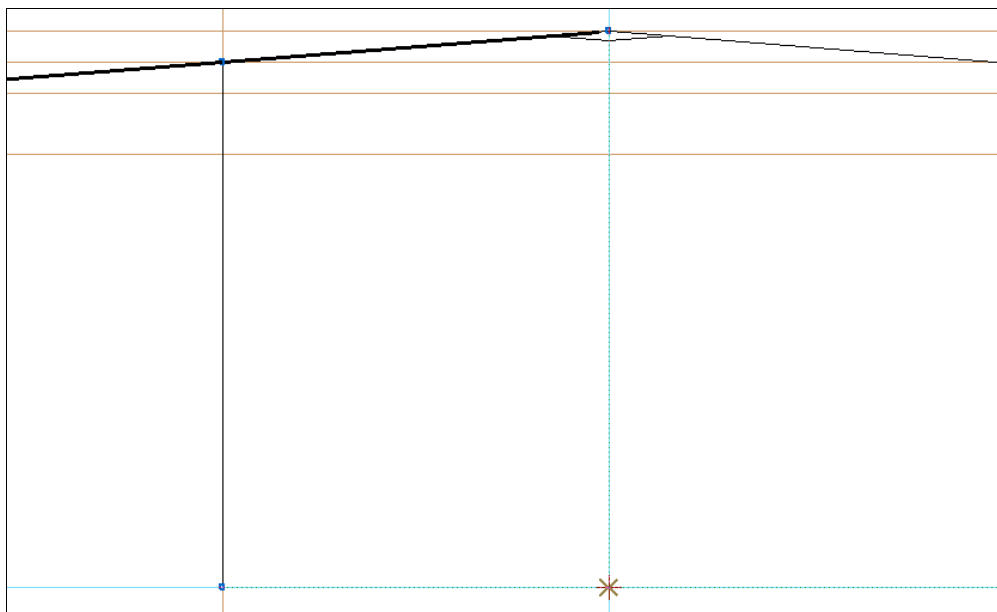


Fig. 2.70

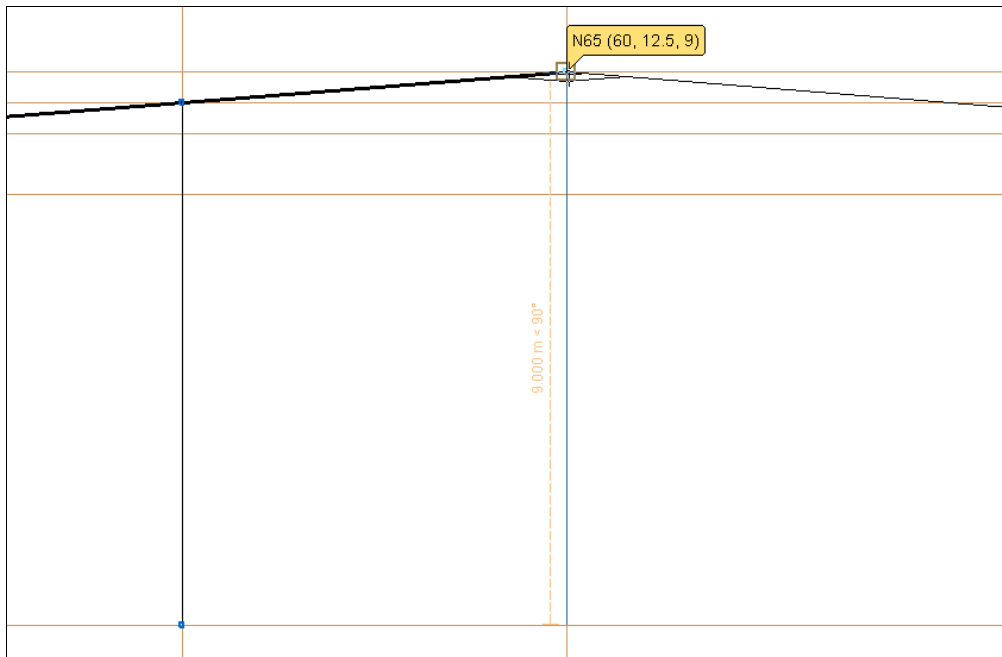


Fig. 2.71

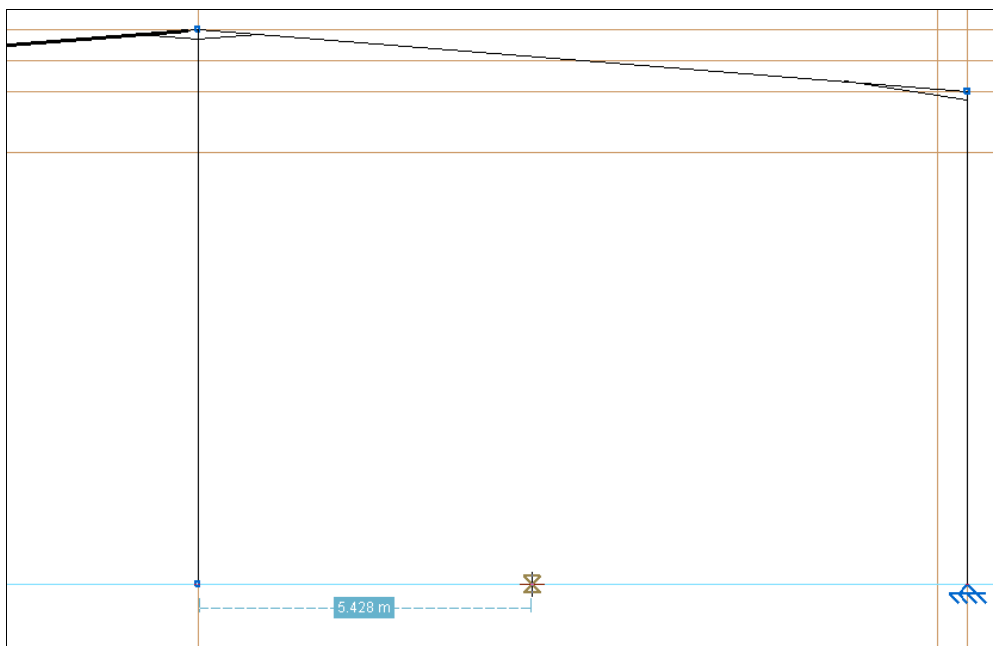


Fig. 2.72

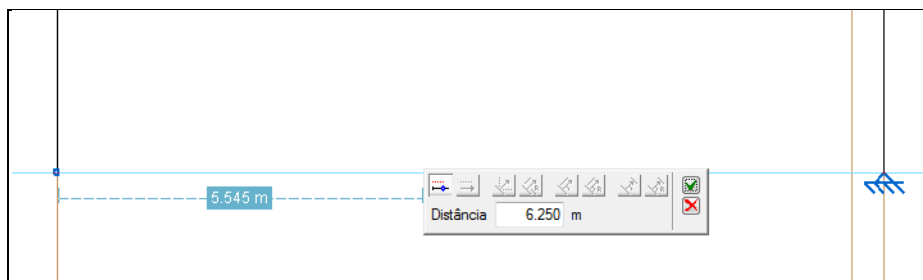


Fig. 2.73

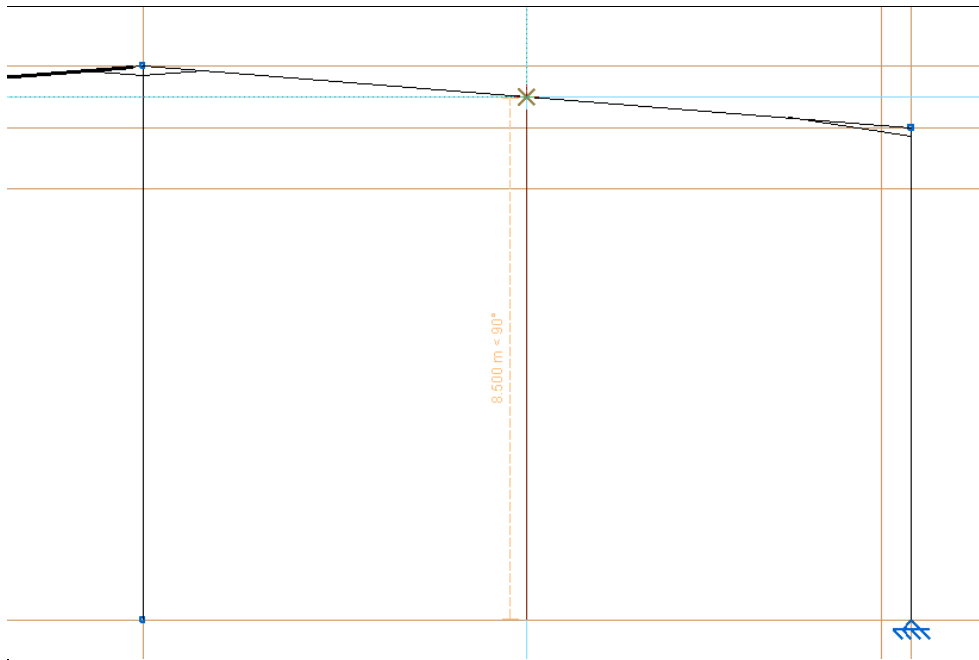




Fig. 2.74

Define-se o tipo de apoio dos pilares de topo.

- Prima **Nó** > **Vinculação exterior**.
- Selecione os nós indicados na figura seguinte. Prima  para marcar o início e o fim da seleção e prima com  para terminar.

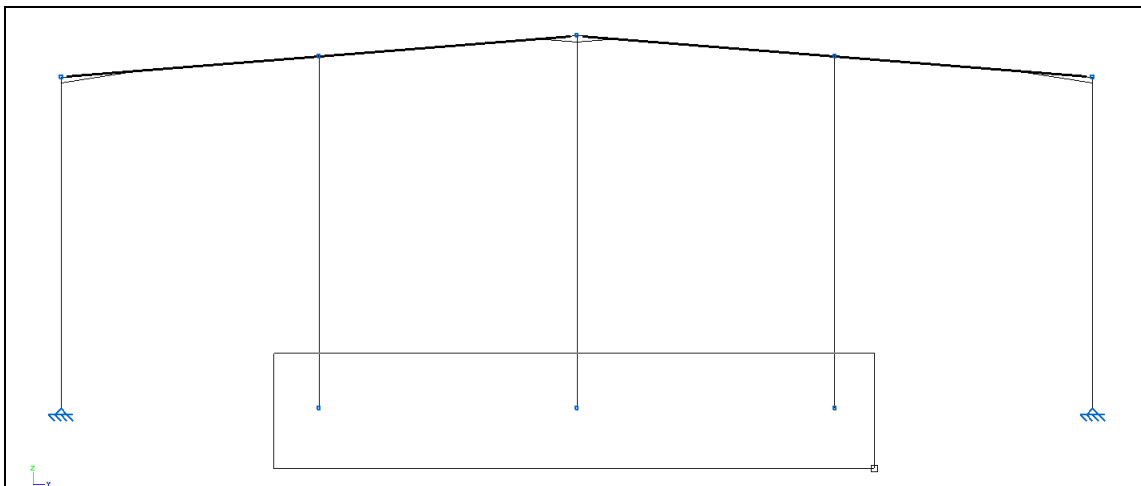


Fig. 2.75

- Selecione **Articulação** e prima **Aceitar**.



Fig. 2.76

- No menu **Janela** seleccione a vista **Pórtico 13**.
- Repita os procedimentos anteriores para a introdução dos pilares de topo e definição do tipo de apoio do pórtico 13.

Os pilares de topo vão suportar as cargas de vento de topo transmitindo-as posteriormente aos contraventamentos. No entanto, como se pode ver na figura seguinte, com a posição atual os perfis (pilares) iriam trabalhar segundo o seu eixo de menor inércia. Torna-se importante rodar os perfis 90 graus.

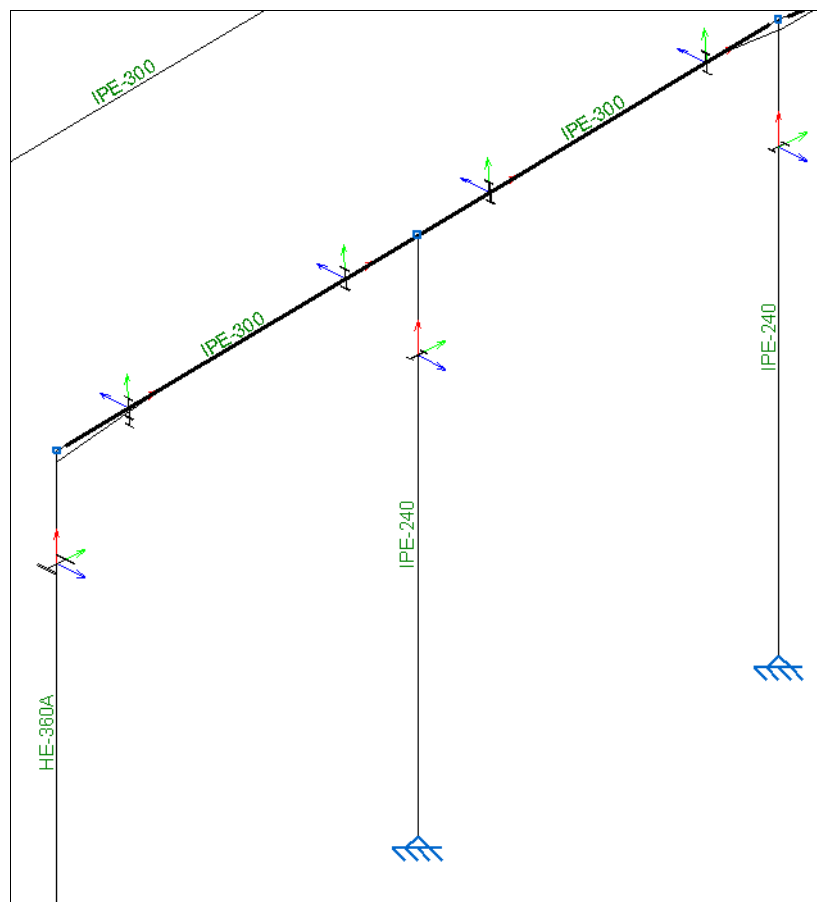



Fig. 2.77

- Prima **Barra**> **Descrever disposição**.
- Seleccione os perfis de topo anteriormente introduzidos.

- Prima com .
- Prima em **Rotação de 90 graus**. Seguidamente prima em **Aceitar**.

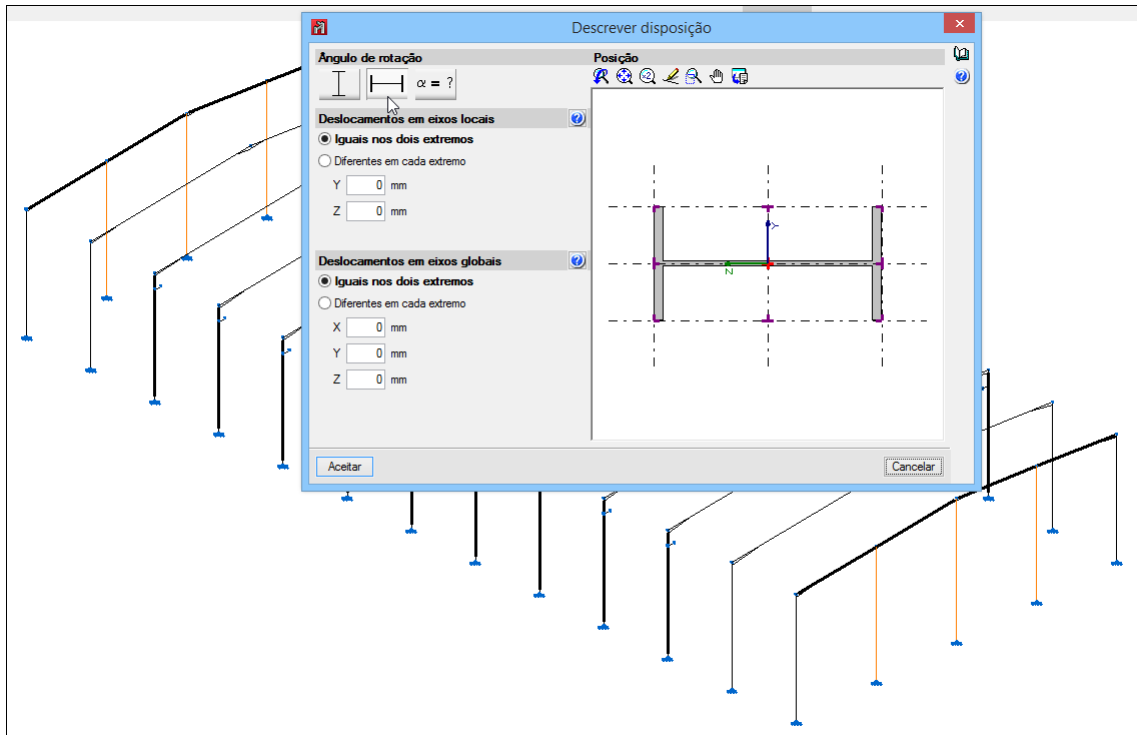



Fig. 2.78

Procede-se à introdução dos contraventamentos.

- Prima **Planos > Referências** e desative a opção **Linhas de referência**. Desligam-se as linhas de referência para facilitar a introdução das novas barras.
- Prima em  **Referências a objectos** e ative o **Ponto médio**. Prima **Aceitar**.
- Prima **Barra > Nova** e selecione o perfil **IPE 200**.
- Introduza as barras segundo as imagens seguintes. O ponto médio e os rastreios automáticos do programa vão auxiliar a introdução de dados mesmo sem as linhas de referência.

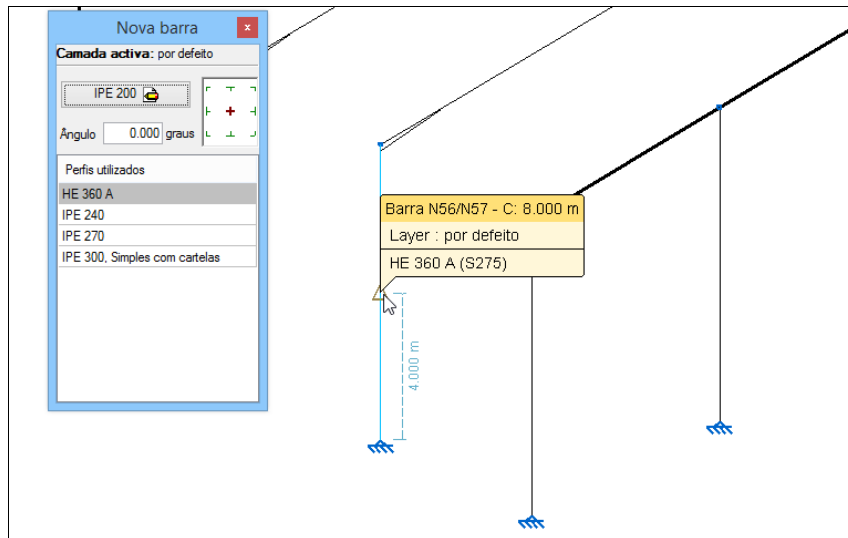


Fig. 2.79

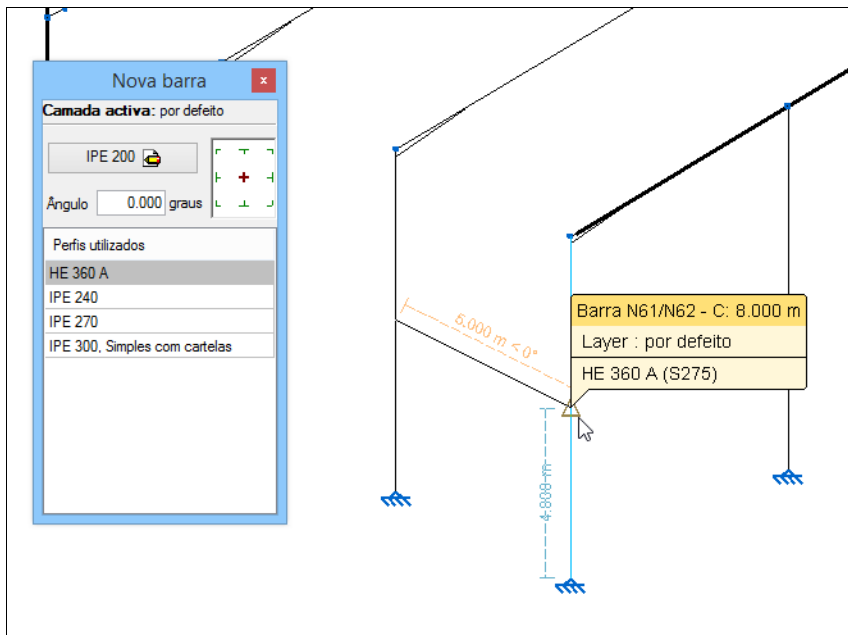


Fig. 2.80

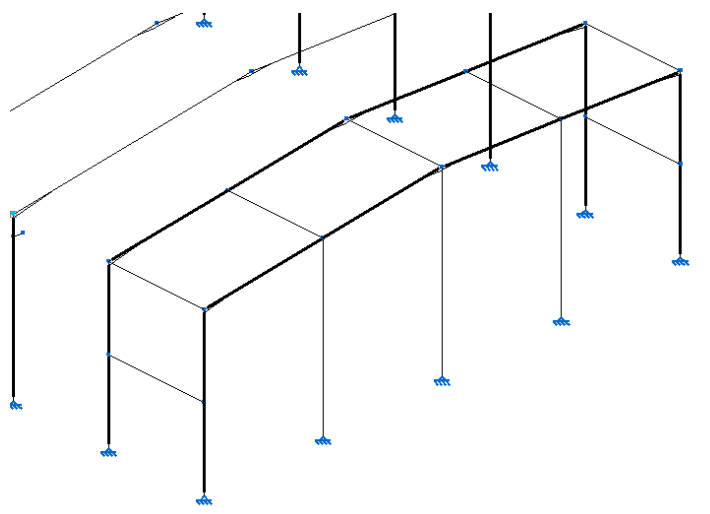


Fig. 2.81

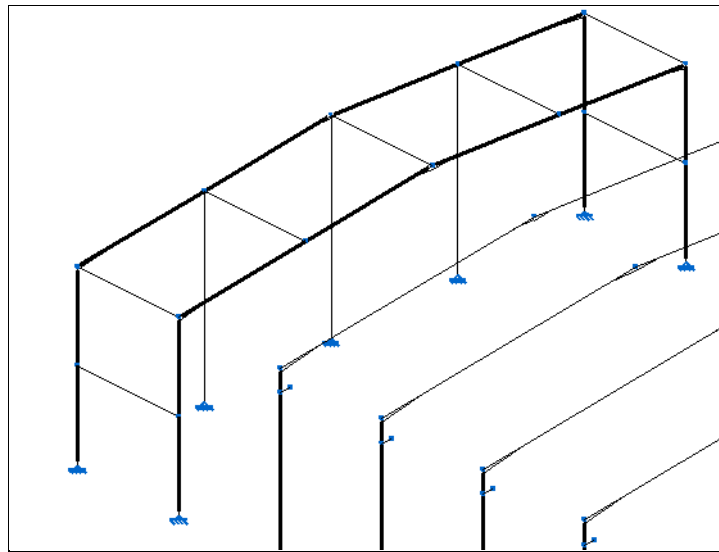


Fig. 2.82

- Pretende-se agora introduzir os tirantes do contraventamento, prima sobre o ícone [Barra] IPE 200 .



- Selecione a opção **Tirante** e selecione o perfil **Varão maciço**.

Já existe uma série de perfis de barras circulares maciças, no entanto pretende-se importar uma nova série da biblioteca.

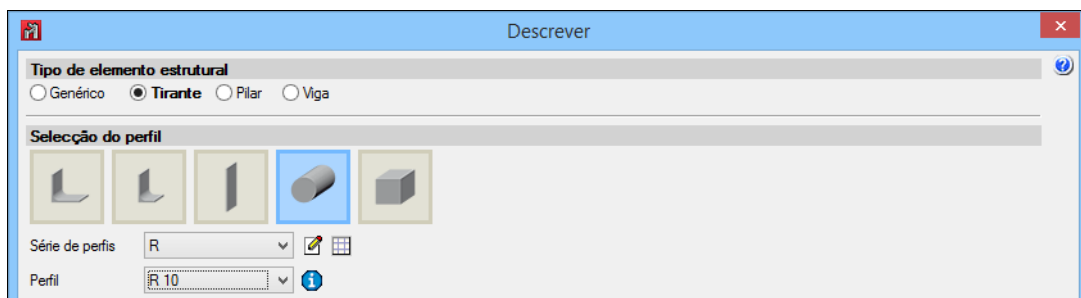




Fig. 2.83

- Prima em  **Editar a lista de elementos**.
- Prima em  **Importação de séries de perfis pré-definidas**.
- Prima sobre o fabricante **Gerdau** e ative o importar **Barra redonda**.

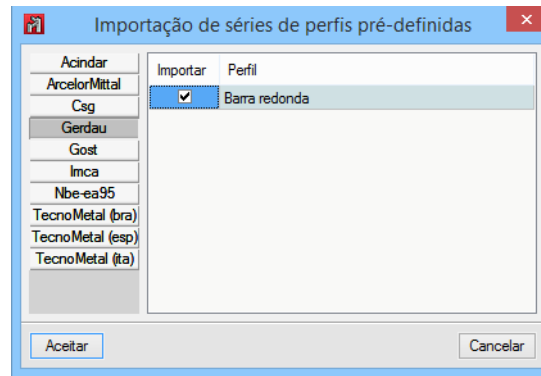


Fig. 2.84

- Prima **Aceitar**.

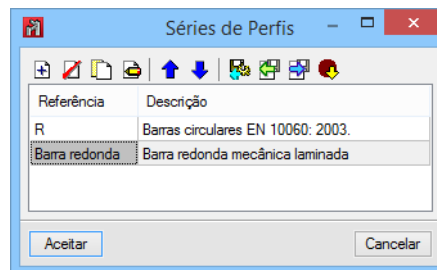


Fig. 2.85

- Prima novamente **Aceitar**.
- Selecione a série de perfil **Barra redonda** e o perfil **1"**. Prima **Aceitar**.

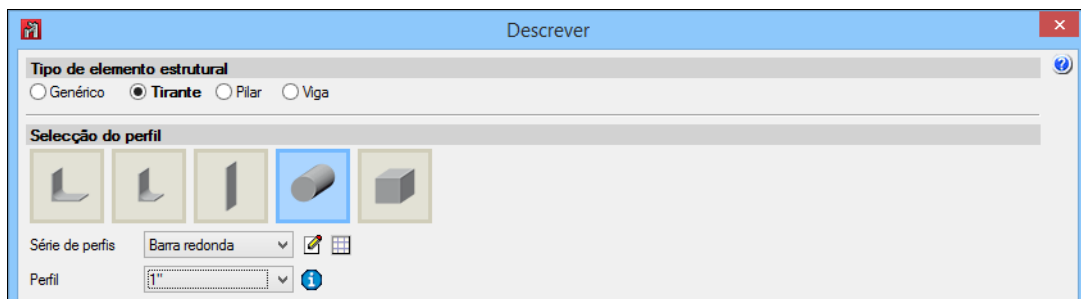


Fig. 2.86

- Introduzem-se as restantes barras que compõem o contraventamento horizontal e vertical.

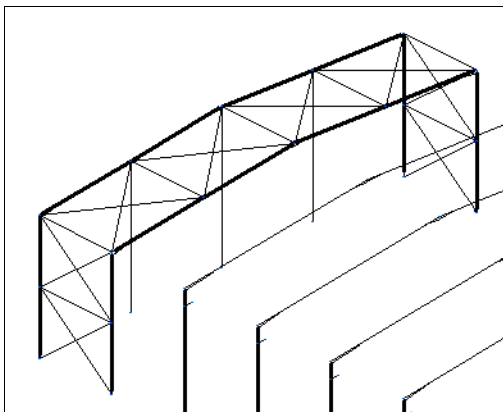


Fig. 2.87

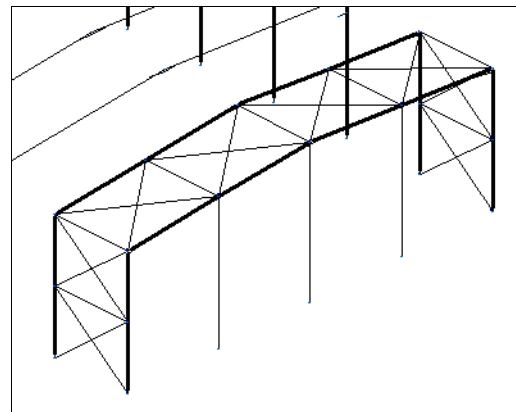


Fig. 2.88

Para que o cálculo dos contraventamentos seja efetuado, é necessário articular as barras transversais que fazem a conexão com os dois primeiros e os dois últimos pórticos. As diagonais descritas anteriormente como tirante, foram automaticamente articuladas, onde nas terminações se podem ver círculos cheios de cor azul.

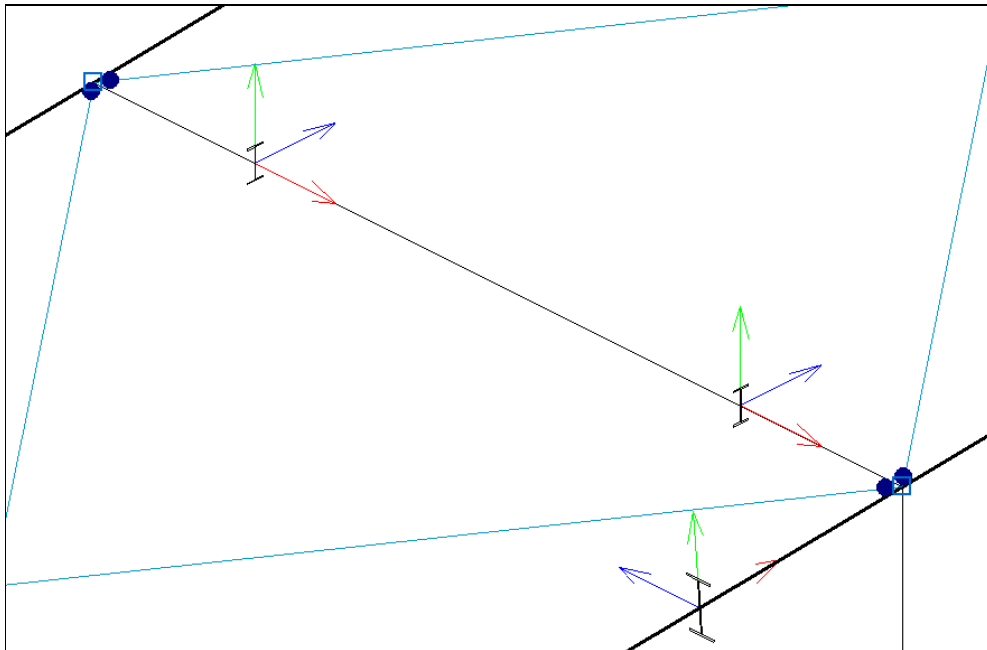


Fig. 2.89

- Prima em **Barra > Articular extremos**. Prima com  a meio vão das barras transversais que pertencem ao contraventamento horizontal e vertical, conforme indicado nas próximas figuras.

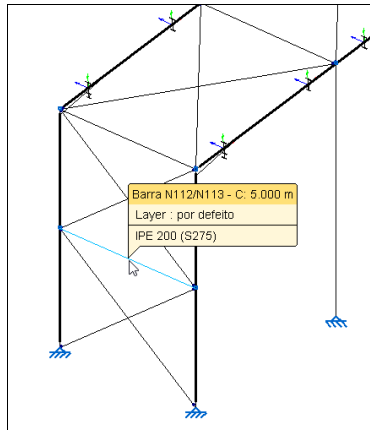


Fig. 2.90

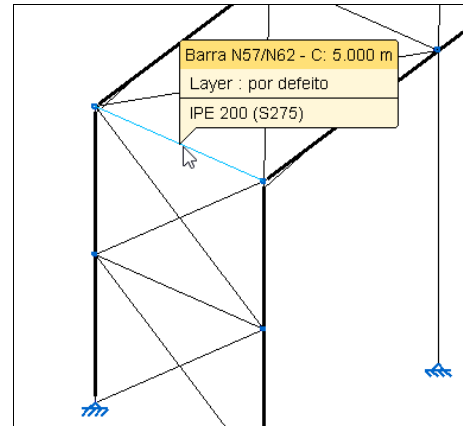


Fig. 2.91

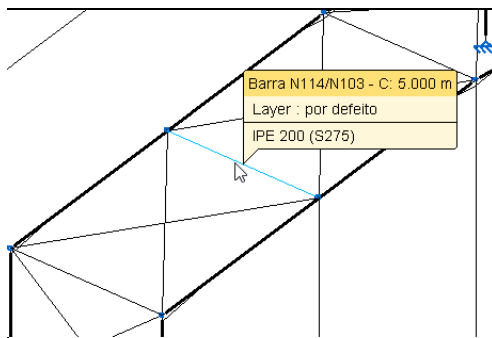


Fig. 2.92

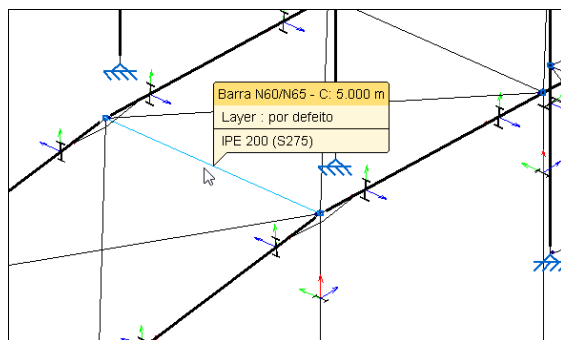


Fig. 2.93

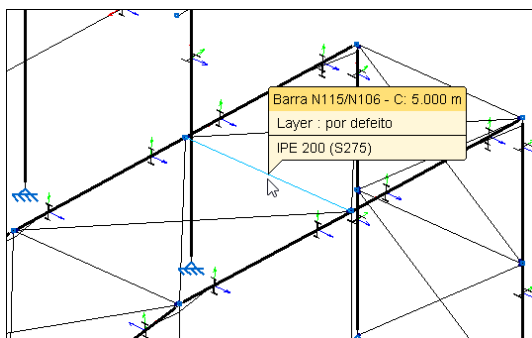


Fig. 2.94

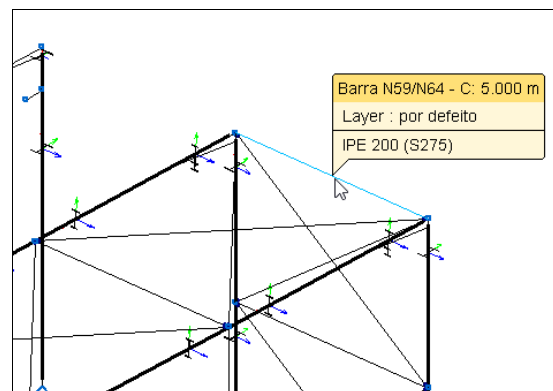


Fig. 2.95

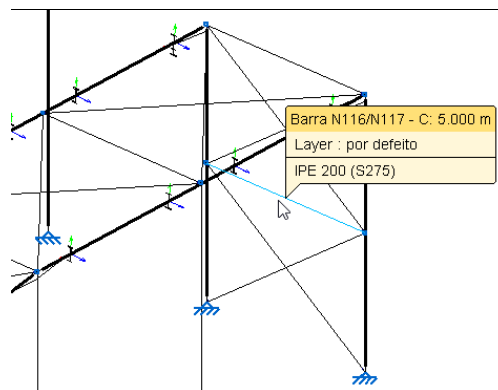



Fig. 2.96

- Repita o mesmo procedimento para as barras transversais pertencentes aos contraventamentos do outro topo da nave industrial.

Por outro lado, também se deve articular a extremidade superior dos pilares de topo, uma vez que o pilar de topo não interrompe a viga da cobertura e também em virtude de permitir o cálculo da ligação, já que é uma ligação tipo permitida pelo programa.

- Posicione o cursor sobre a barra mas junto à extremidade superior e prima com o , repita em cada pilar de topo.

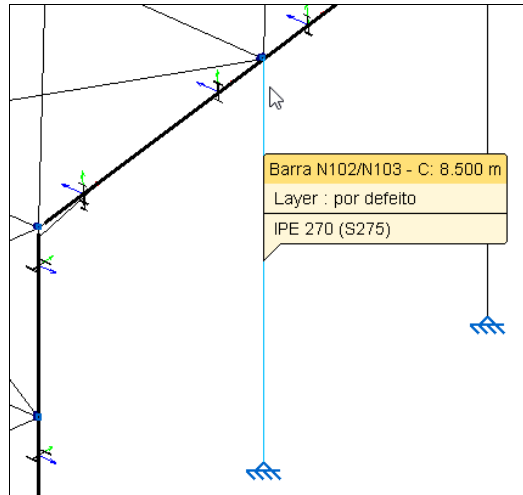


Fig. 2.97

2.3.2.4. Introdução da mezzanine

Junto ao pórtico 1 da nave industrial será definida uma mezzanine, na qual funcionará para pequenos armazenamentos. Para simplificar a introdução das barras, procede-se à criação de uma vista 3D Parcial.

- Prima **Janela > Abrir nova**. Seleccione a opção **Vista 3D de uma parte da estrutura**. Prima **Aceitar**.

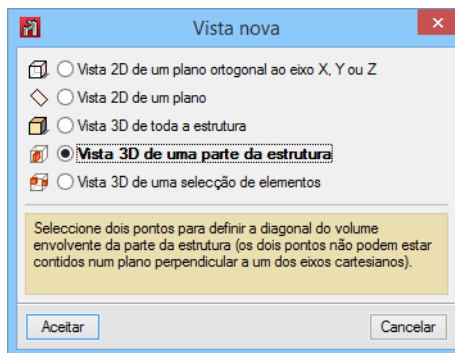


Fig. 2.98

- Prima sobre os dois nós indicados nas figuras seguintes.

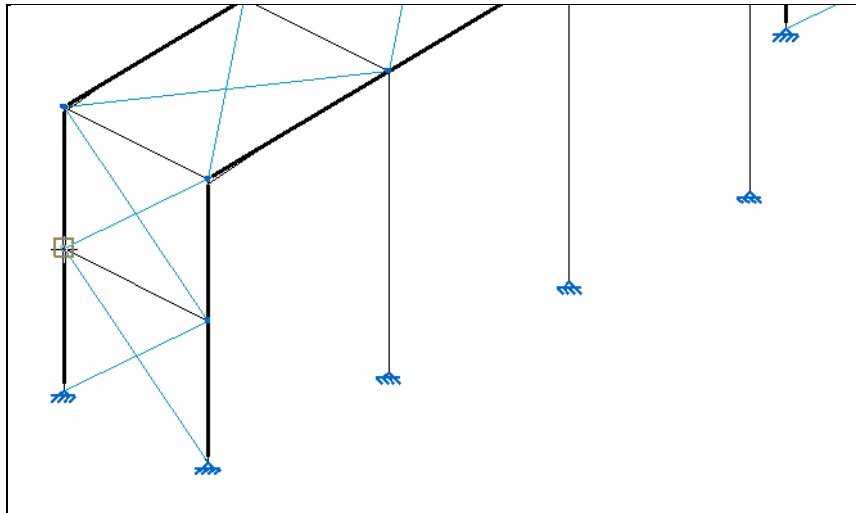


Fig. 2.99

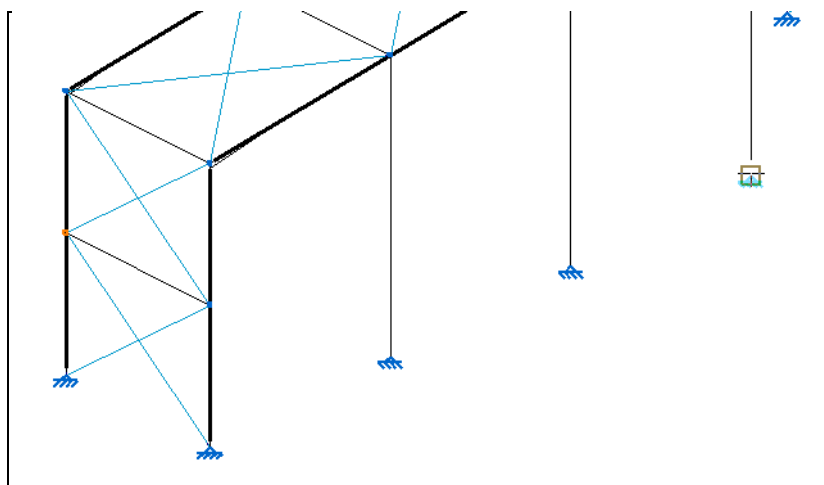


Fig. 2.100

- Na janela que surge, considere o nome **Vista mezzanine**. Prima **Aceitar**.

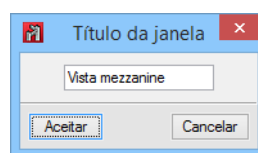


Fig. 2.101

Surge uma vista contendo as barras existentes no intervalo definido pelos dois pontos selecionados.

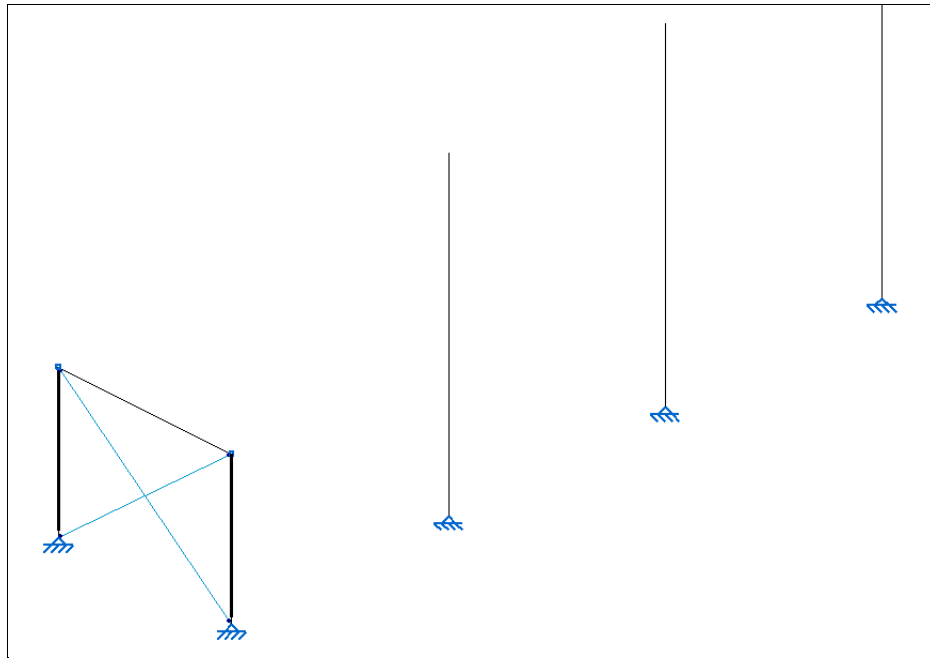



Fig. 2.102

- Prima em **Planos > Referências** e ative a opção **Linhas de referência**. Prima **Aceitar**.
- Prima **Barra > Nova** e seleccione o perfil laminado simples **IPE 240**.
- Para facilitar a introdução das novas barras por causa da sobreposição das linhas de referência, roda-se ligeiramente a vista 3D da estrutura. Junto ao canto superior esquerdo do ecrã, prima .
- Introduza as barras segundo as figuras seguintes.

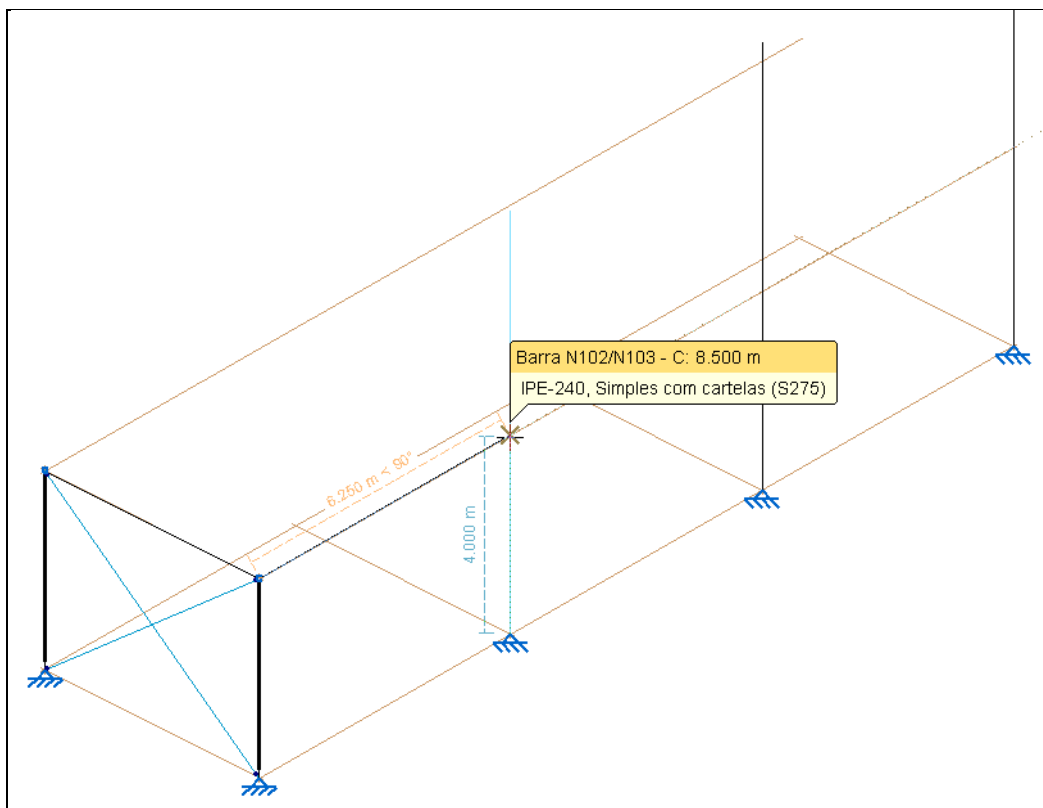


Fig. 2.103

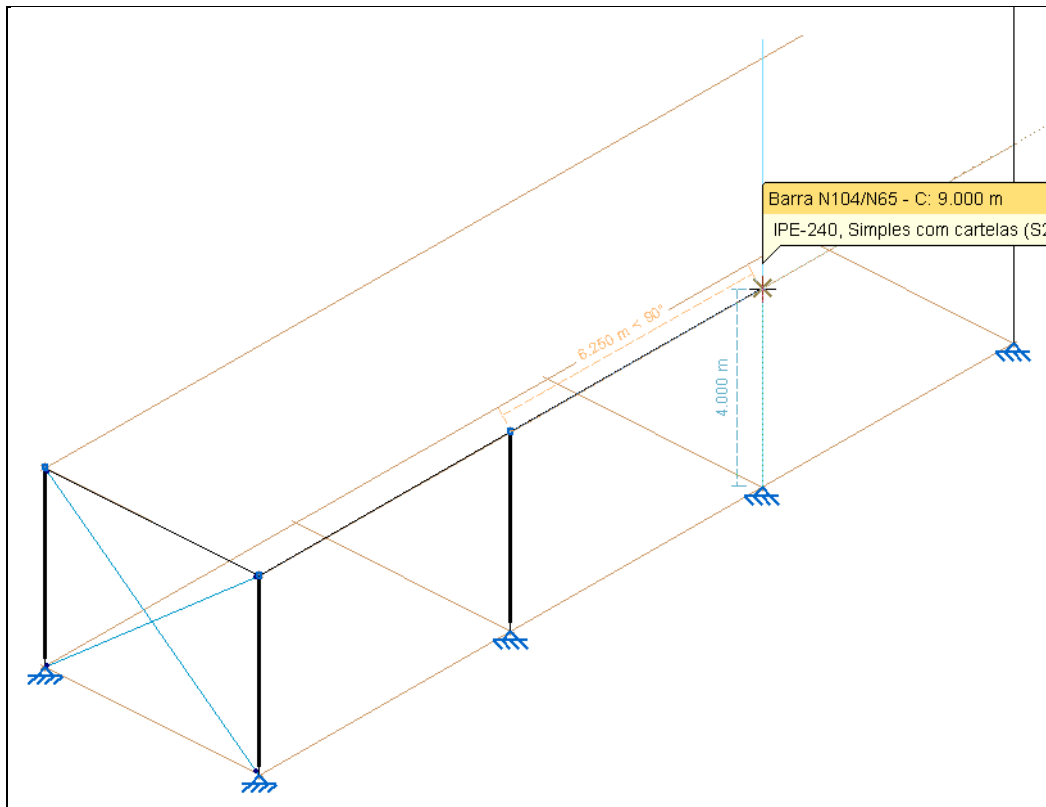


Fig. 2.104

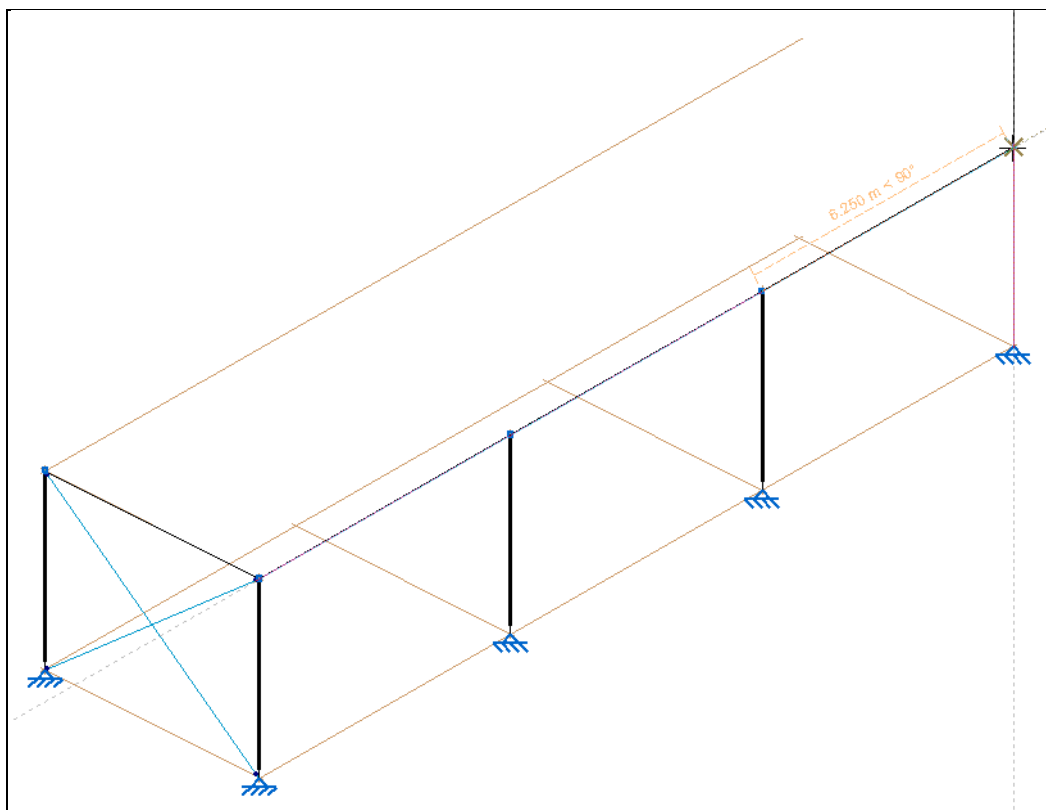


Fig. 2.105

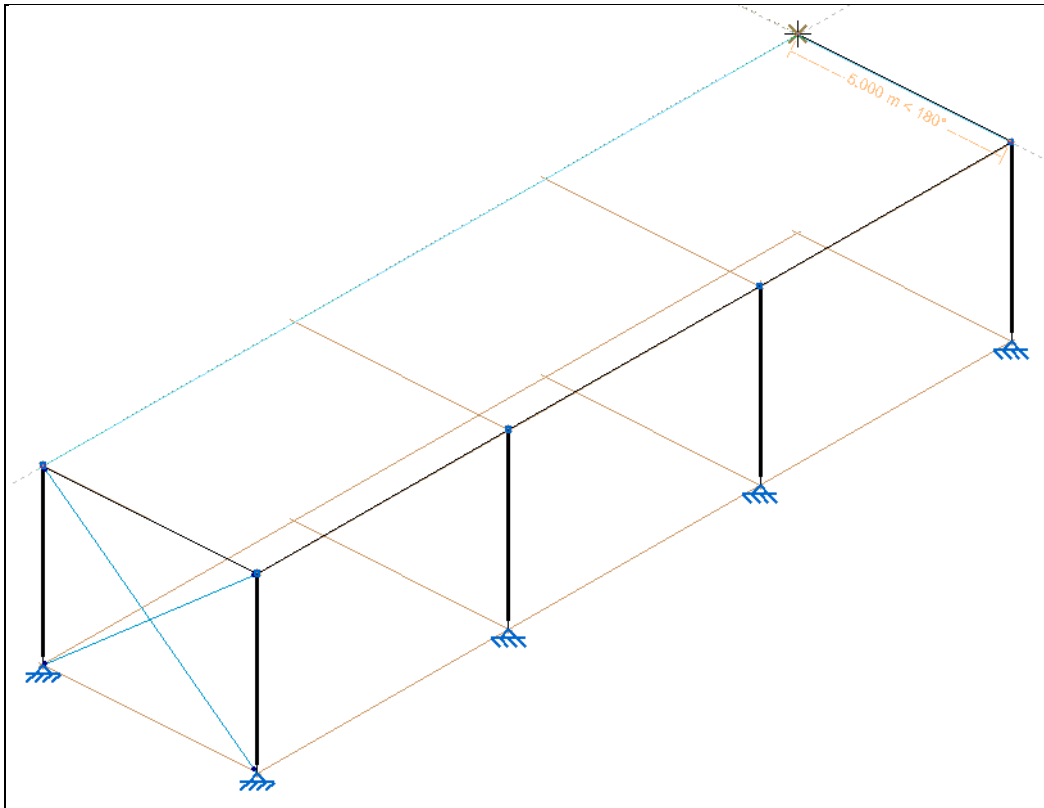


Fig. 2.106

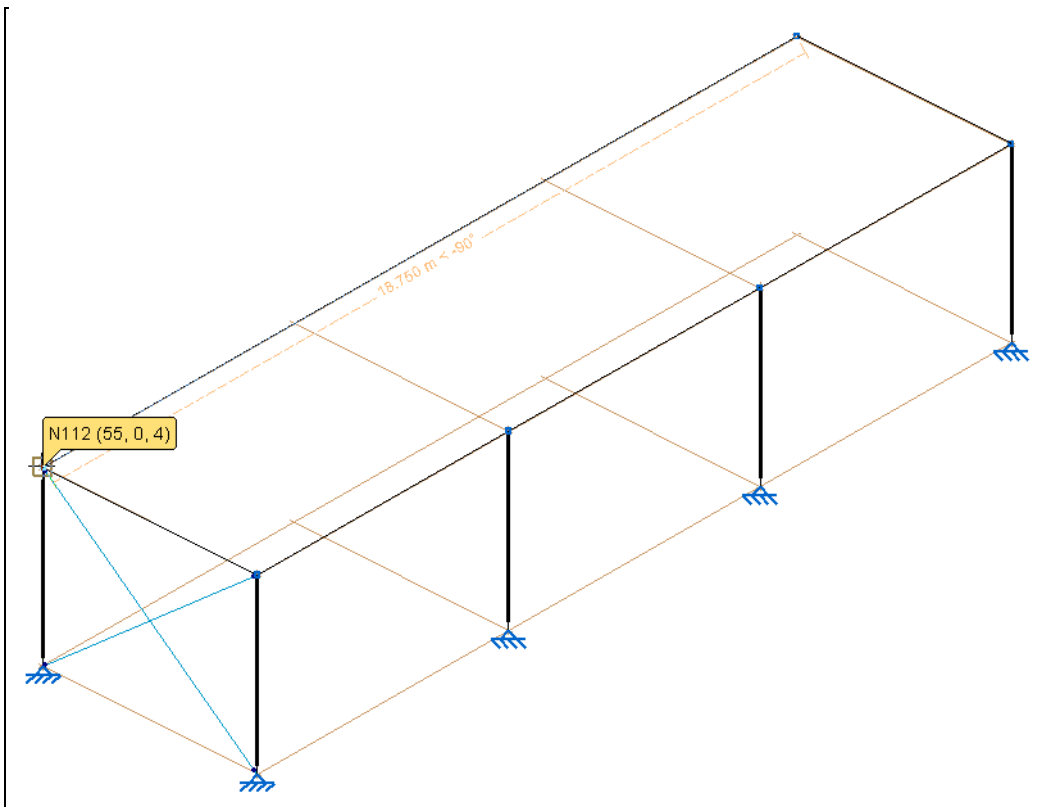





Fig. 2.107

- Prima com  para terminar a introdução das vigas.
- Para a introdução das restantes vigas e pilares, siga as próximas figuras. Prima com  para marcar o ponto inicial e final das barras e  para finalizar a introdução de cada uma.

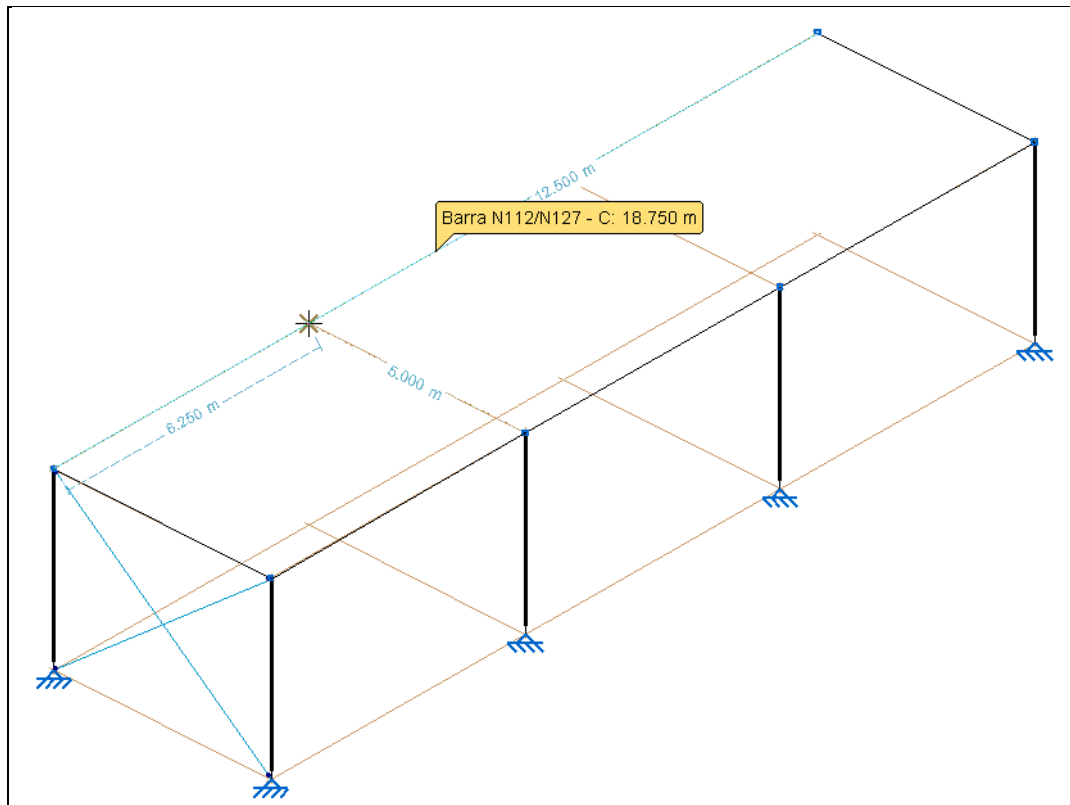


Fig. 2.108

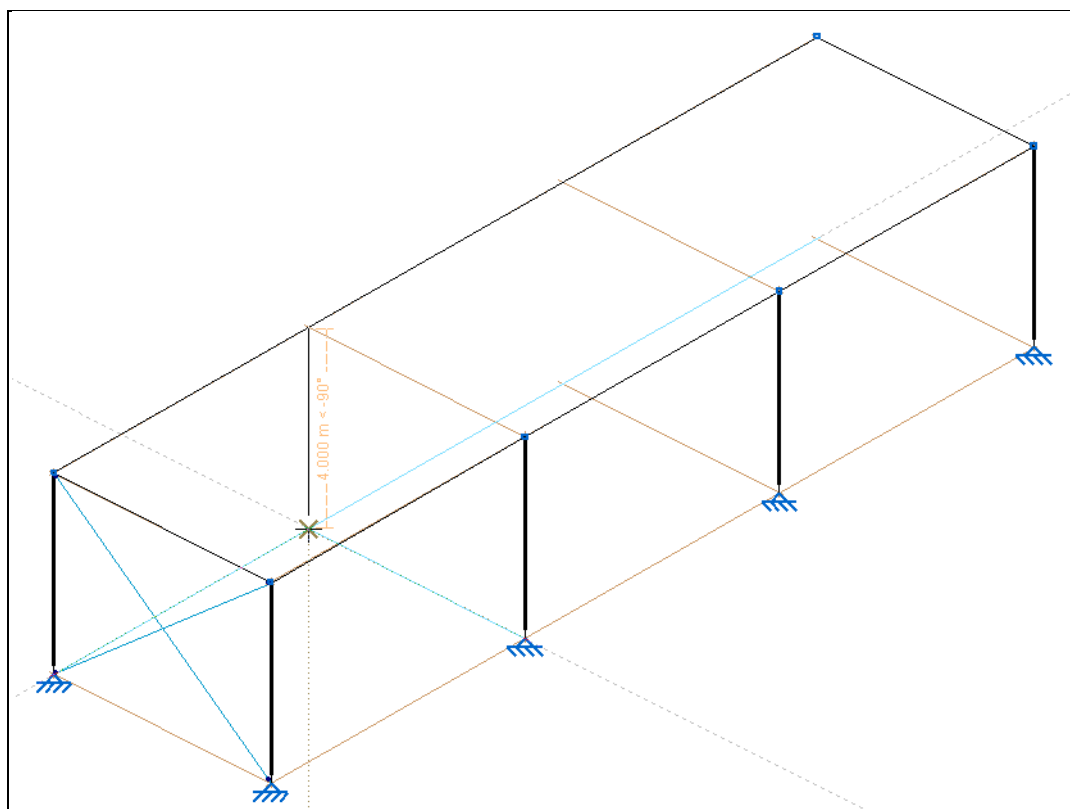


Fig. 2.109

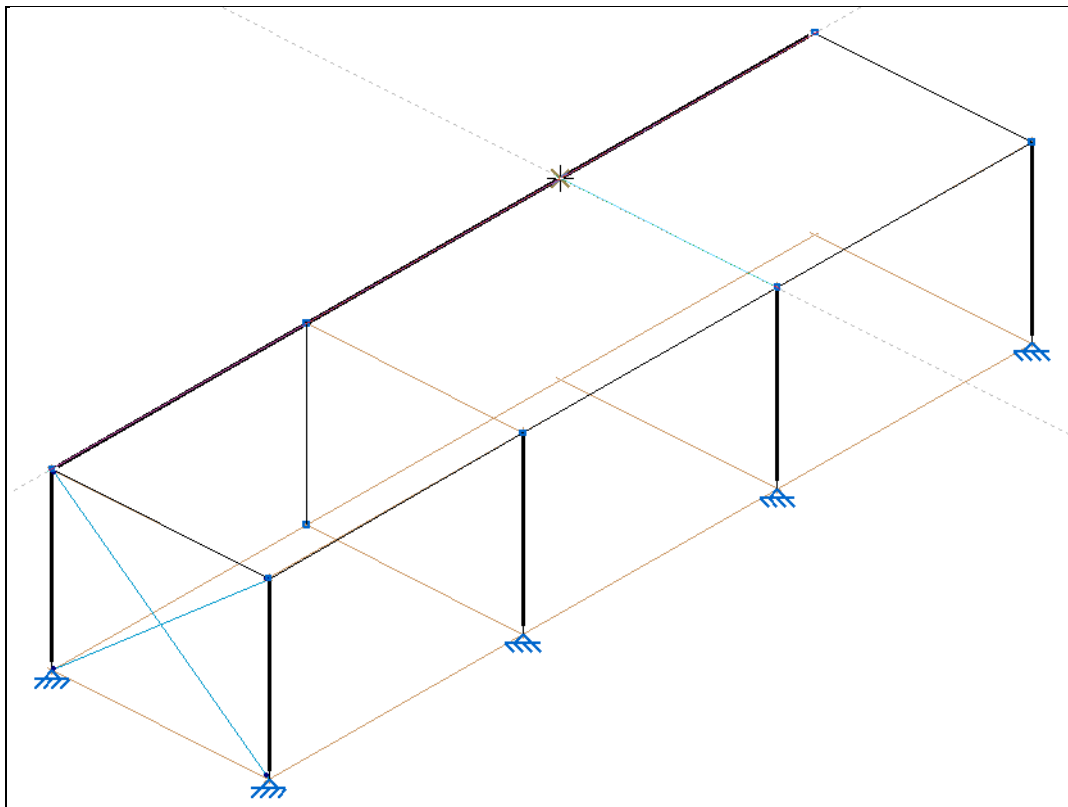


Fig. 2.110

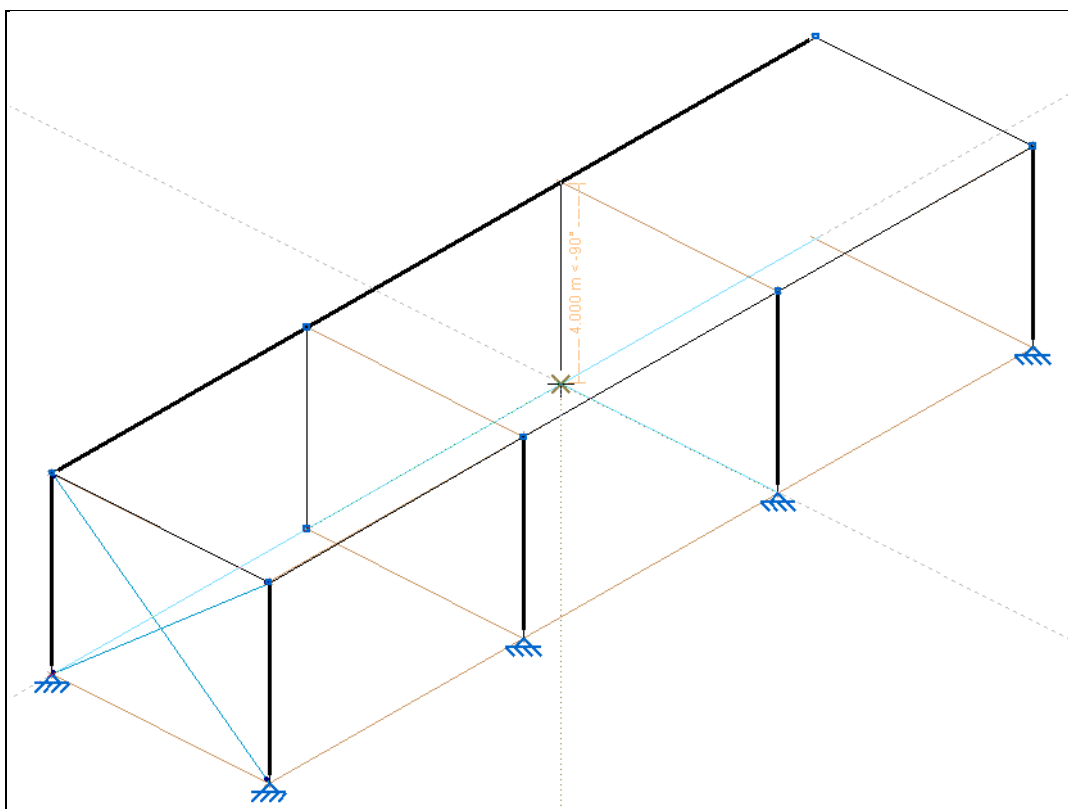


Fig. 2.111

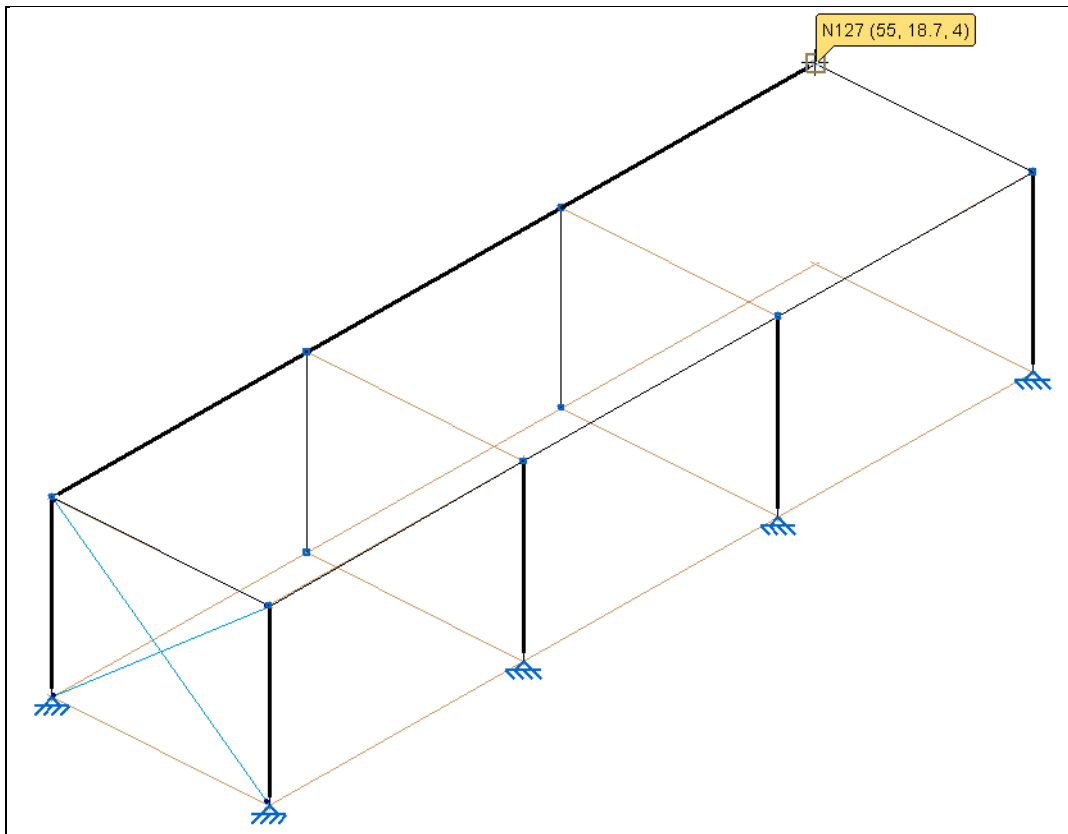


Fig. 2.112

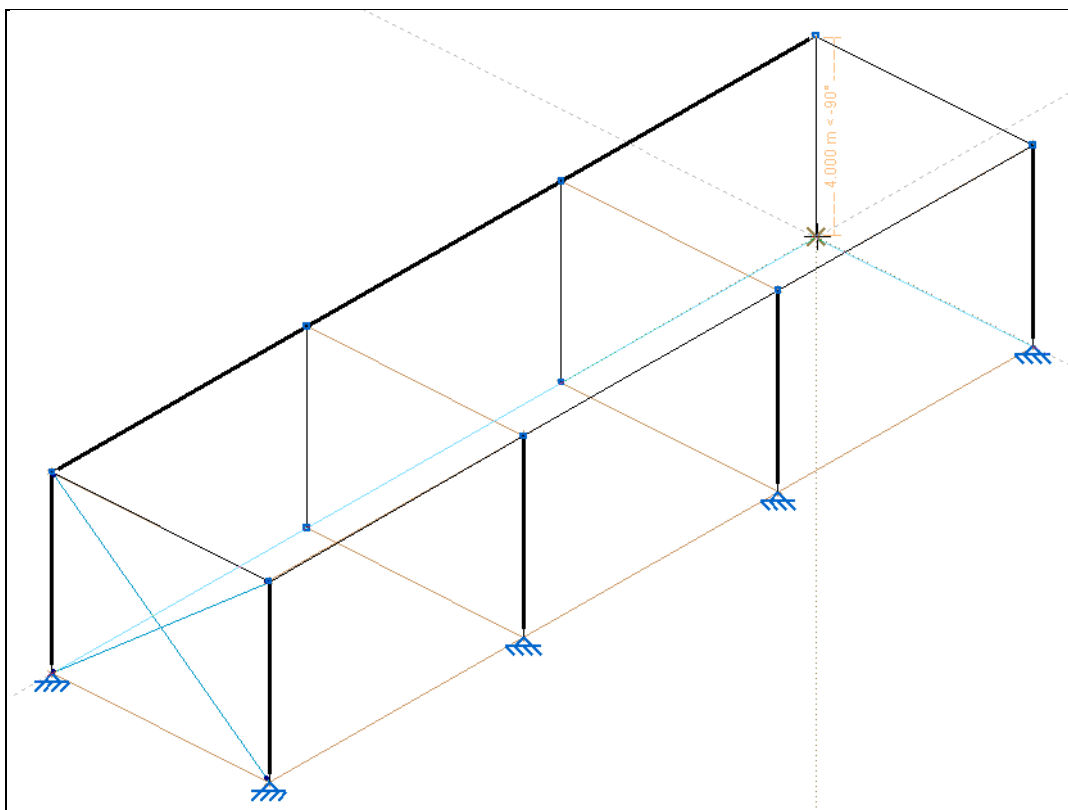


Fig. 2.113

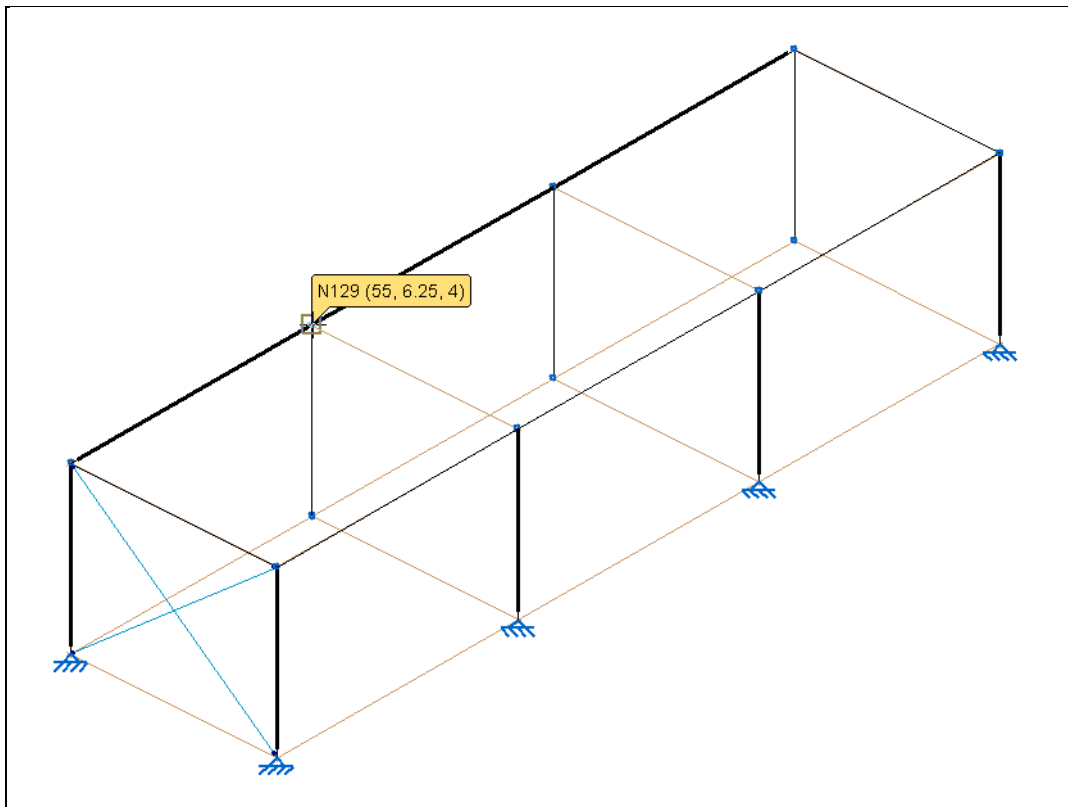


Fig. 2.114

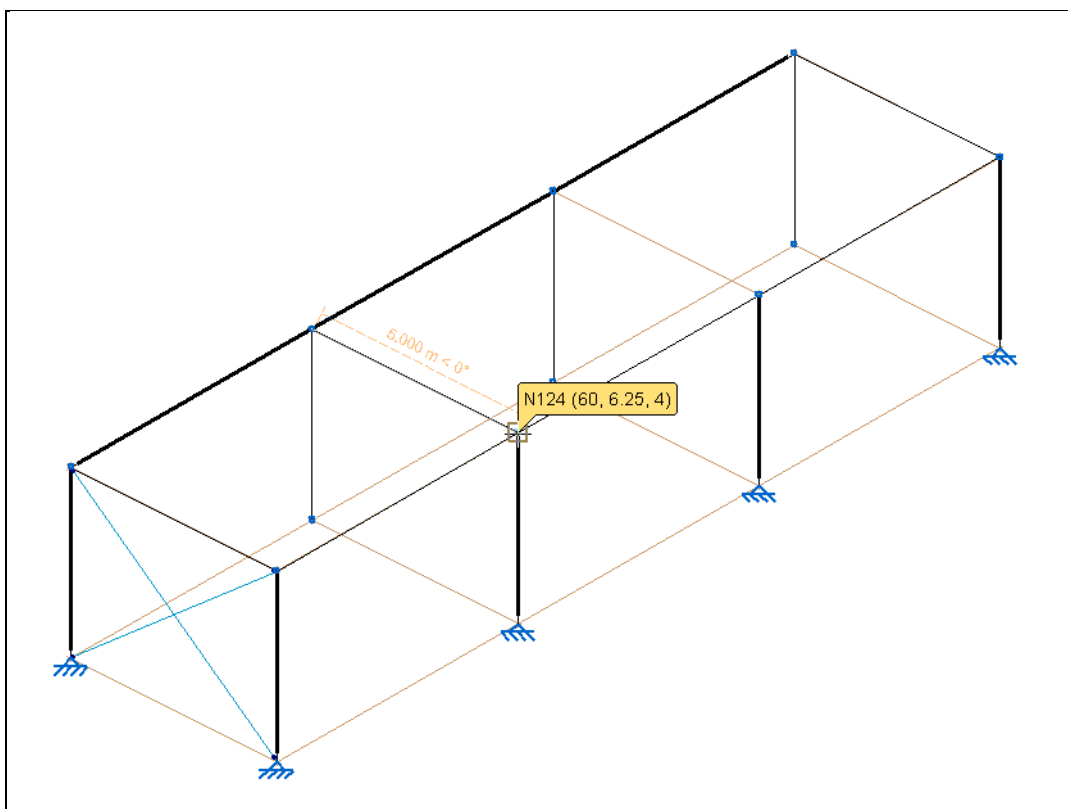


Fig. 2.115

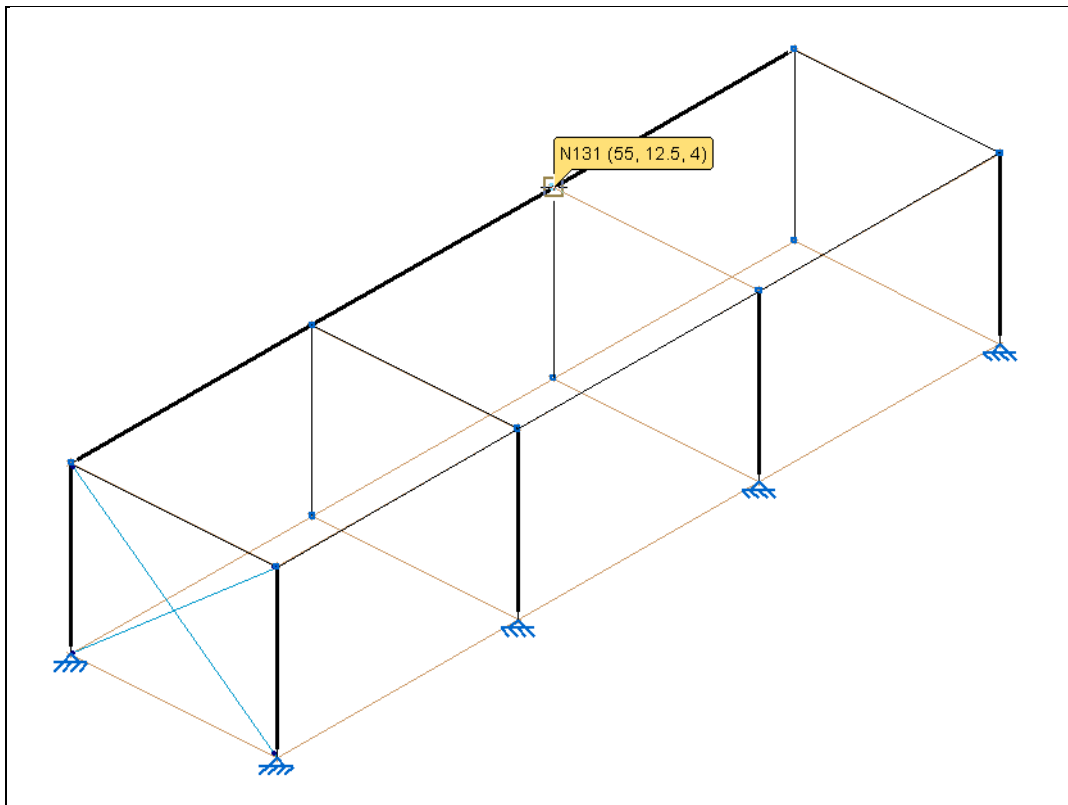


Fig. 2.116

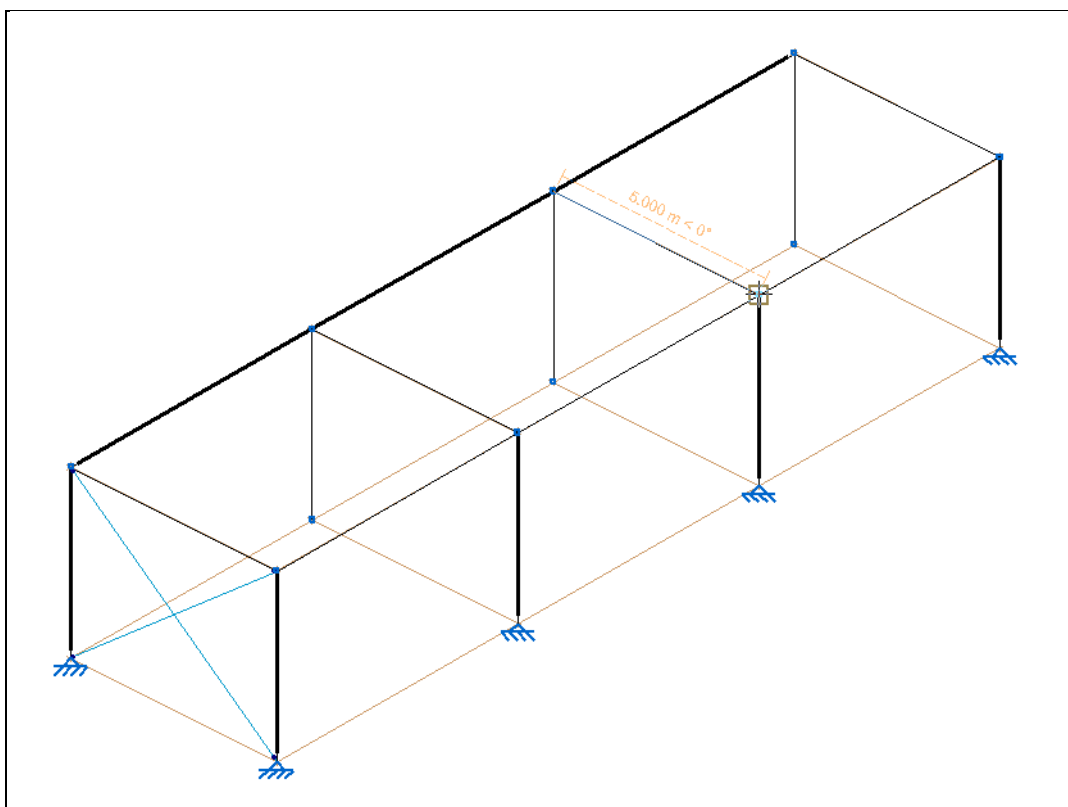


Fig. 2.117

Finalizada a introdução das barras da mezzanine, definem-se os nós de vinculação exterior.

- Prima em **Nó** > Vinculação exterior.

- Selecione os nós inferiores dos novos pilares.

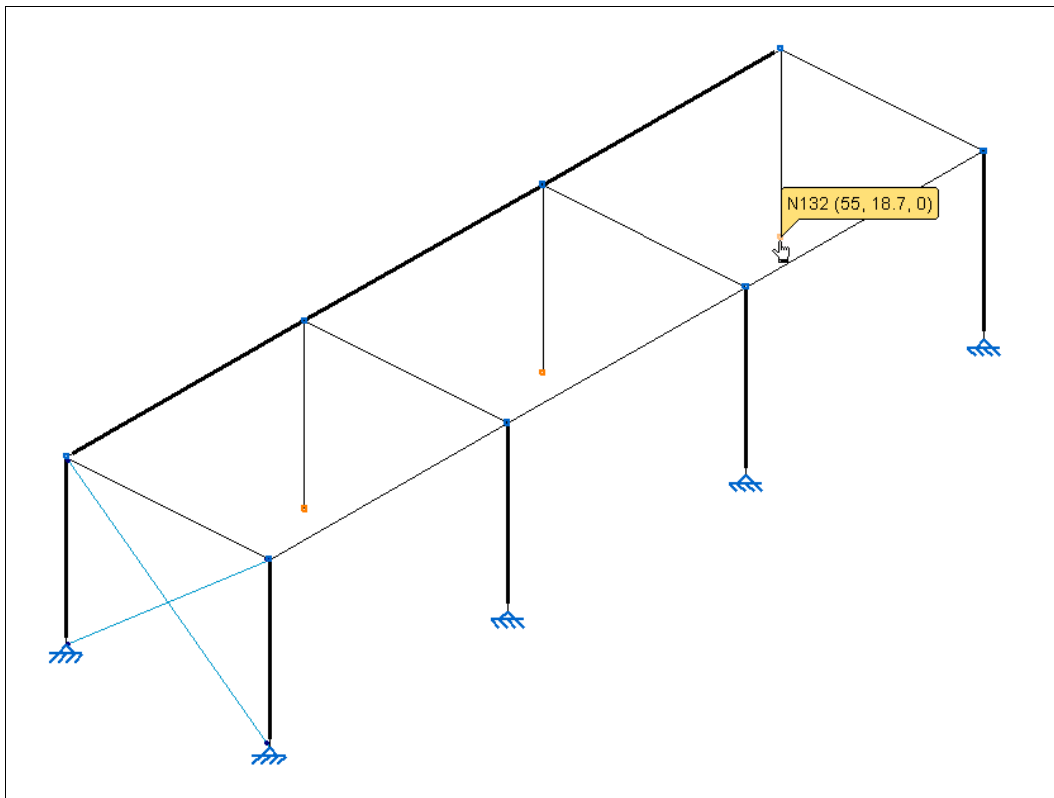


Fig. 2.118


- Prima com  para confirmar a seleção e selecione a opção **Articulação**.



Fig. 2.119

- Prima **Aceitar**.

Uma das vigas da mezzanine encontra-se a negrito. Isto quer dizer que a barra é contínua ao longo do seu comprimento, ou seja, os pilares intermédios não interrompem a viga, conectando-se ao banzo inferior da viga. Neste caso pretende-se que a viga não seja contínua, de forma a conectar-se ao banzo dos pilares.

- Prima **Barra > Criar peças**.
- Prima nos nós identificados nas figuras que se seguem.

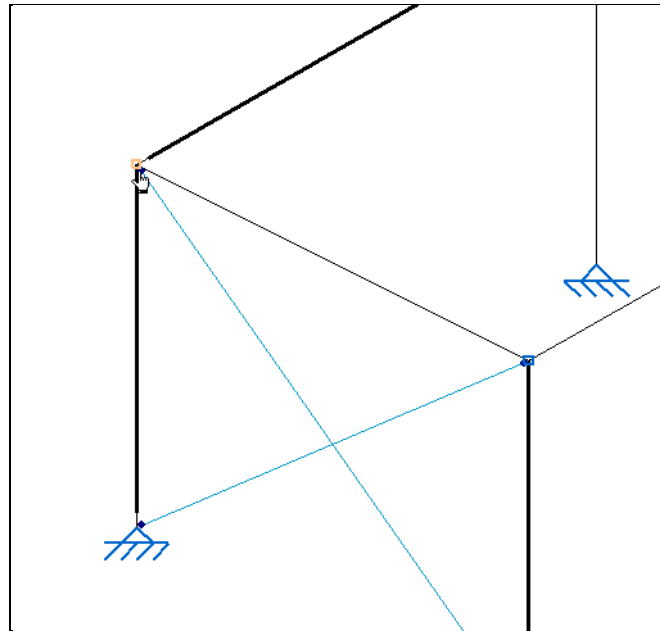


Fig. 2.120

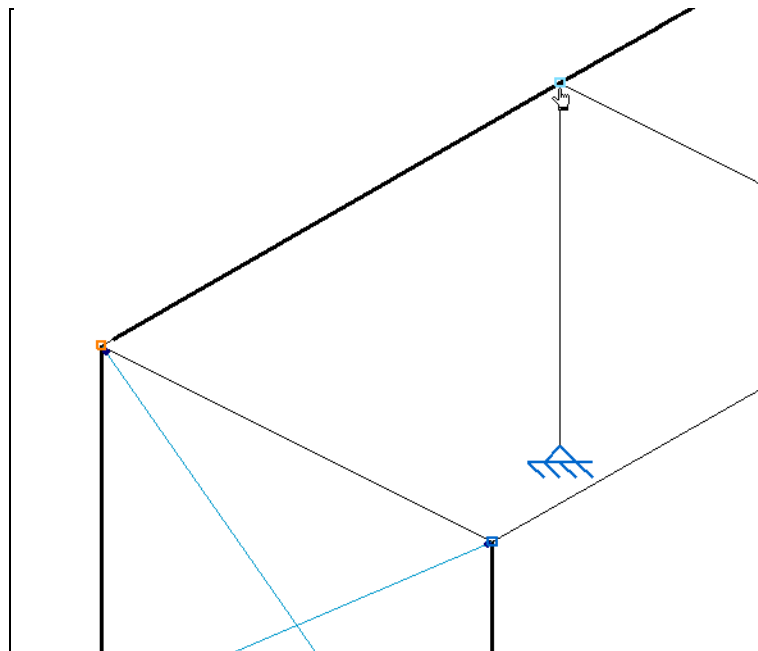


Fig. 2.121

- Surge a pergunta se deseja criar a peça. Prima **Sim**.

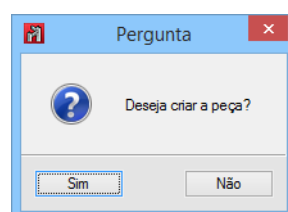


Fig. 2.122

A barra fica automaticamente dividida em barras individuais entre cada nó.

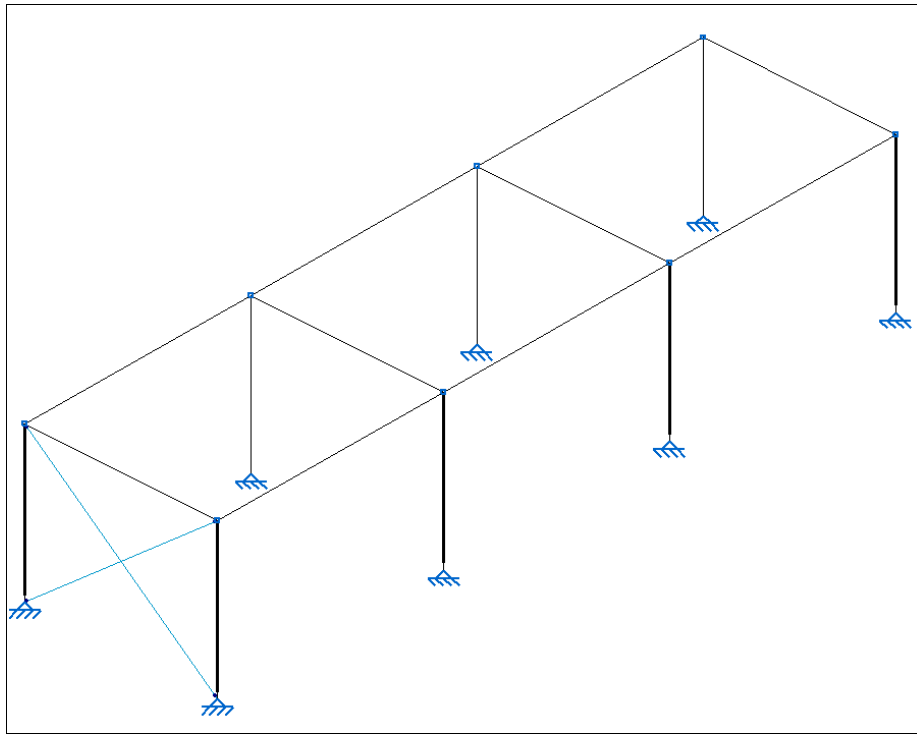


Fig. 2.123

Pretende-se rodar os pilares interiores da mezzanine.

- Prima **Barra** > **Descrever disposição**.
- Seleccione os pilares interiores de acordo com a figura seguinte.

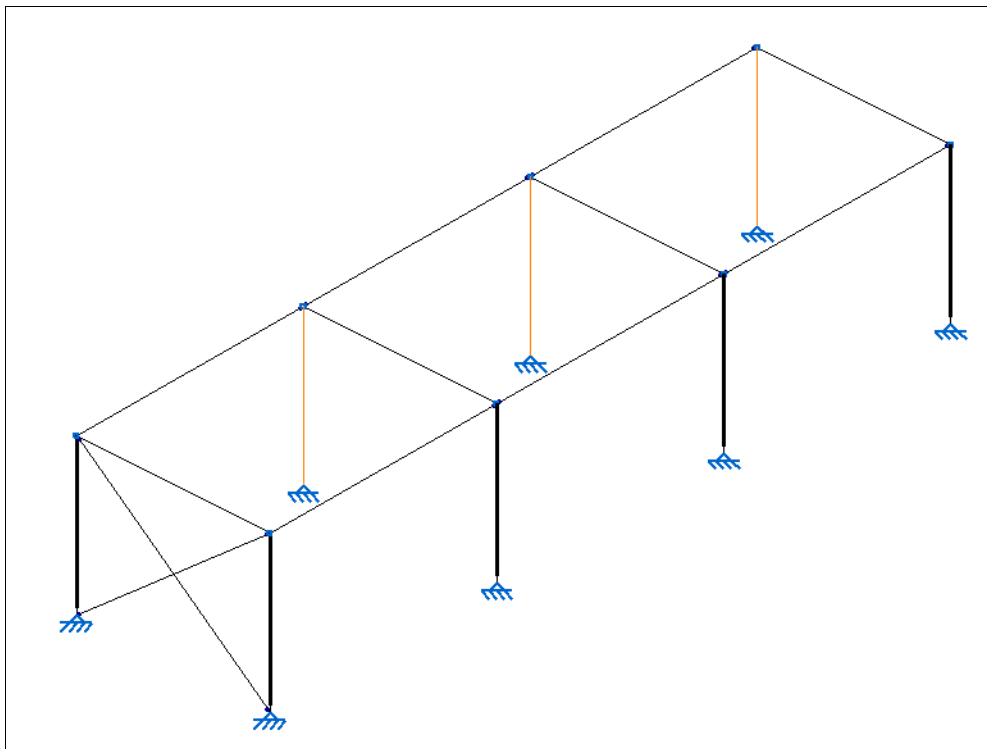


Fig. 2.124

- Prima sobre **Rotação de 90 graus**.
- Prima **Aceitar**.

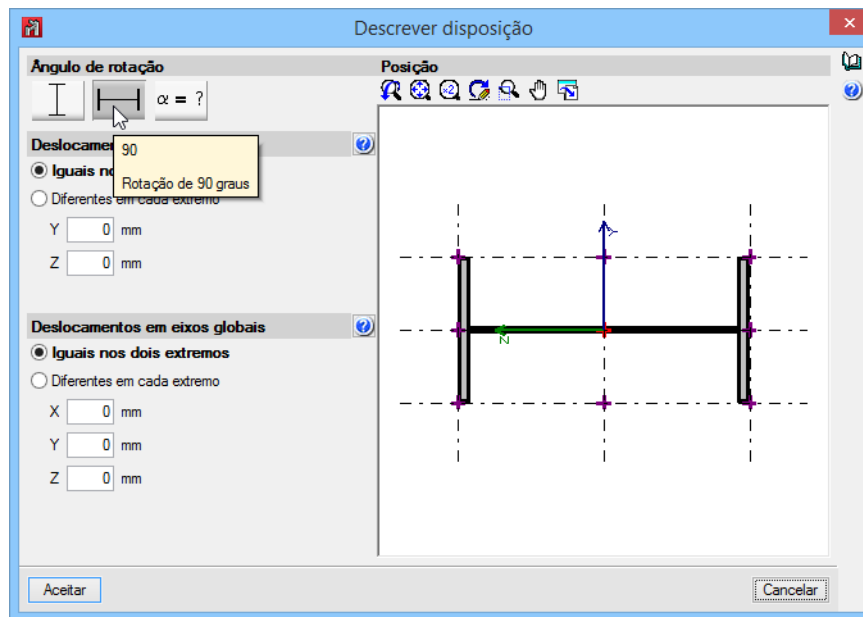


Fig. 2.125

Pretende-se, para o cálculo das ligações aparafusadas, que as vigas que se conectam à alma dos pilares se encontrem articuladas, com exceção da barra que está entre os contraventamentos, já que vai receber a carga do piso.

- Prima **Barra > Articular extremos**.
- Prima nas extremidades das barras (vigas) que conectam com a alma dos pilares, quando se pretende articular uma das extremidades, caso contrário prima a meio vão da barra, conforme as figuras seguintes. No caso da barra presente entre os contraventamentos, o objetivo é premir sobre ela para desarticular os extremos.

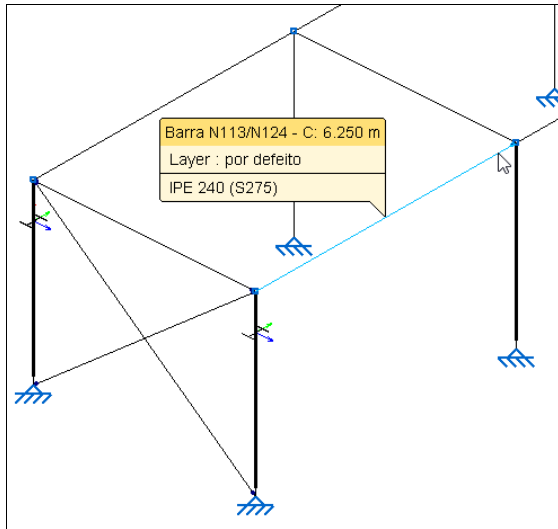


Fig. 2.126

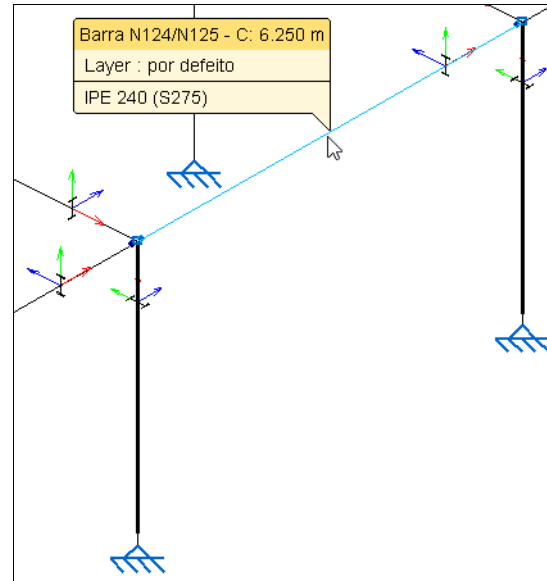


Fig. 2.127

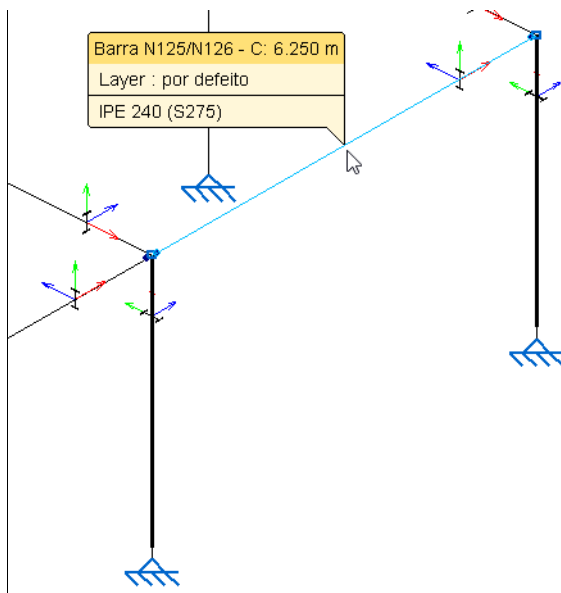


Fig. 2.128

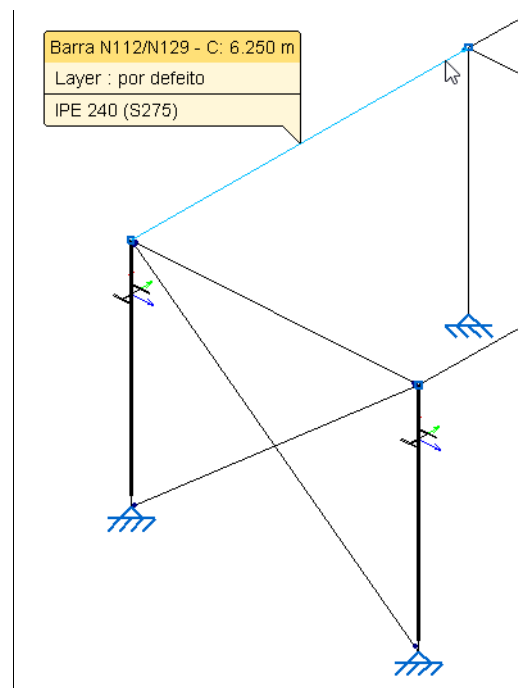


Fig. 2.129

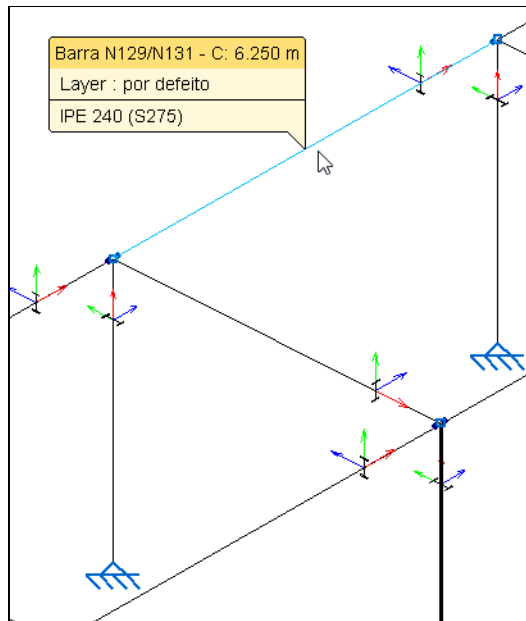


Fig. 2.130

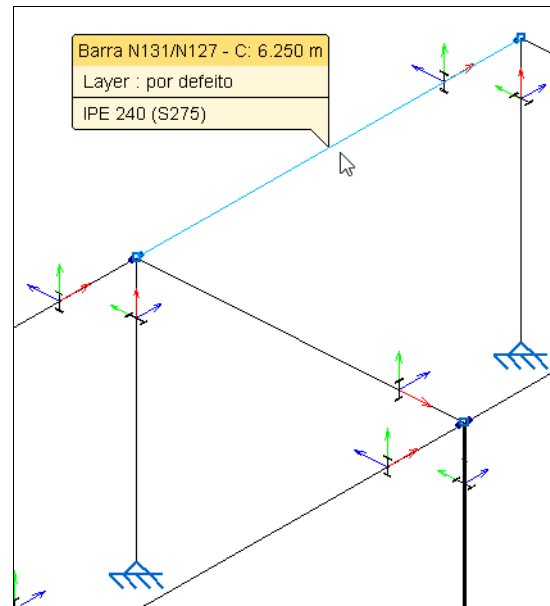


Fig. 2.131

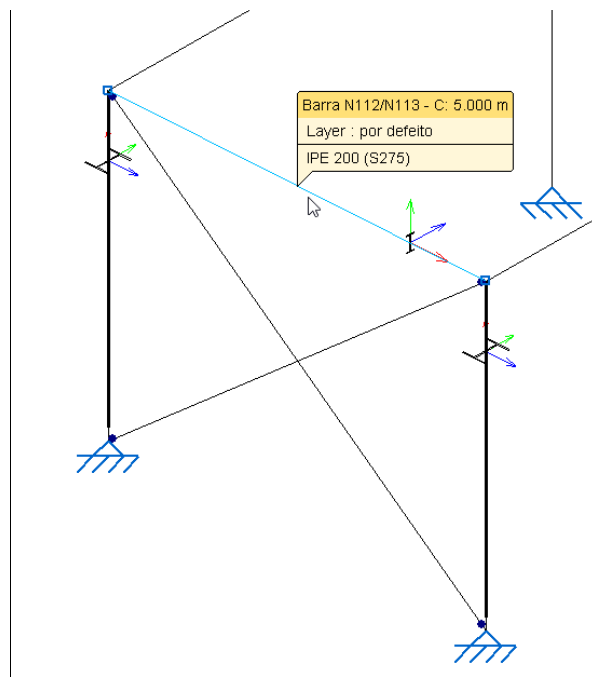


Fig. 2.132

Pretende-se introduzir as cargas associadas à utilização da mezzanine.

Sobre as barras da mezzanine será construída uma laje unidirecional. Essas cargas poderiam ser introduzidas manualmente como cargas lineares nas vigas. No entanto, pretende-se criar um pano para que o programa faça automaticamente a distribuição unidirecional das cargas, tendo em conta a largura de influência.

- Prima no menu **Carga > Introduzir panos**.
- Prima sobre os nós referenciados nas figuras seguintes.

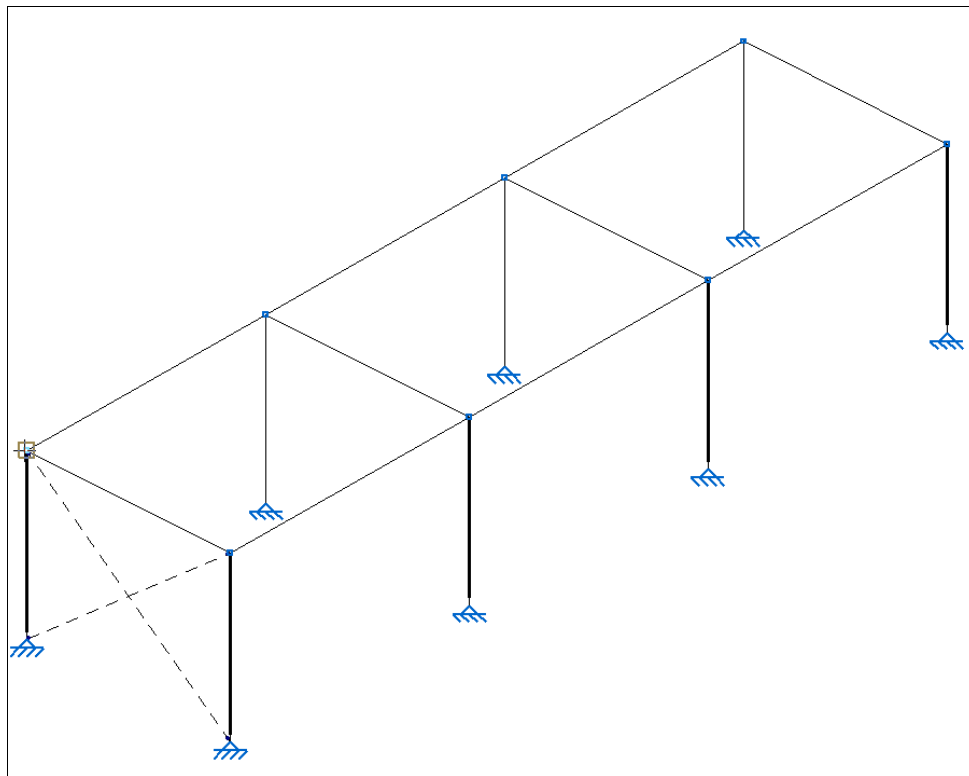


Fig. 2.133

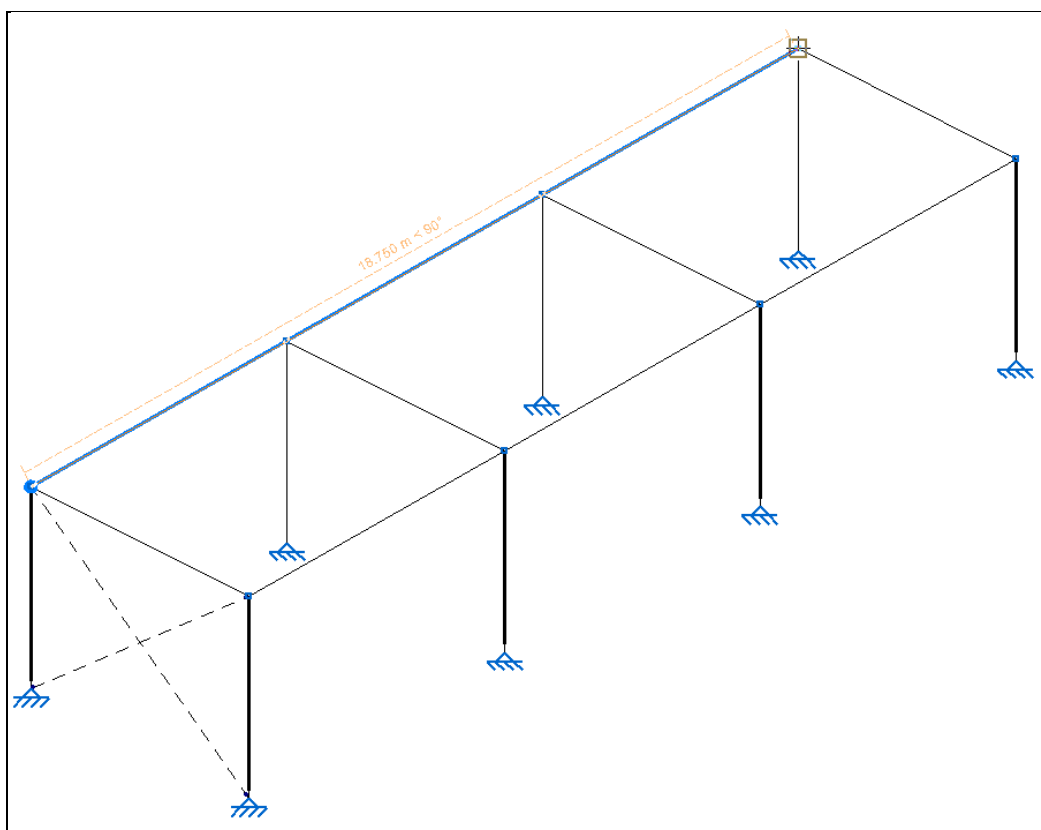


Fig. 2.134

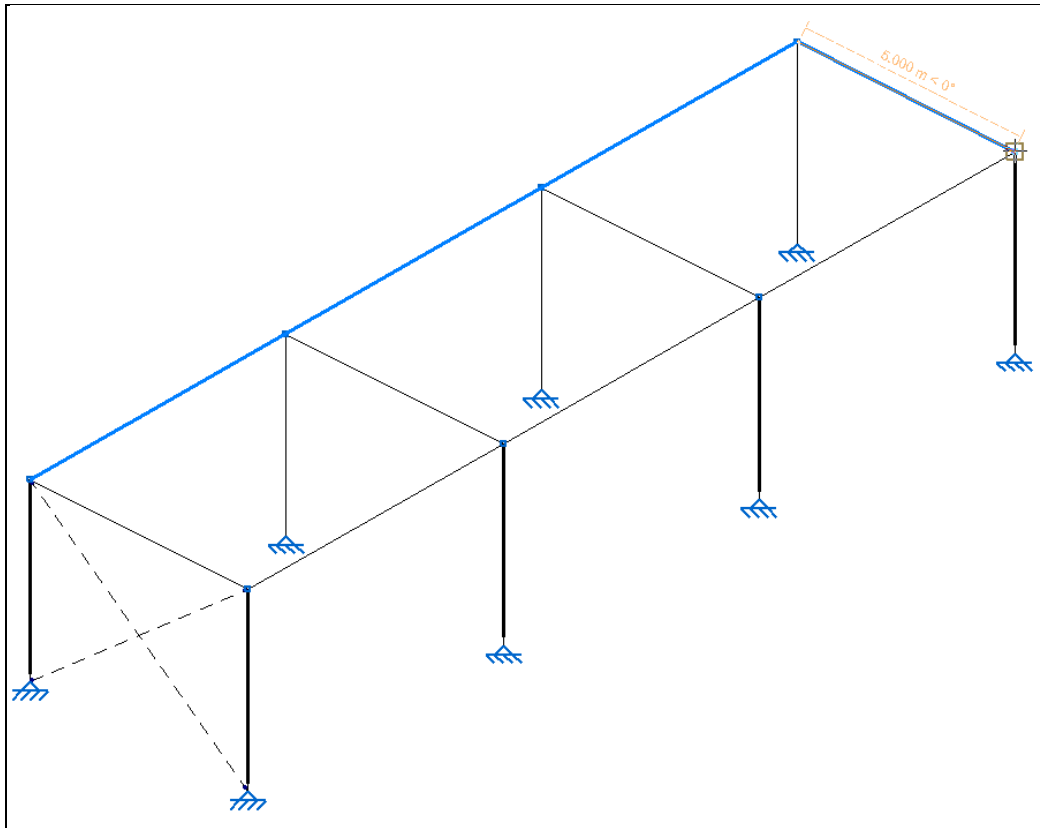


Fig. 2.135

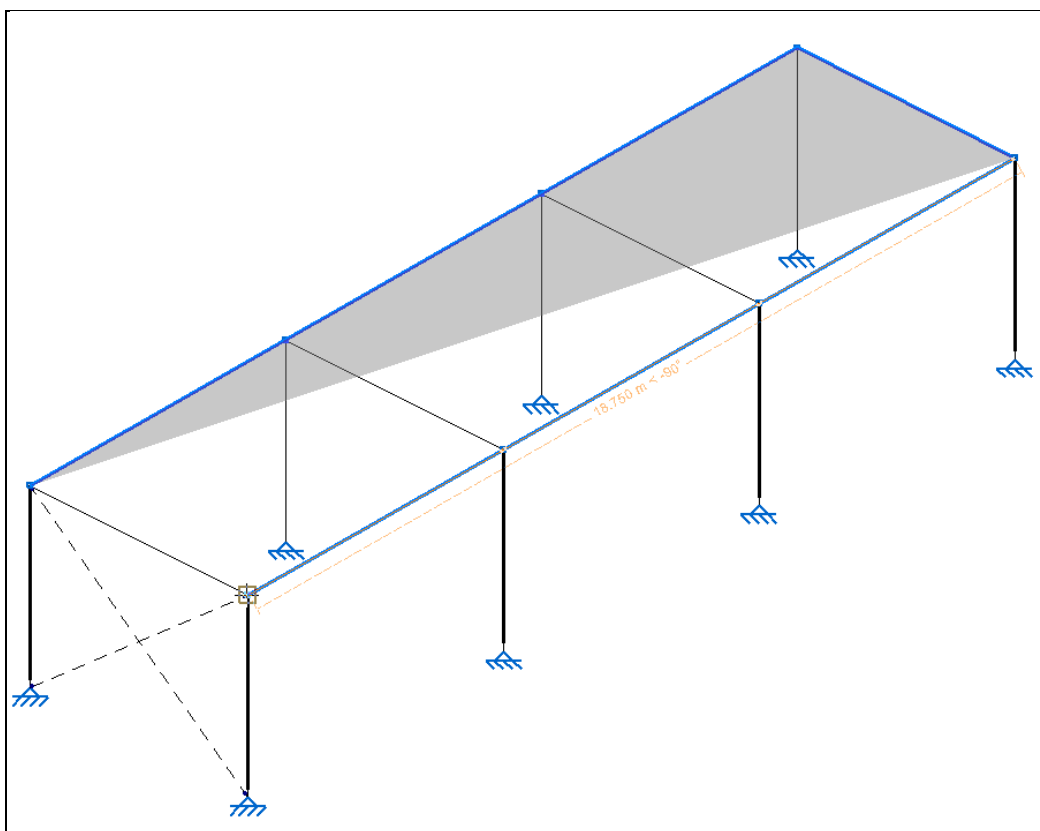



Fig. 2.136

- Para fechar o contorno do plano, não é necessário premir sobre o ponto inicial do mesmo. Prima com o  o programa fecha automaticamente o plano.

- Na janela que se segue, prima **Aceitar**.

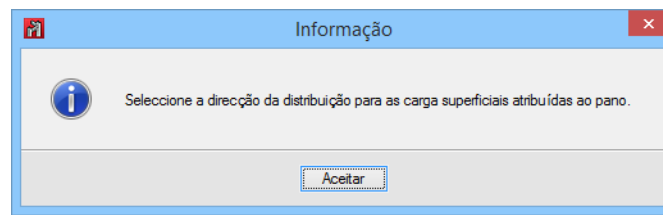


Fig. 2.137

O sentido de distribuição das cargas será sempre paralelo à linha de contorno do pano seleccionado pelo utilizador.

- Como a laje unidirecional irá trabalhar paralelamente ao pórtico principal do pavilhão, posicione o cursor junto à primeira viga longitudinal da mezzanine, de acordo com a figura seguinte.

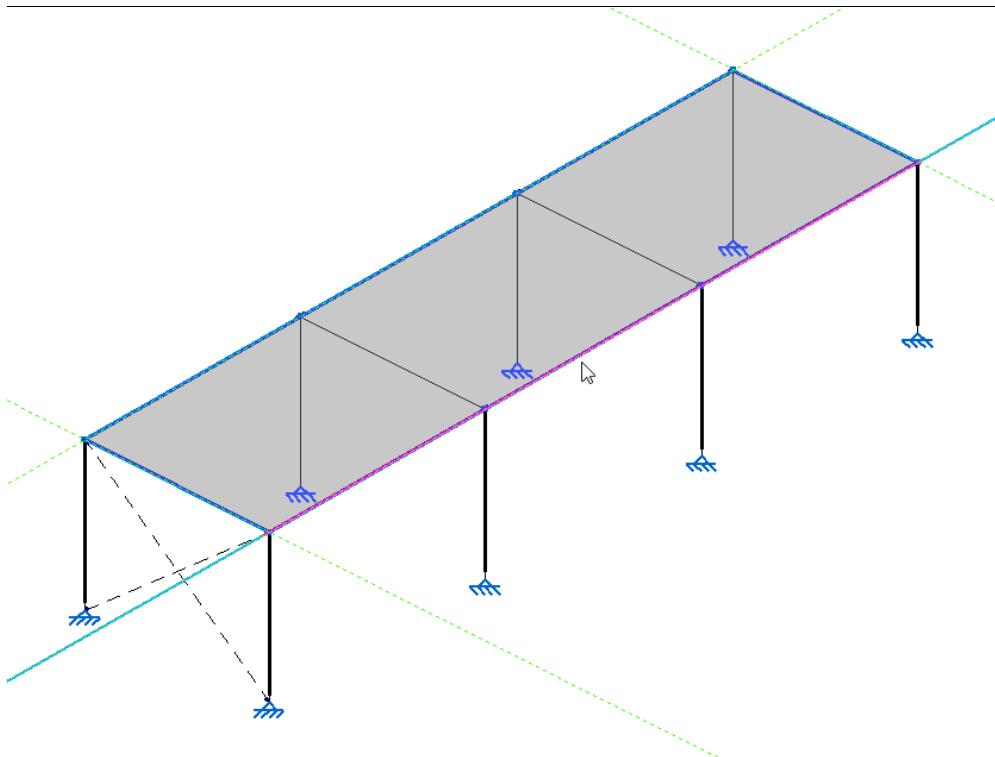




Fig. 2.138

- Prima com  e seguidamente com .

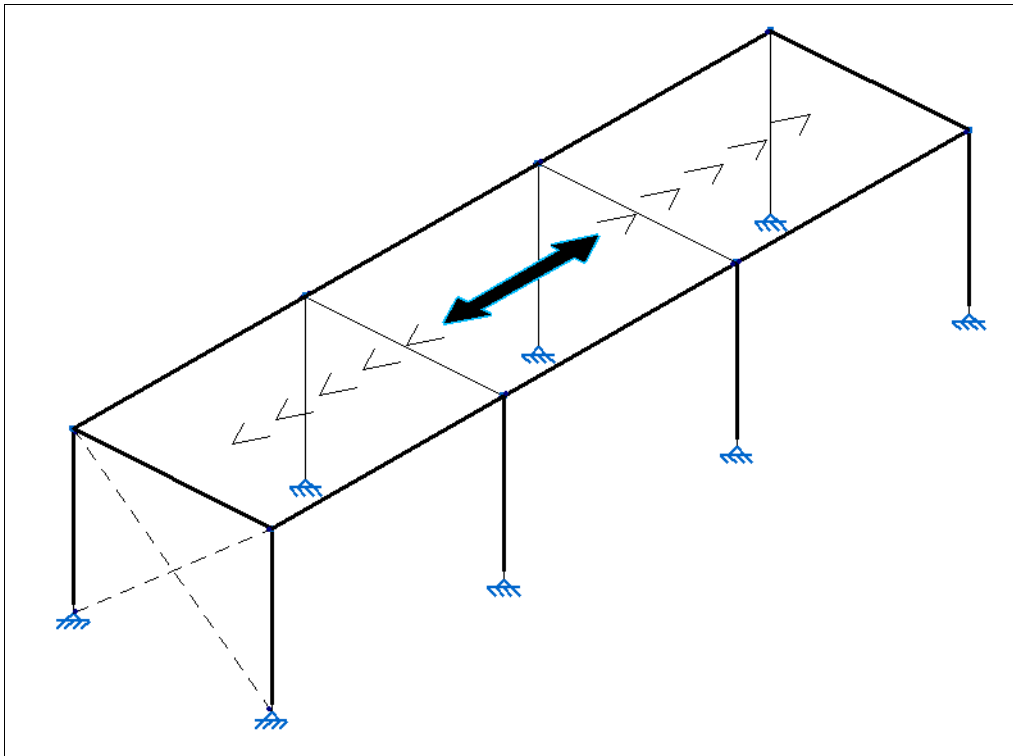


Fig. 2.139

- Proceda-se com a introdução das seguintes cargas, prima em **Adicionar novo elemento à lista**, defina a hipótese e o valor da carga de acordo com a figura seguinte.

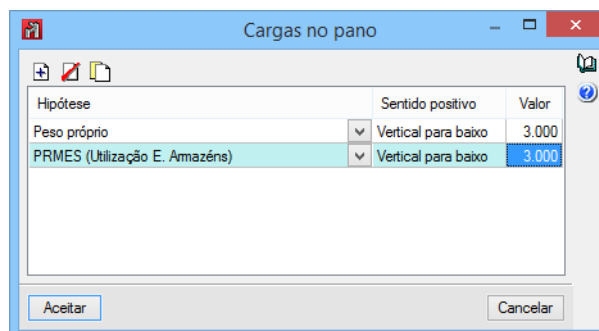


Fig. 2.140

- Prima **Aceitar**.

Terminada a introdução de dados da mezzanine, voltamos à visualização global da nave industrial.

- Prima **Janela> 3D**.

Para além do agrupamento de planos, existe também a possibilidade de agrupar perfis entre si. O que facilitará a edição dos perfis, caso por exemplo não verifiquem após o cálculo. Como serão agrupados entre si, existirá uma uniformização de secções de perfis, o que facilitará na prática a construção da nave industrial.

- Prima **Barra> Agrupar**.
- Selecione as barras assinaladas na figura seguinte.

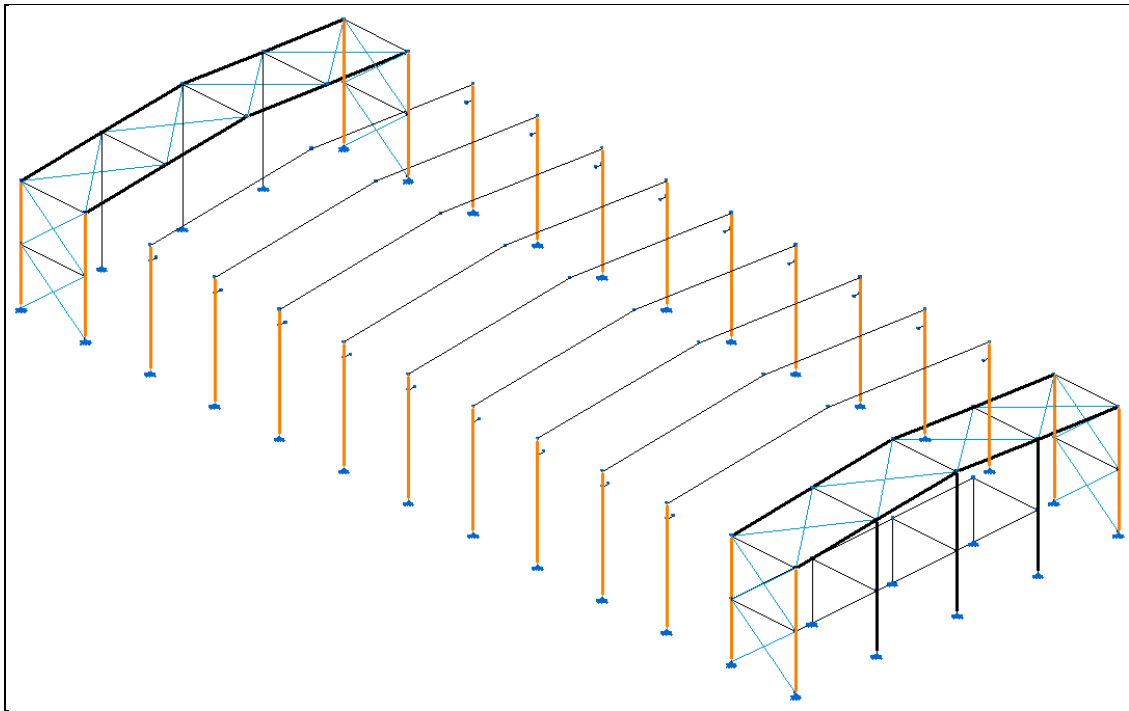



Fig. 2.141

- Prima com  para confirmar a seleção.
- Prima **Sim** para agrupar as barras seleccionadas.

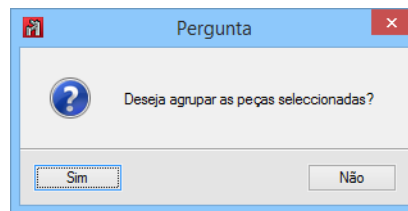


Fig. 2.142

- Repita o processo acima descrito para as barras assinaladas nas figuras seguintes. Não necessita de repetir o comando **Barra > Agrupar** pois este continua ativo.

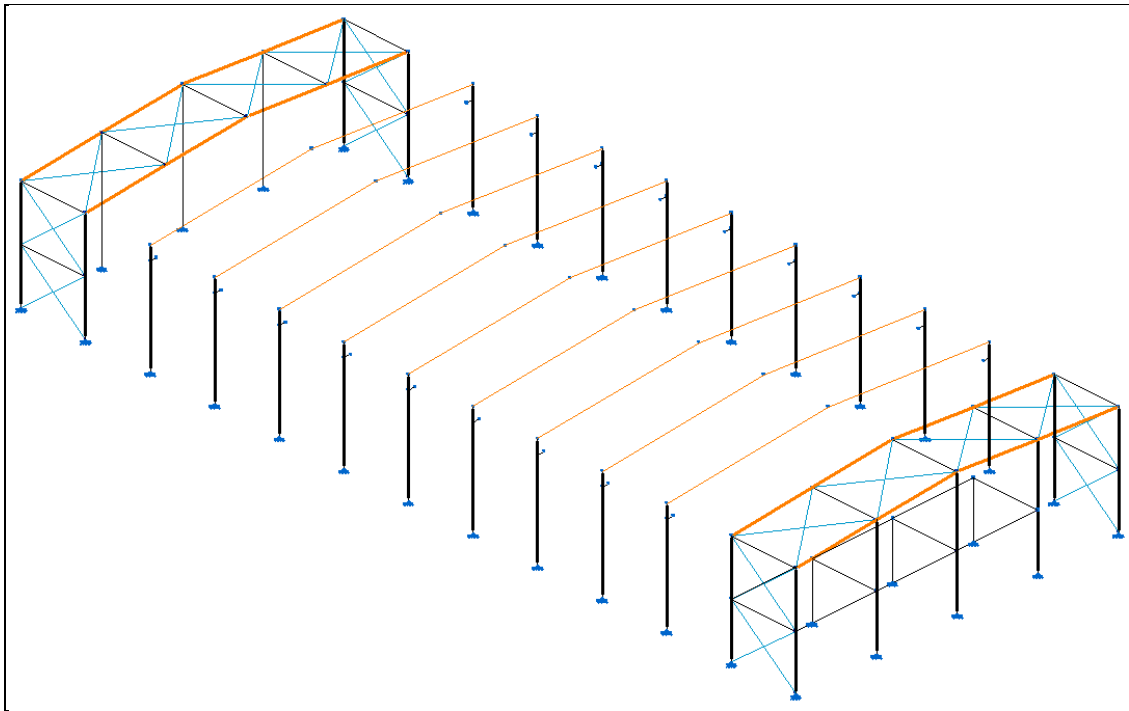


Fig. 2.143

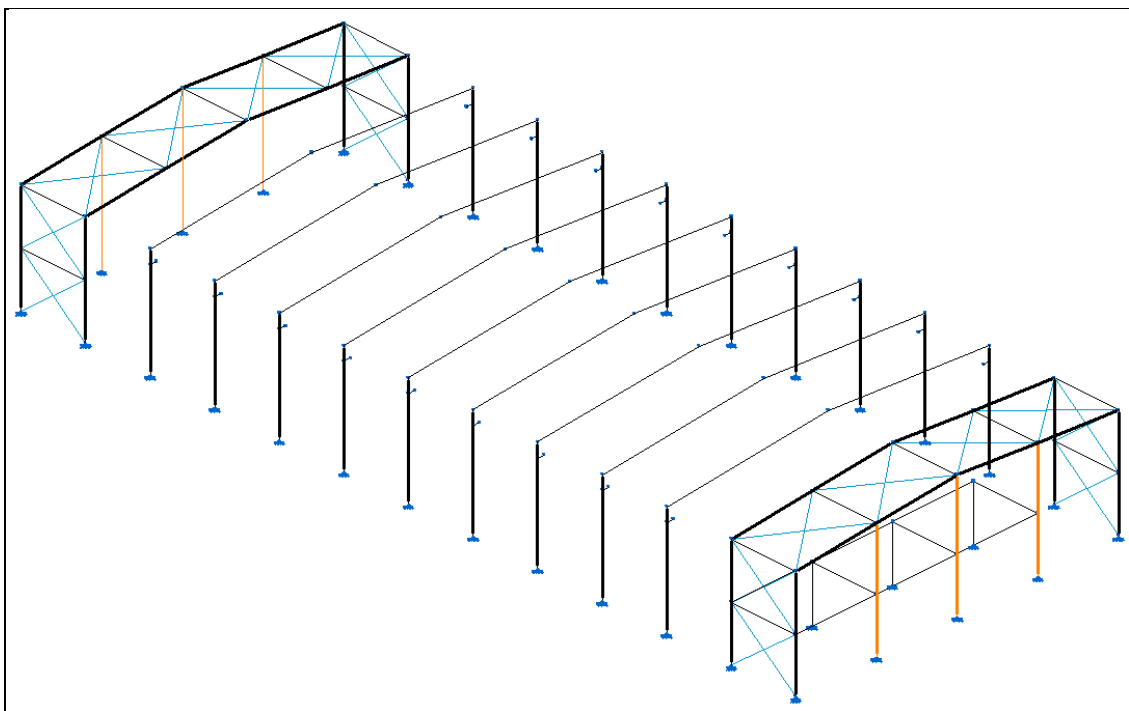


Fig. 2.144

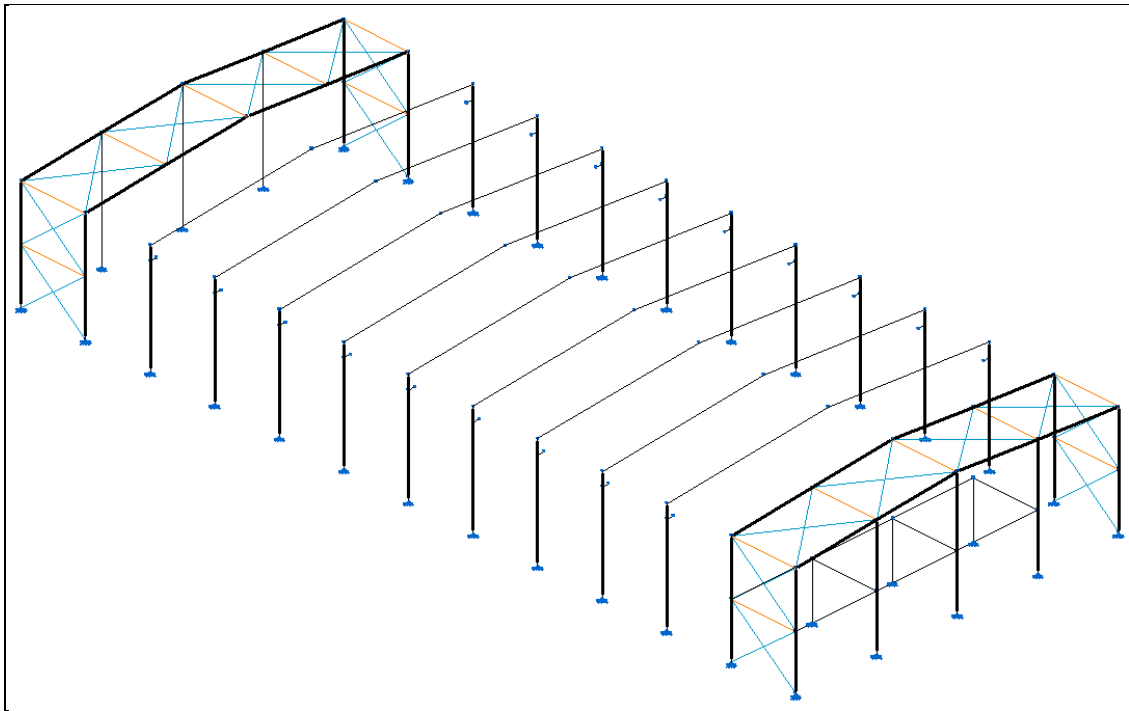


Fig. 2.145

No entanto, por se querer manter uma certa uniformidade nas secções das barras pertencentes à mezzanine, pretende-se assim desagrupar uma das barras pertencentes também ao contraventamento, de forma a uniformizar a sua secção com a secção das vigas da mezzanine.

- Prima **Barra**> **Desagrupar**.
- Prima sobre a barra indicada na figura seguinte.

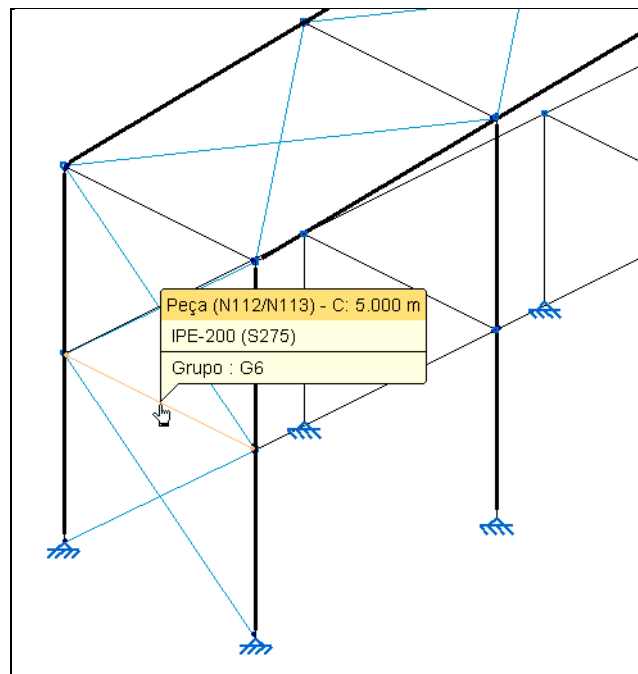


Fig. 2.146

- Prima . Na janela que surge, prima **Sim**.

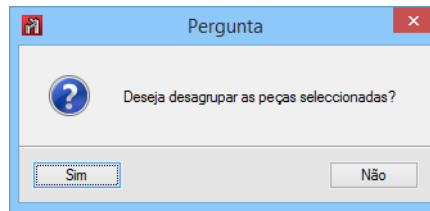



Fig. 2.147

- Prima **Barra**> **Descrever**.
- Prima sobre a barra indicada na figura seguinte e posteriormente prima .

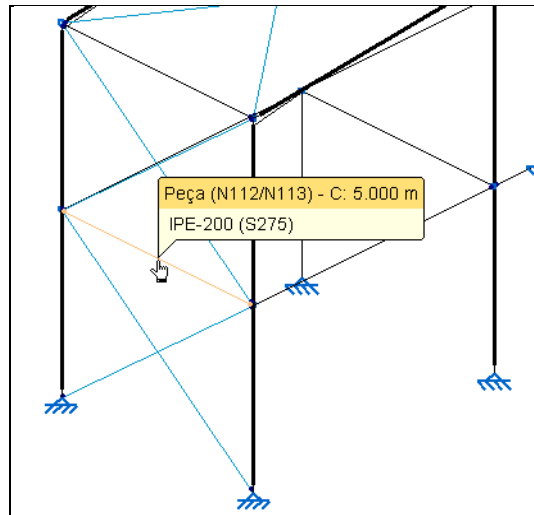


Fig. 2.148

- Coloque um perfil simples **IPE 240**. Prima **Aceitar**.

2.3.2.5. Introdução da estrutura de suporte

Será introduzida uma estrutura de suporte de cargas no interior da nave industrial. A estrutura estará inserida entre o pórtico 8 e 10, a contar do pórtico de topo 1.

Como os pórticos 8, 9 e 10 estão agrupados, é necessário desagrupá-los. Para ser possível a seleção dos planos a desagrupar é preciso ativar as referências.

- Prima **Planos**> **Referências**. Selecione as opções da figura seguinte e prima **Aceitar**.

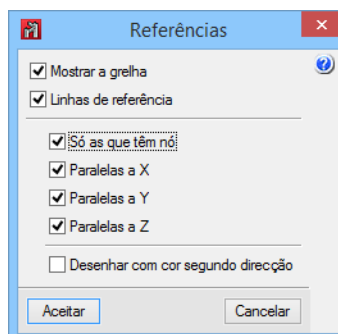



Fig. 2.149

- Prima **Planos**> **Desagrupar**, selecione a opção **Planos paralelos a YZ** e prima **Aceitar**.
- Prima sobre os **pórticos 8, 9 e 10**. Prima  para terminar a seleção.

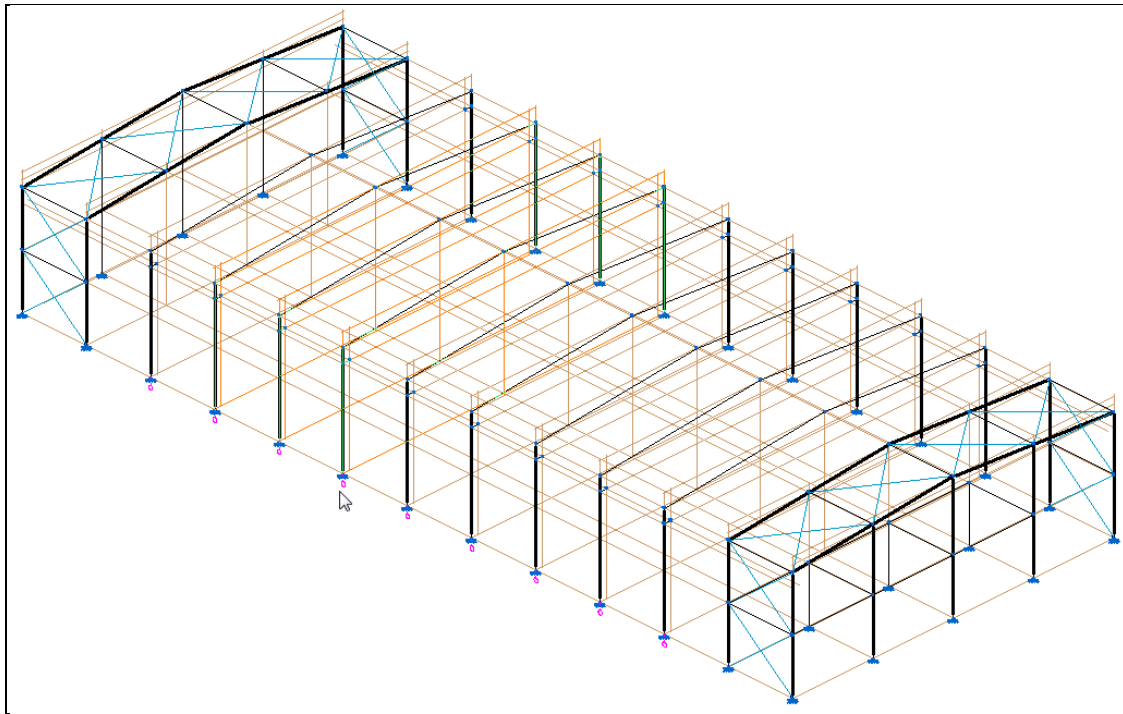


Fig. 2.150

- Prima em **Sim** para desagrupar os planos.

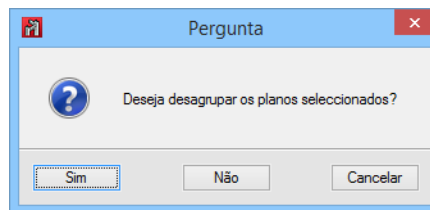


Fig. 2.151

Será usada uma planta de arquitetura para auxiliar na introdução dos pilares da estrutura de suporte. Apesar de ser possível introduzir toda a estrutura através de cotas, o programa também permite a importação de ficheiros CAD para servirem de apoio na definição da posição das barras.

Pretende-se criar uma vista 2D da planta de fundação da nave industrial.

- Prima **Janela > Abrir nova**. Com a opção **Vista 2D de um plano ortogonal ao eixo X, Y ou Z** seleccionada, prima **Aceitar**.

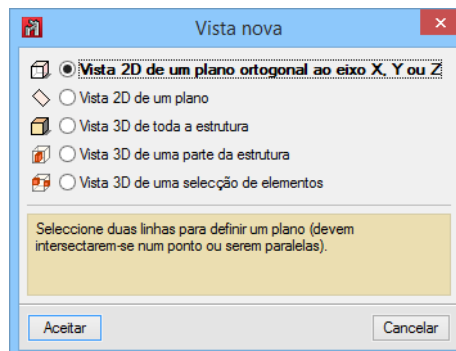


Fig. 2.152

- Selecione as linhas de referência especificadas nas figuras seguintes.

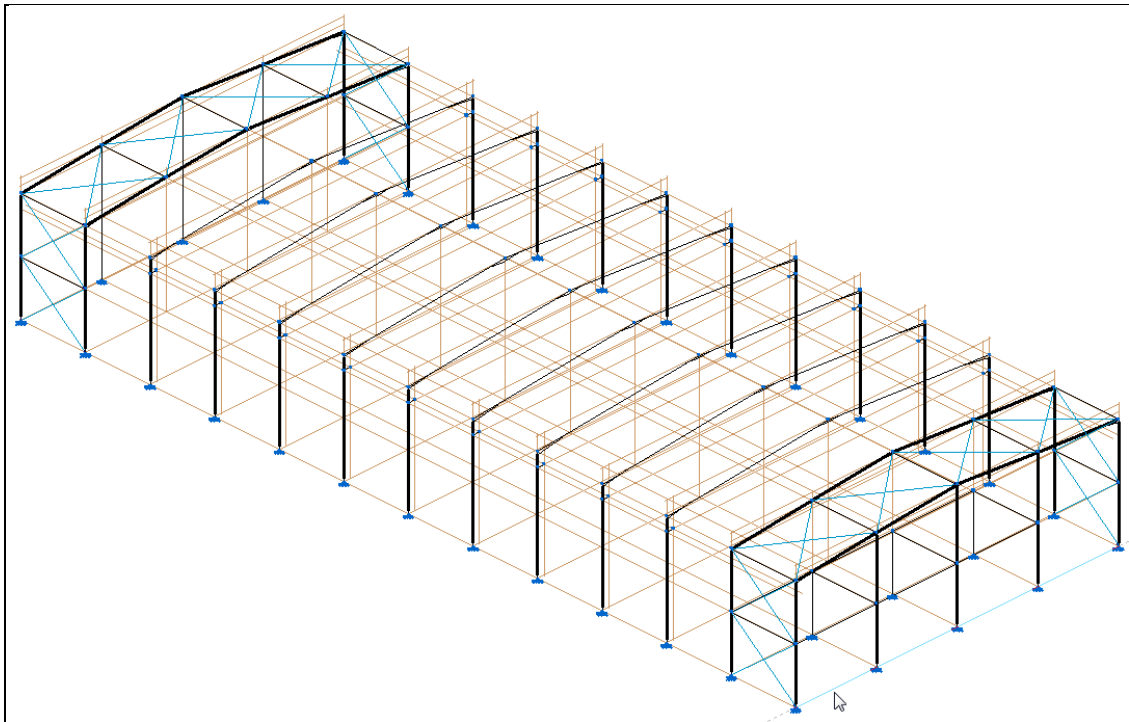


Fig. 2.153

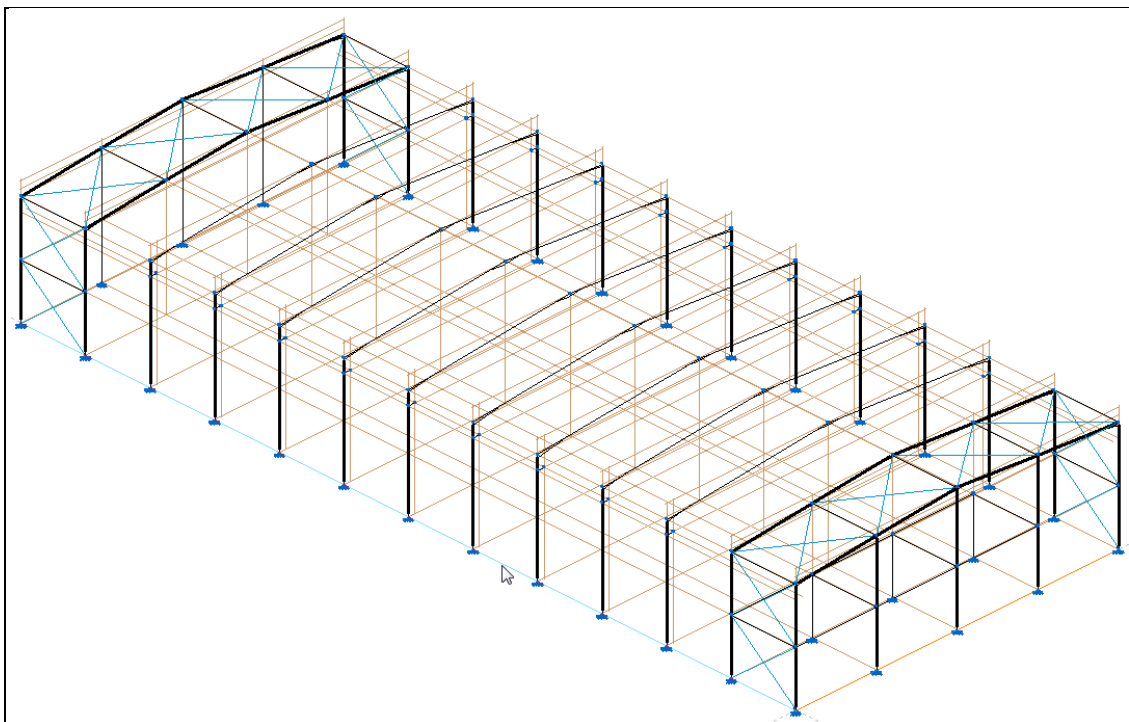


Fig. 2.154

- A nova vista 2D terá a designação **Planta Fundação**. Prima **Aceitar**.

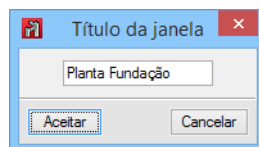




Fig. 2.155

- Prima **Planos > Referências**. Desative a opção **Visíveis** e prima **Aceitar**.
- Na barra de ferramentas, prima em  **Editar máscaras**.
- Prima em  **Adicionar novo elemento à lista**.
- Surge de imediato a janela **Seleção de máscaras a ler**.
- Aceda a **\CYPE Ingenieros\Exemplos\CYPE 3D**.
- Seleccione o ficheiro **Planta nave industrial.dwg** e prima **Abrir**.

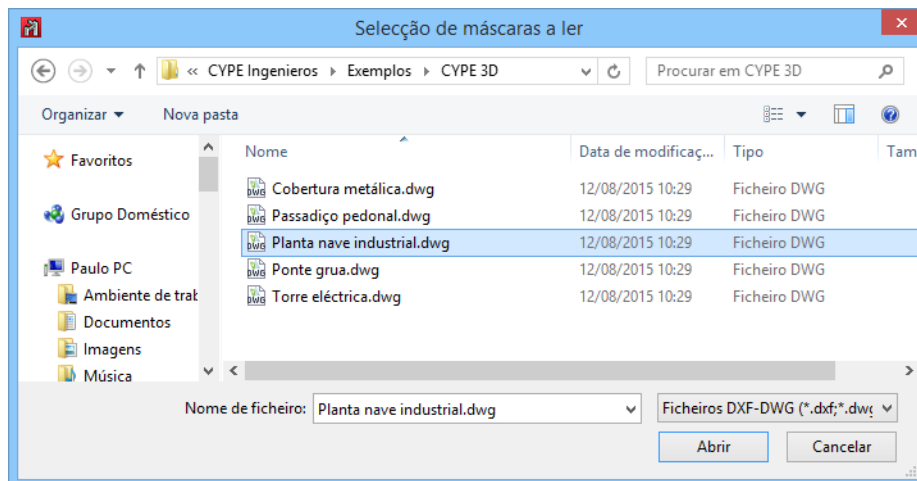



Fig. 2.156

- Prima **Aceitar** até voltar ao ambiente de trabalho do programa.

A planta de arquitetura foi importada para o programa mas ainda não está atribuída à vista 2D **Planta Fundação**.

- Na barra de ferramentas, prima  **Editar planos**.
- Coloque o visto em **Seleccionado**. Prima **Aceitar**.

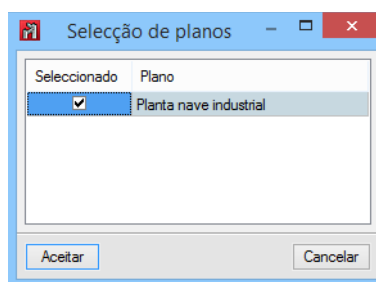


Fig. 2.157

A planta de arquitetura importada fica assim atribuída à vista **Planta Fundação**.

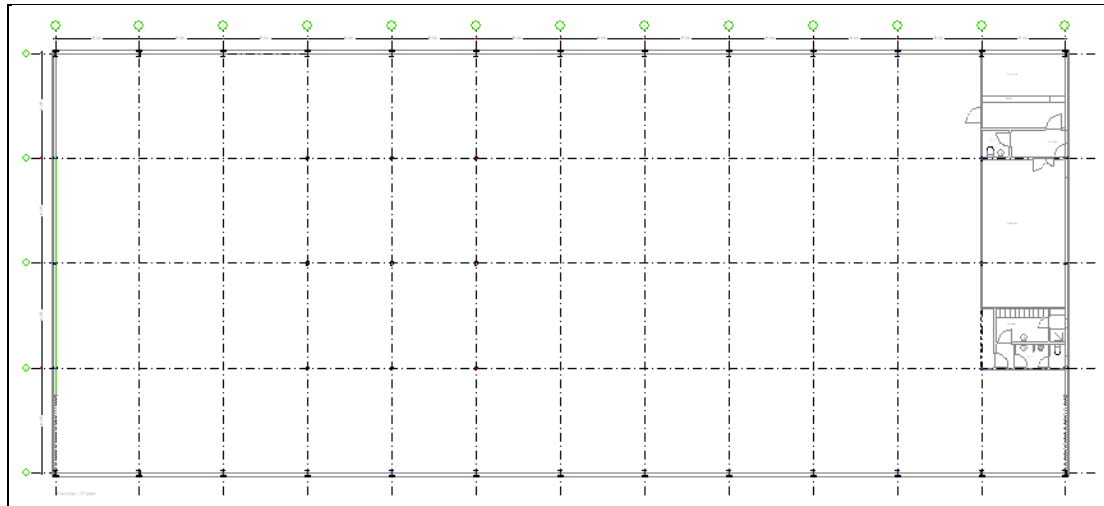



Fig. 2.158

Na intersecção das linhas de referência verticais 4, 5 e 6, com as linhas de referência horizontais B, C e D, estão identificados 9 pilares pertencentes à estrutura de suporte a introduzir.

Assim, como a vista ativa é a da planta do pavilhão, procede-se à introdução dos nós de arranque dos pilares.

- Prima **Nó > Novo**.
- Prima  **Capturas para máscaras**.
- Active a opção **Activar capturas (F3)** e a opção **Centro**. Prima **Aceitar**.

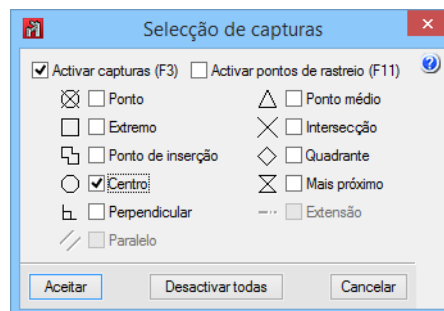


Fig. 2.159

- Com a opção **Centro** ativa, o programa irá capturar círculos existentes na planta de arquitetura. Para o efeito basta posicionar o cursor por cima de um círculo e um outro círculo surgirá identificando a captura, forçando a introdução do nó no centro do círculo capturado.

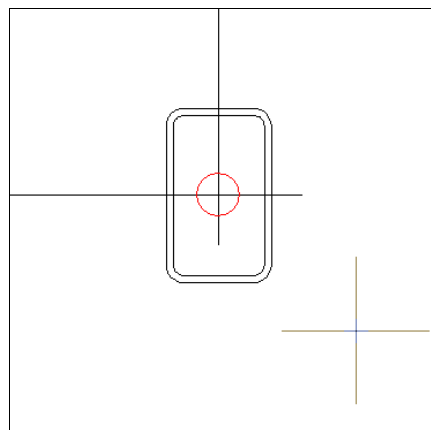


Fig. 2.160

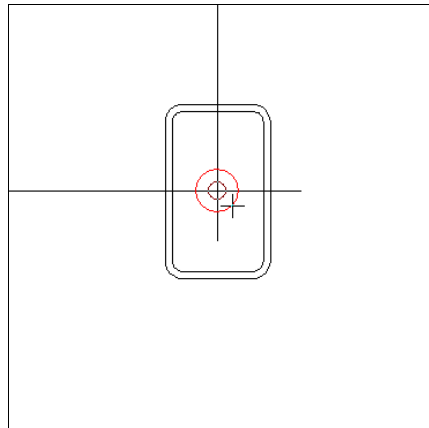



Fig. 2.161

- Prima com  após a confirmação de captura do círculo da arquitetura.
- Repita o procedimento para os restantes 8 nós de arranque dos pilares.

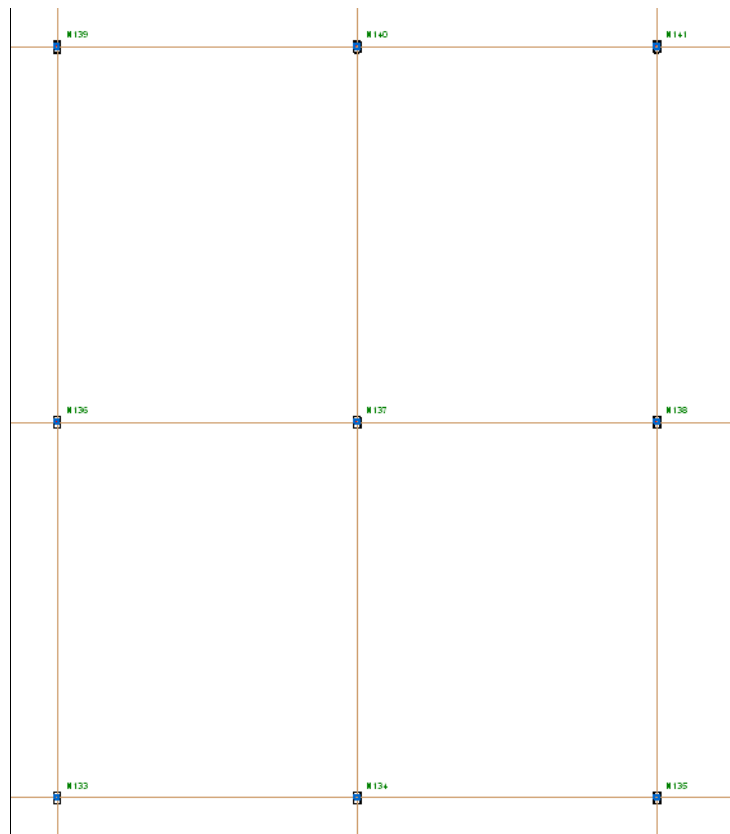


Fig. 2.162

Após a criação, a partir da arquitetura, dos nós de arranque dos pilares, procede-se à criação de uma vista 2D frontal do primeiro pórtico treliçado a ser introduzido.

- Prima **Janela> 3D**.
- Prima **Janela> Abrir nova> Vista 2D de um plano ortogonal ao eixo X, Y ou Z**.
- Prima sobre as linhas de referência indicadas nas figuras seguintes.

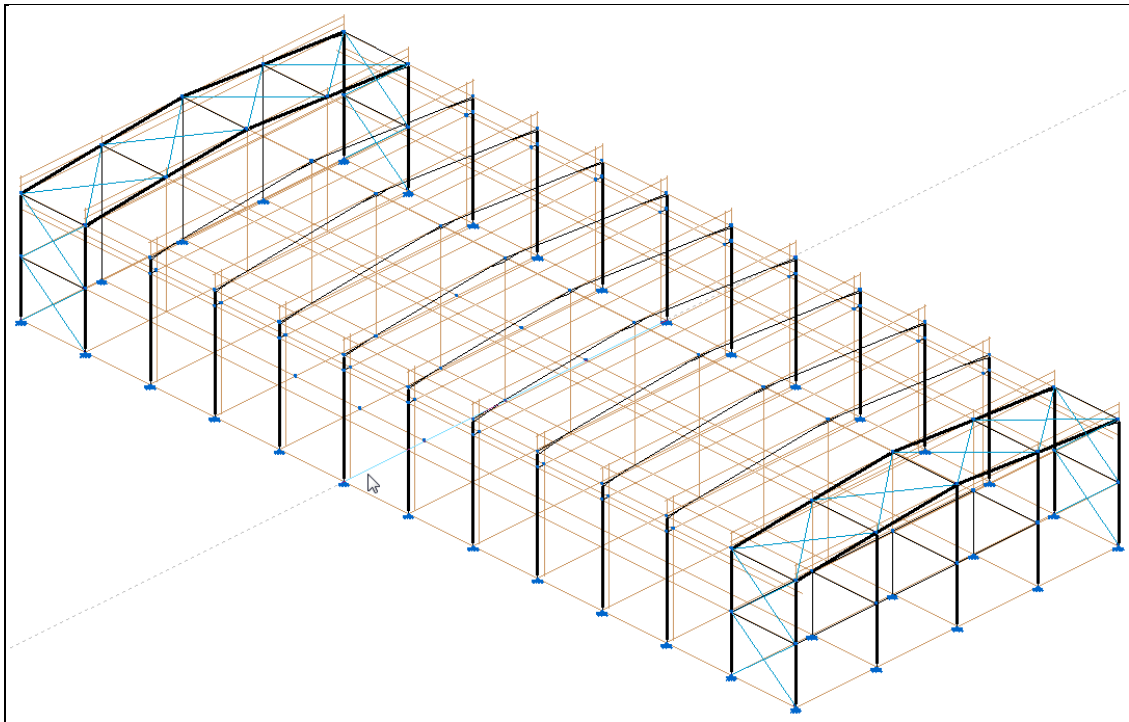


Fig. 2.163

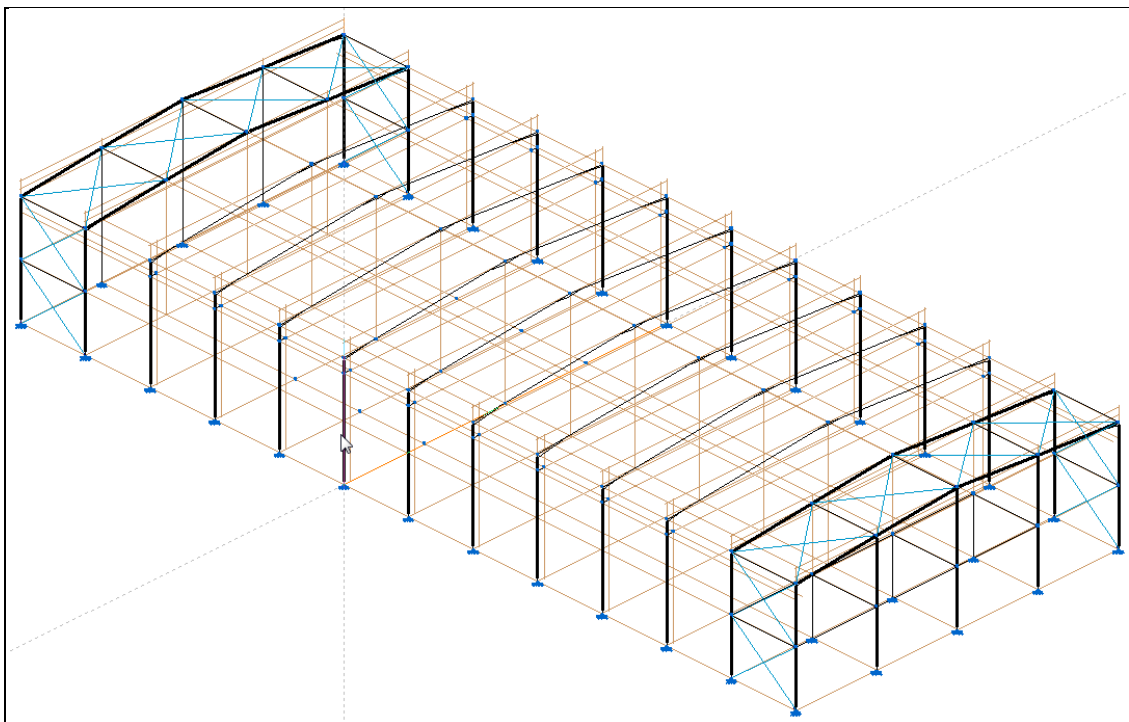


Fig. 2.164

- Coloque o nome da janela como **Estr. Suporte Vista 1** e prima **Aceitar**.

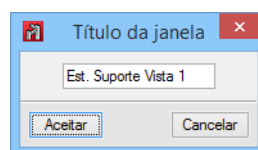







Fig. 2.165

- Prima **Barra**> **Nova**.
- Prima no botão  **Editar** da janela **Nova barra**.
- Prima em  **Perfil soldado de chapas de aço laminado**.

- Prima em  **Tubo enformado rectangular**, de imediato surge um aviso que não existe nenhuma referência seleccionada, ou seja, tem-se que importar uma biblioteca de perfis que contenham perfis deste tipo, ou criar um perfil deste tipo.
- Prima **Aceitar**.
- Prima em  **Editar a lista de elementos**.
- Prima em  **Importação de séries de perfis pré-definidas**.
- Ative a biblioteca **Tuboouro** e a série **Cold Formed RHS**. Prima **Aceitar**.

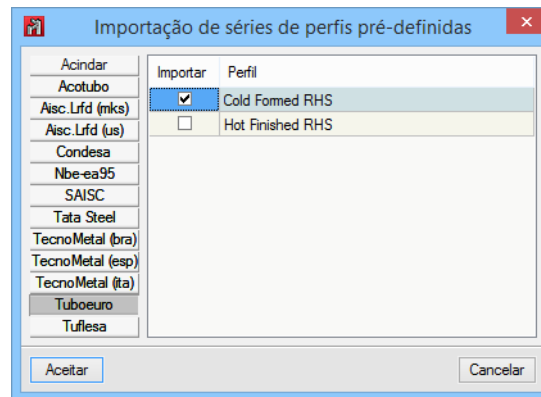


Fig. 2.166

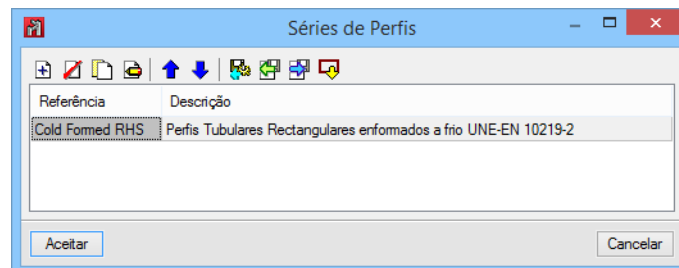


Fig. 2.167

- Prima **Aceitar**.
- Como série de perfis **Cold Formed RHS**, seleccione o perfil **RHS 200x120x8.0**.

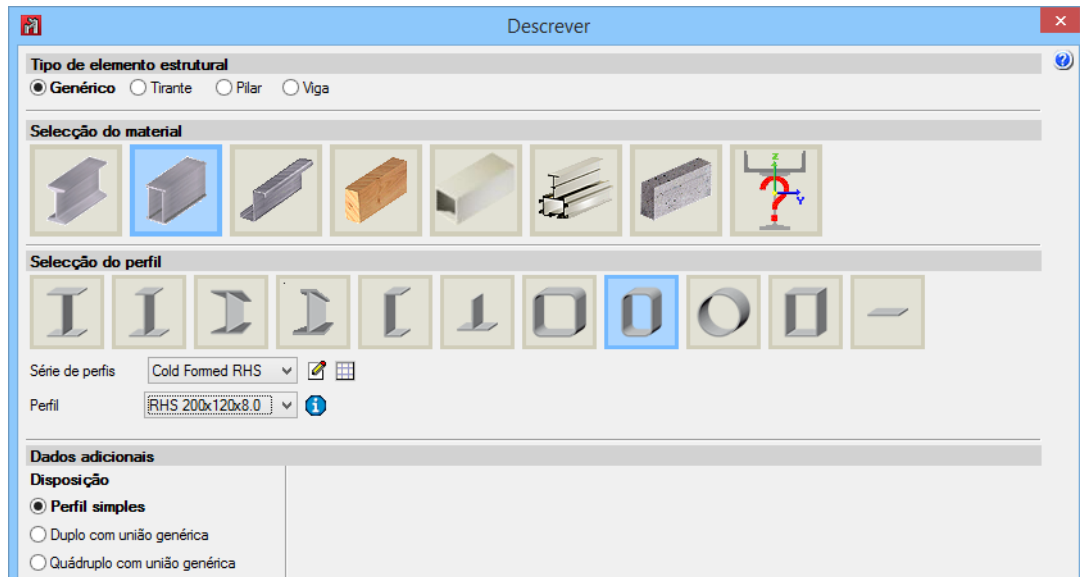


Fig. 2.168

- Prima **Aceitar**.
- Introduza as barras segundo as seguintes figuras.

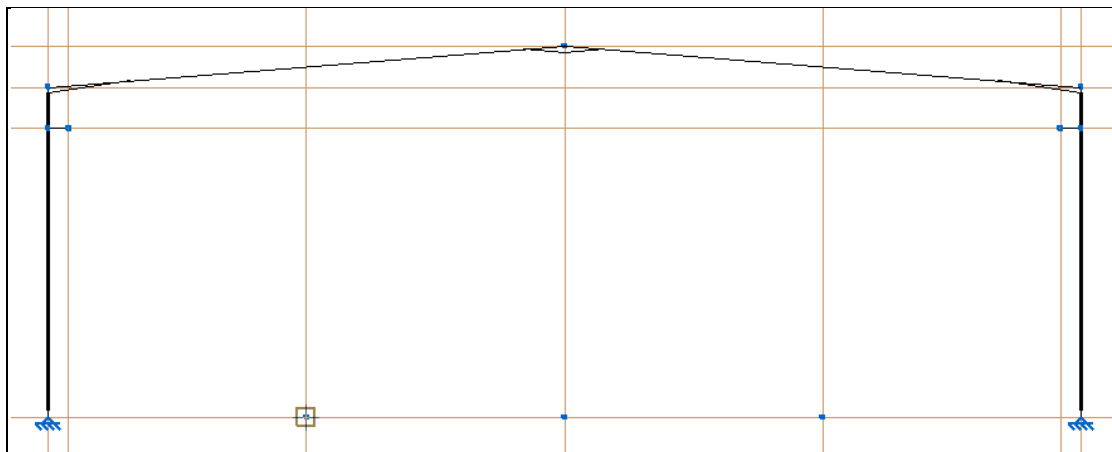



Fig. 2.169

- Prima sobre a linha de referência vertical e introduza o comprimento de 4 metros. Prima .

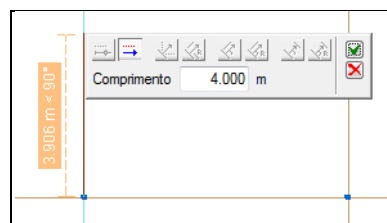


Fig. 2.170

- Introduza as restantes barras até ficar com a seguinte apresentação.

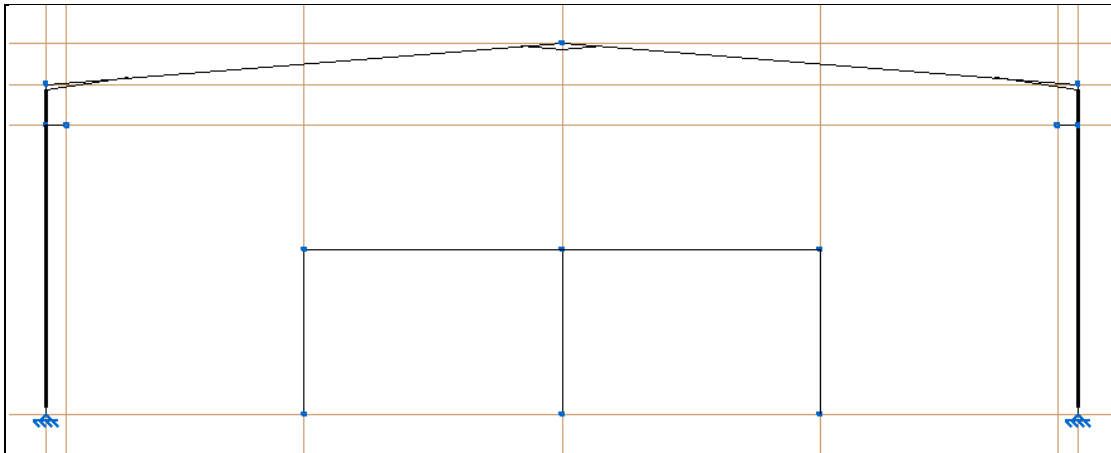



Fig. 2.171

- Pretende-se introduzir a barra inferior da treliça. Prima com  no pilar da esquerda, como indica a figura seguinte. Esta barra situa-se a 1 m da barra superior já introduzida.

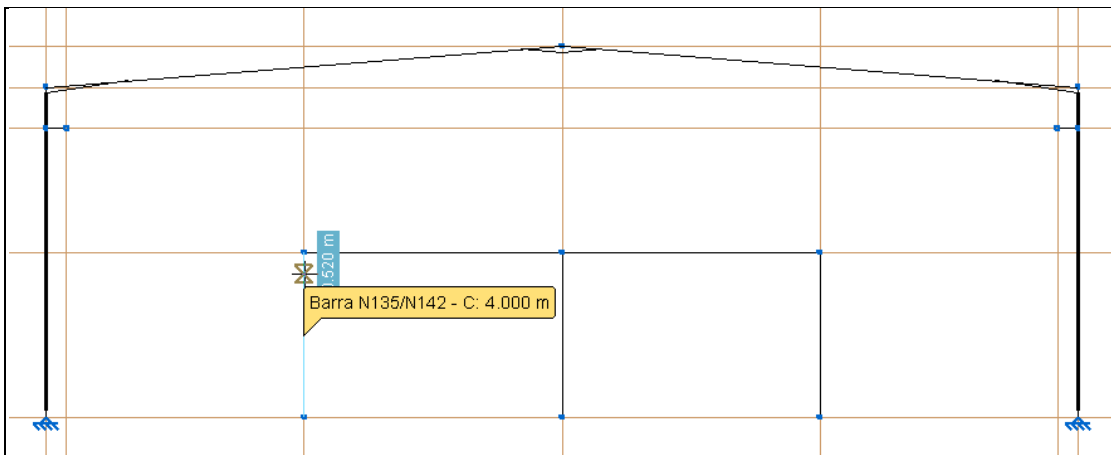


Fig. 2.172

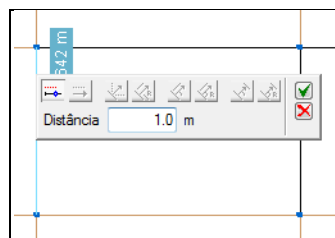


Fig. 2.173

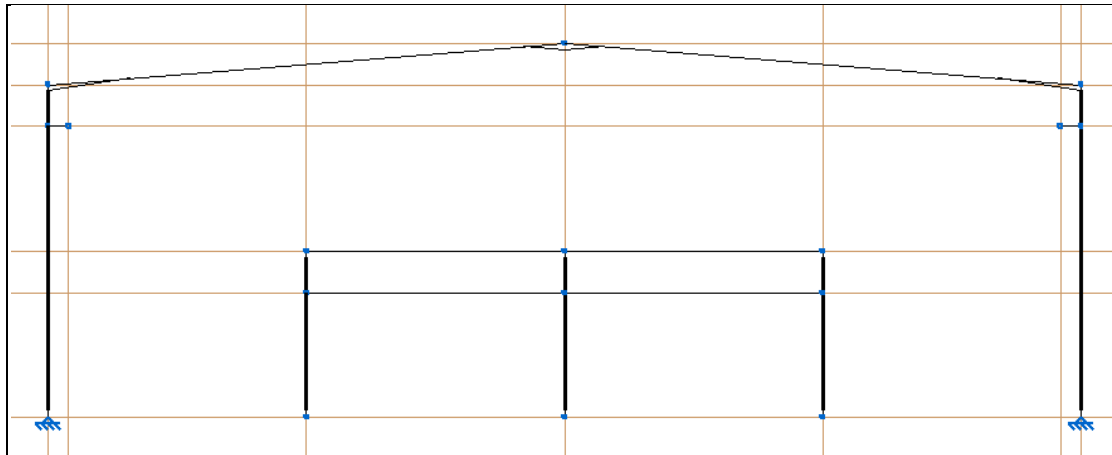


Fig. 2.174

Caso as vigas fiquem contínuas (representadas a negrito), utilize o comando **Barra > Criar peças**, para indicar o início das mesmas.

Seguidamente introduzem-se as barras verticais pertencentes à treliça com o mesmo perfil.

- Para simplificar a introdução das barras ative o **Ponto médio**, no ícone  **Referências a objectos** da barra de ferramentas.

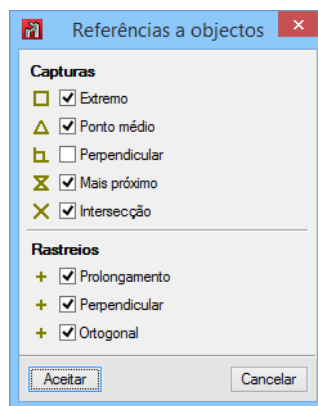




Fig. 2.175

- Com a ajuda do ponto médio, introduza as seguintes barras. Prima com  para definir o ponto inicial e final das barras, e  para terminar a introdução.

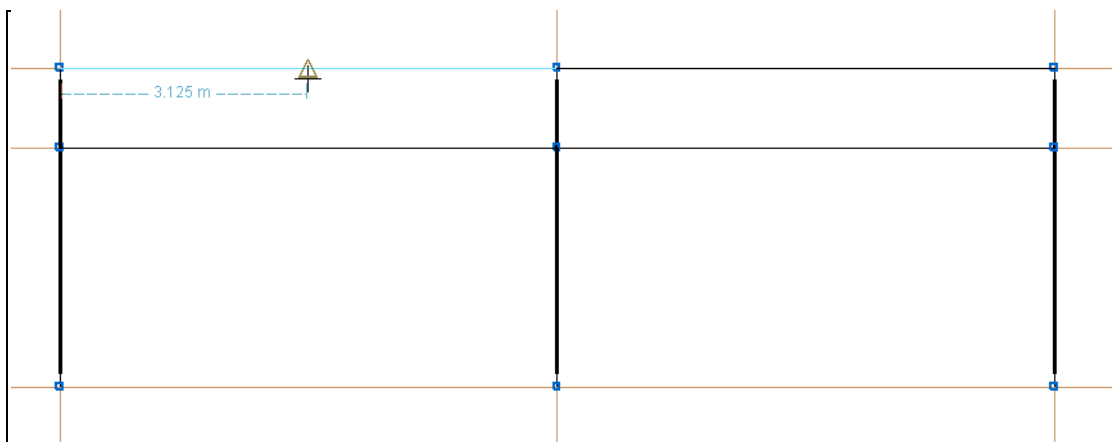


Fig. 2.176

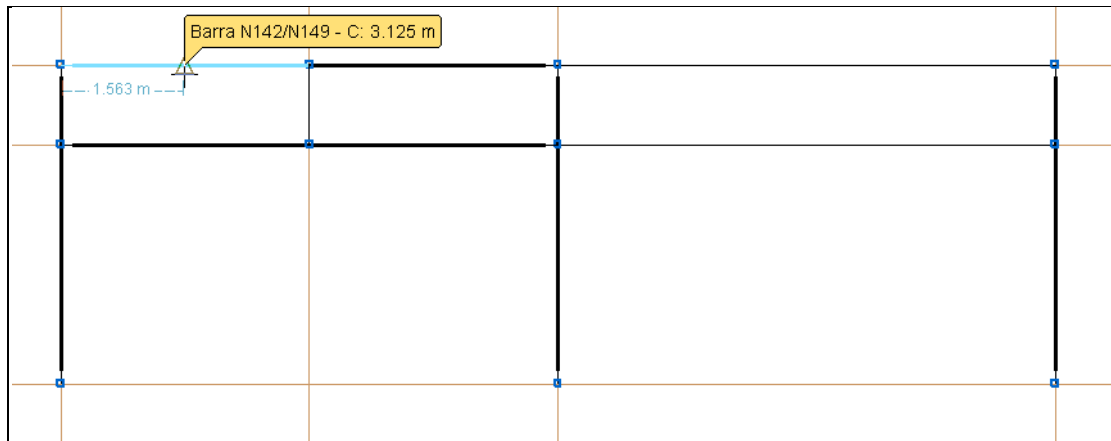


Fig. 2.177

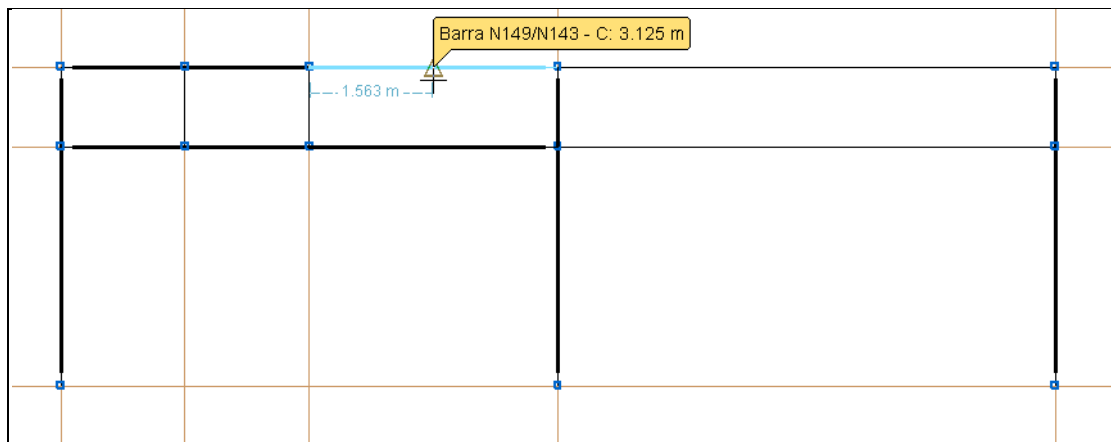


Fig. 2.178

- Prossegue-se com a introdução das barras oblíquas (diagonais) da treliça, até ficar com a apresentação da figura seguinte.

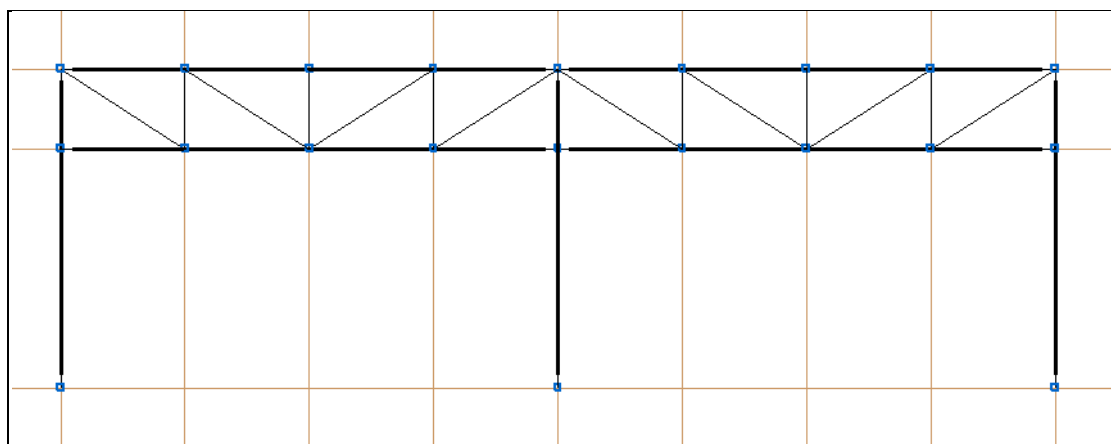



Fig. 2.179

Seguidamente descrevem-se os nós de vinculação exterior.

- Prima **Nó** > Vinculação exterior.
- Selecione os nós de arranque dos pilares da estrutura de suporte de cargas. Prima  para confirmar a seleção.

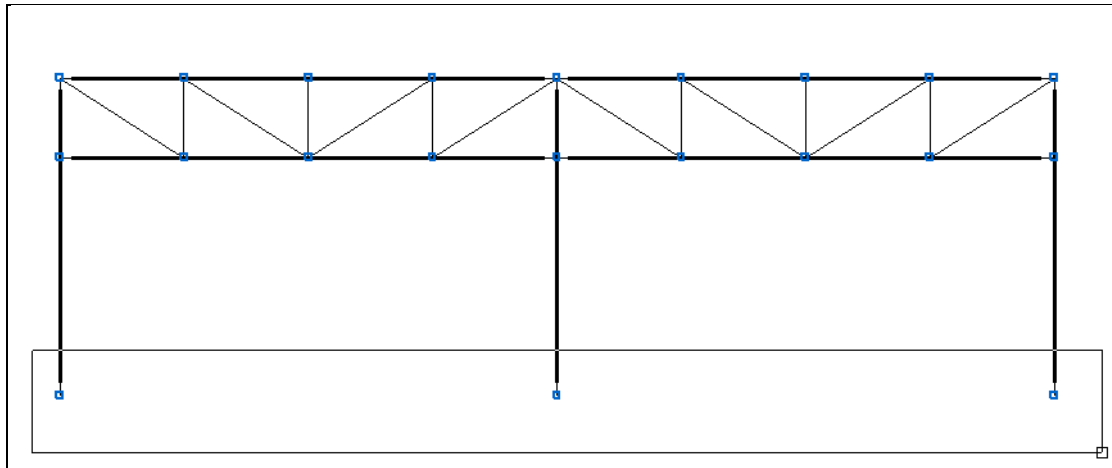


Fig. 2.180

- Prima a opção **Encastramento**.
- Prima **Aceitar**.

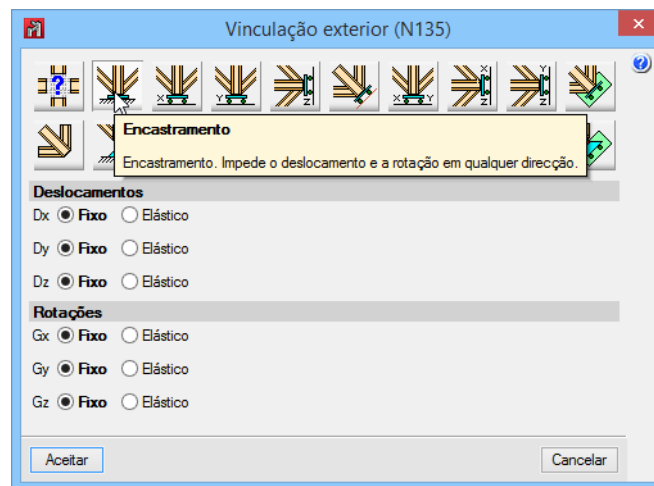


Fig. 2.181

Pretende-se agora copiar este pórtico da estrutura de suporte, de forma a criarem-se mais dois pórticos.

- Prima em **Ferramentas > Copiar elementos**.
- Mantém-se as opções selecionadas por defeito e prima **Aceitar**.

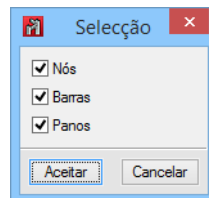


Fig. 2.182

- Selecione todas as barras e nós do pórtico conforme a figura seguinte.

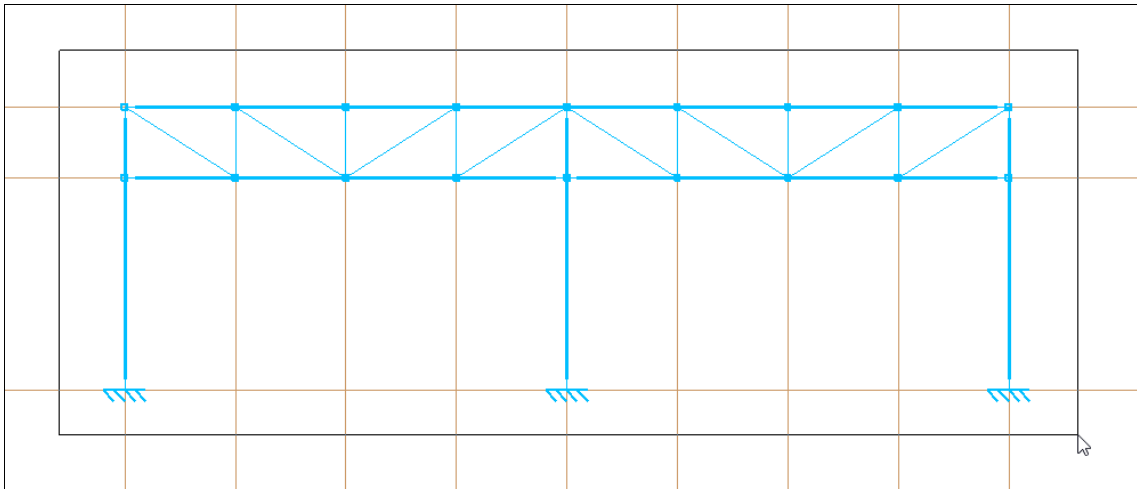




Fig. 2.183

- Para terminar a seleção prima em .
- Prima com o  sobre um nó com vinculação ao exterior, por exemplo como indicado na figura seguinte.

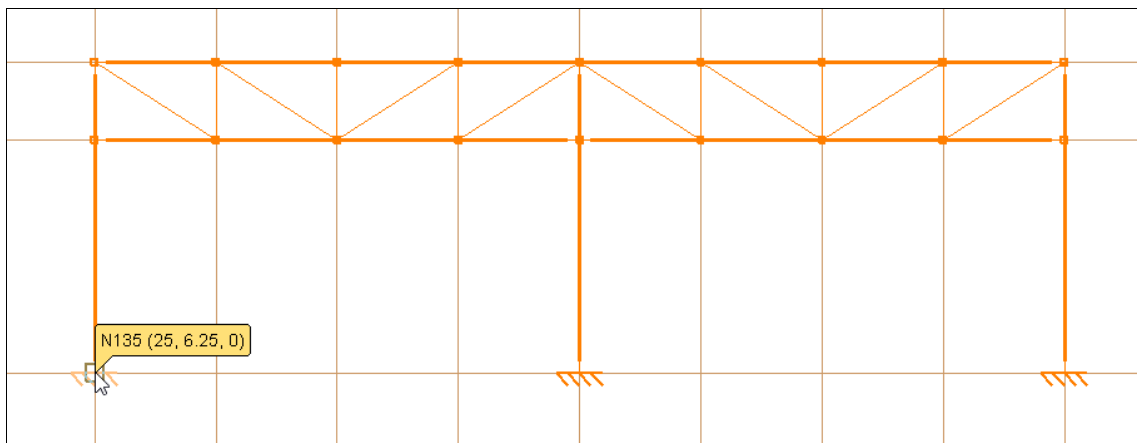


Fig. 2.184

- Prima no menu **Janela > 3D**.
- Para se copiar o pórtico, prima sobre o mesmo nó correspondente ao futuro pórtico, conforme as figuras seguintes.

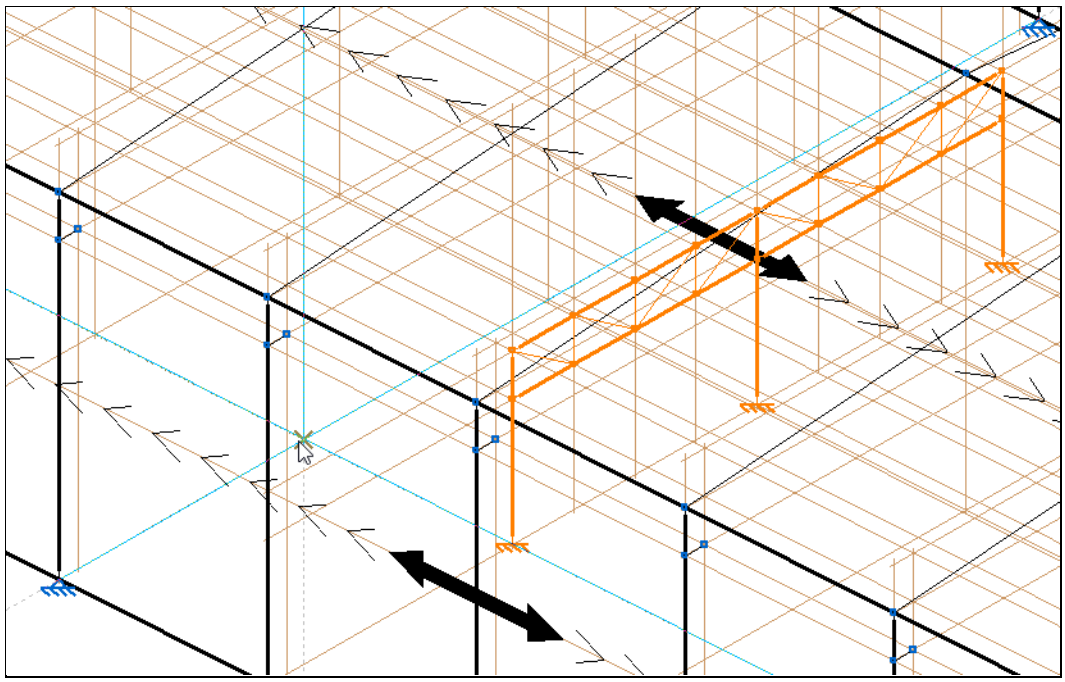


Fig. 2.185

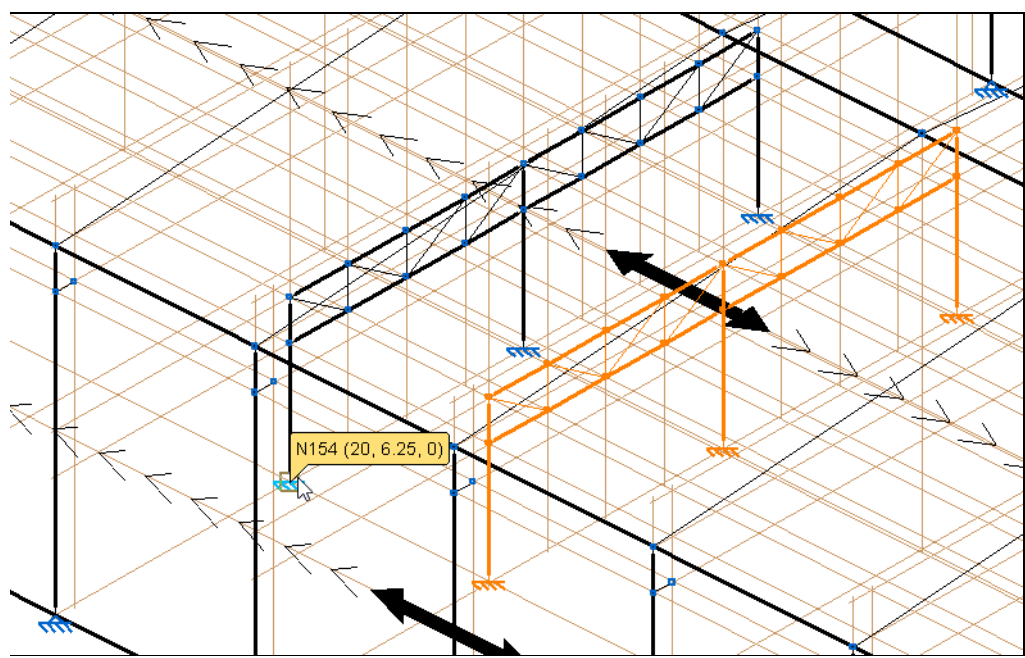


Fig. 2.186

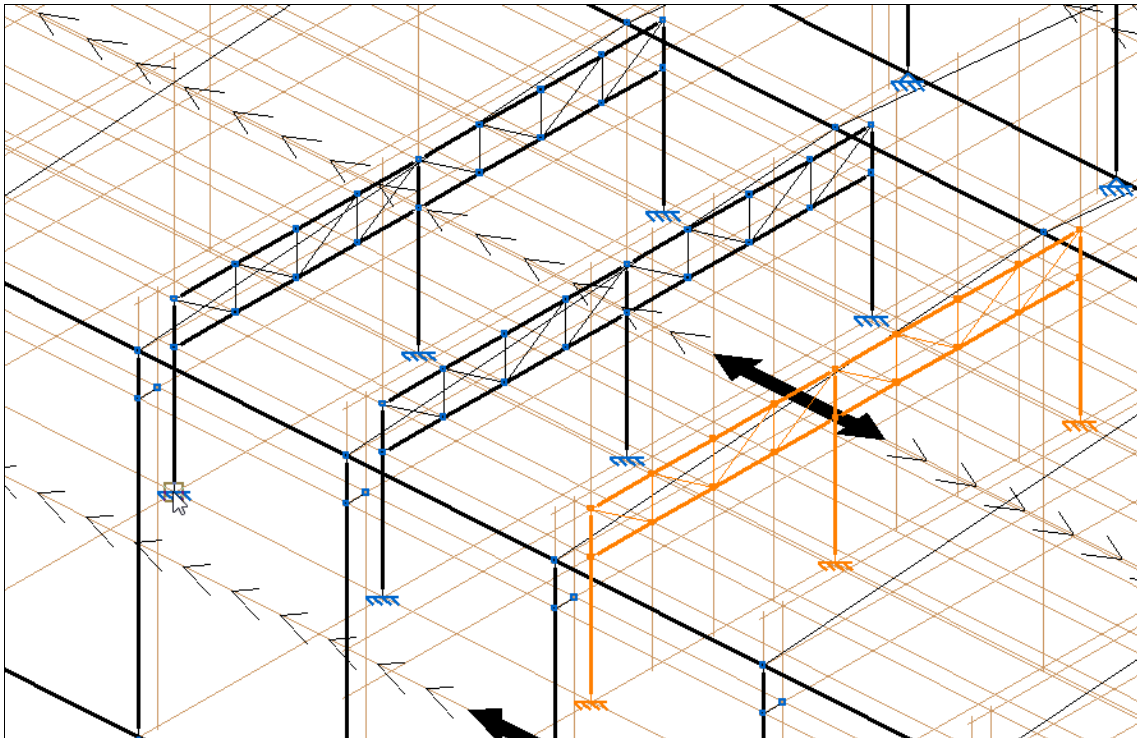


Fig. 2.187

Pretende-se criar uma vista parcial 3D da estrutura de suporte para finalizar a introdução dos restantes elementos.

- Caso as linhas de referências estejam ativas, desative-as em **Planos > Referências**, retirando o visto em **Linhas de referência**. Prima **Aceitar**.
- Prima **Janela > Abrir nova**.
- Selecione a opção **Vista 3D de uma parte da estrutura**.
- Prima nos dois nós indicados nas figuras seguintes.

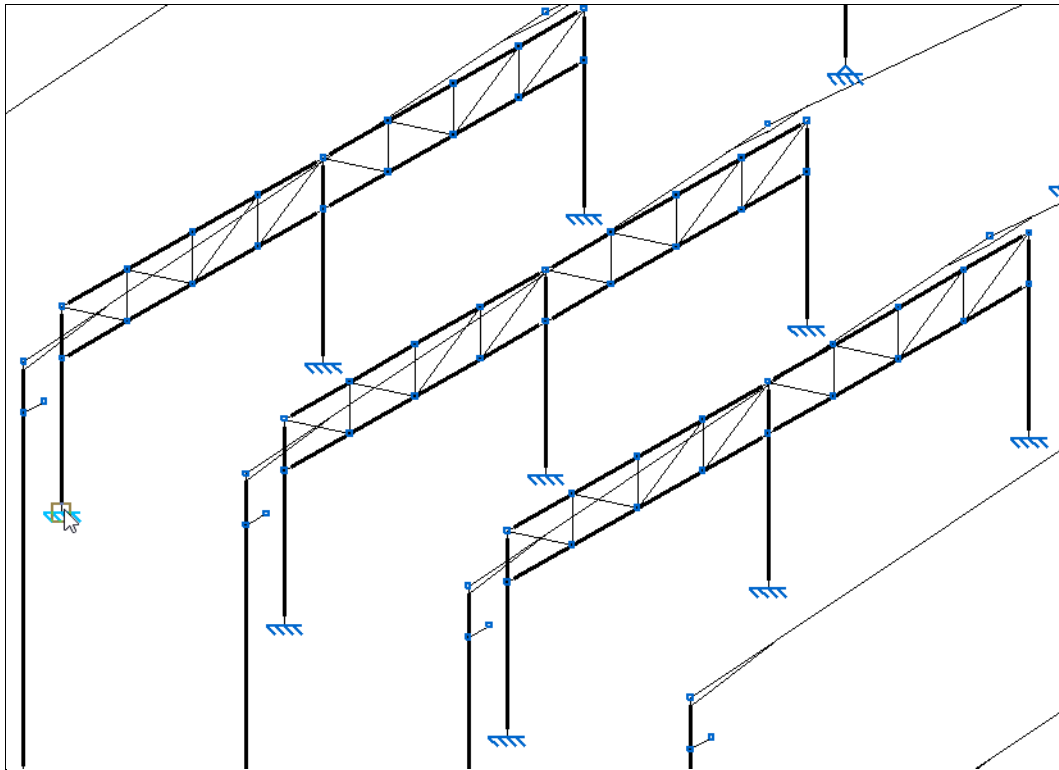


Fig. 2.188

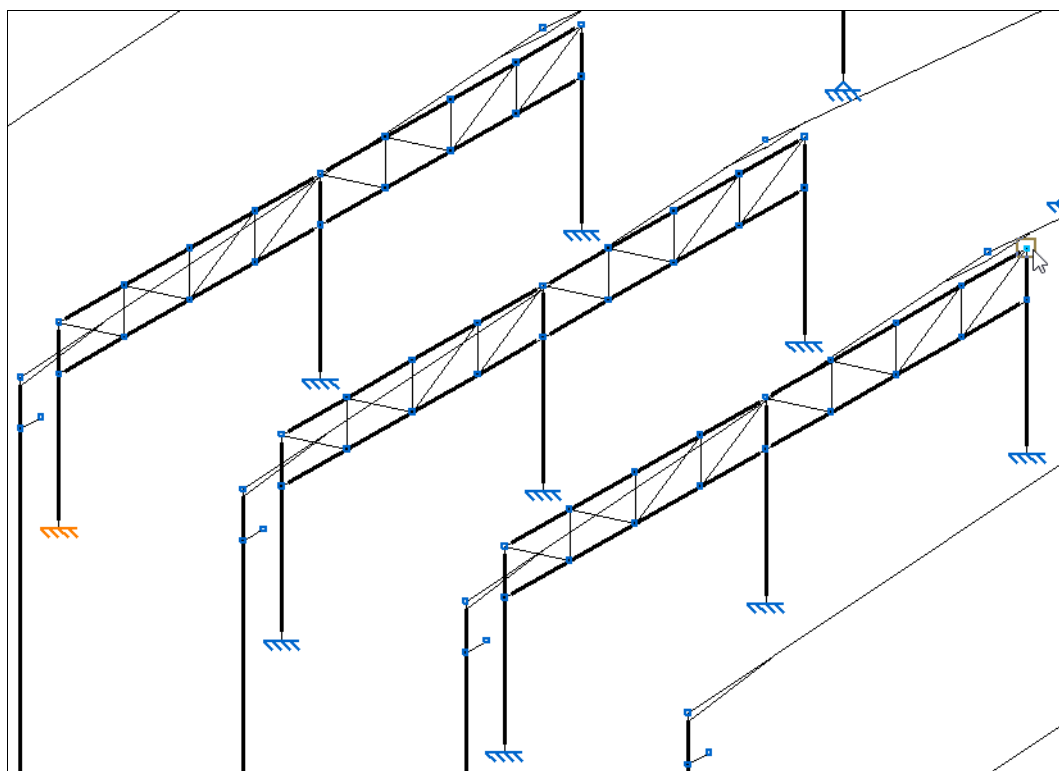


Fig. 2.189

- Descreva a nova vista 3D como **Estrutura de suporte**.

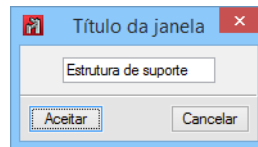


Fig. 2.190

- Prima **Aceitar**.

Surge uma nova janela com a perspetiva 3D na estrutura de suporte.

Pretende-se introduzir as restantes barras que fazem a conexão com os pórticos.

- Prima **Barra > Nova**.
- Na janela **Nova barra** seleccione o perfil **RHS 200x120x8.0**.
- Introduza as restantes barras, nó a nó, para se obter o resultado final de acordo com a figura seguinte.

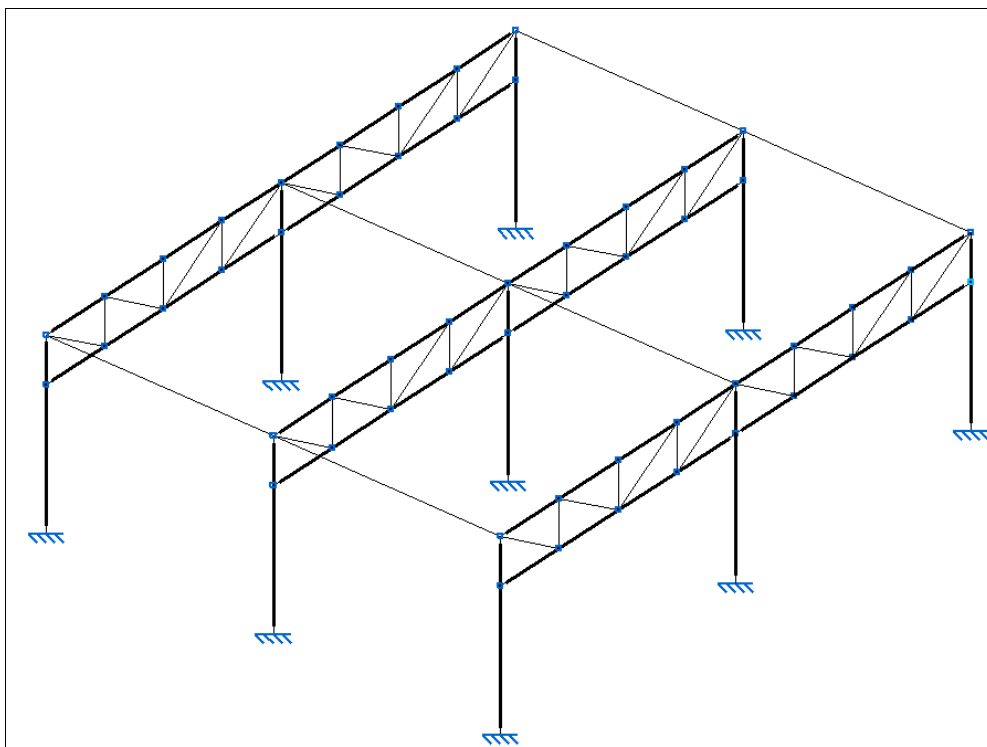



Fig. 2.191

Seguidamente, definem-se as cargas a serem suportadas pela estrutura de suporte. Essas cargas serão o peso próprio da laje unidirecional e sobrecarga associada a armazenamento de bidões de produtos químicos.

À semelhança da introdução das cargas para a mezzanine, será criado um pano de cargas.

- Prima **Carga > Introduzir panos**.
- Prima  sobre os nós indicados nas figuras seguintes.

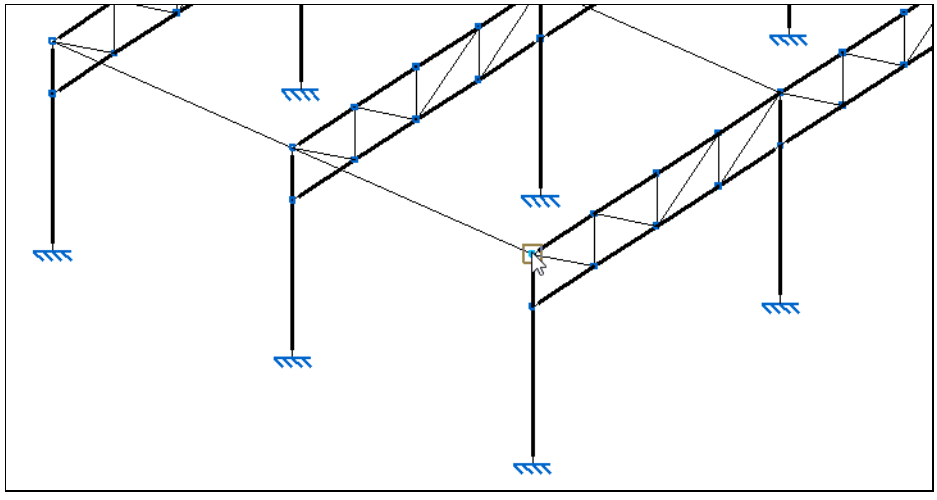


Fig. 2.192

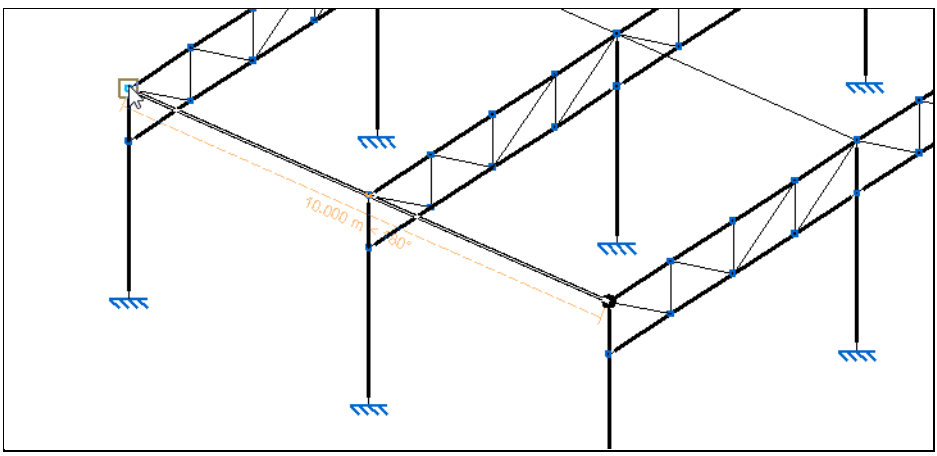


Fig. 2.193

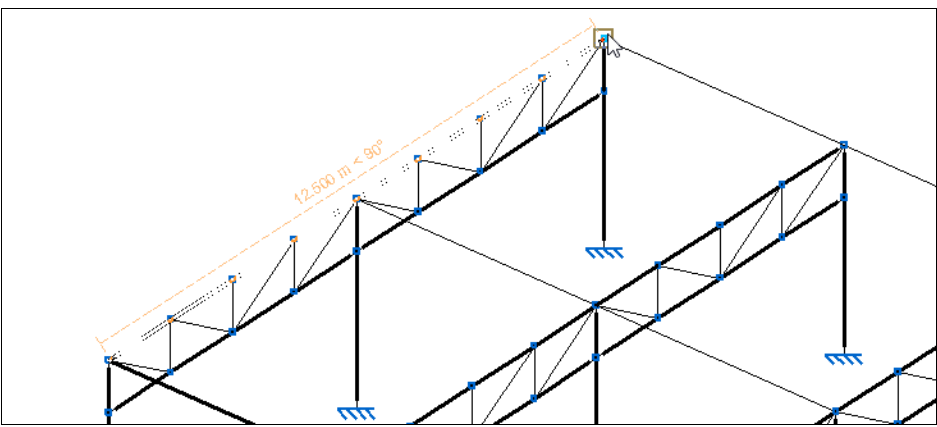


Fig. 2.194

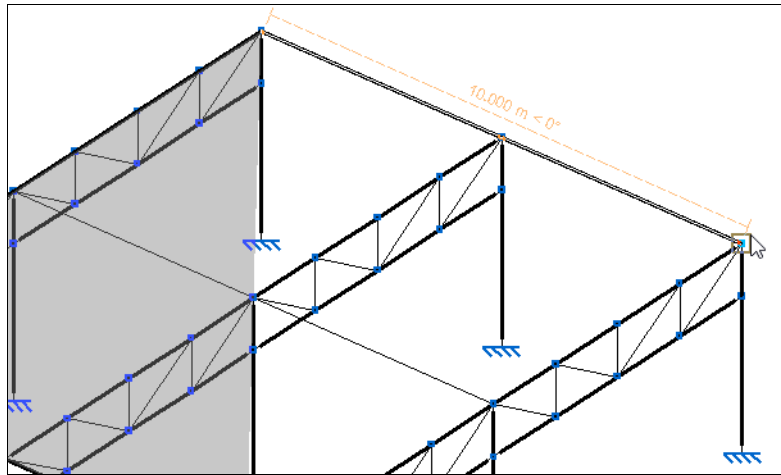





Fig. 2.195

- Prima .
- Posicione o cursor junto das vigas transversais aos pórticos para se definir a orientação da distribuição das cargas associadas ao pano. Prima  e seguidamente .

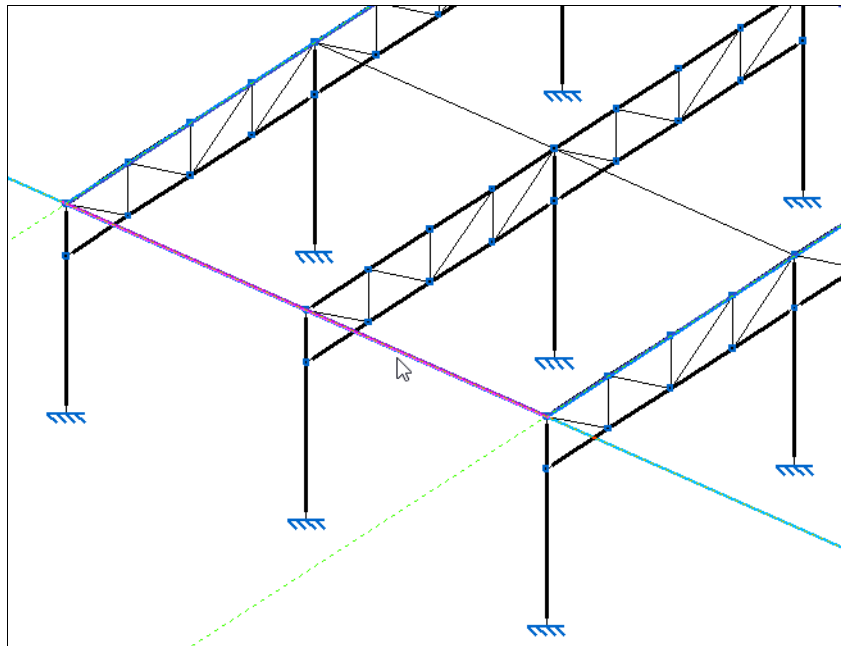



Fig. 2.196

- Na janela que surge, introduza as cargas descritas na próxima figura. Prima em  **Adicionar novo elemento à lista** para acrescentar as hipóteses e cargas. Posteriormente prima **Aceitar**.

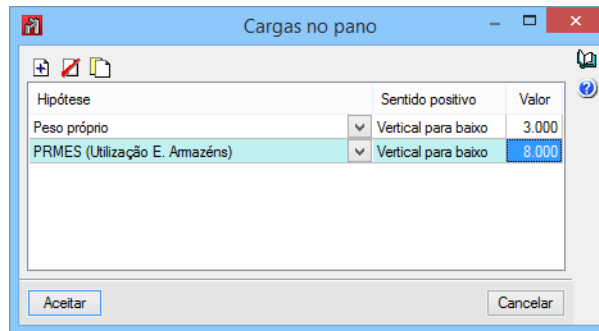


Fig. 2.197

2.3.2.6. Atribuição dos coeficientes de encurvadura

O **Gerador de Pórticos** gera automaticamente os coeficientes de encurvadura (β) para as barras. No entanto, sempre que no **CYPE 3D** se insere uma nova barra e se intersecta esta com uma proveniente do **Gerador de Pórticos**, então os valores de coeficiente de encurvadura passarão a não ser válidos para barra intersectada. Isto porque, a barra é dividida em duas, obtendo-se os respetivos comprimentos para cada uma, assim o comprimento de encurvadura vai ser inferior ao inicial porque o comprimento da barra é inferior, consequentemente desajustado para as novas situações de apoio ou travamento.

Para barras novas, o programa coloca sempre por defeito o coeficiente de encurvadura de valor 1, em ambos os planos do perfil. Deve-se sempre alterar esse valor caso não seja o mais adequado.

É de salientar que no caso de encurvadura e bambeamento os eixos dizem sempre respeito aos eixos locais da barra.

Nos próximos passos será aprofundado este tema.

- Prima em **Janela > 3D**.
- Prima **Barra > Encurvadura**. Posicione o cursor sobre o terceiro pilar a contar do primeiro pórtico de topo, de acordo com a figura seguinte.

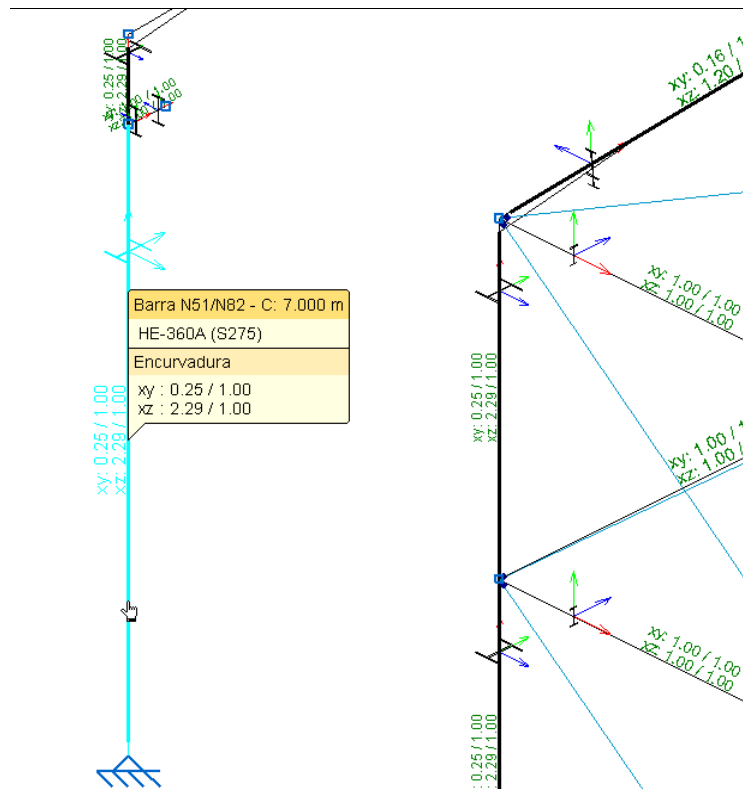


Fig. 2.198

Para a barra evidenciada, visualiza-se o valor de coeficiente de encurvadura de 0.25 no plano xy e 2.29 no plano xz. Relembra-se que estes valores foram gerados pelo **Gerador de Pórticos**, tendo em conta a opção “Encurvadura em pórticos de nós móveis” selecionada no momento da exportação para o CYPE 3D.

No entanto, este pilar foi intersectado pela barra de suporte da viga carril. Assim, os valores de coeficiente de encurvadura calculados para o pilar deverão ser alterados, para as duas secções.

Como podemos ver na figura, a primeira secção do pilar tem 7 metros de comprimento e a segunda 1 metro. Recorda-se que os coeficientes de encurvadura foram calculados para um pilar de 8 metros de altura. Logo, admitindo que a barra de suporte da viga carril não altera o comprimento de encurvadura (L_k) do pilar, serão retificados os coeficientes de encurvadura para o novo L de 7 metros.

$$L_k = \beta \times L$$

sendo:

L_k , comprimento de encurvadura

β , coeficiente de encurvadura

L, comprimento da barra

Para L=8.00 metros, plano xz:

$$L_k = 2.29 \times 8$$

$$L_k = 18.32 \text{ metros}$$

Para L=7.00 metros, plano xz:

$$L_k = \beta \times L$$

$$18.32 = \beta \times 7$$

$$\beta = 2.617$$

Para L=8.00 metros, plano xy:

$$L_k = \beta \times L$$

$$L_k = 0.25 \times 8$$

$$L_k = 2.00 \text{ metros}$$

Para $L = 7.00$ metros, plano xy:

$$L_k = \beta \times L$$

$$2 = \beta \times 7$$

$$\beta = 0.286$$

- Prima com  nas barras evidenciadas na figura seguinte e prima  para confirmar a seleção.

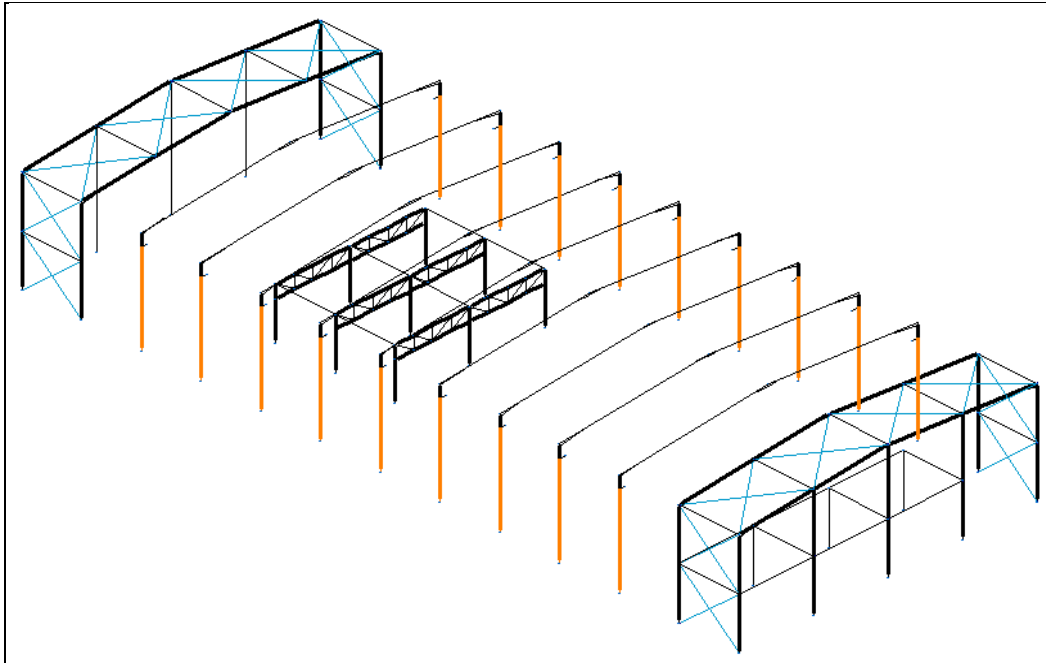


Fig. 2.199

- Introduza os valores calculados anteriormente e prima **Aceitar**, de acordo com a figura seguinte.

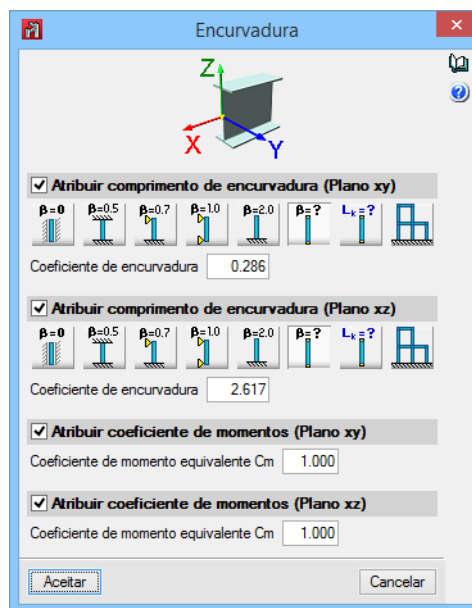



Fig. 2.200

- Selecione as barras descritas na figura seguinte e prima  para terminar a seleção.

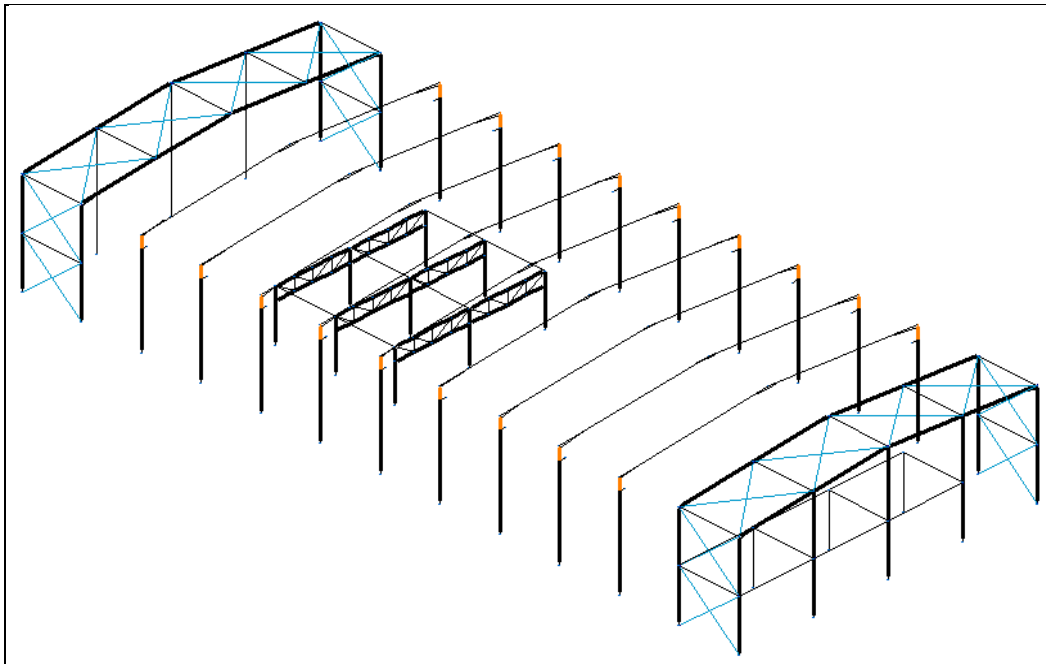


Fig. 2.201

- Seguindo os mesmos pressupostos de cálculo do coeficiente de encurvadura descritos anteriormente, mas agora para $L=1.00$ metro, introduza os seguintes valores.

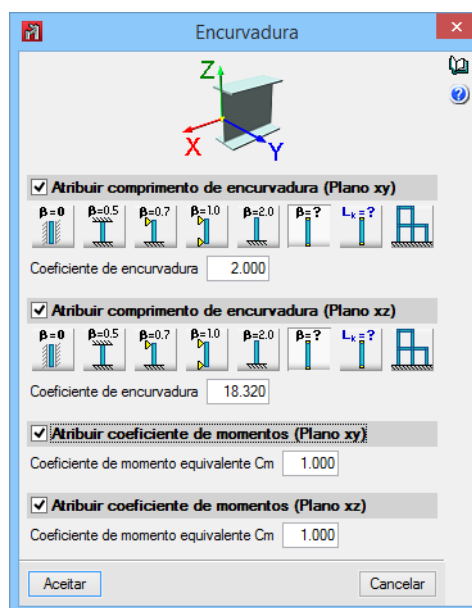


Fig. 2.202

- Selecione as barras descritas na figura seguinte e prima  para terminar a seleção.

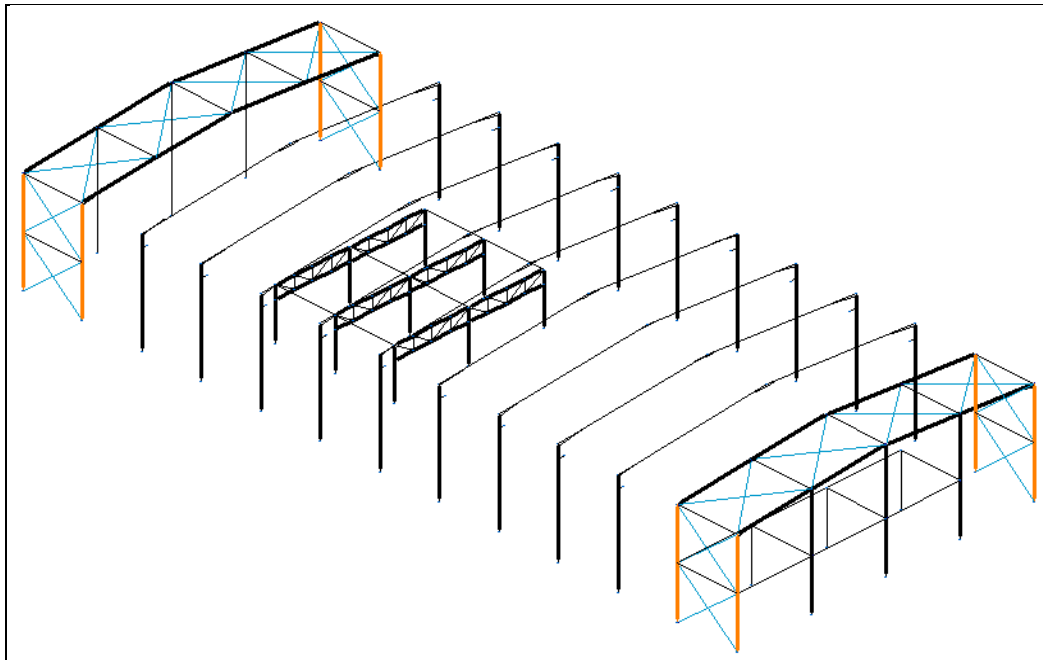


Fig. 2.203

- Admite-se que a mezzanine não contribui no travamento dos pilares. Introduza os seguintes valores.

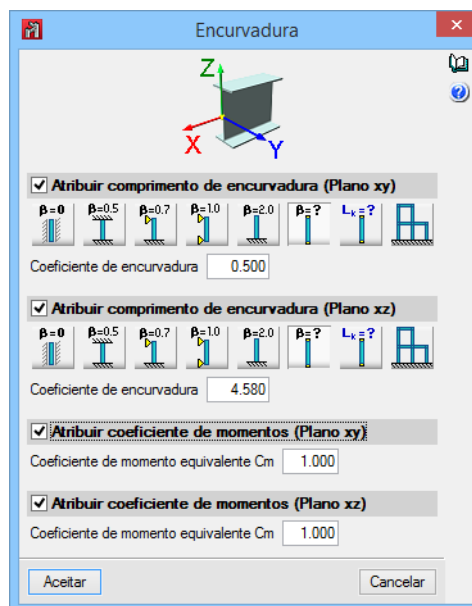


Fig. 2.204

- Selecione as barras seleccionadas na figura seguinte. Prima .

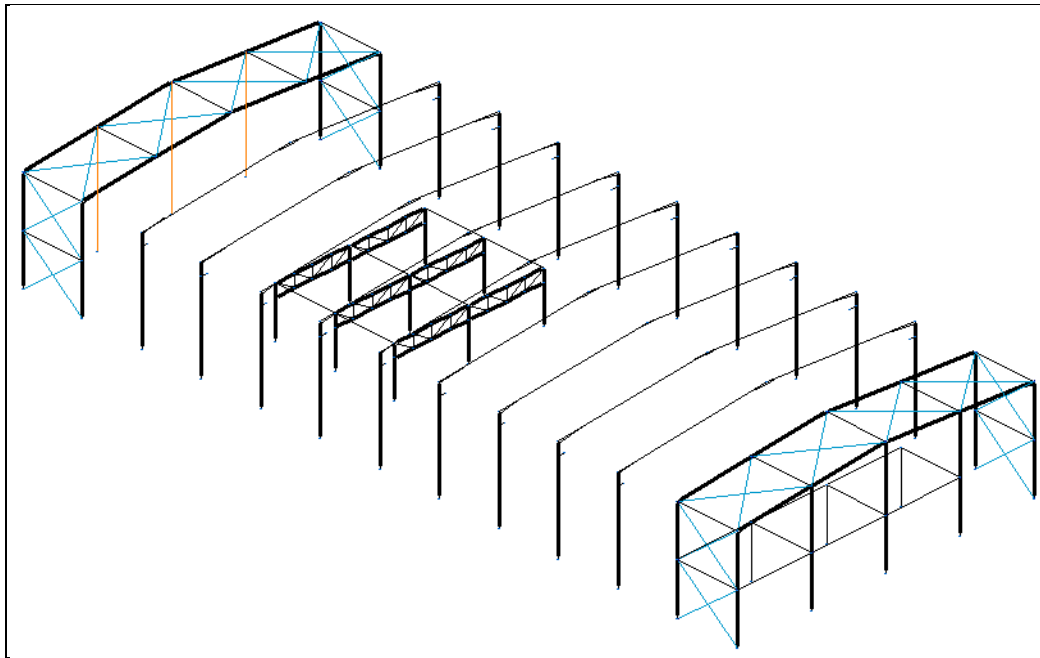


Fig. 2.205

Para o cálculo do β no plano xy, admite-se o comprimento do maior pilar de topo ($L=9.00$ m) e a separação das madres laterais ($s=2.00$ m):

$$\beta = \frac{2}{9}$$

$$\beta = 0.222$$

No plano xz, adota-se o valor de 1.

- Para o **plano xy**, prima em e coloque um coeficiente de **0.222**. Mantenha selecionado para o **plano xz**. Prima **Aceitar**.

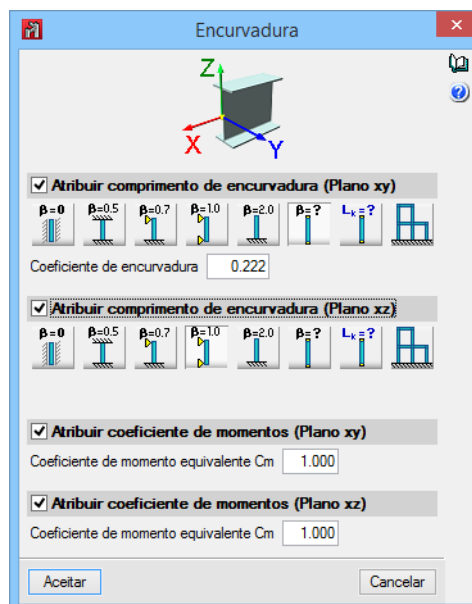


Fig. 2.206

- Selecione as barras selecionadas na figura seguinte. Prima .

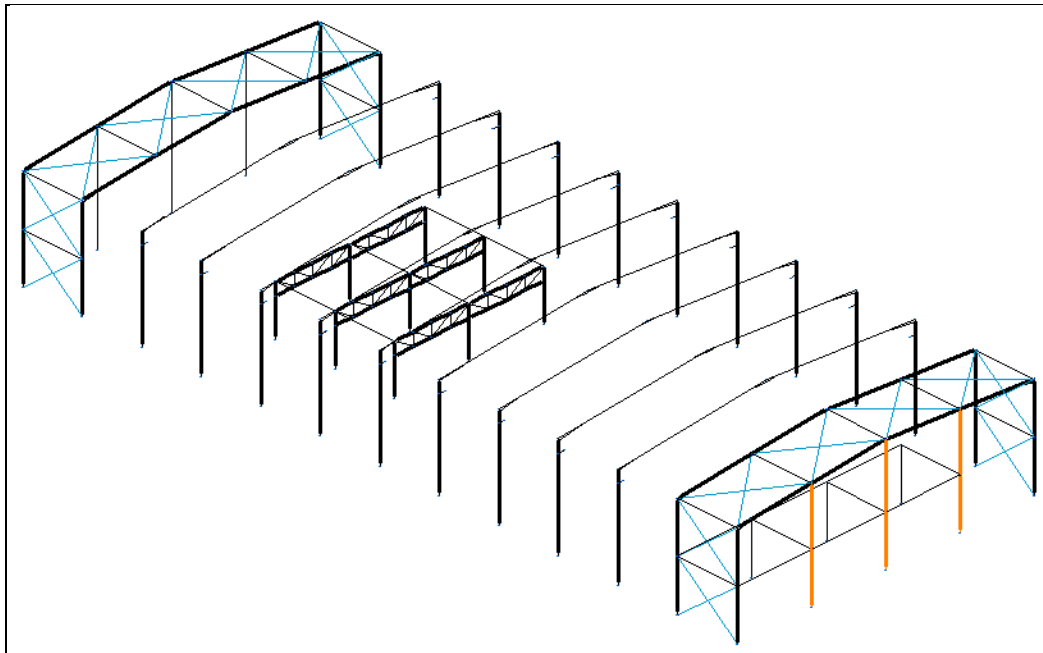


Fig. 2.207

- Insira os valores descritos na figura seguinte. Prima **Aceitar**.

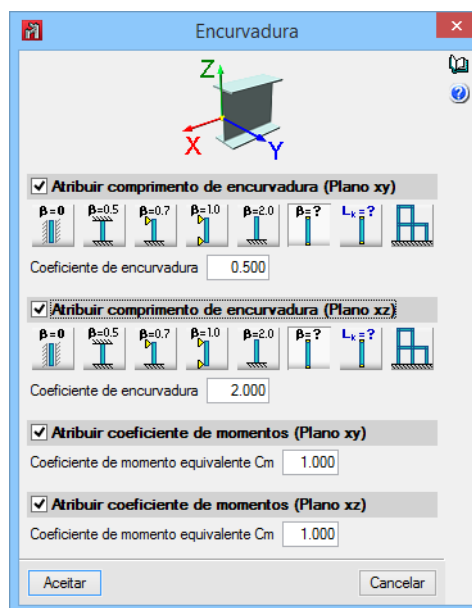


Fig. 2.208

- Seleccione as barras seleccionadas na figura seguinte. Prima .

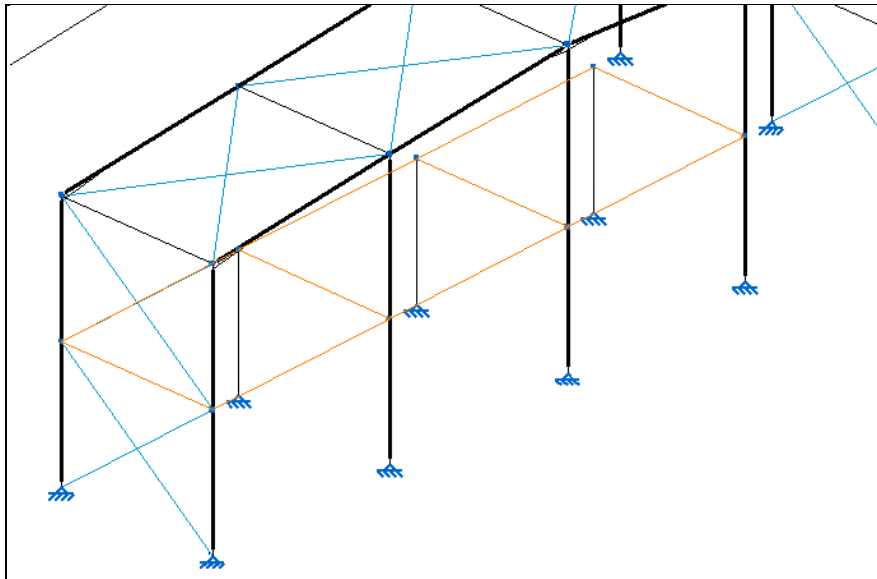



Fig. 2.209

Neste caso considera-se que a laje irá travar a encurvadura dos perfis no plano xy.

- Prima em  para o plano xy. Prima **Aceitar**.

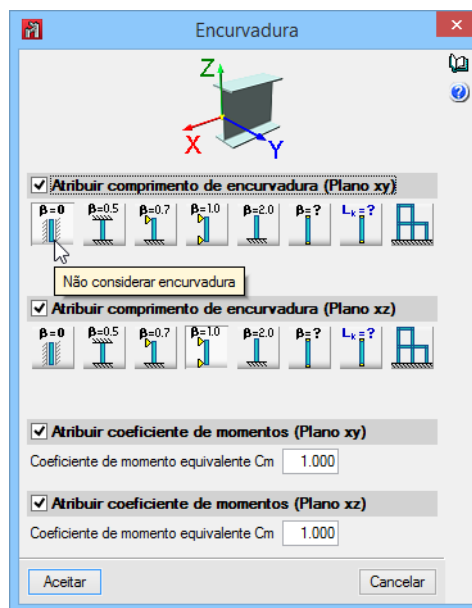



Fig. 2.210

- Prima **Janela > 3D (parcial): Estrutura de suporte**.
- Selecione as barras seleccionadas na figura seguinte. Prima .

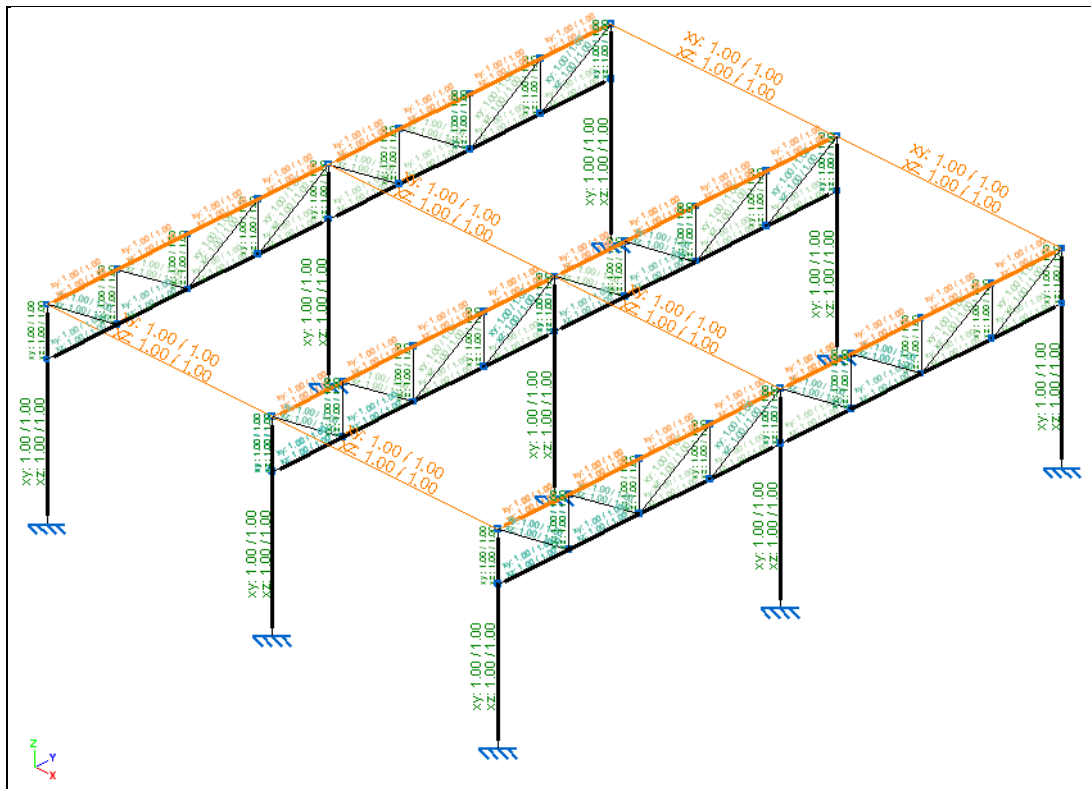



Fig. 2.211

Neste caso considera-se que a laje irá travar a encurvadura dos perfis no plano xy.

- Prima em  para o plano xy. Prima **Aceitar**.

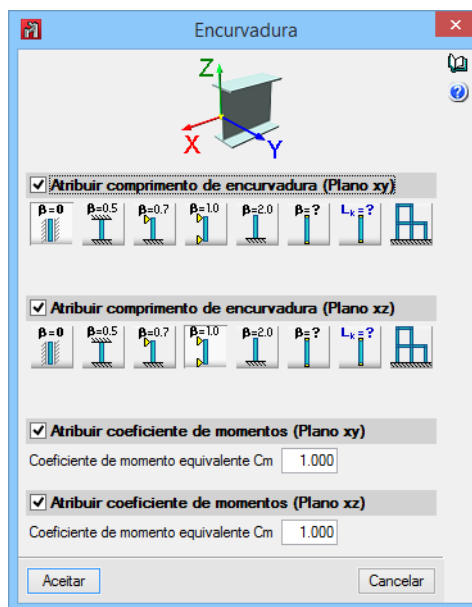


Fig. 2.212

- Selecione as barras seleccionadas na figura seguinte. Prima .

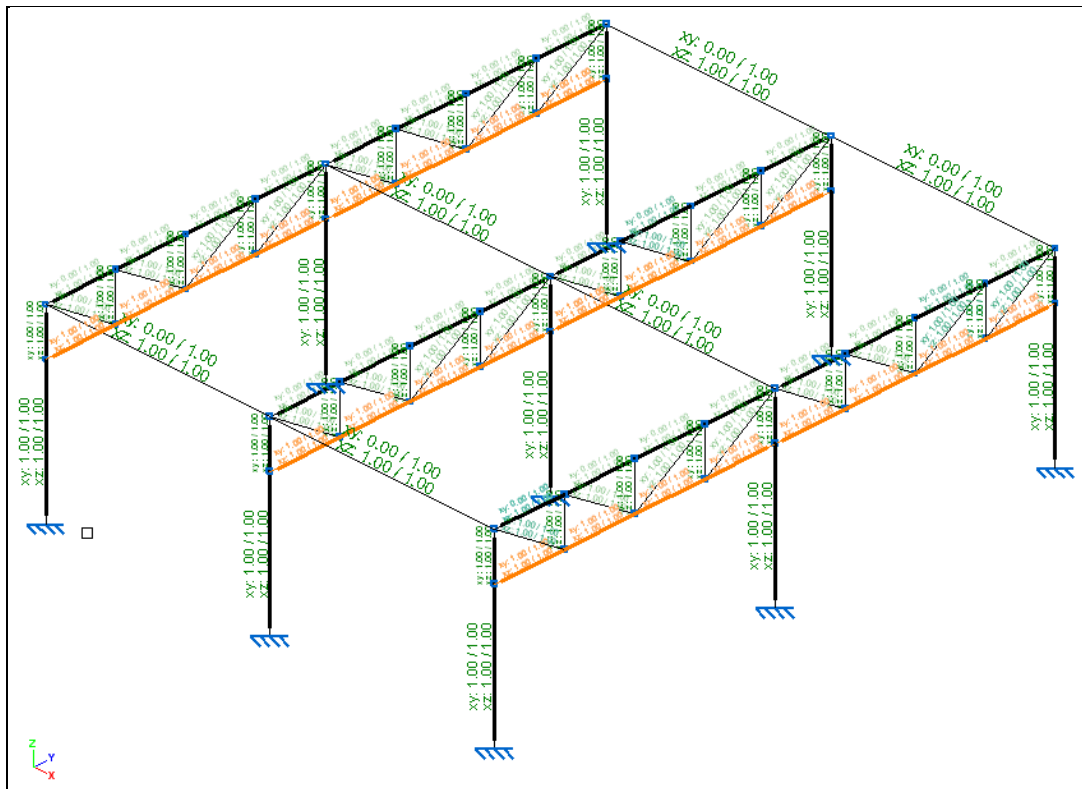



Fig. 2.213

As barras inferiores da treliça, apesar de seccionadas pelas outras barras da treliça, não se encontram travadas no plano xy. As vigas treliça têm um vão de 6.25 metros. Neste caso será corrigido o comprimento de encurvadura para as barras seleccionadas, considerando-se um L_k de 6.25 metros.

- Prima em  no plano xy e coloque um comprimento de **6.25 m**. Prima **Aceitar**.

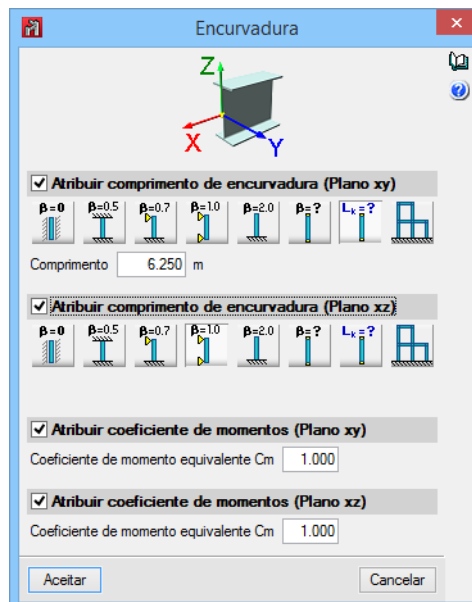


Fig. 2.214

2.3.2.7. Cálculo da estrutura

Inicia-se o cálculo da nave industrial.

- Prima **Cálculo> Calcular**.
- Seleccione a opção **Não dimensionar perfis**. Não se pretende que o programa dimensione os perfis mas que apenas verifique os dados introduzidos, nesse sentido mantém-se ativo a opção **Verificar as barras**. Por outro lado, em virtude de se pretender dimensionar mais tarde as ligações, ative a opção **Considerar a dimensão finita dos nós**. Prima **Aceitar**.

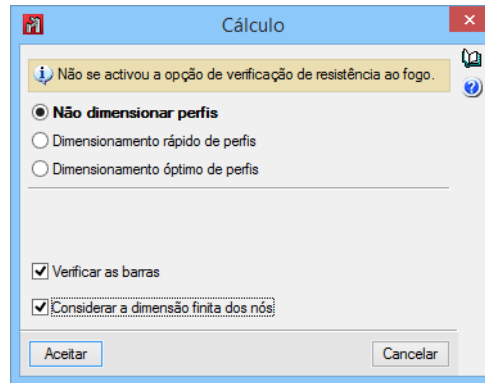


Fig. 2.215

- Surge um aviso indicando que existem barras que possuem valores por defeito em alguns parâmetros, prima **Aceitar**.

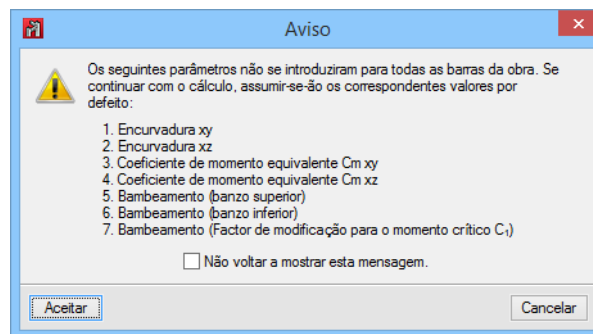


Fig. 2.216

- Terminado o cálculo, encerre a janela de Relatório final de cálculo.

No menu **Cálculo**, através dos comandos presentes nesse menu, pode consultar informações relativamente a deslocamentos, esforços por acção, envolventes de esforços e flechas.

- Prima em **Cálculo> Verificar elementos**.
- Surge um aviso indicando que existem barras que possuem valores por defeito em alguns parâmetros, prima **Aceitar**.

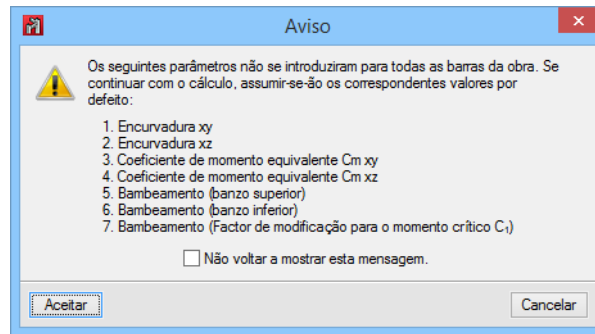


Fig. 2.217

- Posicione o cursor por cima de uma viga a vermelho, indicam-se os valores de **Aproveitamento de resistência** e **Aproveitamento de flecha**, no caso de se ter definido os limites.

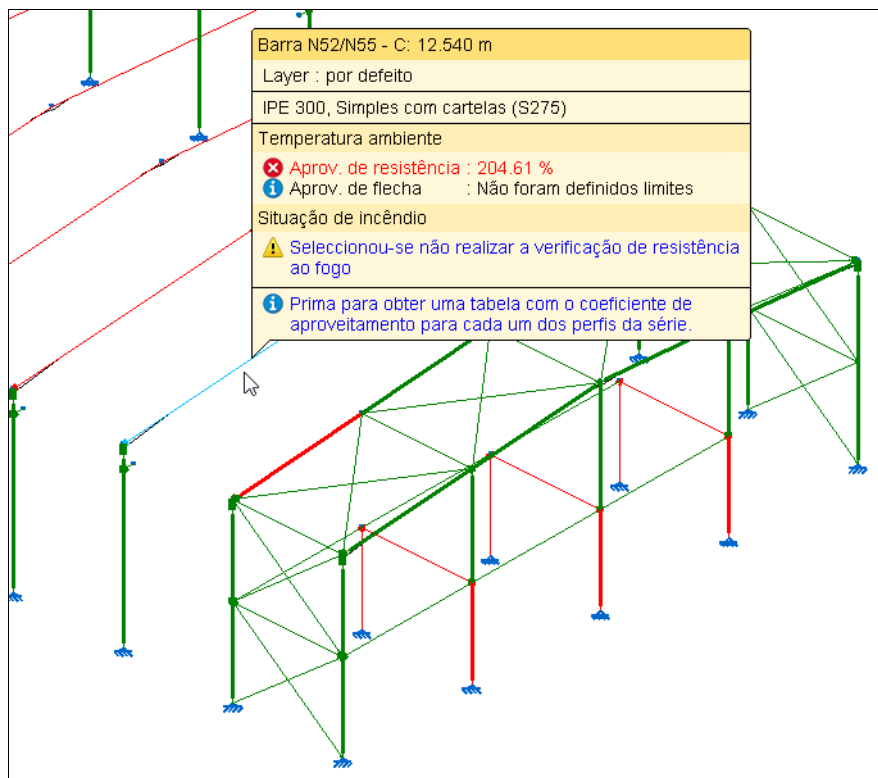


Fig. 2.218

- Prima sobre uma viga da cobertura, como indica a figura anterior, surge uma janela onde se pode visualizar, quais os perfis que verificam ou não.

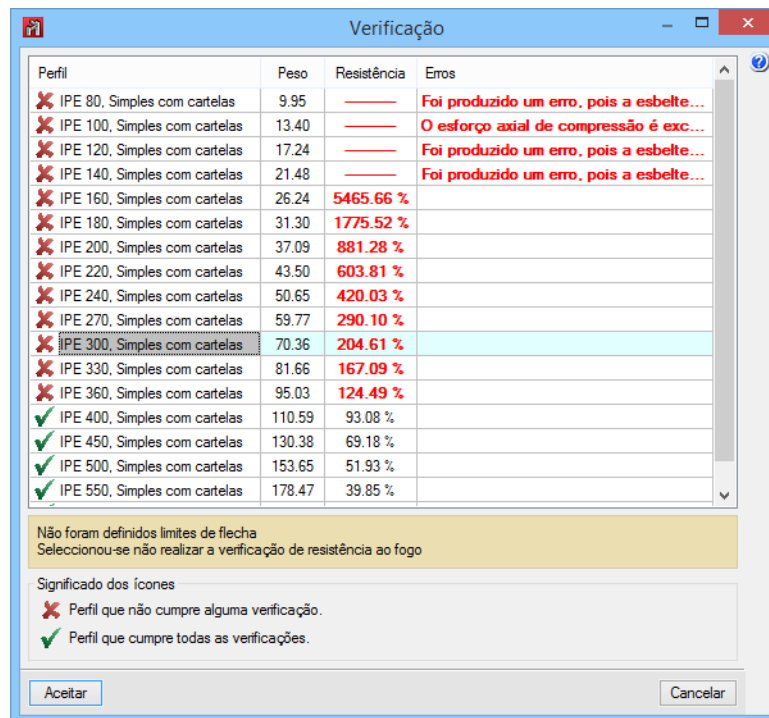



Fig. 2.219

Neste caso, o perfil considerado para as vigas não cumpre a verificação da resistência. Procede-se com alteração do perfil para **IPE 400**.

- Prima  duas vezes sobre o perfil **IPE 400** e prima **Aceitar**. É atribuído a todas as vigas do pórtico principal o perfil IPE 400, devido ao facto de estarem agrupadas.

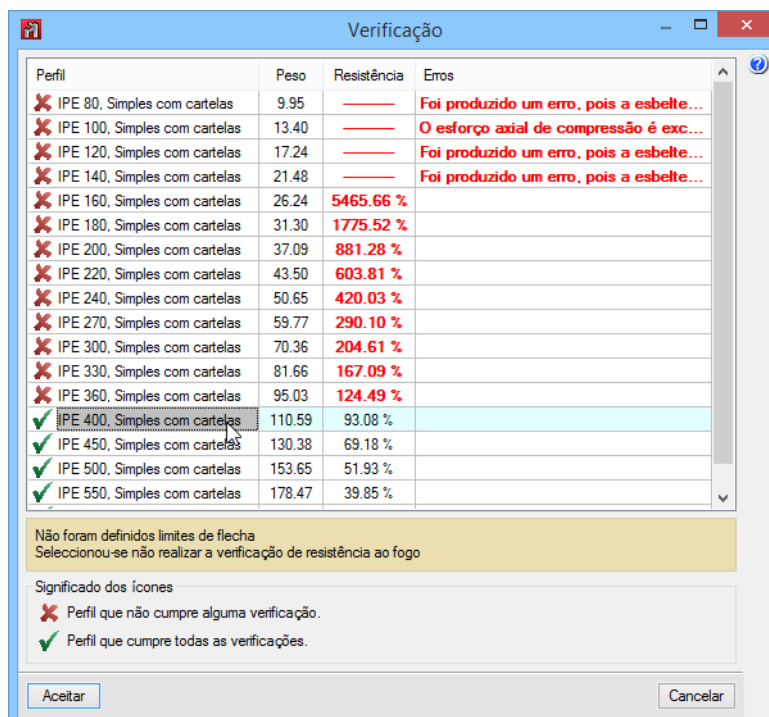


Fig. 2.220

Existem barras pertencentes à mezzanine que também não verificam.

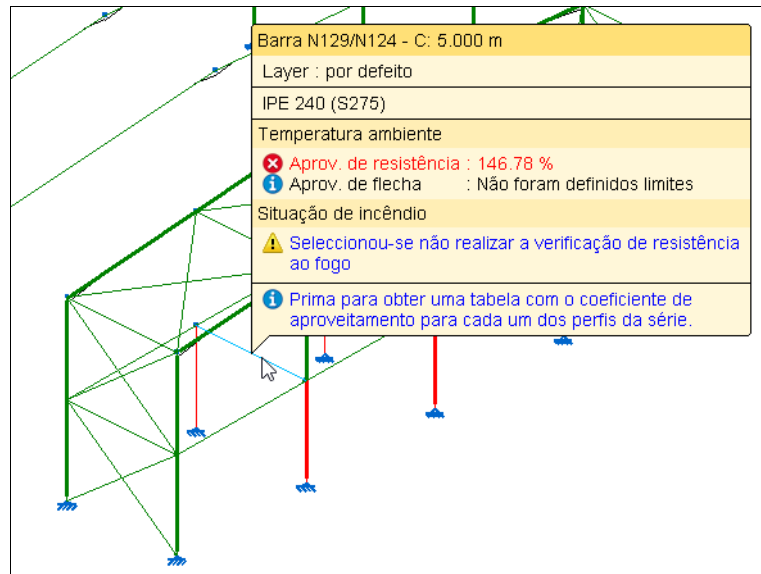



Fig. 2.221

- Prima sobre a barra indicada na figura anterior, visualiza-se que o perfil IPE 300 cumpre a verificação da resistência, todavia o objetivo será seleccionar o **IPE 330**.

Neste caso, não se vai utilizar o duplo clique sobre a linha **IPE 330** para a alteração da secção, porque como as barras da mezzanine não estão agrupadas seria mais moroso usar este processo barra a barra.

Por outro lado, para se manter alguma uniformidade nas secções a usar, e também por causa do cálculo das ligações, pretende-se alterar todas as vigas pertencentes à mezzanine, para **IPE 330**. Os pilares interiores da mezzanine e os pilares de topo do pavilhão pretende-se alterar para o perfil **HE 280A**.

- Prima **Cancelar**.
- Prima **Barra> Descrever**.
- Selecione as barras de acordo com a figura seguinte. Prima  para validar a seleção.

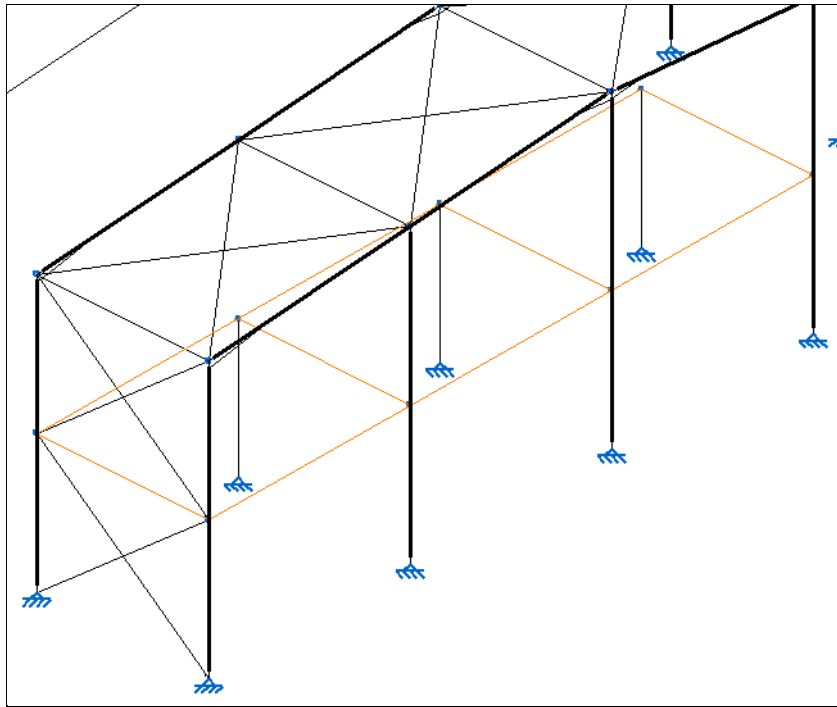


Fig. 2.222

- Selecione o perfil simples **IPE 330**. Prima **Aceitar**.
- Selecione os pilares interiores da mezanine e os pilares de topo do pavilhão.

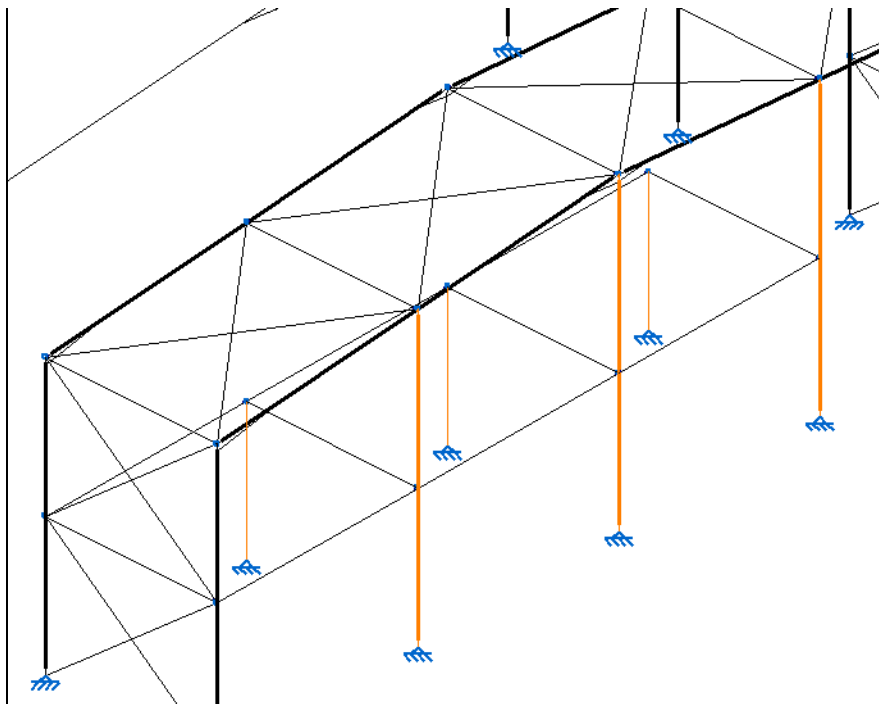


Fig. 2.223

- Selecione a série de perfis **HEA** e o perfil **HE 280A**. Prima **Aceitar**.

Como foram alterados alguns perfis, será necessário voltar a calcular a obra.

- Prima **Cálculo > Calcular**.
- Mantenha selecionado a opção **Não dimensionar perfis**, **Verificar as barras** e **Considerar a dimensão finita dos nós**. Prima sempre em **Aceitar**.

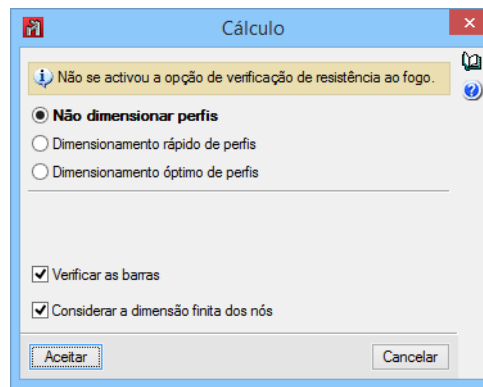


Fig. 2.224

- Prima **Cálculo > Verificar elementos**.

Como se pode visualizar na figura seguinte todas as barras verificam.

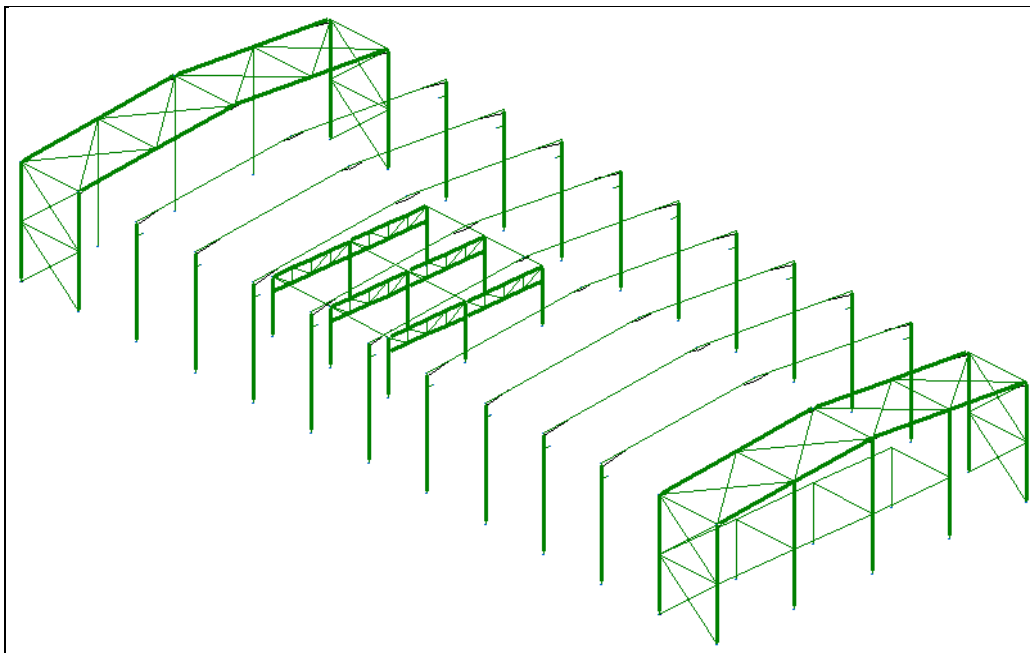


Fig. 2.225

2.3.2.8. Cálculo das ligações

Procede-se ao cálculo das ligações aparafusadas e soldadas entre os perfis e perfis-sapata.

- Prima em **Obra > Dados gerais > Ligações > Materiais** e coloque o **aço laminado** como **S275 (EN 1993-1-1)**.

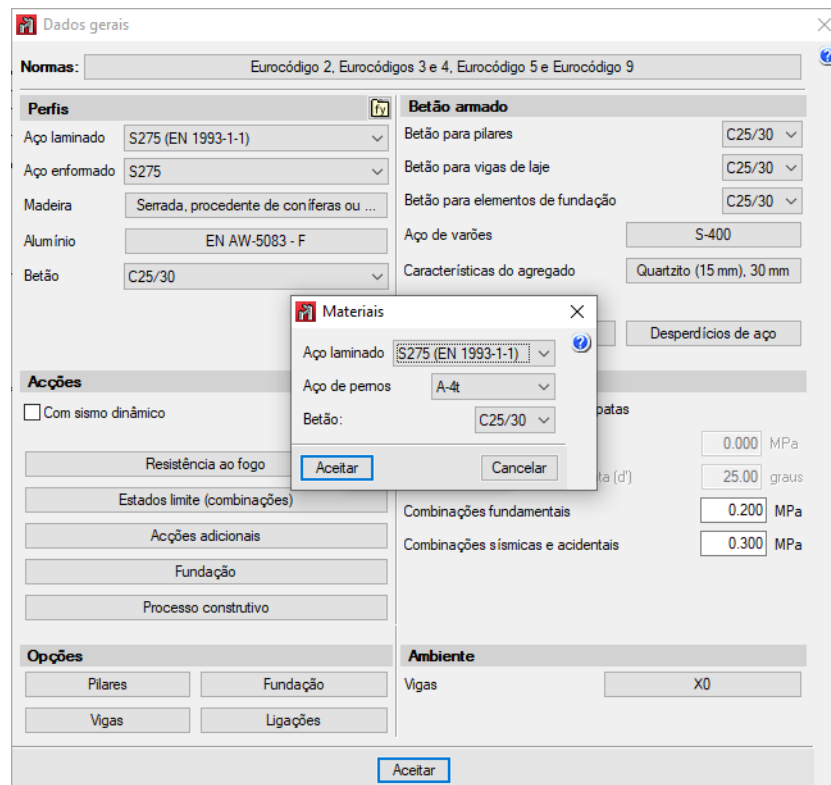


Fig. 2.226

- Prima **Aceitar**.

Ainda na janela **Ligações > Opções** pode seleccionar as normas, as classes dos parafusos, bem como os diâmetros a utilizar no cálculo, rigidificadores a utilizar e opções das placas de amarração.

- Na janela **Ligações**, prima em **Opções**, no separador **Placa de amarração** seleccione a opção **Chapa e porca simples** em **Amarração pernos-placa**.

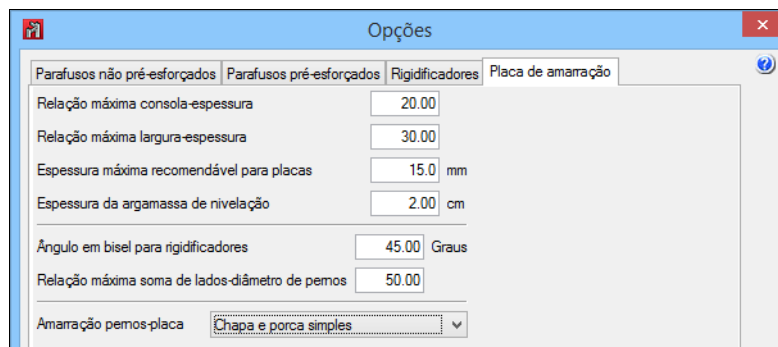


Fig. 2.227

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

Relativamente às ligações entre perfis, antes de calcular uma ligação é necessária introduzi-la (**Ligações > Nova**), ou então indicar ao programa que gere automaticamente todas as ligações existentes na obra (**Ligações > Gerar**).

- Prima em **Ligações > Gerar**.
- Surge a questão se deseja agrupar as ligações, prima em **Sim**.
- Surge uma janela com a informação do número de ligações geradas. Prima em **Aceitar**.
- Prima em **Cálculo > Ligações > Dimensionar**.

- Selecione a opção **Resolver todos os nós com ligações aparafusadas** e ative a opção **Utilizar parafusos pré-esforçados**. Prima **Aceitar**.

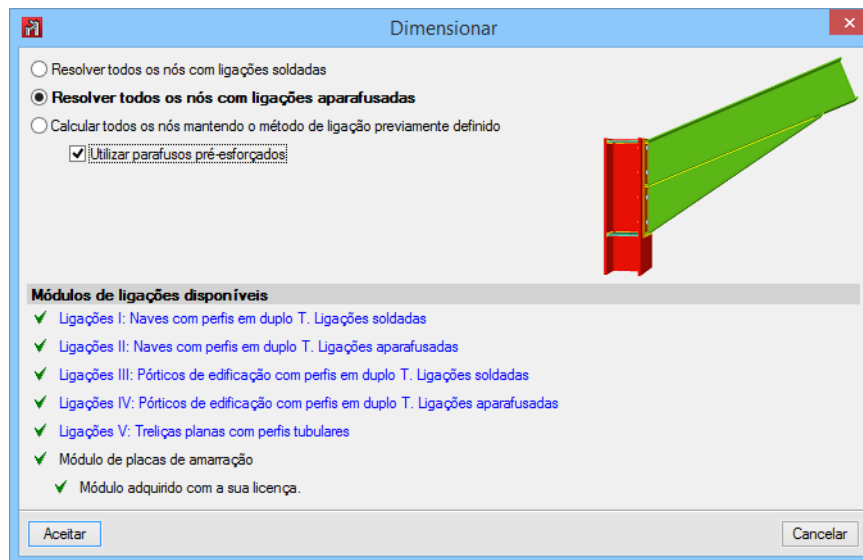


Fig. 2.228

A partir do menu **Ligações**, o utilizador pode utilizar os comandos **Apagar**, **Editar**, **Atribuir**, **Agrupar**, **Desagrupar**, **Bloquear**, **Desbloquear**, **Procurar** e **Rigidez rotacionais** para trabalhar com as ligações.

- Prima em **Ligações > Editar**, este comando permite consultar uma determinada ligação, editá-la e efetuar as verificações devido às alterações efetuadas.
- Prima por exemplo sobre o **nó de ligação viga-viga** pertencente ao **pórtico principal do pavilhão**.

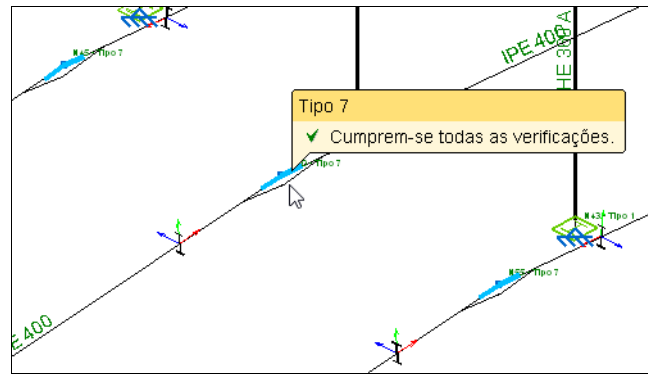


Fig. 2.229

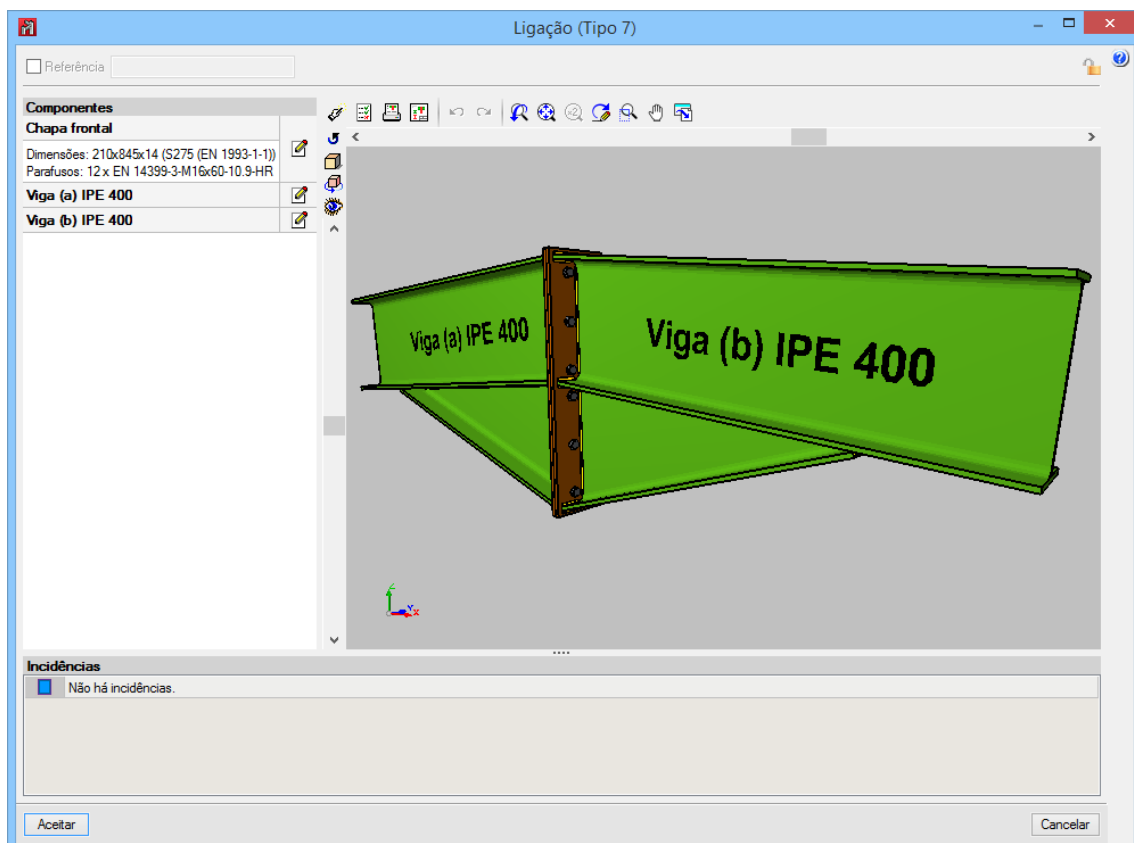





Fig. 2.230

Nesta janela **Ligação**, com os ícones  **Editar** permitem efetuar modificações à ligação e posteriormente com o ícone  **Verificação**, visualiza se as alterações realizadas estão corretas.

Com o  **Dimensionar**, permite realizar novamente o dimensionamento desta ligação, tendo em conta que se pode especificar as ligações entre as diversas peças (soldada ou aparafusada) que compõem a ligação e pode utilizar uma configuração diferente relativamente à definida em termos gerais, isto no caso do utilizador pretender.

Atenção que nesta obra devido ao elevado número de combinações, demora um certo tempo ao programa a verificar a ligação.

Com o ícone  **Pormenorização** permite visualizar o desenho da ligação em pormenor.

As ligações identificam-se como verdes quando dimensionadas e a vermelho quando impossíveis de dimensionar. As ligações não dimensionadas poderão depender de vários fatores como esforços excessivos, geometria das peças conectadas, etc.

Como existem ligações aparafusadas, é necessário rever os valores de rigidezes rotacionais calculadas pelo **CYPE 3D**, de forma a averiguar se é necessário atribuir as novas rigidezes rotacionais. Poderá consultar mais informação sobre este tema no manual Memória de Cálculo deste programa.

- Prima em **Ligações > Rigidezes rotacionais**.
- Seleccione a opção **Rever os valores de rigidez rotacional atribuídos**. Prima **Aceitar**.

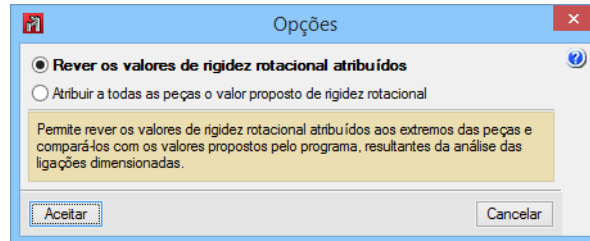


Fig. 2.231

Como se pode visualizar na figura seguinte, as ligações aparafusadas não têm valores de rigidez rotacional definida.

- Prima  sobre a linha a vermelho da ligação.

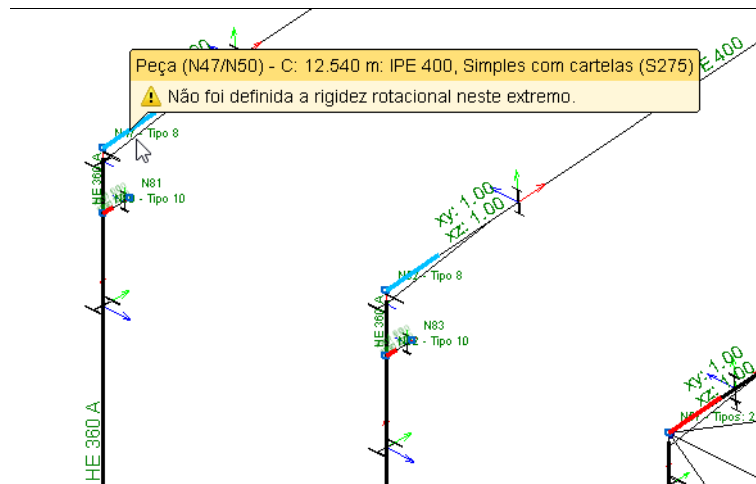


Fig. 2.232

Surge a janela **Rigidezes rotacionais**. Como se pode visualizar na figura seguinte, não está atribuído o valor de rigidez rotacional. Está apenas definido que o nó é encastrado, o que não é real no caso de ligações aparafusadas pois estas não conferem um encastramento perfeito ao nó.

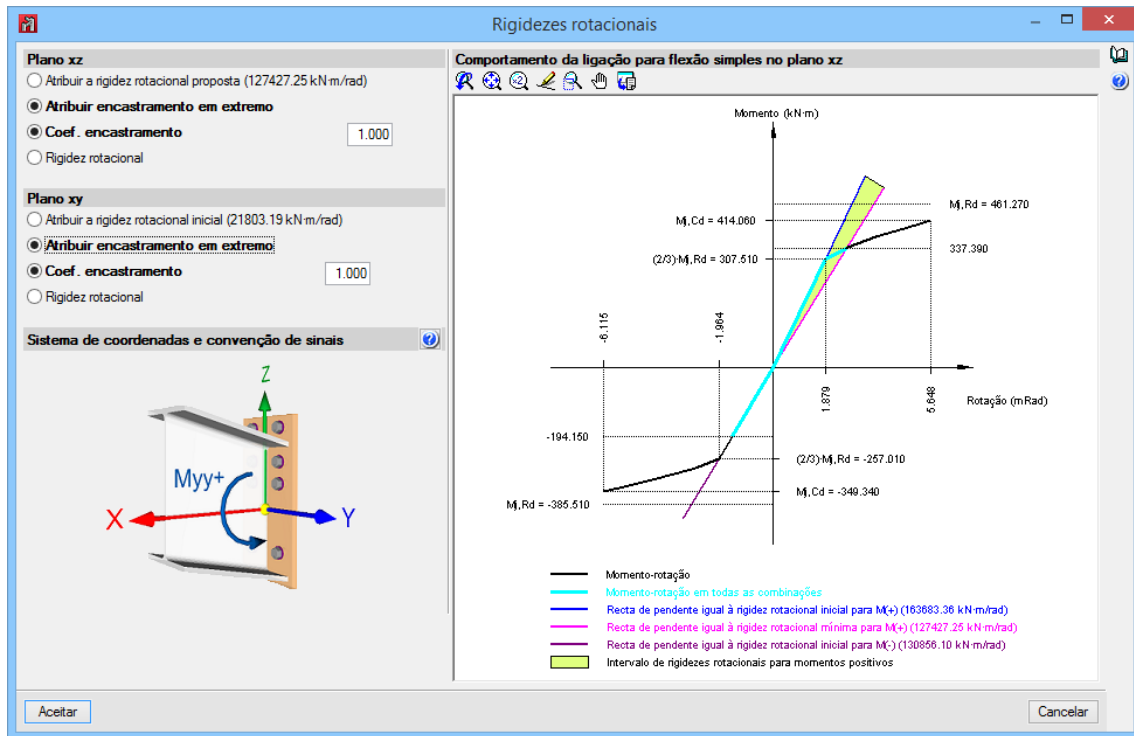



Fig. 2.233

- Prima **Cancelar**.
- Prima . Surge de imediato a janela **Opções**, relativamente às rigidezes rotacionais.
- Pretende-se atribuir todas as rigidezes rotacionais calculadas pelo programa. Selecione a opção **Atribuir a todas as peças o valor proposto de rigidez rotacional** e prima **Aceitar**.

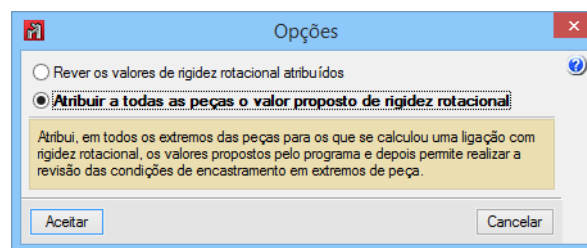


Fig. 2.234

- Prima **Aceitar** na janela **Informação**, relativamente a ter de efetuar novo cálculo. Todas as ligações ficam a verde à exceção das ligações que não foram calculadas. Deve-se calcular a obra novamente.
- Prima **Cálculo** > **Calcular**. Selecione as opções da figura seguinte e prima **Aceitar**.

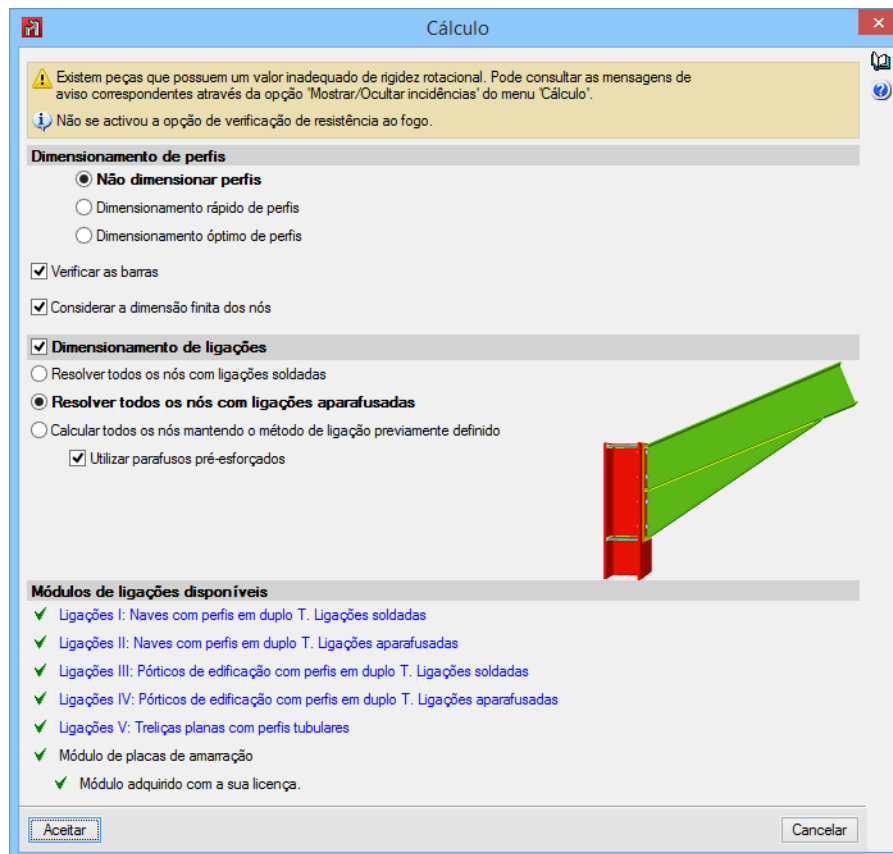


Fig. 2.235

Após o cálculo é necessário voltar a rever se todas as barras continuam a verificar.

- Prima **Cálculo > Verificar elementos**. Todas as barras verificam.

Procede-se novamente à verificação das rigidezes rotacionais.

- Prima **Ligações > Rigidezes rotacionais**.
- Selecione a opção **Rever os valores de rigidez rotacional atribuídos**. Prima **Aceitar**.

Como se pode visualizar na figura seguinte, existem alguns nós em que o novo valor da rigidez rotacional associado à nova ligação difere numa percentagem superior a 20% relativamente ao valor da rigidez rotacional atribuído antes do cálculo.

Assim, é necessário voltar a atribuir as rigidezes rotacionais propostas e voltar a calcular a obra, repetindo o processo anterior até não ser mais necessário atribuir as rigidezes rotacionais propostas pelo programa.

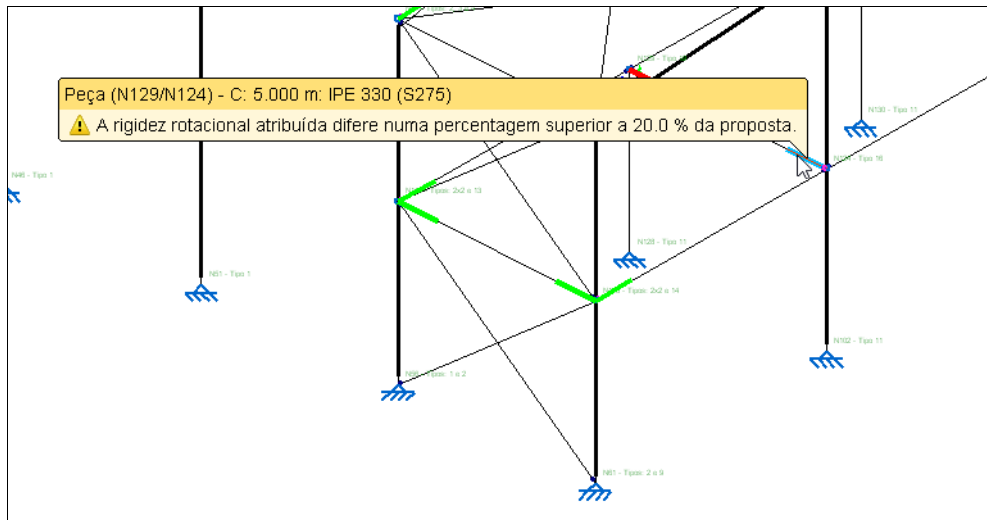


Fig. 2.236

2.3.2.9. Fundação

- Prossegue-se com o cálculo da fundação, prima no separador **Fundação**, que se encontra no canto inferior esquerdo do ecrã.

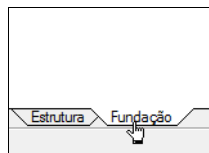


Fig. 2.237

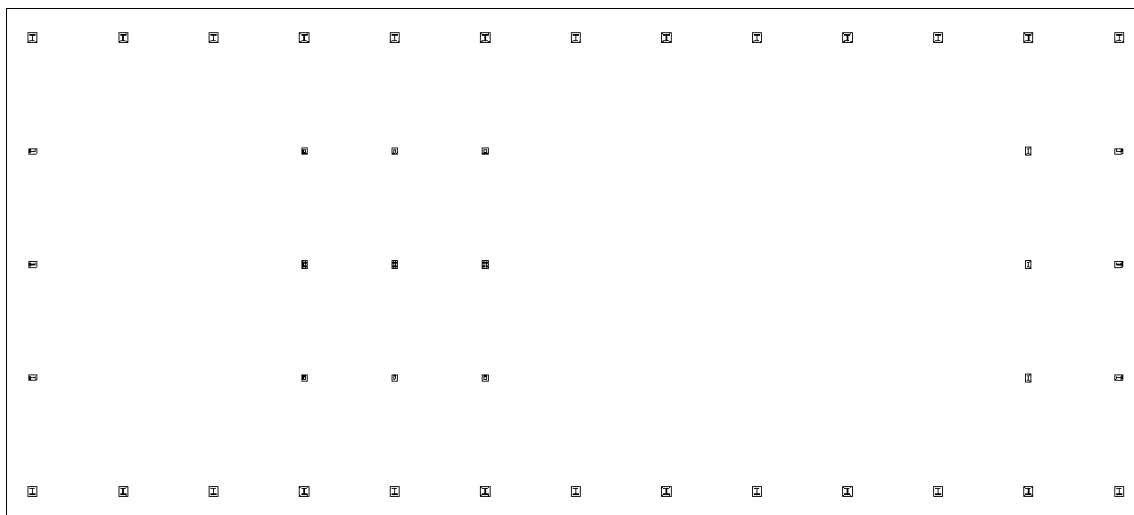


Fig. 2.238

Através do menu Elementos de fundação > Novo pode introduzir sapata a sapata como também viga a viga, todos os elementos pertencentes à fundação.

No entanto, para este exemplo, utiliza-se o comando “Gerar sapatas e vigas” do menu Cálculo, por ser mais rápido a introdução.

- Prima **Cálculo** > **Gerar sapatas e vigas**.
- Prima **Sim**, para gerar as vigas lintéis.
- Prima **Cálculo** > **Dimensionar** e seleccione as opções da figura seguinte. Prima **Aceitar**.

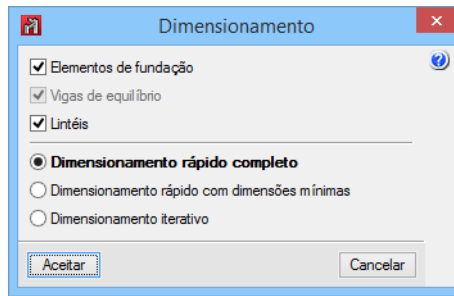


Fig. 2.239

Obtêm-se as seguintes fundações.

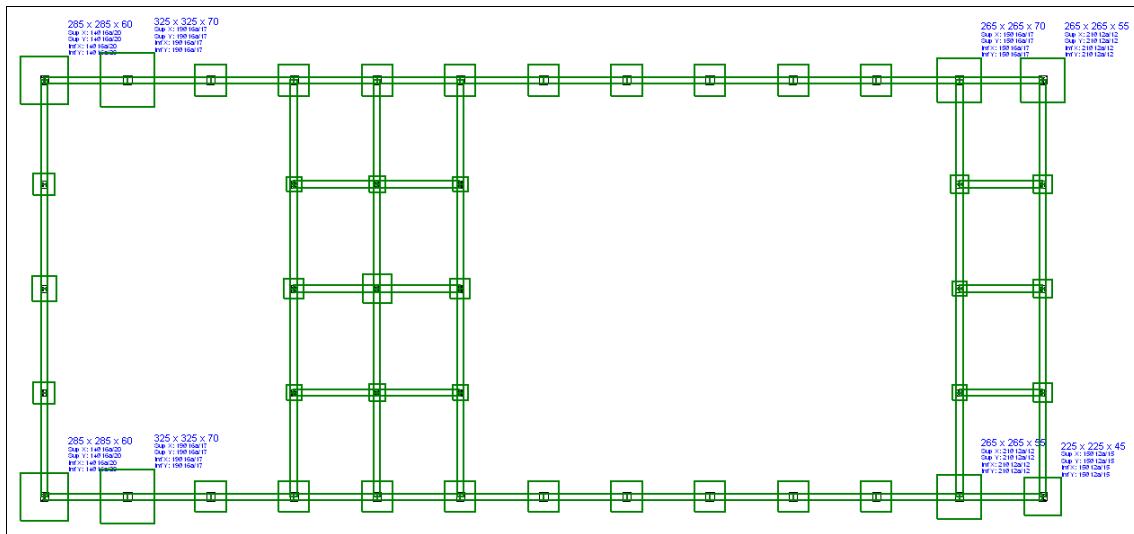


Fig. 2.240

A diferença das dimensões das sapatas dos dois primeiros e dois últimos pórticos, relativamente aos restantes, deve-se a levantamento. Como os pórticos centrais recebem a carga da ponte rolante, não sofrem os levantamentos devido ao vento que os pórticos com as sapatas maiores sofrem.

Após o cálculo, poderá premir sobre um dos elementos e consultar assim toda a informação relativa ao cálculo. Poderá também uniformizar as sapatas, com o comando **Elementos de fundação > Igualar**, podendo também aceder a outros tipos de comandos dentro desse mesmo menu.

No menu **Obra > Tabelas de armadura** pode definir os espaçamentos das armaduras e diâmetros que desejar utilizar no dimensionamento das sapatas, e alterar ou definir novos tipos de vigas de fundação.

- Prima em **Obra > Vista 3D**.

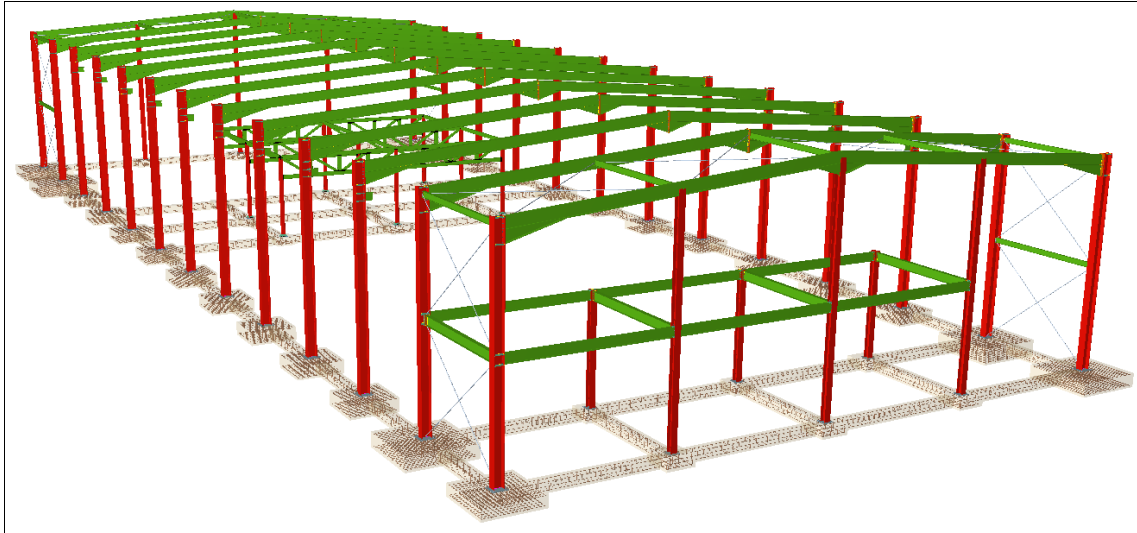


Fig. 2.241

2.4. Listagens e desenhos

As listagens são geradas através do ícone  ou através do menu **Arquivo > Imprimir > Listagens da obra**.

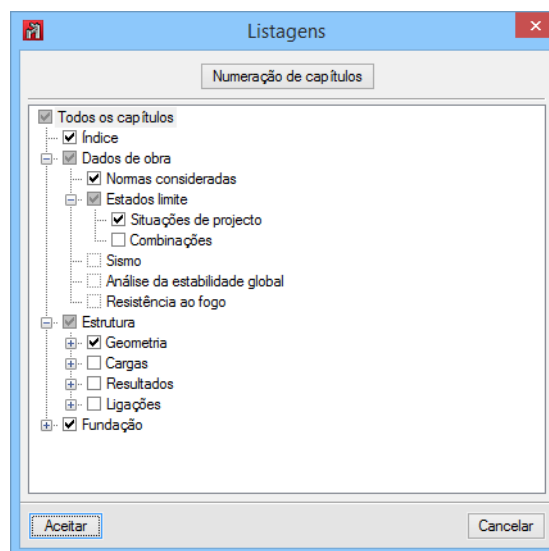


Fig. 2.242

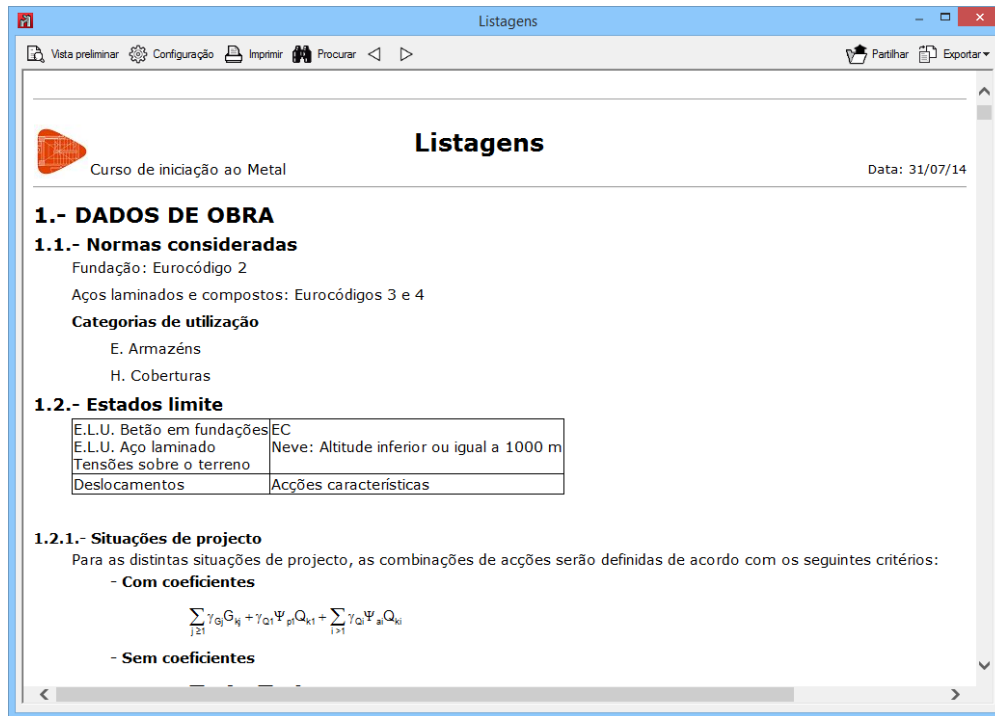




Fig. 2.243

As listagens podem ser impressas diretamente para um periférico, ou exportadas para ficheiro (TXT, HTML, PDF, RTF e DOCX).

Os desenhos são gerados através do ícone  ou através do menu **Arquivo > Imprimir > Desenhos da obra**.

- Na janela **Seleção de desenhos**, prima  para acrescentar um elemento à lista.

Existem vários tipos de desenhos, desde o desenho da estrutura principal à pormenorização das ligações.

- Selecione as opções da figura seguinte e prima **Aceitar**.

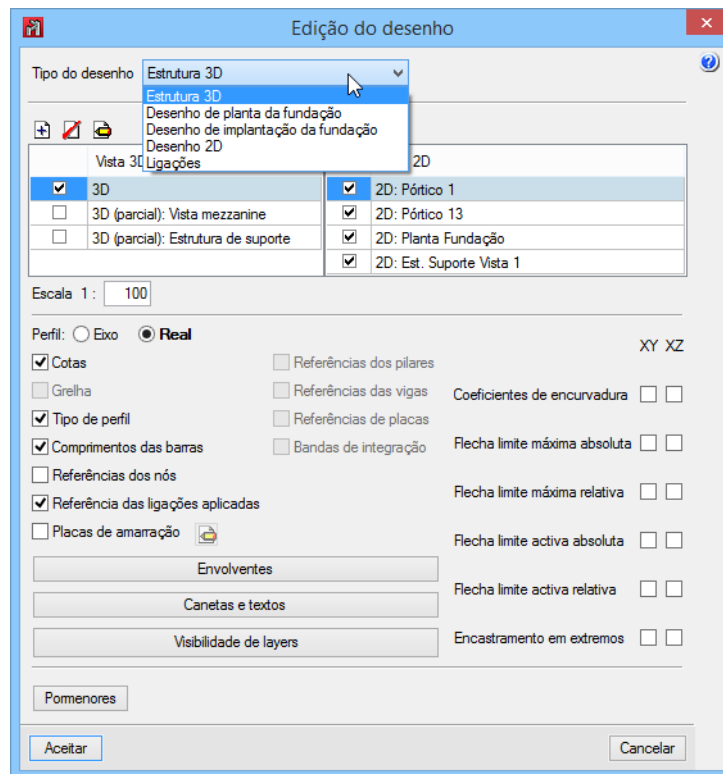


Fig. 2.244

- Na janela **Seleção de desenhos** selecione **DWG** como **Periférico**. Prima **Aceitar**.

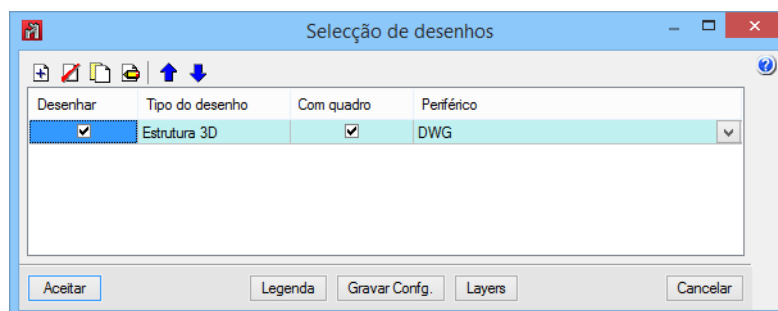


Fig. 2.245

- O programa gera os desenhos de cada planta. Para visualizá-los prima no ícone **Pormenor de um desenho** e prima sobre cada folha, ou então prima no ícone **Pormenorizar todos os desenhos**.

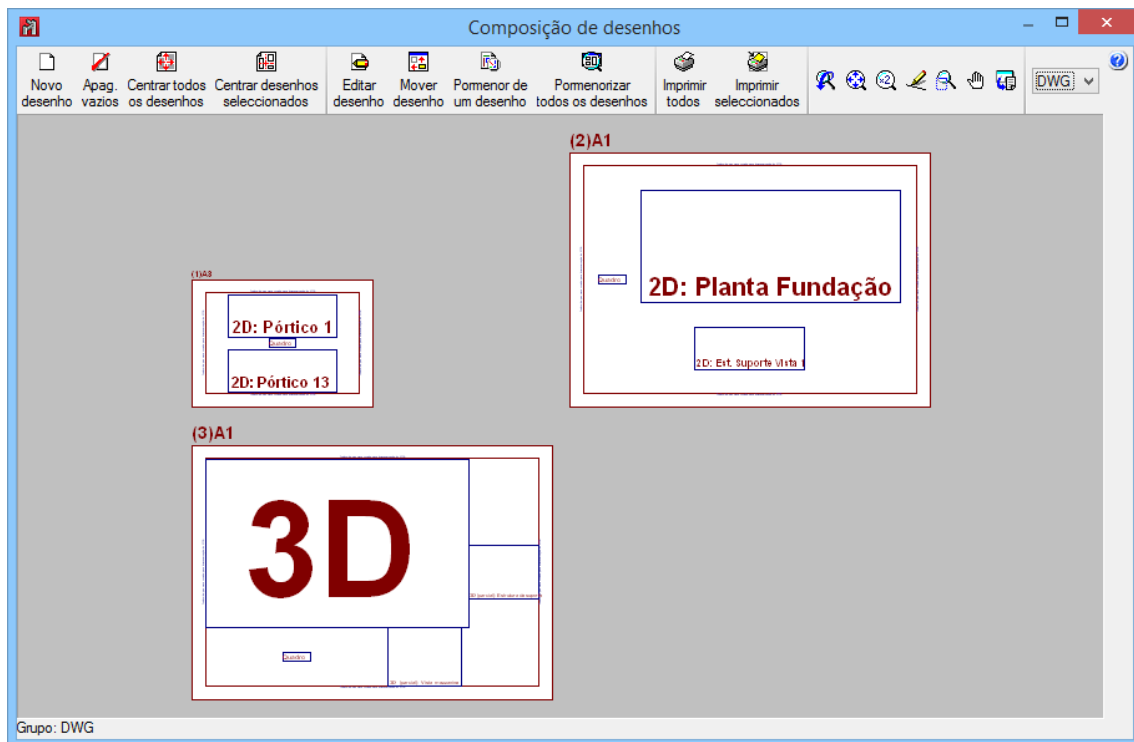


Fig. 2.246

- Nesta fase, tem a possibilidade de mover textos, através do ícone **Editar desenho**. Prima sobre um desenho, seguidamente prima sobre um texto, arraste-o para outro local, e prima de novo para o reposicionar.
- Com o ícone **Novo desenho** introduz uma nova folha, consequentemente com o comando **Mover desenho** pode mover um desenho para dentro dessa nova folha.
- Para imprimir, pode imprimir todos os desenhos ou seleccionar apenas aqueles que pretendem imprimir. Através do ícone **Imprimir todos** ou **Imprimir seleccionados** pode iniciar a impressão para ficheiro ou impressora, mediante a opção seleccionada no tipo de periférico.

2.5. Cópias de segurança

Existem várias formas para se realizarem cópias de segurança das obras do CYPE 3D.

A opção **Arquivo > Gestão arquivos > Copiar** permite fazer uma cópia da obra que se encontra aberta de momento. No entanto, após a cópia a obra aberta continua a ser a original.

A opção **Arquivo > Guardar como** permite fazer uma cópia da obra que se encontra aberta de momento. Após a cópia, a obra aberta é a cópia.

A opção **Arquivo > Gestão arquivos > Comprimir** permite comprimir a obra para um destino definido pelo utilizador através da opção . A obra será comprimida num ficheiro de terminação CYP. Posteriormente, caso necessite aceder à obra comprimida, deverá usar a opção **Arquivo > Gestão arquivos > Descomprimir**, seleccionar a obra comprimida na diretoria de destino aquando da compressão e a mesma será descomprimida para a diretoria seleccionada no menu árvore da janela **Gestão arquivos**.