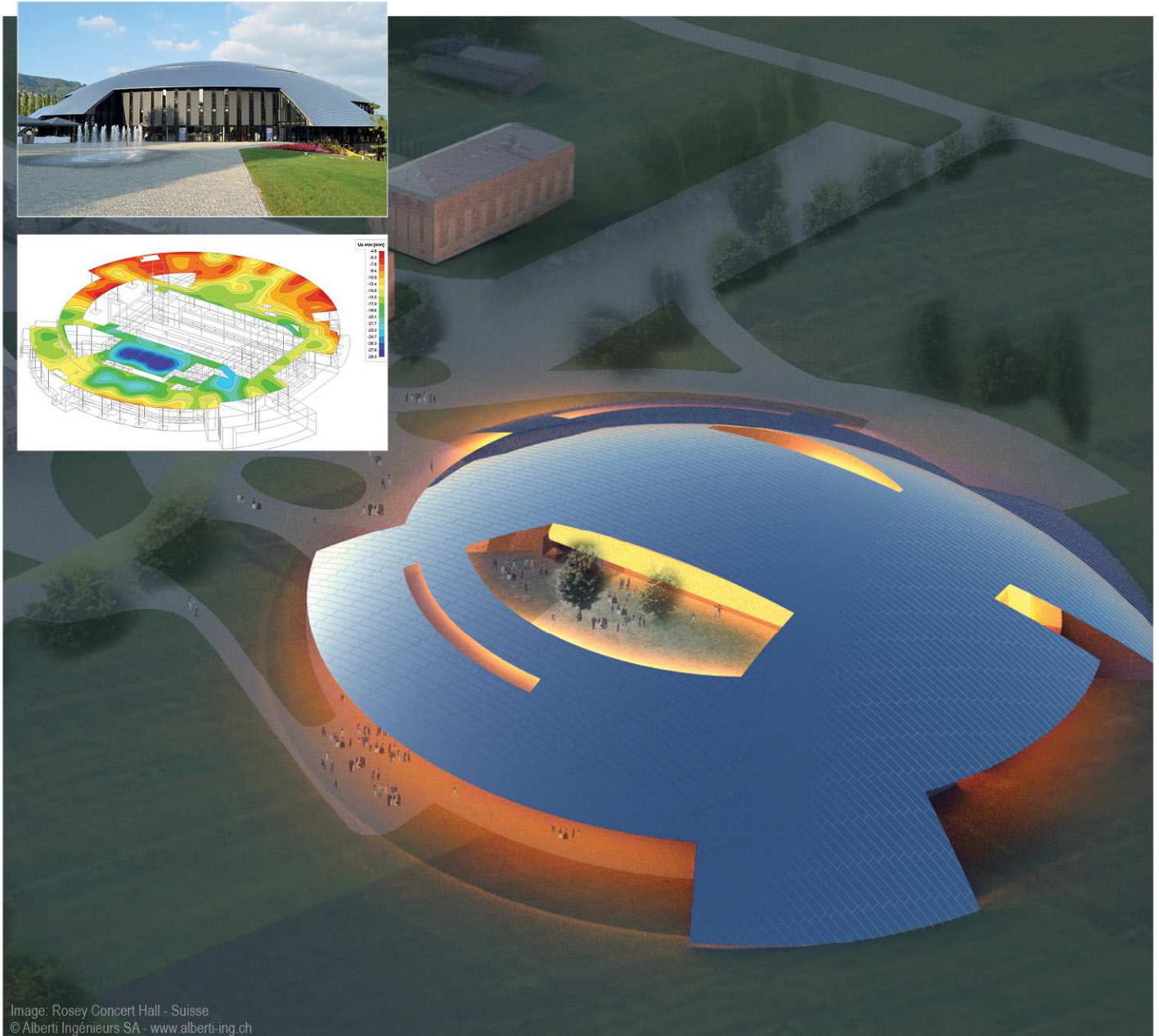




Treinamento Básico

SCIA Engineer 15

Todas as informações neste documento estão sujeitas à modificação sem aviso prévio. Nenhuma parte deste manual pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de banco de dados ou recuperação, ou publicados de forma alguma, seja por meio, eletrônico, mecânico, por microfilme de impressão de fotos, impressão, ou qualquer outro meio, sem prévia permissão por escrito da editora. A SCIA não é responsável por qualquer dano direto ou indireto devido a falhas na documentação e/ou no software.

© Copyright 2015 SCIA nv. Todos os direitos reservados.

Índice

Informações Gerais	5
Módulos.....	5
Serviço de Suporte do SCIA Engineer	5
Website.....	5
SCIA Engineer – Ambiente Geral.....	5
Parte 1 – Entrada de Elementos Estruturais	8
Exemplo 1: Pórtico.....	8
Exemplo 2: Pórtico.....	10
Exemplo 3a: Galpão de aço	11
Exemplo 3b: Galpão de aço	13
Exemplo 4: Terças.....	17
Exemplo 5: Ponte	19
Exemplo 6: Carrossel.....	20
Exemplo extra: 3D Hall	22
Parte 2 – Carregamentos, Combinações, Cálculo e Resultados.....	25
Exemplo 7: Vigas com 3 vãos.....	25
Exemplo 8: Pórtico de Concreto.....	27
Exemplo 9a: Viga com dois apoios	29
Parte 3 – Documento e Imagens	32
Exemplo 9b: Viga com dois apoios.....	32
Exemplo 10: Estrutura de suporte.....	34
Parte 4 – Introdução à verificação do Aço e do Concreto	38
Exemplo 11: Galpão de Aço	38
Exemplo 12: Pórtico de Concreto.....	42
Parte 5 – Placas, Paredes e Cascas	48
Exemplo 13: Placa retangular	48
Exemplo 14: Placa em fundação elástica (subsolo).....	50
Exemplo 15: Placa nervurada	53
Exemplo 16: Parede pré-fabricada	55
Exemplo 17: Sacada.....	56
Exemplo 18: Tanque	57
Exemplo 19: Piscina.....	59
Exemplo 20: Torre de resfriamento.....	61
Exemplo 21: Galpão de aço com laje de concreto	64
Exemplo 22: Estudo detalhado de uma base de pilar	66
Anexos.....	70
Anexo 1: Conexão de entidades.....	70
Anexo 2: Convenções para resultados.....	71
Anexo 3: Resultados em elementos e nós da malha → 4 Locações	75
Anexo 4: Cargas livres.....	77
Anexo 5: Visão geral dos ícones em janelas e barras de ferramentas	79
Anexo 6: Introdução ao openBIM.....	88

Informações Gerais

Módulos

A maioria das funcionalidades apresentadas neste curso está disponível na edição Concept do SCIA Engineer.

Outras funcionalidades não estão incluídas nesta edição e requerem módulos específicos. Quando uma seção deste curso tratar de algum destes módulos, informação adicional será fornecida.

Serviço de Suporte do SCIA Engineer

É possível contatar o serviço de suporte da SCIA Engineer

- por e-mail
Envie um e-mail para support@scia.net com a descrição do problema e o arquivo *.esa relacionado, mencione também o número da versão do SCIA Engineer com a qual está trabalhando.
- por telefone
São Paulo: +55 11 43145880
- pelo website de suporte da SCIA
<http://www.scia.net/pt/companhia/novidades/customer-portal-da-scia>

Website

www.scia.net

- Link para o eLearning
<http://elearning.scia.net>
- Link para manuais e tutoriais
<http://www.scia.net> > Suporte & Downloads > Free Downloads > insira seu endereço de e-mail > SCIA Engineer > SCIA Engineer Manuals & Tutorials
- Link para as atualizações do SCIA Engineer
<http://update.scia.net/>

SCIA Engineer – Ambiente Geral

Configurações > Opções 
Ajuda > Conteúdo > Guia de Referência
Arquivo > Novo  > Dados do Projeto

Dados do projeto

Dados básicos

Funcionalidade

Carregamentos

Proteção



Dados

Nome:

Parte:

Descrição:

Autor:

Data:

Estrutura:

Nível do Projeto:

Modelo:

Material

Concreto ☐

Aço ☒

Material

Madeira ☐

Alvenaria ☐

Outro ☐

Alumínio ☐

Norma

Norma Nacional:

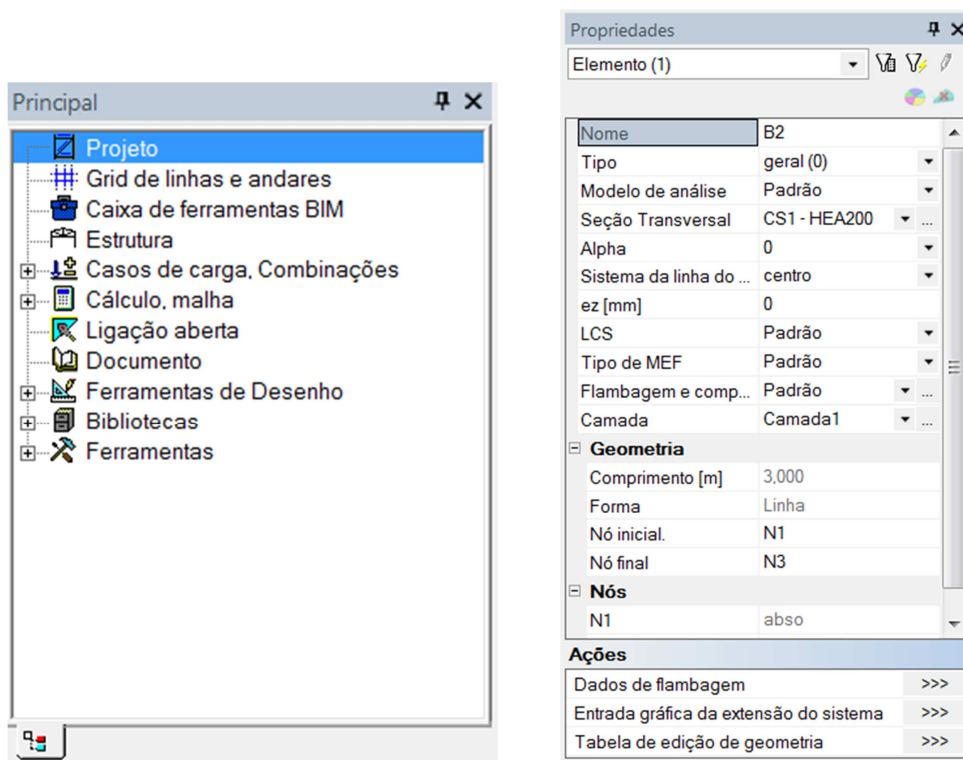
Anexo nacional:

OK

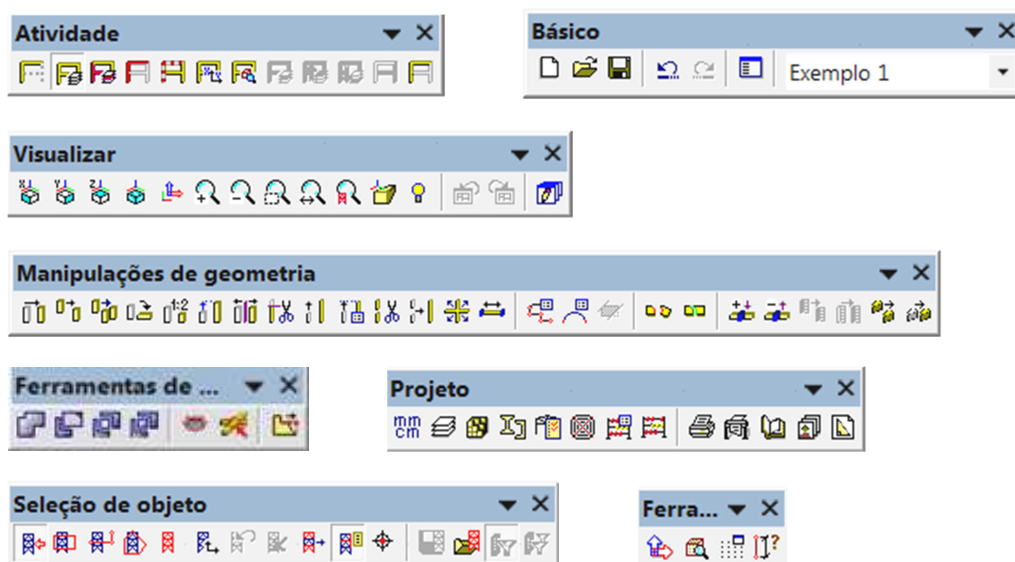
Cancel

Descrição dos Menus

Menu principal e Menu de propriedades + Ações



Descrição das barras de ferramentas



Linha de Comando



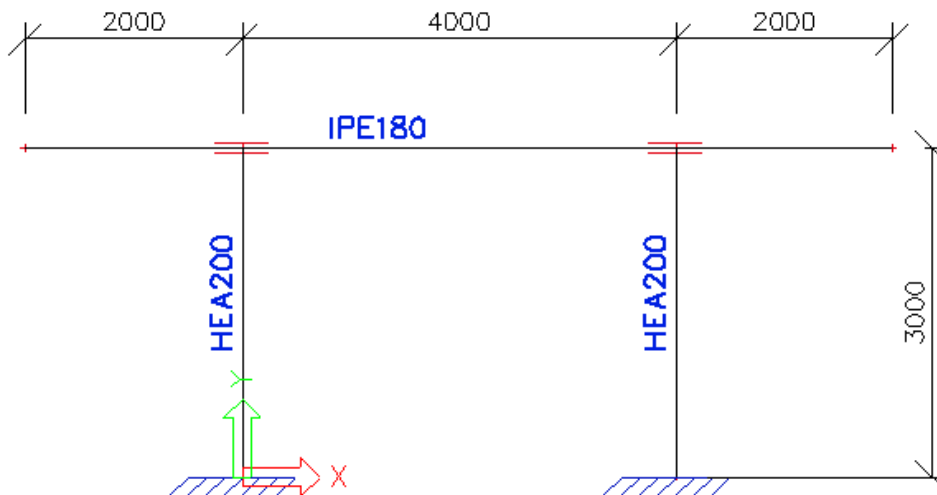
OBSERVAÇÃO: Se um menu ou barra de ferramentas for (acidentalmente) removido da tela, pode ser reativado através do menu Visualizar > Barra de ferramentas.

Parte 1 – Entrada de Elementos Estruturais

Exemplo 1: Pórtico

1_Entrada da Geometria

*Dados do Projeto: Pórtico XZ – A36



*Adicionando a seção transversal que será usada no projeto

Bibliotecas > Seções Transversais > Nova seção transversal, ou na barra de ferramentas

Adicionando materiais que serão utilizados no projeto

Bibliotecas > Materiais, ou na barra de ferramentas

*Entrada de elementos: Menu Estrutura > Elemento 1D

Definir nós por:

-Linha de Comando Coordenadas absolutas 0;0
 Coordenadas relativas @

-Rastreamento de pontos Grid de pontos, em
 Grid de linhas, em

Configuração de ancoragem do cursor para rastreamento de pontos, na barra de ferramentas da linha de comandos

Após inserir, é possível adaptar a geometria de uma entidade selecionada via Ações > Tabela de edição de geometria e adaptação de propriedades via Menu de Propriedades

*Inserir Apoios: Menu Estrutura > Dados de Modelo > Apoio
 Selecionar um ou mais nós existentes.

OBSERVAÇÃO: Instruções são mostradas nas linhas de comandos!

2_Exibição na Tela

*Manipulações

-Barra de Ferramentas 'Visualizar'

-Barras de rolagem na região inferior direita da área de trabalho

-Atalhos SHIFT + botão direito do mouse > Mover
 CTRL + botão direito do mouse > Rotacionar
 SHIFT + CTRL + botão direito do mouse > Zoom

*Seleção de entidades

-Barra de ferramentas de seleção de objetos



-Botão esquerdo do mouse

Seleção da esquerda para a direita > Todas as entidades totalmente inseridas no quadro de seleção, são selecionadas.
Seleção da direita para a esquerda > Todas as entidades totalmente inseridas ou interseccionadas pelo quadro de seleção, são selecionadas.

-No topo da janela de propriedades

Selecionar elementos por propriedades

Selecionar elementos por mais propriedades

-Linha de Comando > digitar o comando 'SEL' + nome da entidade (exemplo: SEL K1)

*Desfazer a seleção de entidades

-Desfazer a seleção de tudo, usando o comando ESC;

- Desfazer a seleção de uma entidade por vez, via CTRL + clique na entidade com botão esquerdo do mouse.

*Visualização da estrutura

-Limitada, via barra de ferramentas da linha de comando: Renderização da estrutura , exibir apoios , exibir nomes dos nós e elementos

-Detalhada, via barra de ferramentas da linha de comando: Caixa de diálogo de configuração em , ou clicando com o botão direito do mouse na tela em Ajustar parâmetros de visualização para todos

3_Ações após a entrada da geometria

Duas ações devem sempre ser realizadas após a entrada da geometria, para evitar problemas durante o cálculo:

*Menu Estrutura > Verificar dados da estrutura, ou barra de ferramentas de 'Projeto'
Nós e barras duplicadas e entidades incorretas são detectadas e removidas. Além disso, dados adicionais são checados.

*Menu Estrutura > Dados do modelo > Conectar nós/bordas em elementos, ou barra de ferramentas de 'Manipulações Geométricas'

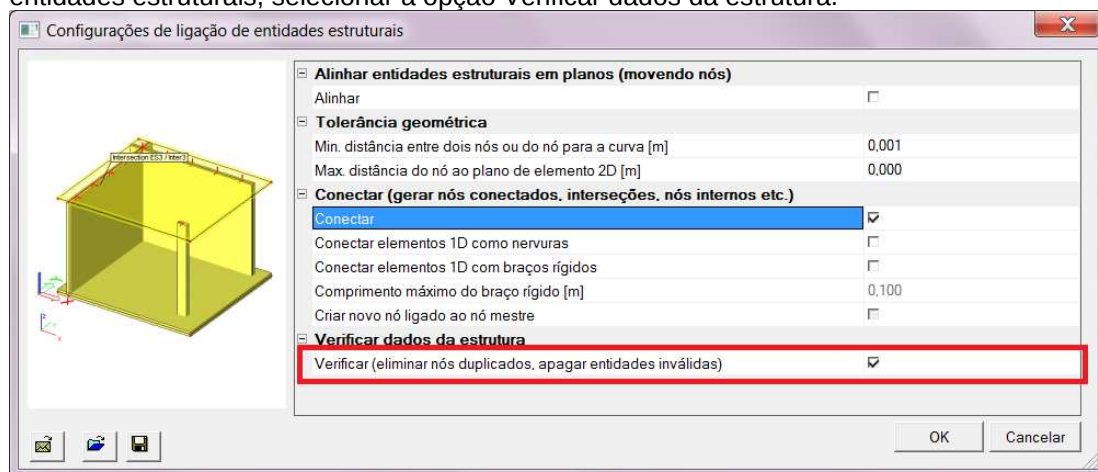
Nós que coincide com barras e extremidades (de elementos 2D) que interceptam barras são conectados às barras. Ver Anexo 1.

Atenção: Antes à ação é necessário desfazer a seleção de todas as entidades para que toda a estrutura seja conectada. Caso contrário, o SCIA Engineer só conecta as estruturas selecionadas.

Neste exemplo os nós finais das colunas são conectados às barras, veja a linha dupla vermelha no nó conectado. Para exibir/ocultar outros dados do modelo, na barra de ferramentas da linha de

comandos, existe

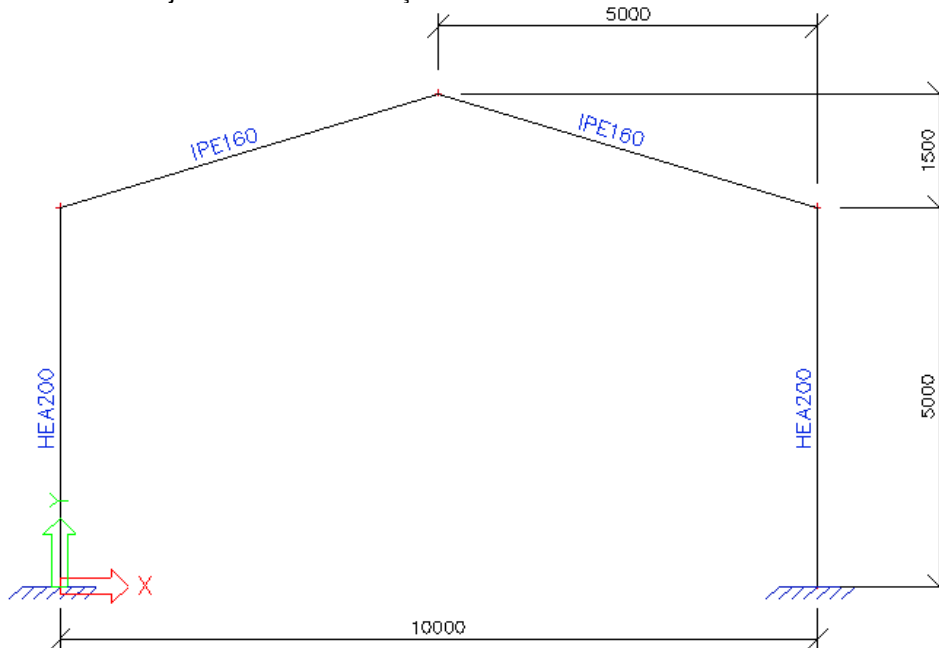
*OU: É possível executar as duas ações ao mesmo tempo > Na janela Configuração de conexão de entidades estruturais, selecionar a opção Verificar dados da estrutura.



Exemplo 2: Pórtico

1_Entrada de Geometria

*Dados do Projeto: Pórtico XZ – Aço A36



*Entrada de Elementos

-Parte esquerda do pórtico, pelo Menu Estrutura > Elemento 1D; em seguida opção espelhar via barra

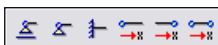
de ferramentas 'Manipulação Geométrica' 

-Pórtico completo, pelo Menu Estrutura > Entrada Avançada > Catálogo de blocos; escolher Pórtico 2D

*Entrada de Apoios

-Menu Estruturas > Dados de modelo > Apoio

-Entrada rápida de apoios (e articulações) pela barra de ferramentas da linha de comando



2_Manipulações

Para mover nós:

Primeiro selecione o nó, depois

-Arraste o nó com o botão esquerdo do mouse

-Troque as coordenadas do nó no menu propriedades

-Mova o nó através da barra de ferramentas 'Manipulação Geométrica' , ou clicando com o botão direito do mouse na tela

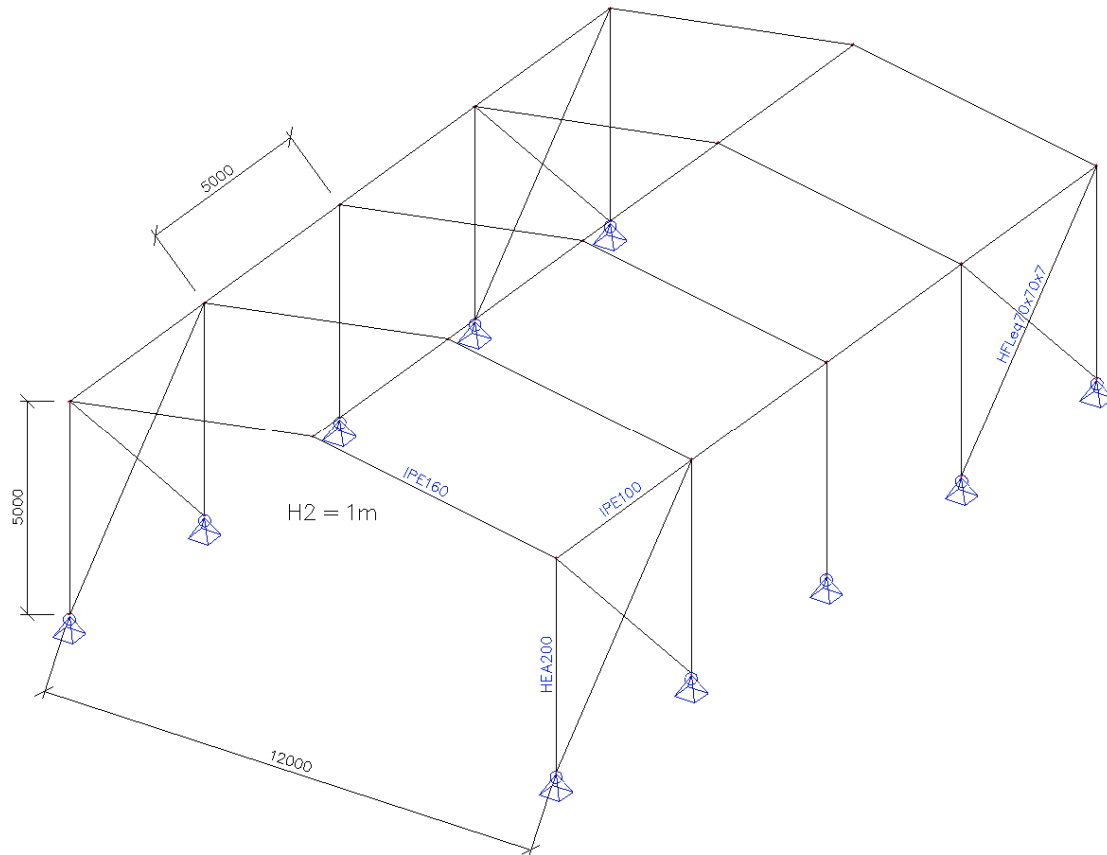
3_Ações após Entrada

*Verificar dados da estrutura 

*Conectar nós / bordas em elementos  (Atenção: conectar toda a estrutura!).

Exemplo 3a: Galpão de aço

1_Entrada de Geometria



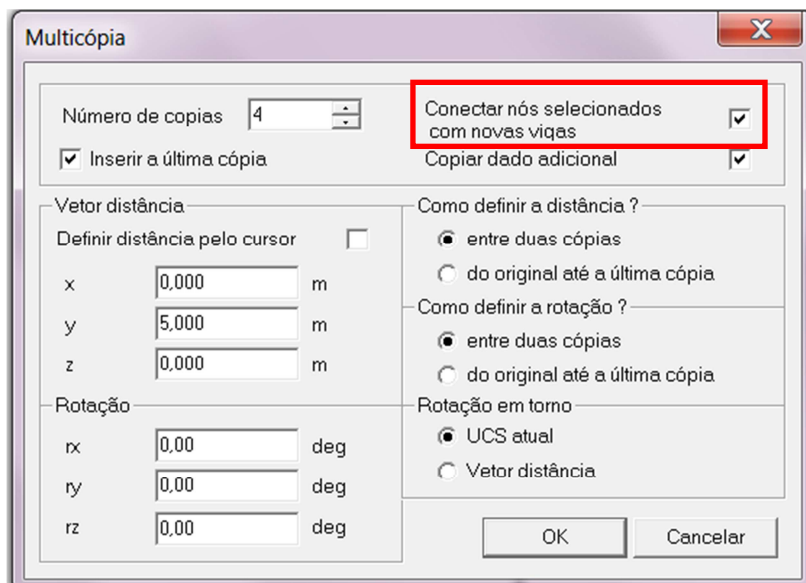
*Entrada do primeiro pórtico: análogo ao Exemplo 2

*Copiar o primeiro pórtico: via barra de ferramentas 'Manipulação Geométrica'

-Copiar ; depois inserir manualmente as vigas que conectam os pórticos;

-Cópia Múltipla ; gerar as vigas que conectam os pórticos automaticamente.

Atenção: As vigas que conectam os pórticos são geradas para todos os nós selecionados.



***Entrada de Apoios**

Primeiramente selecione os nós na base das colunas, depois:

- Filtro da janela de propriedades  > Selecionar todos os nós com coordenadas Z = 0;
- Seleção por plano de trabalho, barra de ferramentas 'Seleção de objetos'  > Seleção de todos os elementos que estão exatamente no plano de trabalho ativo, veja **Plano XY** na base da linha de comandos.

2_ Ações após Entrada

*Verificar dados da estrutura 

*Conectar nós / bordas em elementos  (Atenção: conectar toda a estrutura!).

3_Modelo Estrutural

*Menu principal > Projeto > Funcionalidade: Modelo estrutural

-Ativar renderização, veja a barra de ferramentas da linha de comandos  

-Gerar modelo estrutural, veja barra de ferramentas 'Visualizar' 

-Alterar prioridades via Configuração > Tipos de viga (estrutural)

*Alternar entre Modelo Estrutural e Modelo de Análise via Ajuste rápido dos parâmetros de

visualização em todo modelo  > Estrutura > Tipo de Modelo, ou via Visualizar > Ajustar parâmetros de visualização.

Modelo Estrutural = Modelo de apresentação, mas também necessário para a entrada de ligações metálicas, ancoragem de armadura e etc.

Atenção: modificações no modelo estrutural (por exemplo, excentricidades) não são levadas em conta nos cálculos!

4_Exibição na Tela

-Ajustar parâmetros de visualização para todos, via clique com botão direito do mouse na tela;

-Ajuste rápido de parâmetros de visualização, na barra de ferramentas da linha de comandos  

Por exemplo: Verificar se foram inseridas as seções transversais corretas

Ajustar parâmetros de visualização para todos > Estrutura > Estilo + Cor = Cor por seção transversal

-Alterar cores, fontes, cor de fundo entre outros.

Configuração > Cores/Linhas > Definições de Palhetas; as configurações de tela, documento e saída gráfica são feitas em guias separadas.

5_Atividade e Visualização

*Definição de camadas, via barra de ferramentas 'Projeto' 

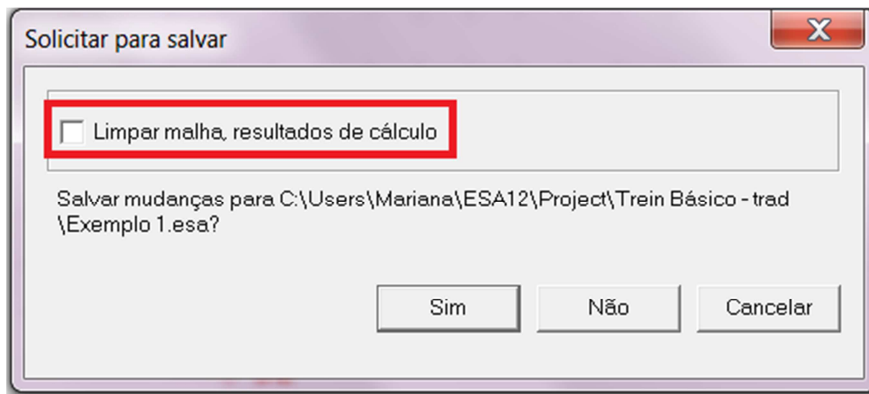
-Atividade utilizada atualmente: define se uma camada está visível ou não

-Somente modelo estrutural: Quando configurado como 'sim' a camada não é levada em conta no cálculo

*Barra de ferramentas de 'atividades'  > Todo o modelo de análise é considerado no cálculo, porém é possível que somente parte dele esteja visível.

6_Salvando o arquivo

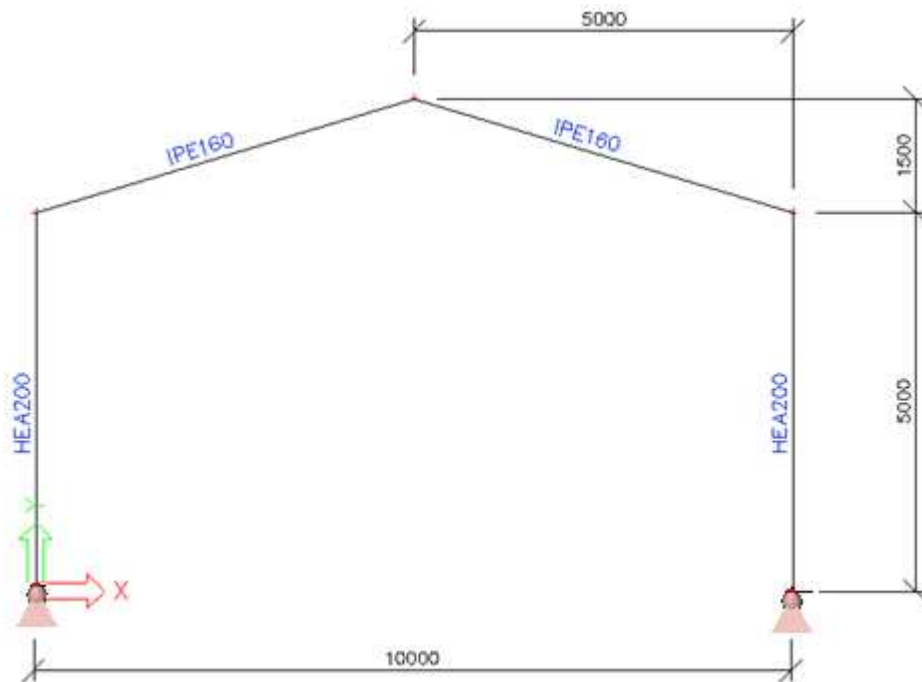
Selecione a opção 'Limpar malha, resultados de cálculo' se desejar remover estes do arquivo salvo. O tamanho do arquivo, desta forma, é reduzido consideravelmente, mas quando o arquivo é aberto novamente no SCIA Engineer, é necessário calcular novamente para visualizar os resultados.



Exemplo 3b: Galpão de aço

1_ Entrada de Geometria

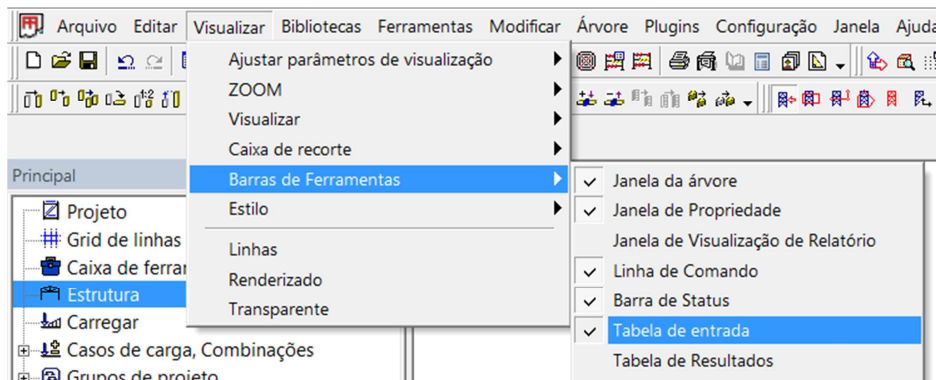
*Dados do projeto : Pórtico XYZ – Aço A36 – Terças IPE 100 – H2 = 1,5m



2_ Tabela de entrada

A Tabela de entrada é uma funcionalidade que foi introduzida no SCIA Engineer 2011. Esta função permite que o usuário insira ou edite os dados do projeto de forma numérica. Dados numéricos podem ser facilmente alterados ao se copiar/colar do SCIA para o Excel e vice-versa.

Para ser capaz de utilizar a Tabela de entrada, deve-se exibi-la através de Visualizar > Barras de Ferramentas > Tabela de entrada



O menu será exibido acima da linha de comando mas pode ser colocado em qualquer outra posição, como ocorre com as outras janelas de menu (menu principal, menu de propriedades ...). Pode-se abrir tabelas diferentes ao utilizar as abas que estão abaixo do editor de tabela.

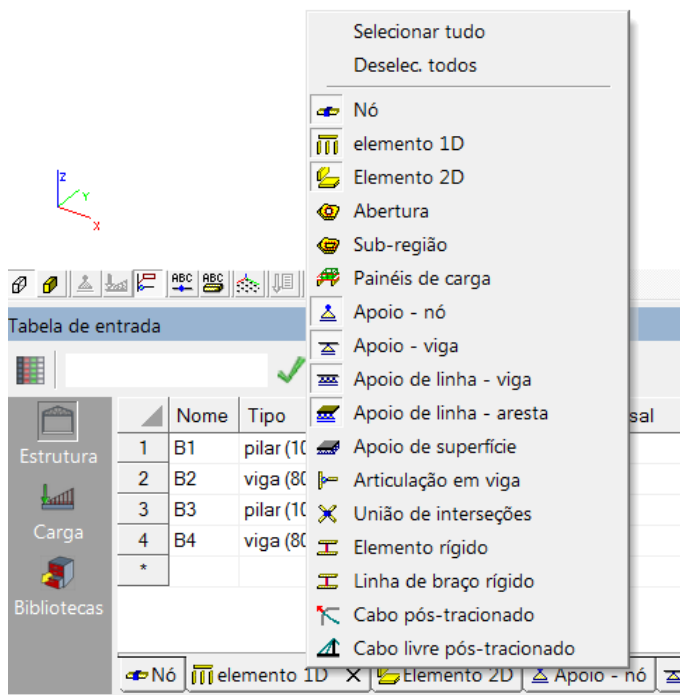
Tabela de entrada

	Nome	Tipo	Nó in...	Nó fi...	Seção Transversal	Comprim...	Cama...	LCS Rotação...	Sistema da li...	ey [c...	ez [c...
1	B1	pilar (100)	N1	N2	CS1 - HEA200	12,000	Camad...	0,00	Centro	0,00	0,00
2	B2	viga (80)	N2	N3	CS2 - IPE160	13,000	Camad...	0,00	Centro	0,00	0,00
3	B3	pilar (100)	N4	N5	CS1 - HEA200	12,000	Camad...	0,00	Centro	0,00	0,00
4	B4	viga (80)	N5	N3	CS2 - IPE160	13,000	Camad...	0,00	Centro	0,00	0,00
*											

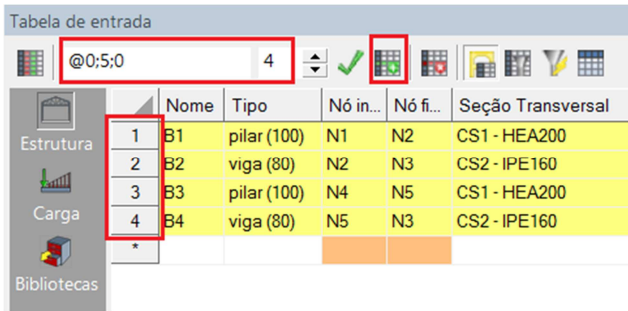
☒ Nó
 ☒ elemento 1D
 ☒ Elemento 2D
 ☒ Apoio - nó
 ☒ Apoio - viga
 ☒ Apoio de linha - viga
 ☒ Apoio de linha - aresta

Na tabela acima, observa-se o pórtico inserido com suas propriedades em uma tabela, as quais podem ser facilmente editadas. O usuário também é capaz de inserir novos elementos pela tabela de entrada, o que será feito para se lançar o resto da estrutura.

Perceba as três possibilidades que podem ser utilizadas para a edição pela tabela de entrada (Estrutura, Carga e Bibliotecas). Na parte de baixo, pode-se encontrar para a seção estrutura: elemento 1D, apoio – nó, ... Novos itens podem ser inseridos através do botão direito do mouse na parte de baixo da janela da tabela de entrada.



3_Multicópia com a tabela de entrada

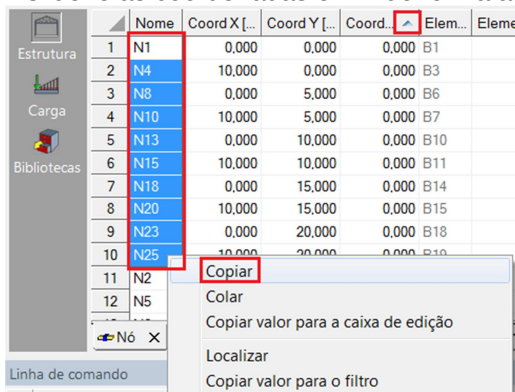


- Selecione as 4 vigas ao selecionar as 4 linhas de elementos 1D.
- Insira na caixa de texto dos elementos 1D as seguintes coordenadas relativas: @ 0 ; 5 ; 0
- Defina a repetição em 4 (= 4 cópias)
- Execute a multicópia ao clicar em

4_Inserindo elementos estruturais com a tabela de entrada

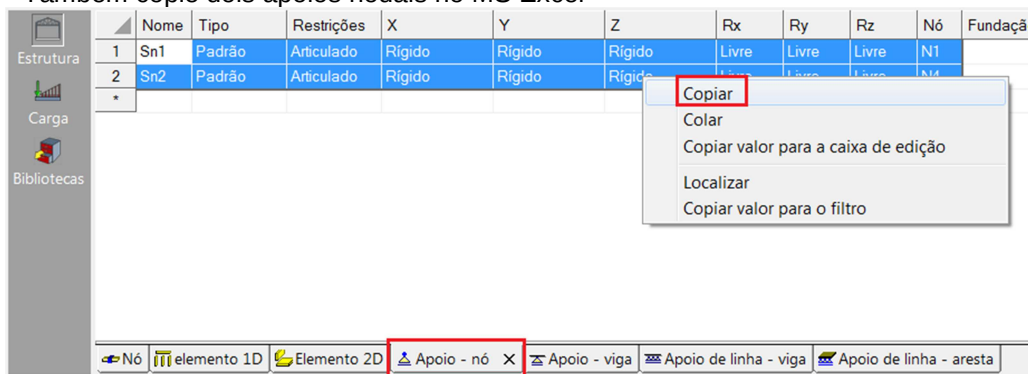
Os apoios nodais dos pilares precisam ser adicionados.

- Clique com o botão direito do mouse na parte de baixo da janela da tabela de entrada e adicione a aba de nós.
- Ordene as coordenadas em Z de forma ascendente ao clicar em Coord Z (seta para cima).



Copie os nomes dos nós com Z=0m e os cole no MS Excel

- Também copie dois apoios nodais no MS Excel



- Agora, faça uma tabela com 10 apoios nodais idênticos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Sn1	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N1		N1
2	Sn2	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N4		N4
3	Sn3	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre			N8
4	Sn4	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre			N10
5	Sn5	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre			N13
6	Sn6	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre			N15
7	Sn7	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre			N18
8	Sn8	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre			N20
9	Sn9	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre			N23
10	Sn10	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre			N25

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Sn1	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N1
2	Sn2	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N4
3	Sn3	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N8
4	Sn4	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N10
5	Sn5	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N13
6	Sn6	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N15
7	Sn7	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N18
8	Sn8	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N20
9	Sn9	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N23
10	Sn10	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N25

- Em seguida, copie esta tabela do MS Excel para a seção de apoio nodal na tabela de entrada para lançar os apoios no modelo.

	Nome	Tipo	Restrições	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Nó	Funda
1	Sn3	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N1	
2	Sn4	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N4	
3	Sn5	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N8	
4	Sn6	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N10	
5	Sn7	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N13	
6	Sn8	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N15	
7	Sn9	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N18	
8	Sn10	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N20	
9	Sn11	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N23	
10	Sn12	Padrão	Articulado	Rígido	Rígido	Rígido	Livre	Livre	Livre	N25	
*											

☐ Nó
 ☐ elemento 1D
 ☐ Elemento 2D
 ☐ Apoio - nó
 ☐ Apoio - viga
 ☐ Apoio de linha - viga
 ☐ Apoio de linha - aresta

- Na sequência, vá até os elementos 1D e tente inserir manualmente uma terça (IPE100) apenas entrando com o nome, o tipo e o nó inicial e final. O SCIA Engineer irá inserir essa viga no modelo com um seção qualquer. Esta seção pode ser alterada para a correta.

	Nome	Tipo	Nó in...	Nó fi...	Seção Transvers
11	B11	pilar (100)	N15	N11	CS1 - HEA200
12	B12	viga (80)	N14	N12	CS2 - IPE160
13	B13	viga (80)	N16	N17	CS2 - IPE160
14	B14	pilar (100)	N18	N19	CS1 - HEA200
15	B15	pilar (100)	N20	N16	CS1 - HEA200
16	B16	viga (80)	N19	N17	CS2 - IPE160
17	B17	viga (80)	N21	N22	CS2 - IPE160
18	B18	pilar (100)	N23	N24	CS1 - HEA200
19	B19	pilar (100)	N25	N21	CS1 - HEA200
20	B20	viga (80)	N24	N22	CS2 - IPE160
21	B21	viga (80)	N5	N6	CS2 - IPE160
*					

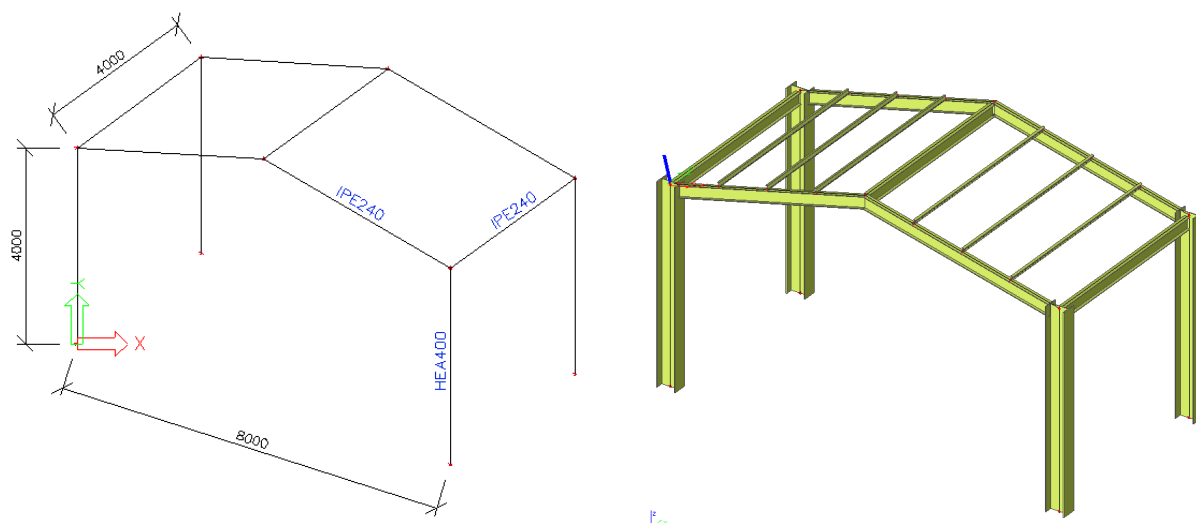
☐ Nó
 ☐ elemento 1D
 ☐ Elemento 2D
 ☐ Apoio - nó

Agora, tente inserir os elementos 1D restantes no modelo.
Para funcionalidades adicionais: veja o anexo 5

Exemplo 4: Terças

1_ Entrada de Geometria

*Dados de Projeto: Pórtico XYZ – Aço A36 – Terças IPE 100 – H2 = 1m



*Entrada de Terças - Método 1

-Entrada de terças do lado esquerdo

Configuração de ancoragem do cursor  > Selecionar a opção h: Pontos em linha curva n-esp, dividir em 4 partes

-Rotacionar as terças, para deixá-las perpendiculares ao plano da cobertura;

Ou seja: eixo local z das terças = eixo local z da viga do pórtico

Realocação do UCS no plano da cobertura, via barra de ferramentas 'Ferramentas' 

Selecionar as terças > Menu Propriedades: LCS = z do UCS

-Entrada de Excentricidade;

Selecionar as terças > Menu Propriedades:

Sistema da linha do elemento: excentricidade relativa, mover o elemento com relação ao sistema de linha

ey, ez: excentricidade absoluta

-Copiar as terças para o lado direito.

Copiar  e Rotacionar , via barra de ferramentas 'Manipulação Geométrica'

Ou usar o Espelhar , via barra de ferramentas 'Manipulação Geométrica'

> Plano de simetria: 1ª direção do plano = Z do UCS; 2ª direção = a definir pelo usuário

*Entrada de Terças - Método 2

Menu Estrutura > Painel de carga – Painel com vigas paralelas

Resultado: modelo de um elemento 2D fictício e elementos 1 D reais

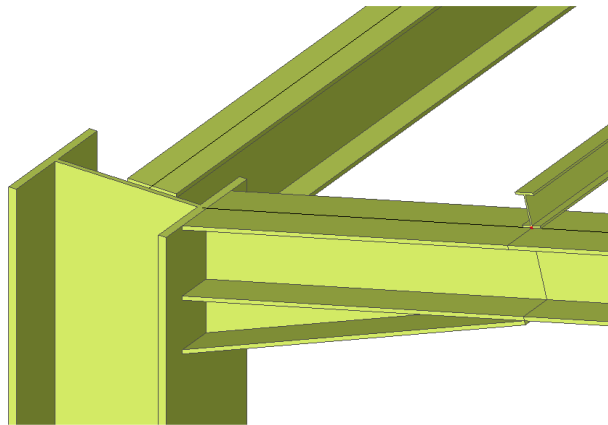
2_Modelo Estrutural

Menu principal > Projeto > Funcionalidade: Modelo estrutural

Geração do modelo estrutural, pela barra de ferramentas 'visualizar' 

Atenção: Excentricidades no modelo analítico e modelo estrutural devem ser inseridas separadamente no menu de propriedades.

OBSERVAÇÃO Pode ser necessário gerar novamente o modelo estrutural após certas ações ou ajustes no modelo.

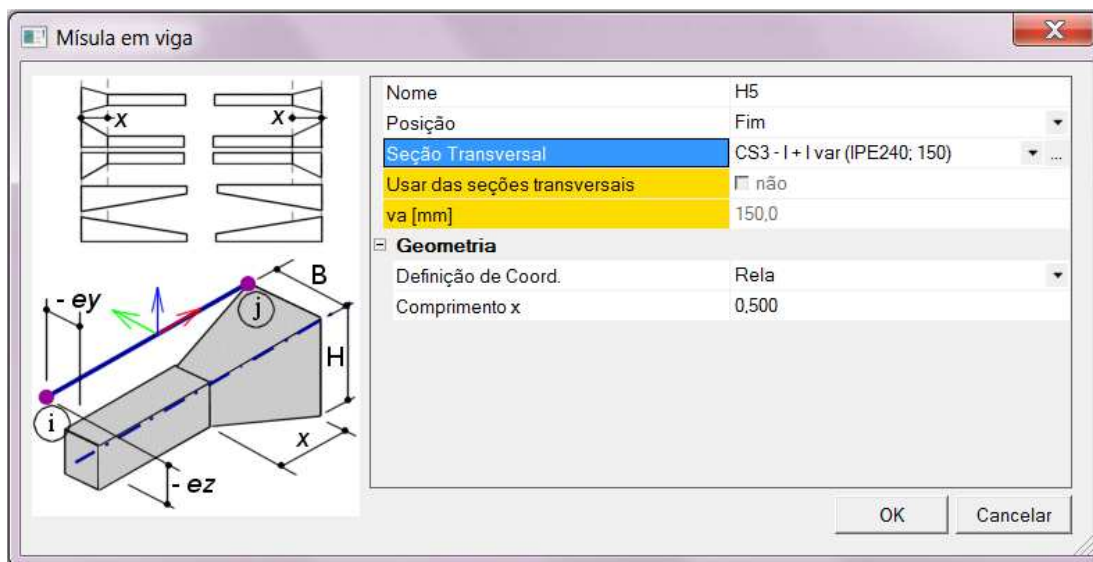


3_Entrada de Mísula

Menu Estrutura > Elemento 1D > Componentes de elemento 1D > Mísula

Antes, adicionar nova seção transversal, digite I+Ivar

Em seguida defina a mísula conforme a seguinte figura:



Mísula = Dados adicionais para a entidade (assim como apoios, cargas, ...)

É possível copiar dados adicionais

-via barra de ferramentas 'Manipulações Geométricas'

-via clique com botão direito do mouse na tela, escolher opção copiar dados adicionais

Outra Possibilidade: Entrada de perfil arbitrário

Menu Estrutura > Elemento 1D > Componentes de elemento 1D > Perfil arbitrário

Dividir elemento em um certo número de seções com seções transversais diferentes / propriedades geométricas diferentes

Exemplo: Mísula com diferentes dimensões no início e no fim da viga

4_Ações após Entrada

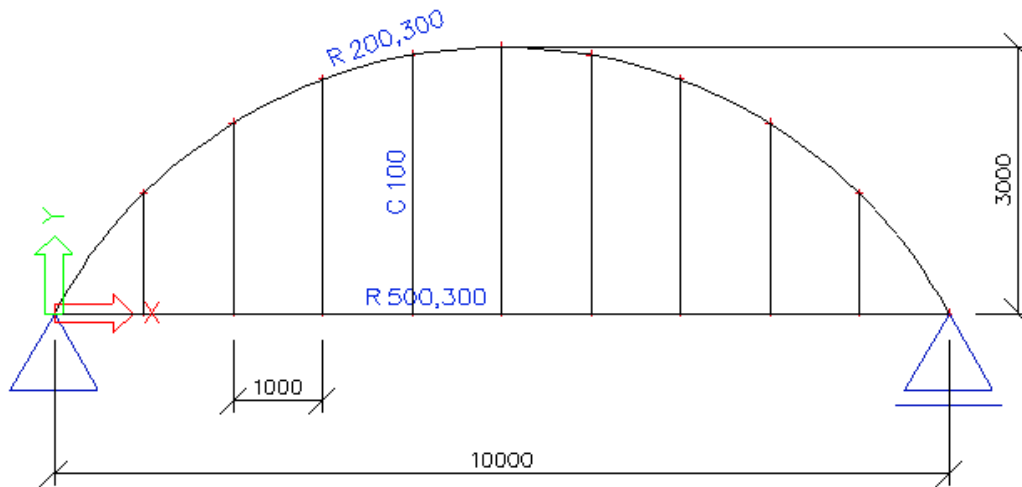
*Verificar dados da estrutura

*Conectar nós / bordas em elementos (Atenção: conectar toda a estrutura!)

Exemplo 5: Ponte

1_Entrada de Geometria

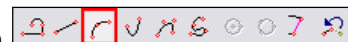
*Dados de Projeto: Pórtico XZ – Concreto e aço – C20 e A36



*Entrada de viga curva

Menu de estruturas > Elemento 1D > Elemento

Novo arco de círculo via barra de ferramentas da linha de comando



*Entrada de elementos submetidos apenas a esforços axiais

-Configuração da ancoragem do cursor > Selecionar opção h

h) ☒ Pontos em linha-curva - N-esp 10

Desta forma é possível ancorar a cada décimo de parte de um elemento.

-Estrutura > Elemento 1D > Coluna; Comprimento de todas as colunas = 3m

-Corte das colunas na região superior ao arco > função Cortar, veja a barra de ferramentas

'Manipulação Geométrica'

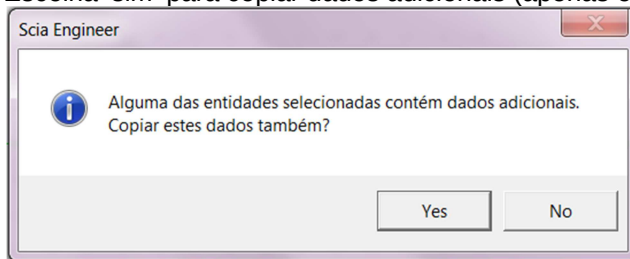
2_De 2D para 3D

Menu principal > Projeto > Dados de Projeto: Mudar o tipo de estrutura

*Pórtico XYZ

Copiar arco: Copiar ; espaçamento de 4m na direção y (@0;4;0)

Escolha 'sim' para copiar dados adicionais (apenas os apoios neste caso)



*Geral XYZ

Adicionar pista de concreto: Estrutura > Elemento 2D > Placa

Novo retângulo, via barra de ferramentas da linha de comandos



OBSERVAÇÃO: É possível apenas 'avançar' no tipo de estrutura!

3_Ações após Entrada

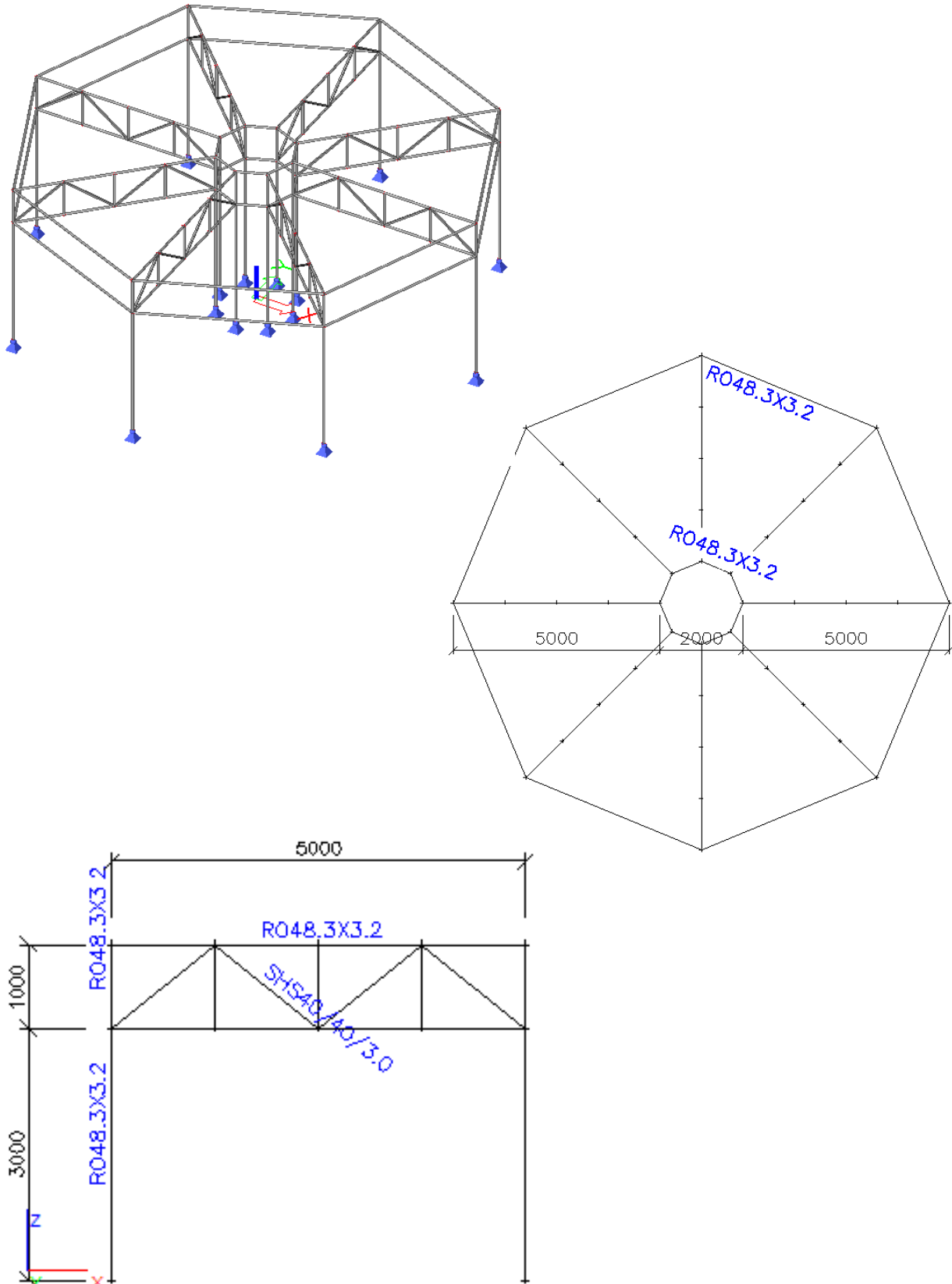
*Verificar dados da estrutura

*Conectar nós / bordas em elementos (Atenção: conectar toda a estrutura!)

Exemplo 6: Carrossel

1_Entrada de Geometria

*Dados de Projeto: Pórtico XYZ – Aço A36



*Entrada de um pórtico

Menu Estrutura > Elemento 1D > Coluna

Menu Estrutura > Entrada Avançada > Catálogo de blocos: Pórtico 2D

Mover o pórtico de forma que o nó mais baixo da coluna esquerda coincida com a coordenada 1;0;0

Ou mover UCS, veja barra de ferramentas, 'Ferramentas' 

*Cópia Múltipla, via barra de ferramentas 'Manipulação Geométrica' 

Copiar + Rotacionar ao mesmo tempo: em torno do atual UCS

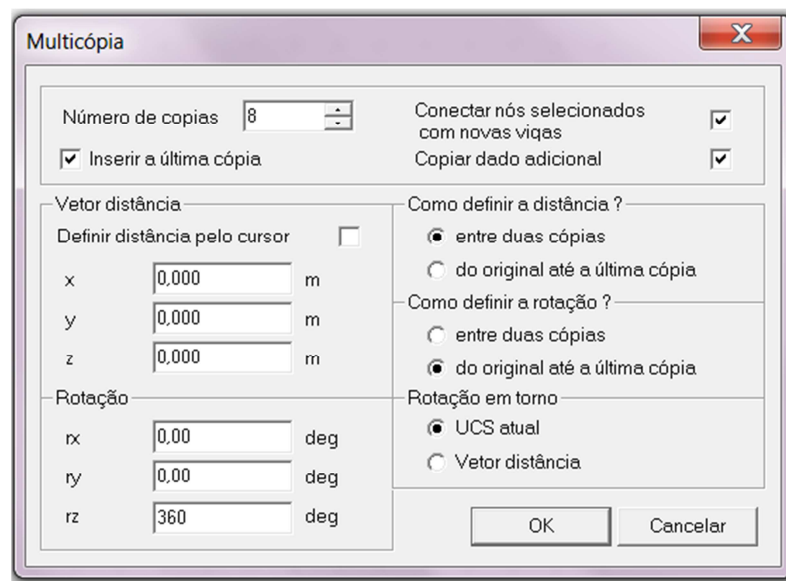
-É possível gerar vigas que conectam os pórticos automaticamente

Atenção: As vigas que conectam os pórticos são geradas a partir dos nós selecionados.

-Copiar dados adicionais

Neste caso apenas apoios; poderiam existir cargas, articulações, entre outros, que seriam adicionados ao pórtico original, estes são copiados para os novos pórticos também.

Atenção: Apoios são dados adicionais para nós, não para elementos.

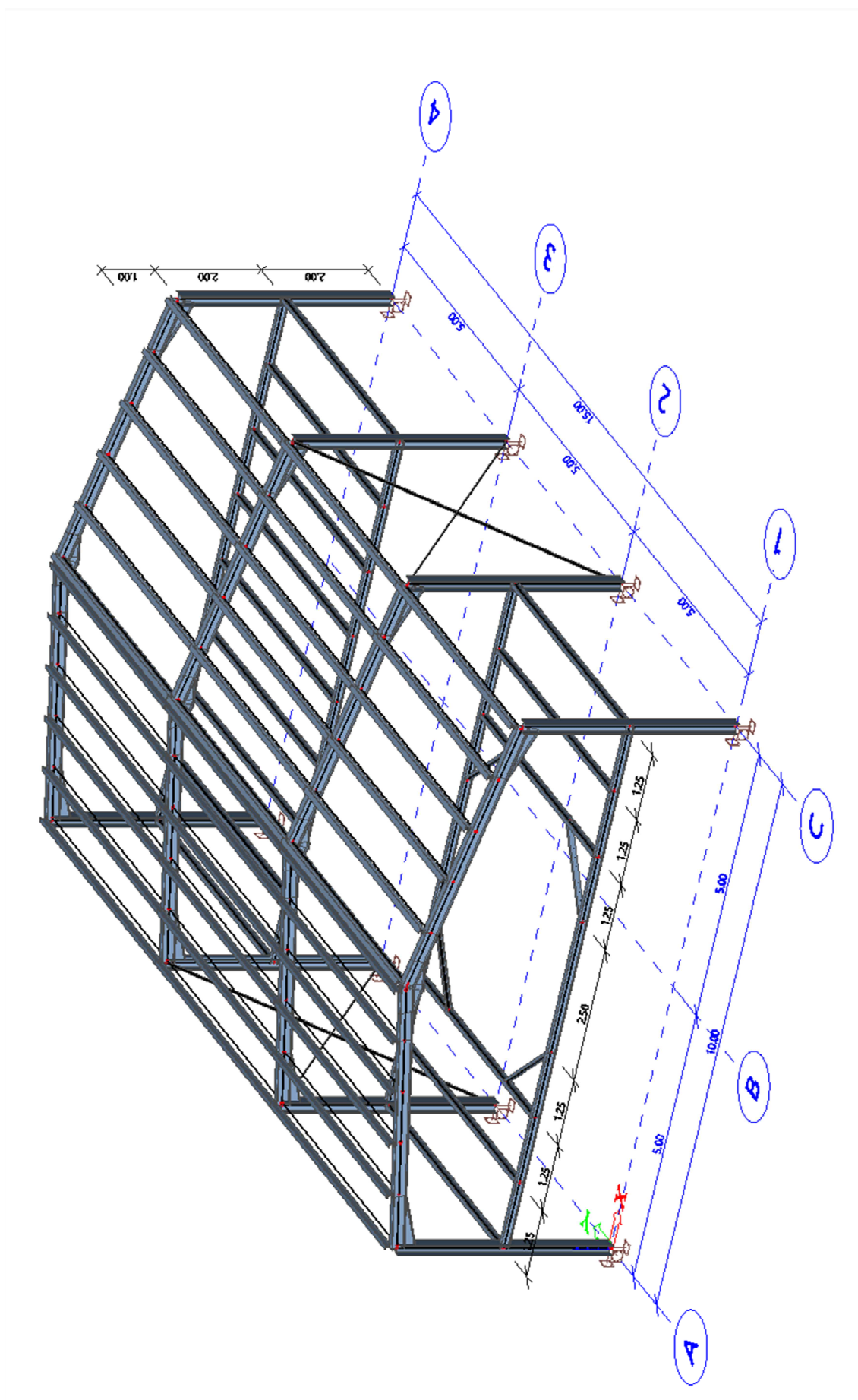


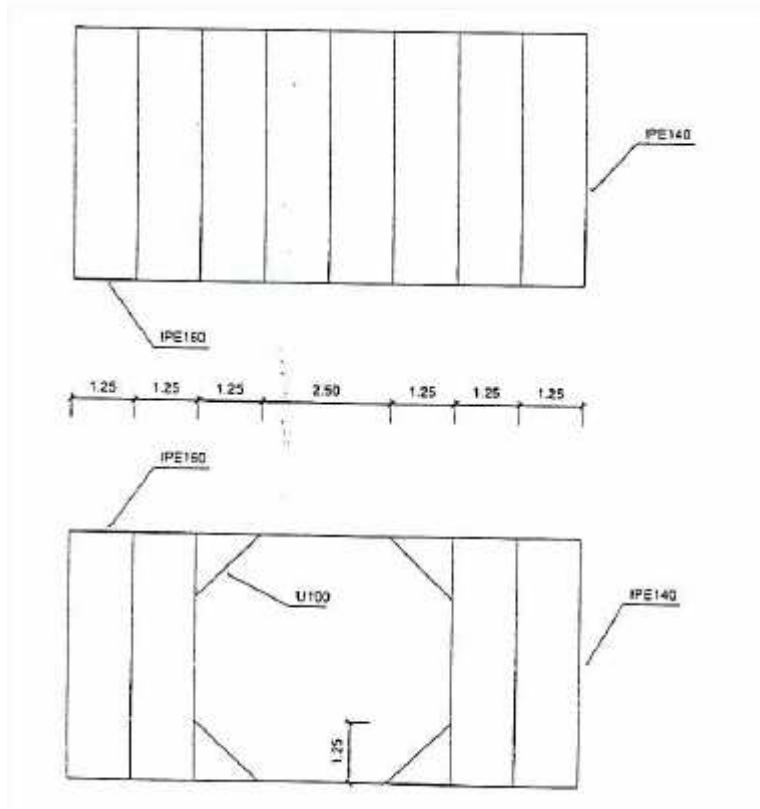
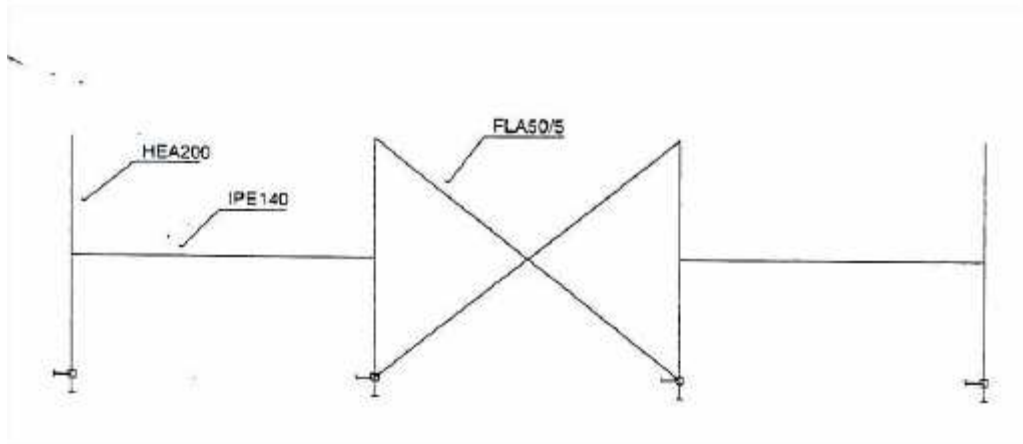
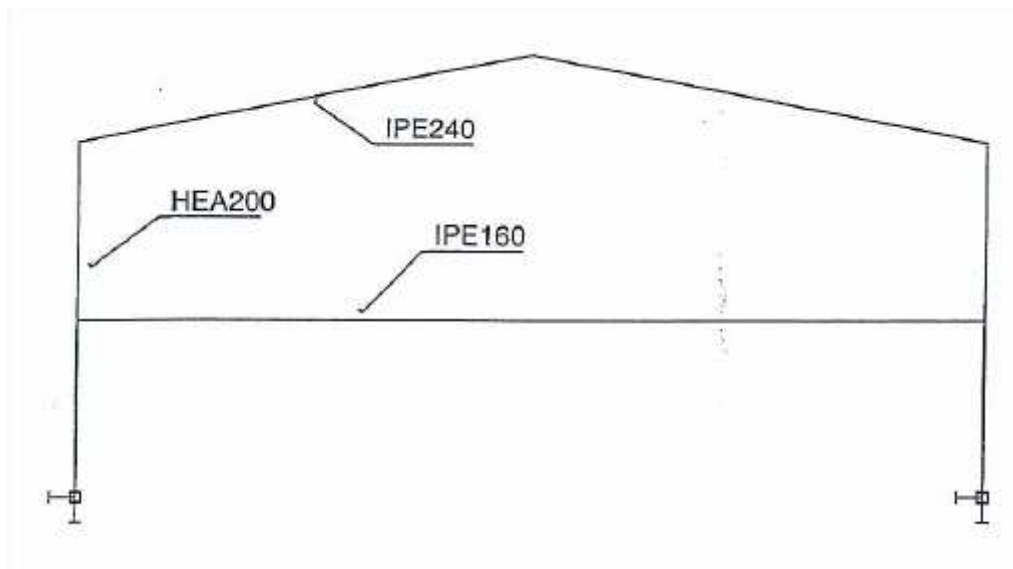
2_Ações após Entrada

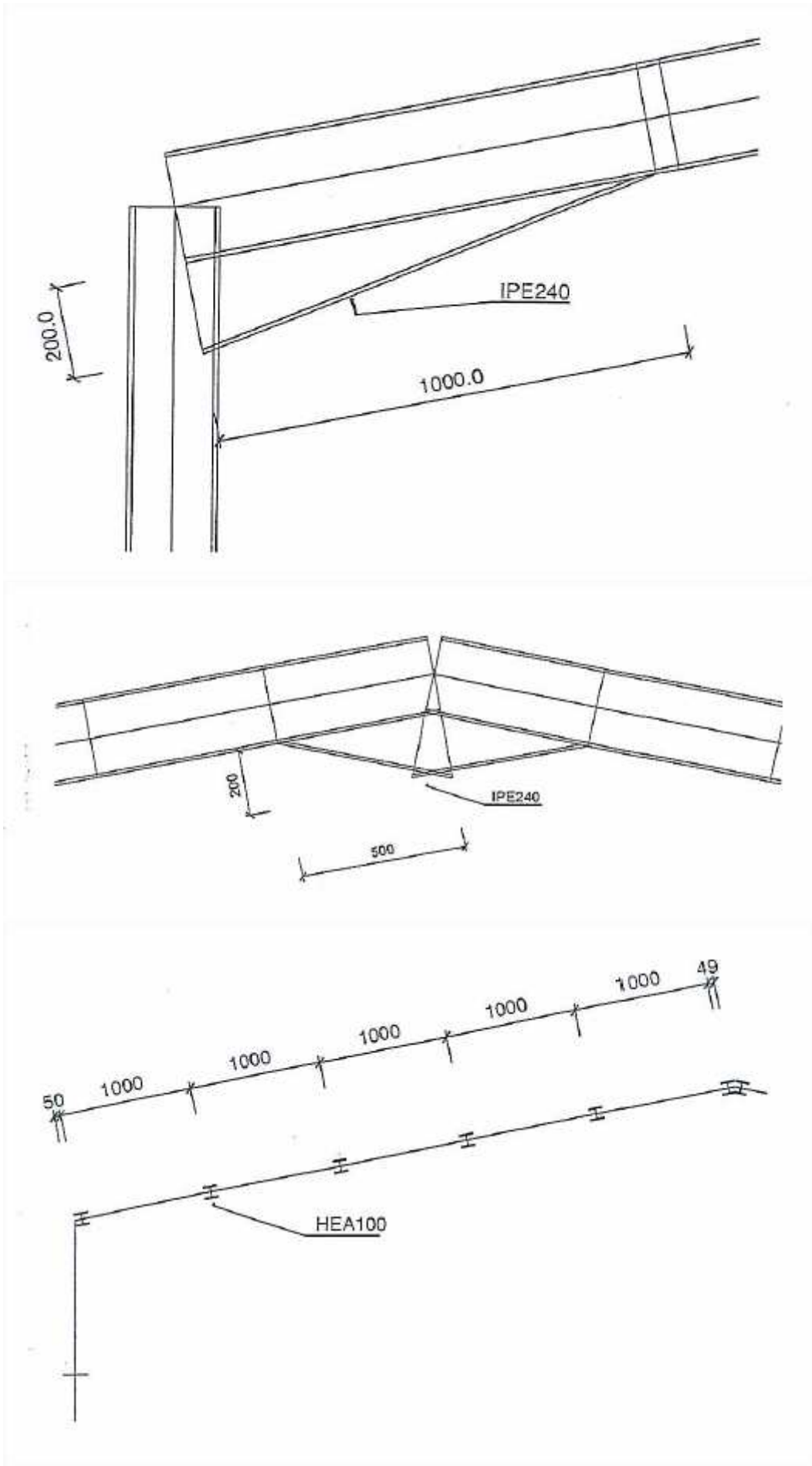
*Verificar dados da estrutura 

*Conectar nós / bordas em elementos  (Atenção: conectar toda a estrutura!)

Exemplo extra: 3D Hall



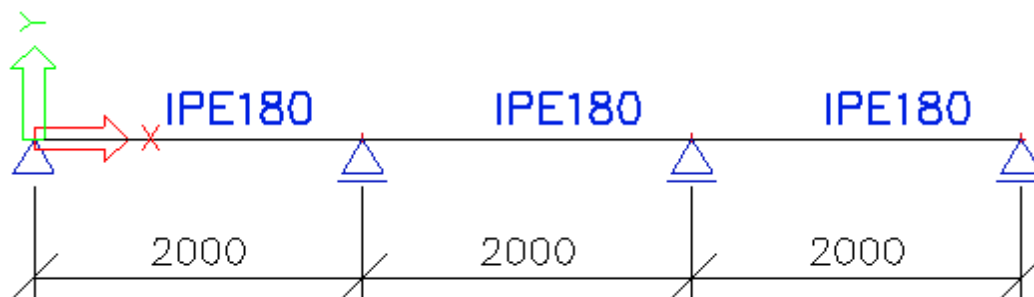




Parte 2 – Carregamentos, Combinações, Cálculo e Resultados

Exemplo 7: Vigas com 3 vãos

1_Entrada de Geometria



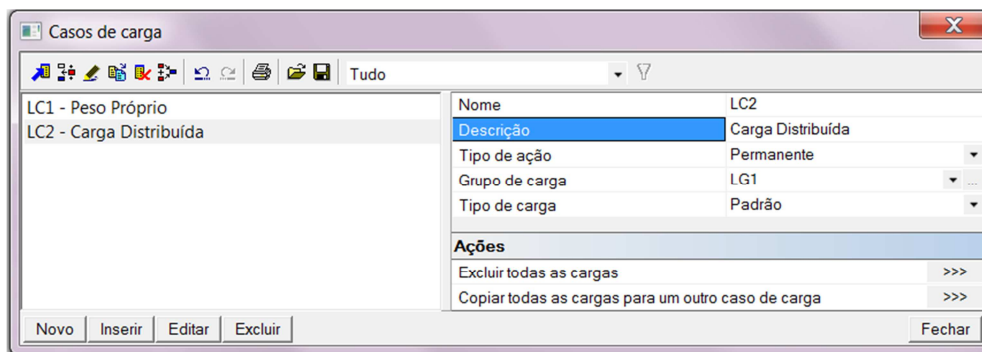
2_Carregamento

*Definição de casos de carga

Menu Principal > Casos de Carga, Combinações > Casos de carga

LC 1: Peso Próprio

LC 2: Carga Distribuída (Permanente)



*Entrada de Cargas

Menu principal > Carregar

LC 1: Peso Próprio > Calculado pelo SCIA Engineer

LC 2: Carga Distribuída (Permanente) > Força Linear – em viga 10 kN/m

3_Cálculo

Menu principal > Cálculo, malha > Cálculo  ou Cálculo oculto , veja também a barra de ferramentas 'Projeto'

Diferença: Ao executar o cálculo oculto, as janelas com o status de cálculo são suprimidas, consequentemente o cálculo não pode ser interrompido prematuramente.

4_Resultados

Após cálculo: Menu principal > Resultados

*Visualização gráfica dos resultados

Resultados > Apoios > Reações

Resultados > Vigas > Esforços internos em vigas

Resultados > Vigas > Deformações em viga

Especificar o resultado desejado no menu de propriedades

-Seleção: Tudo > resultados em todos os elementos; Atual > resultado nos elementos selecionados

-Extremo: Locais onde os valores dos resultados são exibidos numericamente

-Configuração de desenho: clicar em  > Modificar a apresentação de diagramas, exibir unidades, ...
Após qualquer modificação, ir a Ações > Atualizar

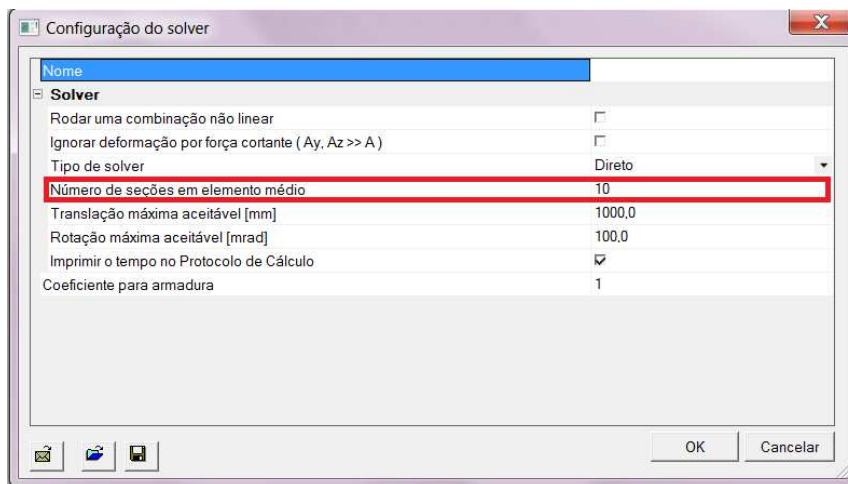
Para modificar unidades e casas decimais: ir para Configuração > Unidades, ou barra de ferramentas

'Projeto' 

*Apresentação numérica de resultados

Na base do menu de propriedades: Ações > Visualizar

Os valores exatos são calculados pelo padrão do SCIA Engineer em 10 seções por viga
veja Configuração > Solver > Número de seções em elemento médio



*Resultado em local específico

Estrutura > Dados do Modelo > Seção em viga; em seguida é necessário calcular novamente.

*Informação Extra

-Menu principal > Resultados > Lista de materiais

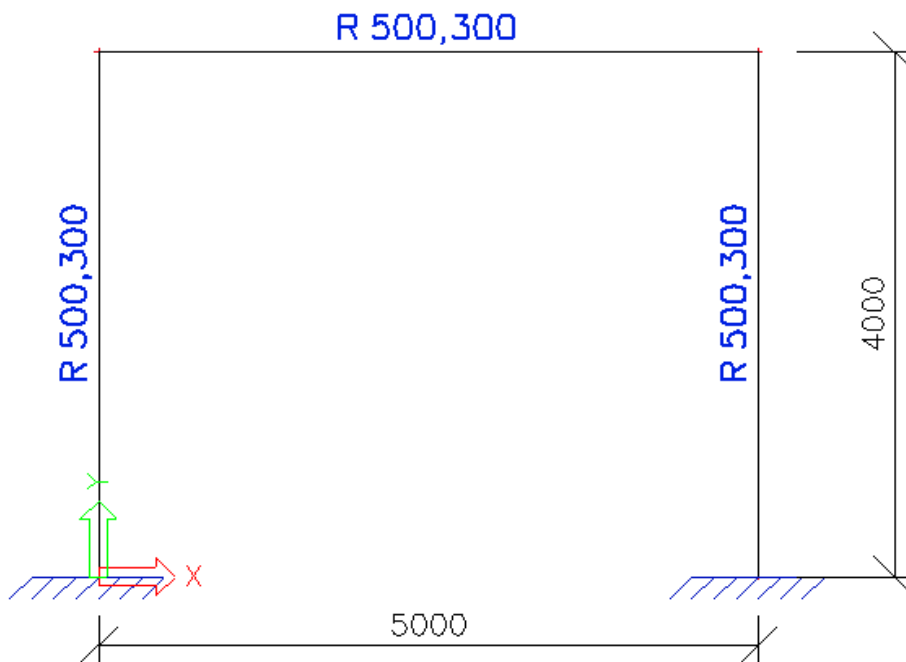
Pedir a massa e superfície de uma seção transversal específica ou tipo de material

-Menu principal > Resultados > Protocolo de cálculo

Consulte os dados de cálculo, soma de cargas e reações

Exemplo 8: Pórtico de Concreto

1_Entrada de Geometria



2_Carregamentos

*Casos de Carga

Menu principal > Casos de carga, Combinações > Casos de carga

LC 1: Peso Próprio

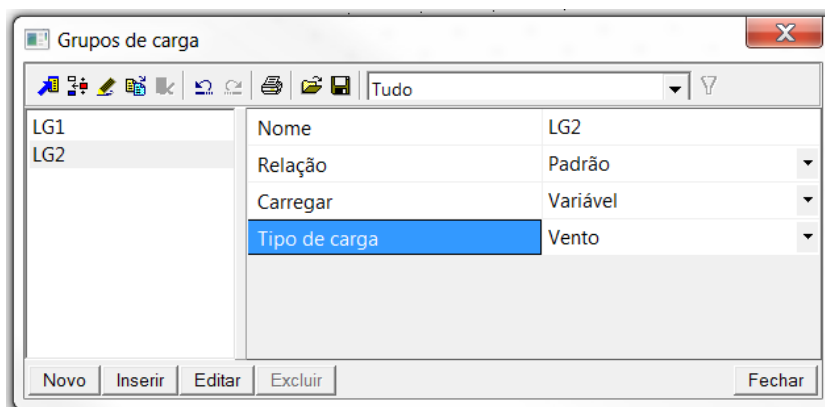
LC 2: Vento na direção X (Var.) > Força linear – em viga 5 kN/m

*Grupos de carga

Menu principal > Casos de carga, Combinações > Grupos de carga

LC 1 > LG 1: Permanente

LC 2 > LG 2: Variável –Tipo de carga = Vento



*Entrada de Cargas

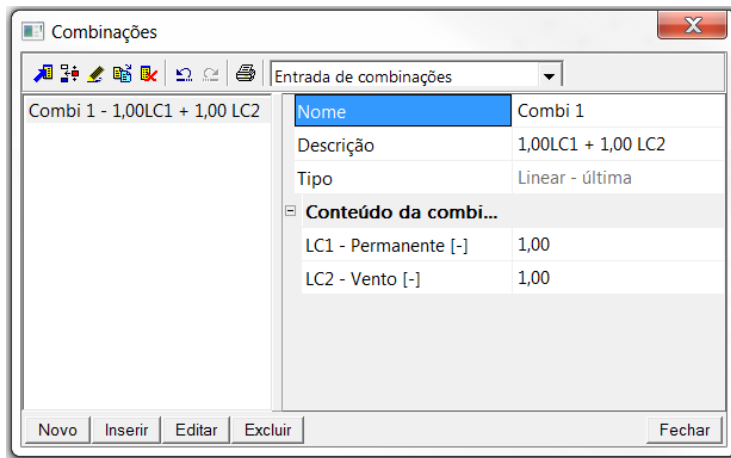
Menu principal > Carregar

Entrada rápida de cargas via barra de ferramentas da linha de comando  ;
modificação de propriedades via menu Propriedades

*Combinações de cargas

Menu principal > Casos de carga, Combinações > Combinações

Combinação Linear: 1,00.LC 1 + 1,00.LC 2



*Apresentação gráfica de resultados

-Cargas, via caixa de ferramentas da linha de comando  e 

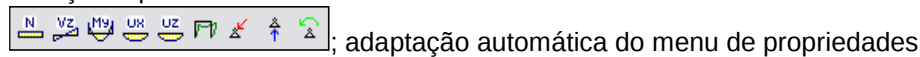
-Valores de cargas, via caixa de ferramentas da linha de comando  > Cargas/Massas > Indicações de carga

3_ Resultados

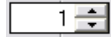
*Solicitar resultados

Menu principal > Resultados

Exibição rápida de resultados via caixa de ferramentas da linha de comando



*Escala de resultados

Via barra de ferramentas 'Ferramentas'  e 

4_ Resultados

Ative a funcionalidade de tabela de resultados pelo Visualizar>Barras de Ferramentas>Tabela de resultados

*Solicite resultados

Menu principal > Resultados>Vigas>Esforços internos em vigas

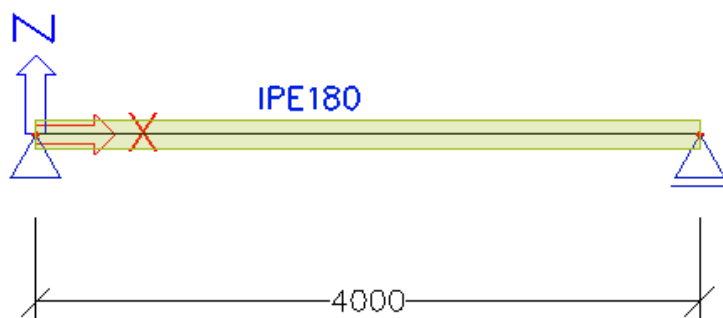
Em seguida, clique no botão de atualização verde para carregar os resultados na tabela.

Elemento	css	dx [m]	Caso	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1 B7	CS1 - HEA200	0,000	LC1	-3.67	0.04	-0.40	0,00	0,00	0,00
2 B25	CS2 - IPE160	0,000	LC1	0,00	0,00	0,44	0,00	-0,25	0,00
3 B3	CS1 - HEA200	0,000	LC1	-3,44	-0,05	-0,30	0,00	0,00	0,00
4 B22	CS2 - IPE160	5,000	LC1	0,00	0,00	-0,44	0,00	-0,25	0,00
5 B9	CS2 - IPE160	0,000	LC1	-0,73	0,00	1,05	0,00	-2,01	0,00

Essa tabela de resultados pode ser copiada para uma planilha do MS Excel.

Exemplo 9a: Viga com dois apoios

1_Entrada de Geometria



*Configuração do exemplo

Suponha que esta seja a seção de uma estrada, com um passeio e uma pista sobre a qual apenas um carro pode passar por vez.

2_Cargas

*Casos de carga e grupos de carga

Caso de Carga	Tipo	Grupo de Cargas	Tipo
LC1: Permanente	P	LG1	
LC2: Pedestres	V	LG2	Padrão
LC3: Carro esquerdo	V	LG3	Exclusivo
LC4: Carro direito	V	LG3	Exclusivo

Relações de Variáveis LG		
1	Padrão	A e/ou B
2	Exclusivo	A ou B
3	Juntos	A e B
4	Mestre(A)/Escravo(B)	A; A e B

Ao posicionar o carro à esquerda ou à direita no mesmo grupo de carga com tipo 'exclusivo', nós definimos que os dois casos de carga nunca podem aparecer juntos na mesma combinação.

*Entrada de cargas

Entrar com todas as cargas como pontuais de 1kN. Apenas o peso próprio não é considerado neste exemplo.

3_Combinações

Suponha uma combinação com conteúdo e coeficientes conforme:

LC 1	1,35
LC 2	1,20
LC 3	0,50
LC 4	1,50

*Tipo = Combinação linear:

Apenas uma combinação é gerada

Relações dos grupos de carga NÃO são levadas em conta + Coeficiente é inserido pelo usuário

1,35.LC 1 + 1,20.LC 2 + 0,50.LC 3 + 1,50.LC 4

*Tipo = Combinações de norma (NBR ELU e ELS):

Todas as possíveis combinações *lineares* são geradas de acordo com as relações dos grupos de cargas. Fatores de segurança de acordo com a NBR 6118 + fatores Psi de acordo com a NBR (veja o conteúdo dos grupos de carga) + ~~Coeficientes são impostos pelo usuário~~

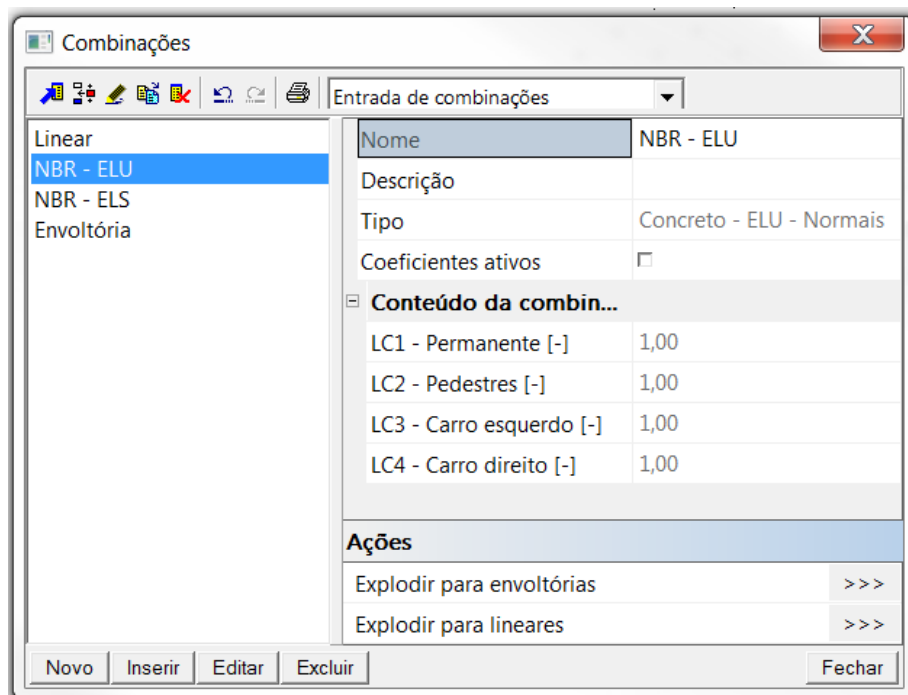
1,35.1,35.LC 1
 1,35.1,35.LC 1 + 1,50.1,20.LC 2
 1,35.1,35.LC 1 + 1,50.1,20.LC 2 + 1,05.0,50.LC 3
 1,35.1,35.LC 1 + 1,50.1,20.LC 2 + 1,05.1,50.LC 4
 ...

***Tipo = Combinações envoltória:**

Todas as possíveis combinações lineares de acordo com a relação entre os grupos de carga são gerados.

Coefficientes são inseridos pelos usuários

1,35.LC 1
 1,35.LC 1 + 1,20.LC 2
 1,35.LC 1 + 1,20.LC 2 + 0,50.LC3
 1,35.LC 1 + 1,20.LC 2 + 1,50.LC4
 ...



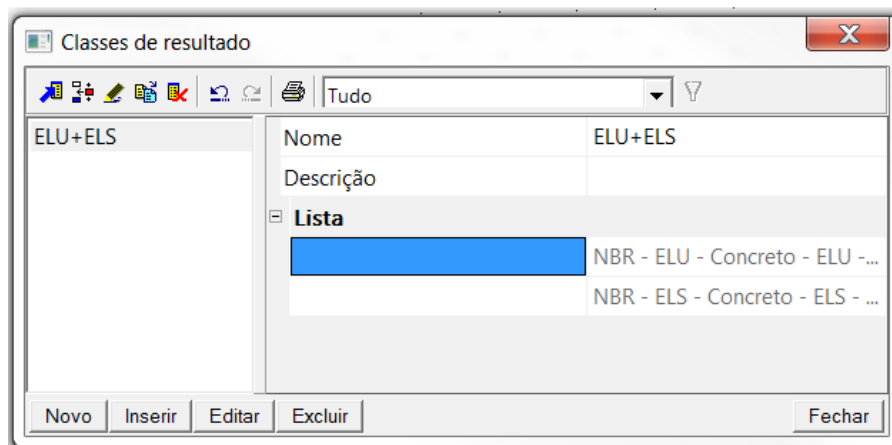
'Caixa preta': Assim como as combinações de norma, as combinações envoltória, não mostram as combinações lineares geradas. Caso o usuário queira saber o conteúdo de tais combinações, a ação 'Explodir para linear' deve ser executada.

4_Classes de Resultados

Menu principal > Casos de carga, Combinações > Classes de Resultados

A classe de resultados torna possível a criação de uma envoltória de um número arbitrário de combinações e/ou casos de carga.

RC 1: ULS + SLS



5_ Resultados

*Resultados de NBR-ELU / NBR-ELS / Combinação Envelope

Apenas a envoltória de resultados é exibida → Em todas as seções da estrutura é possível encontrar os resultados máximos positivos e negativos.

Só é possível pedir o resultado de combinações lineares separadamente se a ação 'Explodir para linear' tiver sido executada.

*Administrando combinações lineares

Veja Ações > visualizar: ULS / 1, ULS / 2, etc.

Os números após o nome da combinação referem-se à chave de combinação, em que as combinações lineares que regem são totalmente exibidas. Esta chave de combinação só pode ser solicitada no Engineering Report

Parte 3 – Documento e Imagens

Exemplo 9b: Viga com dois apoios

1_Entrada de Geometria

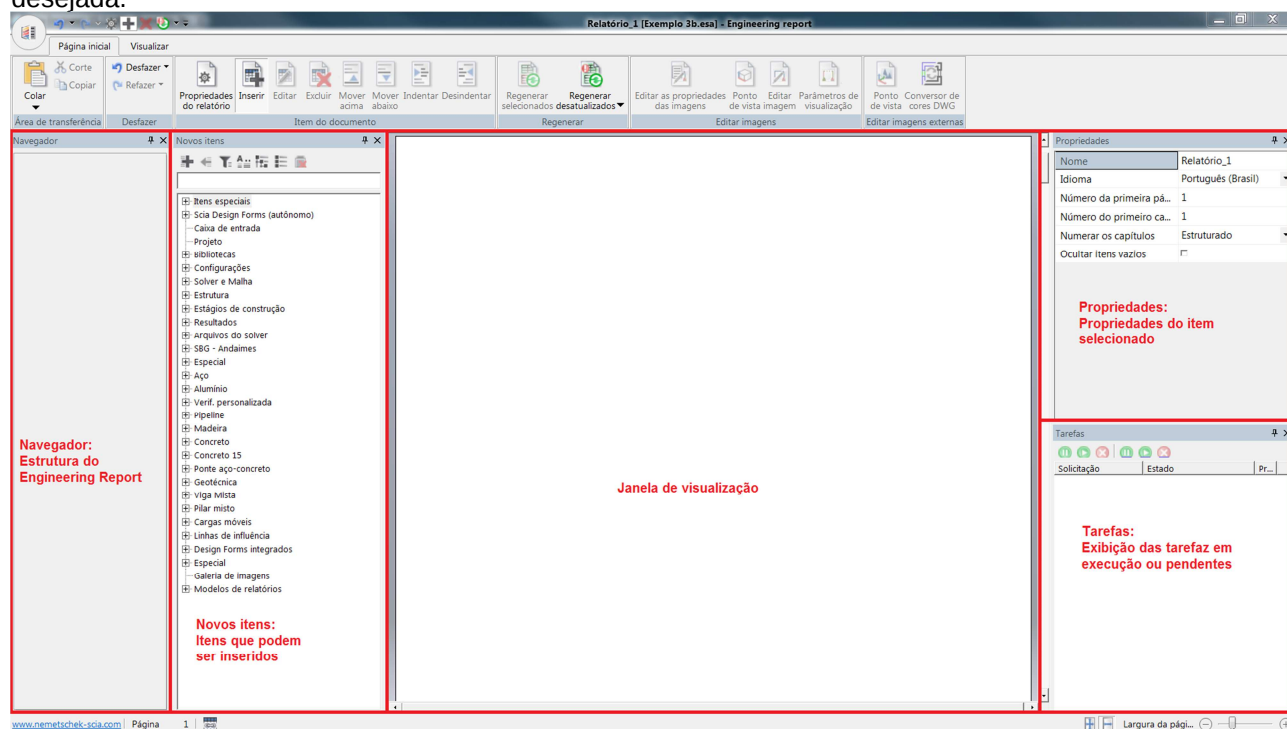
Ver exemplo 9a

2_Documento

Menu principal > Engineering report, ou barra de ferramentas 'Projeto' 

No Engineering report existem 5 janelas que são descritas na imagem seguinte.

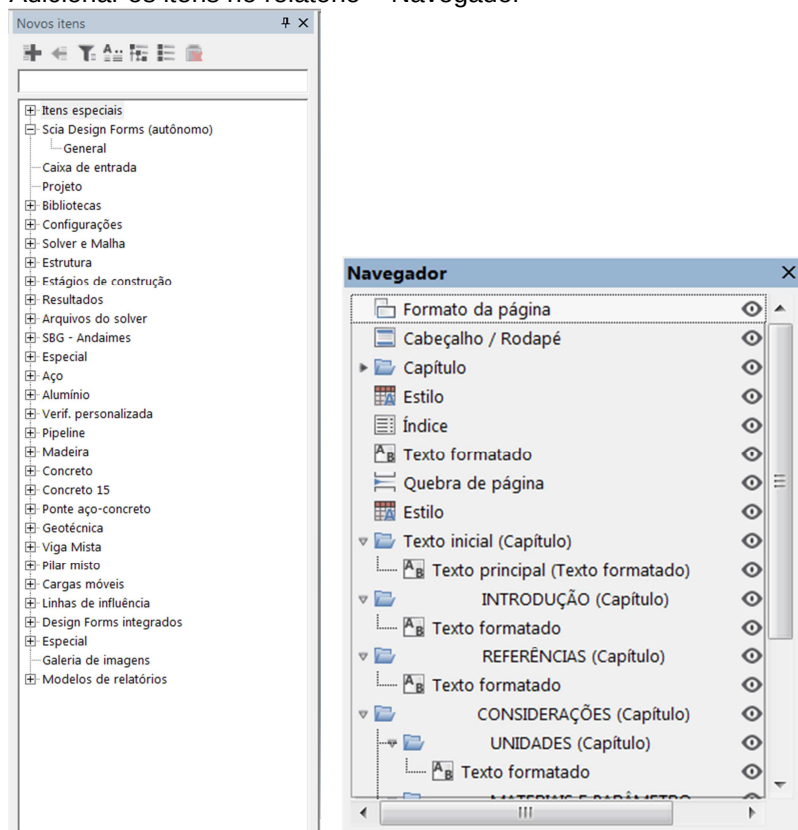
Fora a janela de visualização, o usuário pode mover as outras 4 janelas ao arrastá-las para a posição desejada.



*Conteúdo do engineering report

A janela de novos itens serão exibidos ao se clicar no botão Inserir no topo do menu Página inicial > com esse botão, pode-se ocultar ou exibir os novos itens

Adicionar os itens no relatório > Navegador



As tabelas dos novos itens podem ser apresentadas na tela ao inseri-las no navegador. Os itens que serão inseridos podem ser filtrados, ocultados ou travados

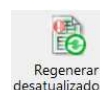
*Atualizando o Engineering report

Após alterações do projeto > alguns itens do Engineering report precisam ser regenerados

- Regenerar selecionados, veja na barra de ferramentas



- Regenerar todo o Engineering report, veja na barra de ferramentas
Itens que estejam travados ou ocultos, não serão regenerados.



*Propriedades de diferentes itens

Após selecionar um item no Navegador, suas propriedades podem ser acessadas e modificadas pelo menu de propriedades.



As propriedades avançadas também podem ser alteradas, veja na barra de ferramentas

*Chaves de combinação: exibição das combinações lineares de envoltórias e combinações de norma
Novos itens > Configurações > Chave de combinação

Exemplo: Vejas as forças internas em vigas de acordo com as combinações NBR – ELU, NBR-ELS ou Envoltória. Nestas tabelas, o resultados se referenciam a NBR – ELU/1, NBR – ELS/2, etc...Os números depois dos nomes das combinações se referem à Chave de combinação, que são as combinações lineares que geram esses resultados e que podem ser exibidas no relatório ao se pedir esse item do Engineering report.

* Idioma do Engineering report

O idioma apresentado no Engineering report pode ser alterado pelas Propriedades do relatório, veja

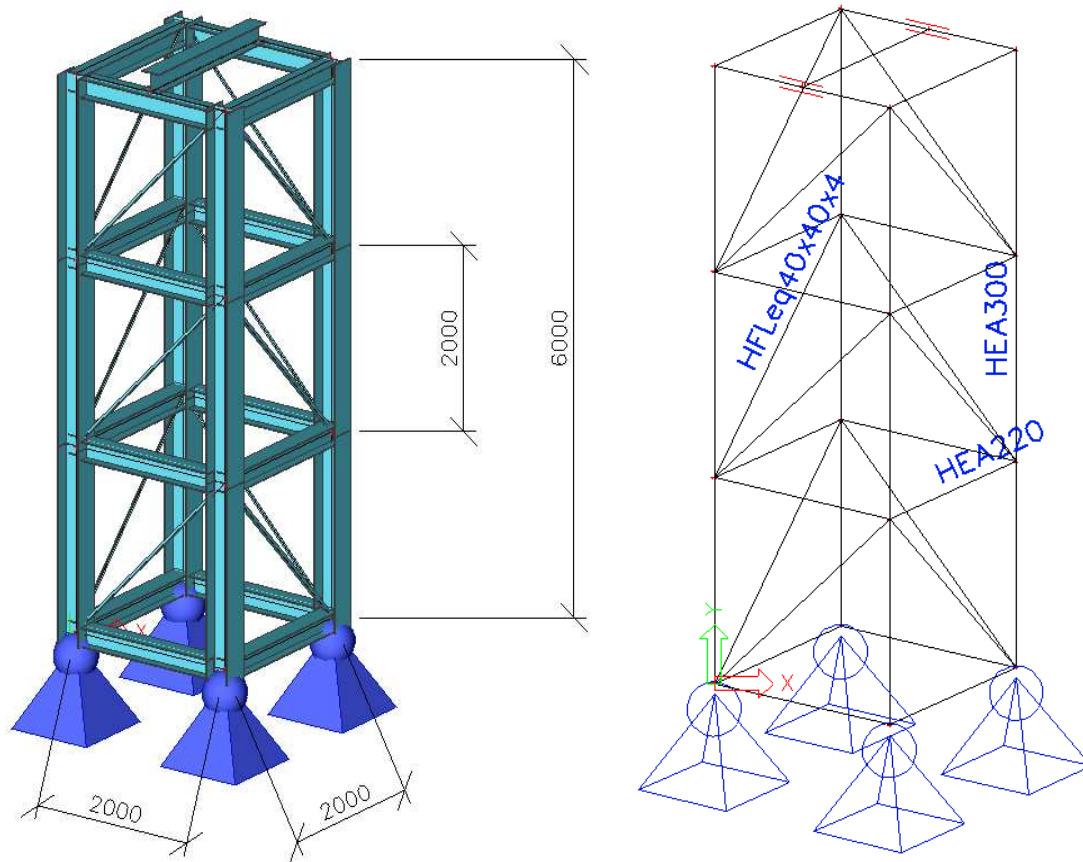


na barra de ferramentas

Exemplo 10: Estrutura de suporte

1_Entrada de Geometria

*Dados de Projeto: Geral XYZ – Aço A36



- *Criando um grid de linhas, via barra de ferramentas 'Ferramentas' 
- Para ajudar na modelagem da estrutura
- Necessário para gerar imagens pelo grid de linhas (Desenhos GA Automáticos)

*Ações após entrada!

2_Cargas

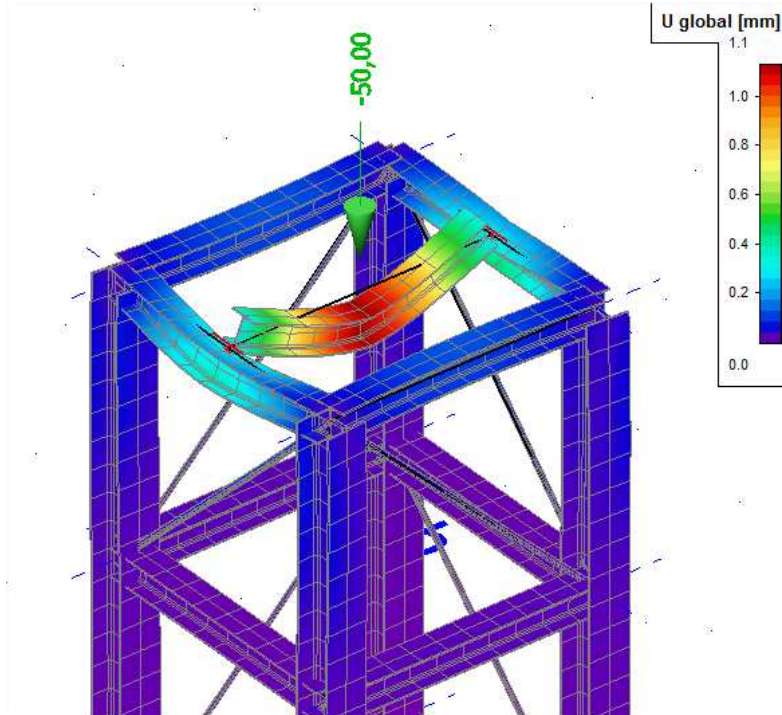
- LC 1: Peso Próprio
- LC 2: Carga Vertical (Var.) > Força pontual 50 kN
- LC 3: Carga Horizontal (Var.) > Força pontual 20 kN

3_Deslocamentos 3D e Tensões 3D

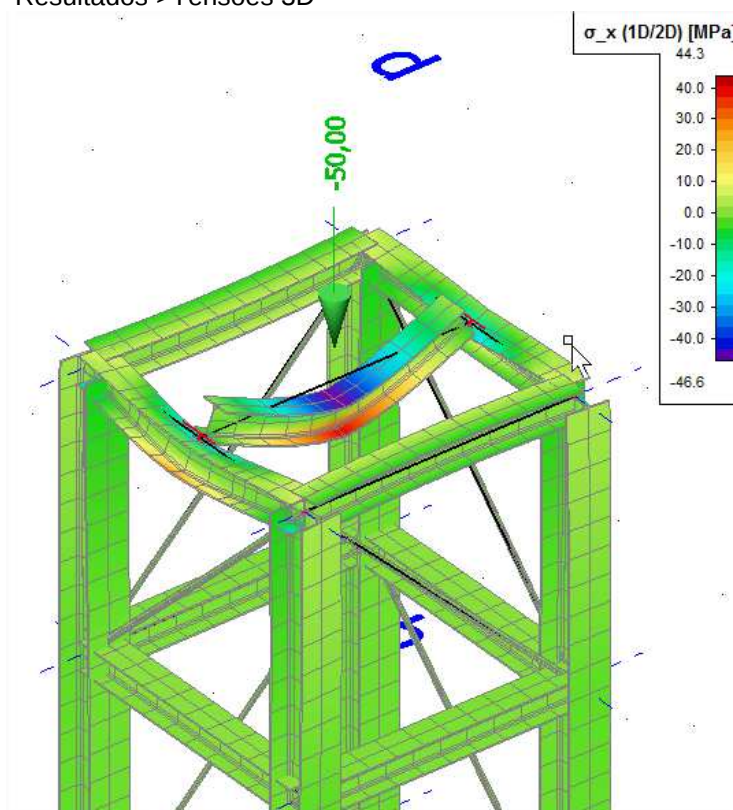
Pode-se visualizar os deslocamentos e tensões nas superfícies de elementos 1D.

- Execute o cálculo

-Resultados > Deslocamentos 3D: use o caso de carga LC2, marque “Estrutura deformada” e clique em atualizar.



-Resultados > Tensões 3D



4_Imagens

As seguintes ações são acessíveis via menu principal > Ferramentas de desenho, ou barra de ferramentas 'Projeto', ou clique do botão direito do mouse na tela.

-Imprimir dados 

Solicitar visualização de uma determinada tabela, ou envie tabela para documento

- Imprimir imagem 
Imprimir a imagem que está na tela, após escolher a impressora, escolher o modelo e possível edição.
- Imagem para documento 
Enviar a imagem direto da tela para o documento
- Imagem para a galeria 
Enviar a imagem da tela para a galeria de imagens, onde ela pode ser editada antes de ser salva ou adicionada ao documento
- Galeria de Imagens 
Editar imagens pelo editor de imagens da galeria; exemplo: textos e cotas podem ser adicionadas
- Galeria de Layout de planta 
Escolher/criar um modelo de arquivo para imprimir + inserir e organizar as figuras para serem impressas

5_Desenhos GA Automáticos

- Menu principal > Projeto > Funcionalidade: Desenhos GA automáticos
- Assistente de imagem, via galeria de imagens > Novo pelo assistente , ou clique com botão direito do mouse na tela ; escolher Seções por planos de grids de linha.

6_Engineering report

- Menu principal > Engineering report, ou pela barra de ferramentas 'Projeto' 
- *Conteúdo do Engineering Report
Clique no botão Inserir na parte superior do menu inicial > Exibe /oculta os novos itens que podem ser adicionados
Adicione itens no navegador > serão exibidos na janela de visualização
- *Adicionar imagem no Engineering report
 - Adicione imagens diretamente no Engineering report
 - Adicione imagens na caixa de entrada no menu de novos itens
 - Imagem para o relatório via um printscreen
 - Imagem para o relatório como uma imagem dinâmica via imagem ativa
- As imagens podem ser primeiramente editadas utilizando-se a Galeria de Imagens
- *Adicionar um texto ao Engineering report
Itens especiais > Texto formatado
- Símbolos especiais também podem ser utilizados, com exemplo 'σ' = 'σ'
- Pode-se inserir o conteúdo de uma tabela do MS Excel, por exemplo, via copiar-colar
- *Capítulos
Tabelas indentadas: Cada 2 tabelas, que possuem uma relação lógica, podem se conectadas, por exemplo, as tabelas de nós e deslocamentos de nós. Selecione os itens Nós e Deslocamento de nós > depois a opção indentar
- Imagens indentadas: Uma imagem também pode ser conectada a uma tabela, por exemplo, a imagem da estrutura com uma carga sendo exibida e a tabela de Casos de carregamento. Selecione a imagem > depois a opção indentar
- *Adicionar cabeçalho e rodapé
Itens especiais > Cabeçalho/Rodapé

Adaptar as propriedades do cabeçalho e do rodapé > veja na barra de ferramentas



Textos e imagens podem ser inseridas.

O cabeçalho e o rodapé podem ser salvos como um modelo, um arquivo .HFX.

*Adaptar o layout do Engineering report

-Altere a orientação da página > Itens especiais > Formato de página

-Adaptar o layout geral do relatório > Itens especiais > Estilo

Nota: O logo da SCIA pode ser removido pelo estilo.

-Adaptar tabelas:

Células vazias podem ser ocultadas.

Propriedades da tabela > Modelo Header

Selecione a tabela > Editar: as alterações podem ser salvas e copiadas para outras tabelas do Engineering report. Esses modelos são salvos como um arquivo.TLX.

*Exportação e impressão do Engineering report

-Impressão: Configurações do Engineering report  > Imprimir

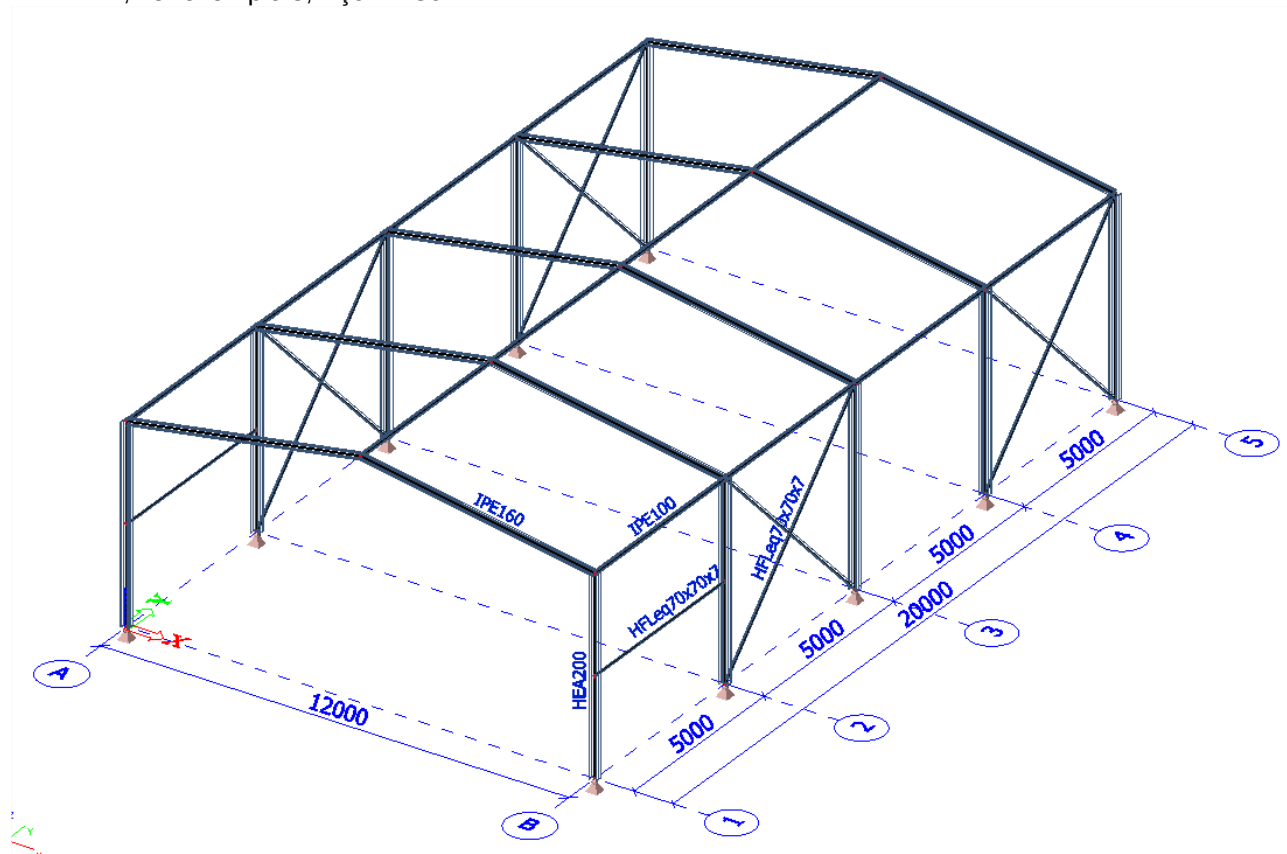
-Exportação: Configurações do Engineering report  > Exportar

Parte 4 – Introdução à verificação do Aço e do Concreto

Exemplo 11: Galpão de Aço

1_Entrada de Geometria

*H2 = 1m, ver exemplo 3, Aço – A36



*Modificações de geometria: consultar figura acima

*Ações após entrada! Isso é necessário para conectar os novos elementos lançados.

2_Cargas

LC 1: Peso Próprio

LC 2: Carga de Cobertura (Perm.) > Força linear 5 kN/m

LC 3: Carga do vento na direção X (Var., Exclusiva) > Força linear 2 kN/m

LC 4: Carga do vento na direção -X (Var., Exclusiva) > Força linear 2 kN/m

3_Combinação de Cargas

CO1: Gerar combinações normais (ELU) utilizando a configuração do tipo envoltória

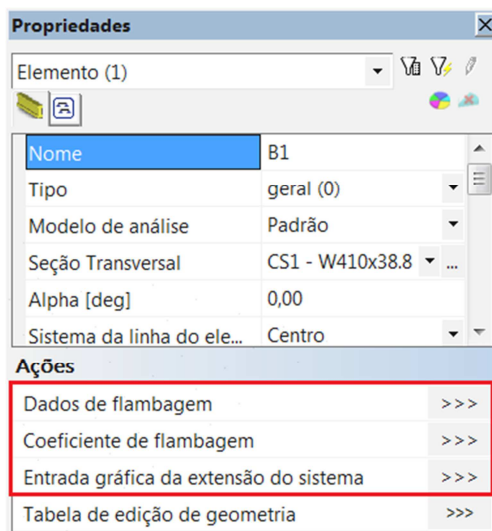
CO2: Gerar combinações quase permanentes (ELS) utilizando a configuração do tipo envoltória

4_Configuração do Aço (NBR)

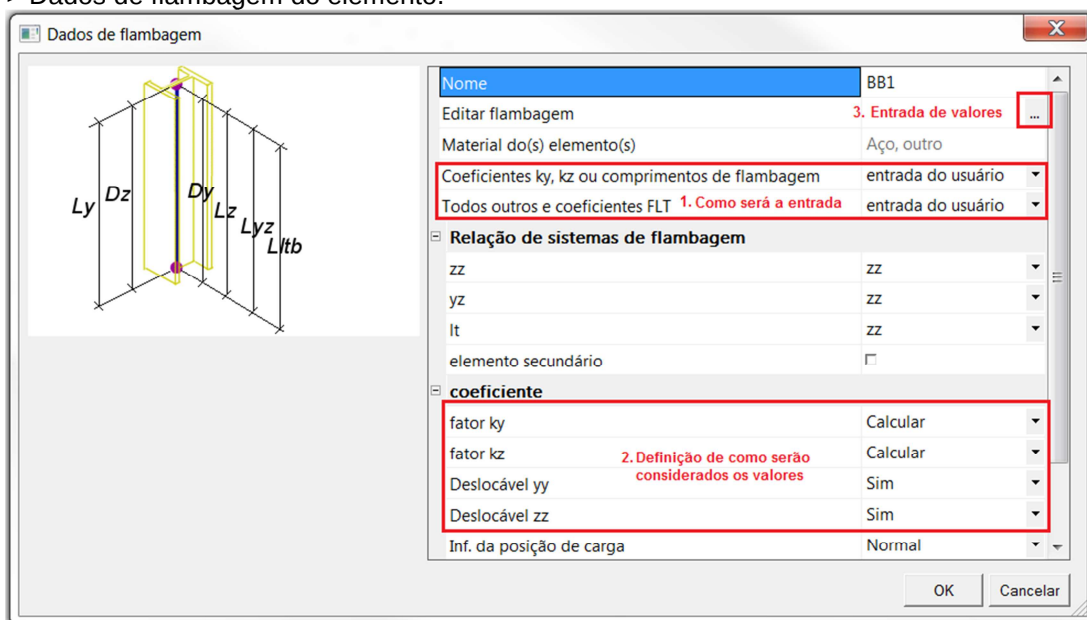
Menu principal > Aço

- Uma estrutura de aço tem como padrão ser deslocável em torno do eixo Y-Y e não deslocável em torno do eixo Z-Z.

- Porém, as considerações de travamento e flambagem para os elementos metálicos podem ser definidas pelas Propriedades do elemento 1D > ações



- Ou, também, podem ser definidas no menu de Aço em Vigas > Dados para verificação do elemento > Dados de flambagem do elemento.



- Para uma determinação mais precisa da Flambagem lateral com Torção, pode-se utilizar a função em Vigas > Dados para verificação do elemento > Restrições FLT, onde é possível determinar a exata posição do travamento e se ele atua na parte superior ou inferior da viga.

- Para confirmar os dados de flambagem considerados, utilize a função em Vigas > Esbeltez do aço

5_Verificações de aço (NBR)

- Na verificação de aço serão considerados valores padrões de cálculo que podem ser alterados pelo menu Verificação ELU > Dados do elemento. Entre os valores possíveis de alteração, por exemplo, temos o fator de redução para a tração (C_t), espaçamento dos enrijecedores (a).

- Para executar a verificação, basta clicar em Verificação ELU > Verificar e nas propriedades em Combinações = ELU e Extremo = Elemento, que serão exibidos os fatores de verificação na tela (esforços atuantes divididos pelos esforços resistentes) para a verificação crítica máxima da seção.

- Para exibir o relatório completo de cálculo, coloque nas propriedades a Saída > Completa e depois clique em Ações > Visualizar.

- Pode-se otimizar as seções transversais, para obter 1 como valor máximo de fator de verificação, através da função Ações > Autodesign.

Atenção: Após a otimização, a estrutura deve ser recalculada!

6_Configuração do Aço (Norma Americana - IBC)

Menu principal > Aço

a) Configurações Gerais

Todas as configurações na seção Vigas e Joists > Configurações é válida para todo o projeto

As seguintes opções estão disponíveis ao acessar as configurações:

-Configurações > Verificação do elemento

Uma estrutura de aço tem como padrão ser deslocável em torno do eixo Y-Y e não deslocável em torno do eixo Z-Z.

-Configurações > Deformação relativa

O usuário pode impor por tipo de viga um limite para deformação relativa.

-Configurações > Padrão de Flambagem

Os coeficientes k_y e k_z são por definição calculadas pelo SCIA Engineer. Atenção, isto é válido apenas para estruturas simples! Em outros casos: Inserir o coeficiente de flambagem ou comprimento de flambagem.

b) Configurações Específicas

-É possível aplicar configurações específicas para certos elementos pela opção em Vigas e Joists > Dados para verificação do elemento.

- A flambagem de um elemento pode ser adotada da mesma forma como apresentado para a NBR, item 4 desse exemplo, ou pelas propriedades dos elementos ou em Vigas e Joists > Dados para verificação do elemento > Dados de flambagem do elemento

- Considerações adicionais para o cálculo podem ser inseridas pelas configurações de Restrições FLT, Enrijecedores, Diafragmas, Dados de esmagamento da alma e Dados de transpasse.

- Para confirmar os dados de flambagem considerados, utilize a função em Vigas e Joists > Esbeltez do aço

7_Verificações do aço (Norma Americana - IBC)

a) Verificações do ELU

-Para executar a verificação, basta clicar em Verificações do ELU e escolher entre Verificar ASD ou Verificar LRFD e nas propriedades em Combinações = ELU e Extremo = Elemento, que serão exibidos os fatores de verificação na tela (esforços atuantes divididos pelos esforços resistentes) para a verificação crítica da seção.

- Para exibir o relatório completo de cálculo, coloque nas propriedades a Saída > Detalhada e depois clique em Ações > Visualizar.

- Informações detalhadas por elemento podem ser obtidas em Ações > Verificação individual

- Pode-se otimizar as seções transversais, para obter 1 como valor máximo de fator de verificação, através da função Ações > Autodesign.

Atenção: Após a otimização, a estrutura deve ser recalculada!

b) Verificações do ELS

Aço > Verificações do ELS - Deformação relativa

- Nesta opção, a flecha obtida no cálculo será comparada com a flecha limite especificada em Vigas e Joists > Configurações > Deformação relativa, assim sendo apresentado um fator de verificação para o cálculo.

8_Ligações Metálicas (Eurocode)

*Inserção de ligações metálicas

➔ **Esta opção não é incluída na versão Concept. Será necessário o modulo esa.18 que está disponível nas versões Professional e Expert.**

Menu principal > Projeto > Funcionalidade: Aço – Ligações rígidas de aço

A funcionalidade do modelo estrutural é automaticamente ativada.

-Gerar modelo estrutural, veja barra de ferramentas 'Visualizar' ;

- Menu principal > Aço > Ligações > Pórtico parafusado/soldado – eixo de maior inércia; selecionar nós e barras a serem ligadas;
- Inserir propriedades das ligações no menu propriedades;
- Exibir indicações na ligação metálica, via Ajustar parâmetros de visualização para todos > Ligações > Indicações de ligações de estruturas metálicas > Exibir Indicação + nome.

*Verificação de ligações metálicas

➔ A opção não está incluída na versão Concept. Será necessário o modulo esasd.02 que está disponível nas versões Professional e Expert

Ações> Resultados; Verificar se o fator de verificação é satisfatório

*Transferir a rigidez da ligação para o modelo analítico

- No menu propriedades das ligações metálicas, selecionar a opção Atualizar rigidez;

- Recalcular a estrutura;

- Exibir modelo analítico, via Ajustar parâmetros de visualização para todos > Estrutura > Tipo de

modelo; Mostrar dados do modelo, via barra de ferramentas da linha de comando : Articulação com rigidez alterada foi adicionada ao nó ligado.

Visto que ligações e articulações são dados adicionais, é possível copia-los via barra de ferramentas

'Geometria'  ou clicando com o botão direito do mouse na tela.

9_Detalhamento de ligações de aço

➔ Esta opção não está disponível na versão Concept. Será necessário o módulo esadt.02 que está disponível na versão Professional e Expert.

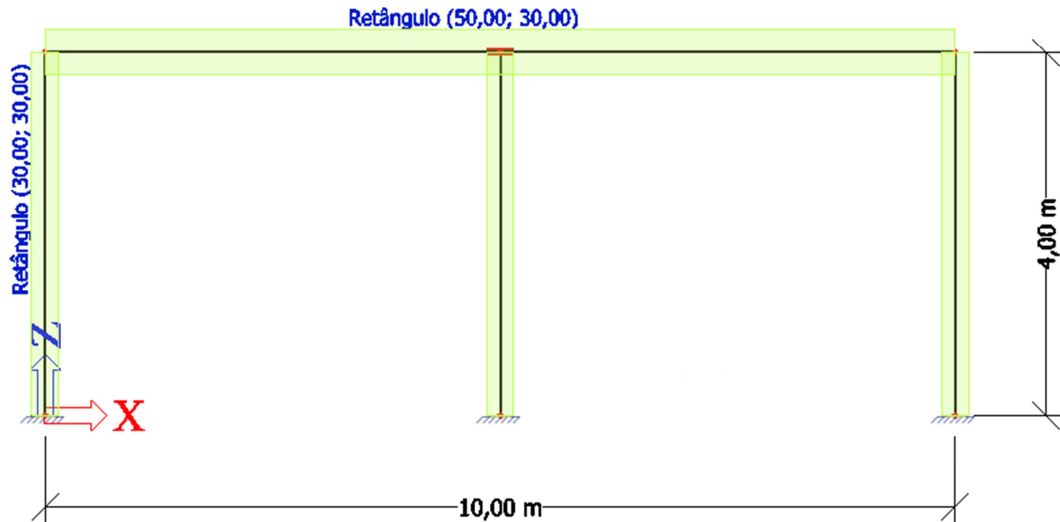
Menu principal > Projeto > Funcionalidade: Aço – Detalhamento de ligações

Assistente de imagens, via Galeria de imagens > Novo pelo assistente , ou clicando com o botão direito do mouse na tela 

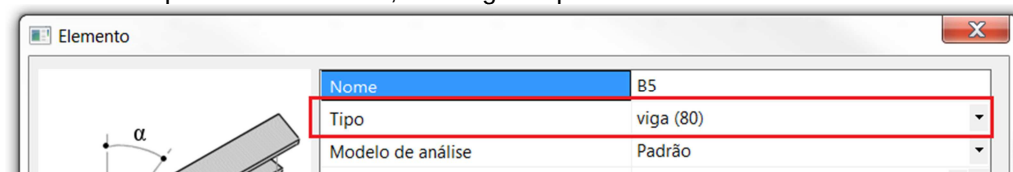
Exemplo 12: Pórtico de Concreto

1_Entrada de Geometria

*Dados de projeto: Pórtico XZ – Concreto C30 – Aço da armadura CA-50



* Para o dimensionamento do concreto é fundamental informar qual a função do elemento pelo tipo, basicamente para elementos 1D, se é viga ou pilar.



2_Ações após Entrada

*Verificar dados da estrutura

*Conectar nós / bordas em elementos (Atenção: conectar toda a estrutura!)

3_Cargas

*Casos de carga

LC 1: Peso próprio

LC 2: Carga da cobertura (Perm.) > Força linear 33 kN/m

*Combinações de Carga

CO 1: ELU – Normais

CO 2: ELS - Quase Permanente

CO 3: ELS - Frequente

4_Configurações do Concreto (NBR)

Menu principal > Concreto

a) Configurações de concreto

- O primeiro item do menu de concreto são as configurações de concreto, as quais são válidas para tudo o o projeto.

- Em configurações de concreto > Tipo de deslocabilidade padrão, observa-se que por padrão a estrutura é deslocável em torno dos eixos Y-Y e Z-Z.

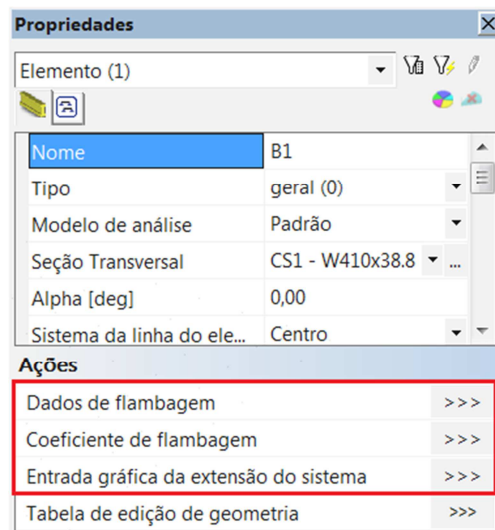
-Em Configurações de concreto > Padrões de cálculo > Vigas, escolha a armadura superior e inferior padrão para os cálculos: diâmetro 16mm

-Dentro das configurações existem diversas definições que podem ser alteradas, como o tipo método para ser aplicado no cálculo da segunda ordem local dos pilares, método para o cálculo do cisalhamento, a flecha limite, a classe de agressividade ambiental, bitolas padrões, etc...

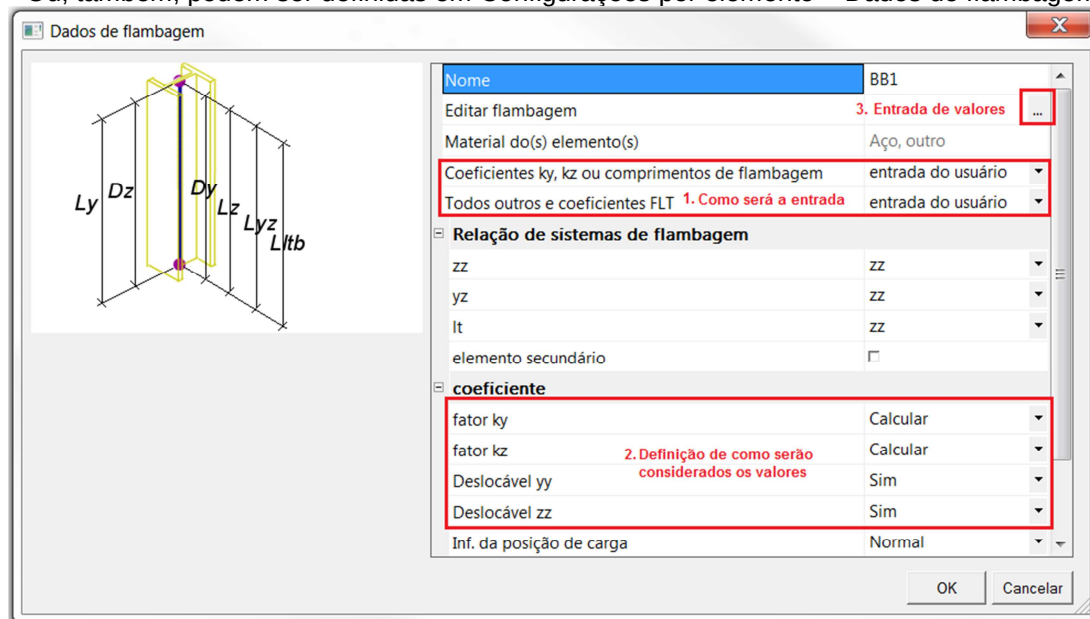
b) Configurações por elemento

- É possível alterar as configurações para apenas determinados elementos pela opção Configurações por elemento > Dados do Elementos 1D.

- As considerações de travamento e flambagem para os elementos podem ser definidas pelas Propriedades do elemento 1D > ações



- Ou, também, podem ser definidas em Configurações por elemento > Dados de flambagem 1D



-Uma identificação será exibida em cada elemento com Dados do elemento, exemplo CMD1. Esta indicação pode ser selecionada para visualizar ou editar as configurações no menu Propriedades. Visto que Dados do elemento são dados adicionais, é possível copiá-los para outras barras, via barra de ferramentas 'Manipulação Geométrica'  ou clicando com botão direito do mouse na tela.

5_ Cálculo e inserção da armadura (NBR)

a) Forças internas

- Indo em Cálculo da armadura > Forças internas é possível observar o cálculo da esbeltez dos elementos e se obter os valores dos esforços nos pilares de acordo com os métodos aproximados ($\lambda \leq 90$) para o cálculo da segunda ordem local (caso $\lambda > \lambda_1$) ou observar os esforços atuantes nas vigas.

Utilize a combinação = ELU, Extremo 1D = Elemento e Valores = M_{dy} , recal ou M_{dz} , recal para observar os momentos considerando a segunda ordem. Para alterar o método acesse Configurações de concreto > Configurações de solver > Forças internas > Método do pilar-padrão para o cálculo dos efeitos de segunda ordem.

b) Cálculo da armadura (ELU)

- Escolhendo a combinação = ELU para o Cálculo da armadura, podem ser obtidos os seguintes valores:

A_{s_req} = armadura longitudinal necessária para a seção

A_{s_req+} = armadura longitudinal necessária na fase superior do elemento (+z do eixo local)

A_{s_req-} = armadura longitudinal necessária na fase inferior do elemento (-z do eixo local)

A_{st_req} = Armadura longitudinal necessária de tração na seção

A_{sc_req} = Armadura longitudinal necessária de compressão na seção

A_{s_min} = Armadura longitudinal mínima necessária

nBars = número de barras de acordo com a bitola padrão imposta ao elemento

ϕ_l = exibe a bitola padrão longitudinal definida para o elemento

$A_{sw/s}$ = armadura necessária para o cisalhamento

ϕ_w = exibe a bitola padrão transversal definida para o elemento

s = exibe o espaçamento necessário entre os estribos

$A_{90/s}$ = armadura transversal necessária devido à torção

A_{slt} = Armadura longitudinal necessária devido à torção

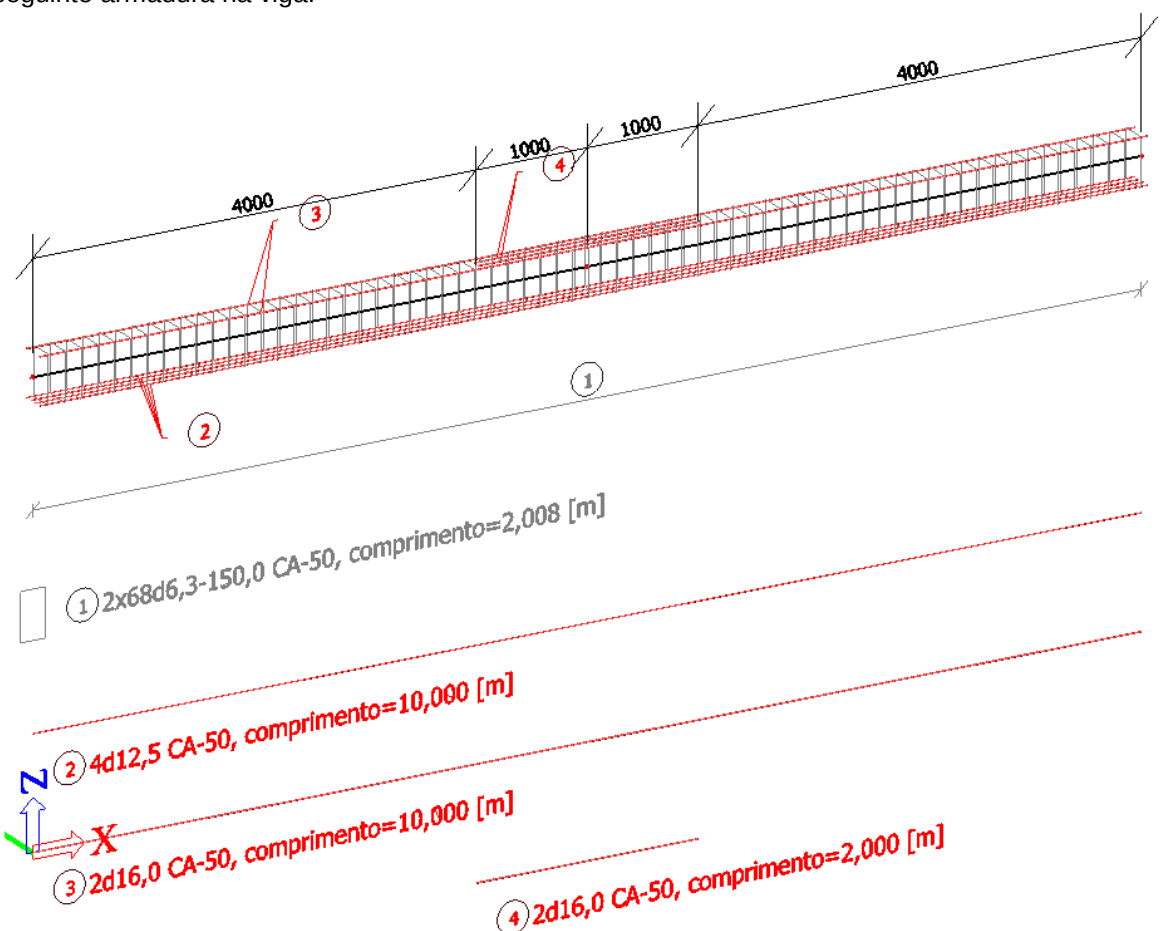
$A_{s,t}$ = Armadura longitudinal total incluindo a torção

$A_{wt/s}$ = Armadura transversal total incluindo a torção

O processo completo de cálculo pode ser observado ao se colocar a Saída = Completa e ao se solicitar Ações > Visualizar.

c) Inserção + edição da armadura

- Clique Inserção+edição de armadura > Elementos 1D > Nova armadura e selecione a viga para adicionar uma armadura. Em seguida, deve-se definir o ponto inicial e final da armadura. Insira a seguinte armadura na viga:



* Para a armadura longitudinal

- Clique em editar no primeiro modelo que aparecer na caixa de diálogo e, no canto superior direito, serão exibidas as camadas que compõem a armadura, escolha a de baixo e altere a bitola para 12,5 mm e número de barras para 4.

- Novas camadas de armadura podem ser inseridas pelo botão Nova camada no canto inferior esquerdo.

* Para a armadura transversal

- As bitolas e distâncias entre estribos podem ser editadas pelas propriedades ou por Ações > Editar distâncias dos estribos

6_Verificação da armadura (NBR)

a) Forças internas

- Caso a esbelteza seja menor do que 140, o usuário pode lançar uma armadura no pilar e verificar a segunda ordem local segundo método pilar-padrão acoplado a diagramas M, N e 1/r por este item da verificação.

b) Verificação de resposta (ELU)

- Por essa verificação, o usuário pode checar se uma armadura lançada em um elemento está passando ou não. Ao se solicitar o relatório completo em Saída = completa, Ações > visualizar, observa-se toda a verificação que é realizada para a seção, exibindo as tensões e as deformações atuantes.

c) Abertura de fissuras (ELS)

- Ao se lançar uma armadura em um elemento, nesta verificação é calculada a abertura de fissura (w) e comparada com o limite definido pela classe de agressividade ou definido pelo usuário. Coloque Combinação = ELS – Frequente, Extremo 1D = Elemento e Valores = UC e verifique se o valor de abertura atende ou não aos requisitos necessários. Selecione Saída = Completa e Ações > Visualizar para ver o relatório completo de cálculo.

d) Flecha (ELS)

- As flechas imediatas, diferidas e totais serão calculadas para cada elemento nesta verificação e comparadas com o limite definido nas configurações. Coloque Combinação = ELS – Quase Permanente, Extremo 1D = Elemento e Valores = UC, como UC é o valor de flecha total encontrada dividida pelo limite, verifique se o valor de flecha atende ou não aos requisitos necessários. Selecione Saída = Completa e Ações > Visualizar para ver o relatório completo de cálculo.

Observação: O Método geral para o cálculo de segunda ordem local de pilares também pode ser utilizado no Scia Engineer, para isso, veja o Manual Reinforced concrete - Advanced Modules, lembrando que o cálculo da segunda ordem local deve ser desativo nas Configurações de concreto > Configurações de solver > Forças internas, uma vez que os valores das forças considerando a segunda ordem já virão calculados diretamente do solver do SCIA Engineer para aba de cálculo de concreto.

7_Configurações de concreto no novo Concrete 15 (Eurocode)

Menu principal > Concreto 15

Configurações de concreto

Todas as configurações de concreto são válidas para todo o projeto.

- Configurações de concreto > Tipo de deslocabilidade padrão

O padrão da estrutura é ser deslocável em torno dos eixos Y-Y e Z-Z para a flambagem.

- Configurações de concreto > Padrões de cálculo > Vigas

Escolha a armadura superior e inferior padrão para os cálculos: diâmetro 16mm

Configurações específicas

- É possível alterar as configurações para apenas determinados elementos através da opção Configuração por elemento > Dados de elemento 1D.

Da mesma forma, como exposto para a NBR no item 4b) deste exemplo, um indicação será exibida e pode ser copiada para outros elementos.

8_Cálculo e inserção da armadura no novo Concreto 15 (Eurocode)

e) Armadura teórica

Forças Internas

Cálculo da armadura – Elementos 1D > Forças internas; veja a Classe = Todos ELU (Criada pelo SCIA Engineer) e os Valores = M_y e M_{Edy} (Talvez você precise aumentar o número de seções para ser capaz de ver a decalagem no momento fletor: por exemplo, 20 seções via configurações > solver > número de seções em elemento médio)

*O usuário pode desativar a decalagem pelas Configurações de concreto > Configurações de solver > Forças internas ELU > Considere a força de tração adicional causada pela força cortante (regras de decalagem).

Esbeltez

Cálculo da armadura – Elementos 1D > Esbeltez; Os efeitos de segunda ordem dependem da verificação da esbeltez, pois se esta for maior do que o limite, os efeitos de segunda ordem são considerados no cálculo do pilar.

Condições	Cálculo dos efeitos de segunda ordem
$\lambda_y > \lambda_{limy}$ ou $\lambda_z > \lambda_{limz}$	SIM
$\lambda_y \leq \lambda_{limy}$ e $\lambda_z \leq \lambda_{limz}$	NÃO

*Por padrão, a verificação acima é executada automaticamente, o que pode ser modificado em Configurações de concreto > Configurações de solver > Forças internas > Forças Internas ELU > Usar efeito de segunda ordem

Armadura teoricamente necessária

Concreto 15 > Cálculo da armadura – Elementos 1D > Cálculo da armadura. Selecione a viga e coloque Classe = Todos ELU e os Valores = A_{sz_req+} e A_{sz_req-}

Ações > Visualizar: Relatório resumido (saída = resumida), relatório normal (saída = padrão), relatório detalhado (saída = detalhada).

Para seções retangulares, as seguintes definições são aplicáveis:

- A_{sz_req+} = armadura teórica necessária colocada na borda na direção positiva do eixo local z (LCS)

- A_{sz_req-} = armadura teórica necessária colocada na borda na direção negativa do eixo local z (LCS)

- A_{sy_req+} = armadura teórica necessária colocada na borda na direção positiva do eixo local y (LCS)

- A_{sy_req-} = armadura teórica necessária colocada na borda na direção negativa do eixo local y (LCS)

- A_{swm_req} = armadura teórica necessária para o cisalhamento.

- A_{sz_prov+} = é a armadura considerando a quantidade de barras de armadura necessárias na borda superior na direção positiva do eixo local z (LCS), de maneira a satisfazer A_{sz_req+} .

Os diâmetros utilizados são definidos nas configurações de concreto (Configurações de concreto > Padrões de cálculo > Vigas) ou pode ser definido por elemento nos Dados do elemento 1D (Configuração por elemento > Dados do elemento 1D)

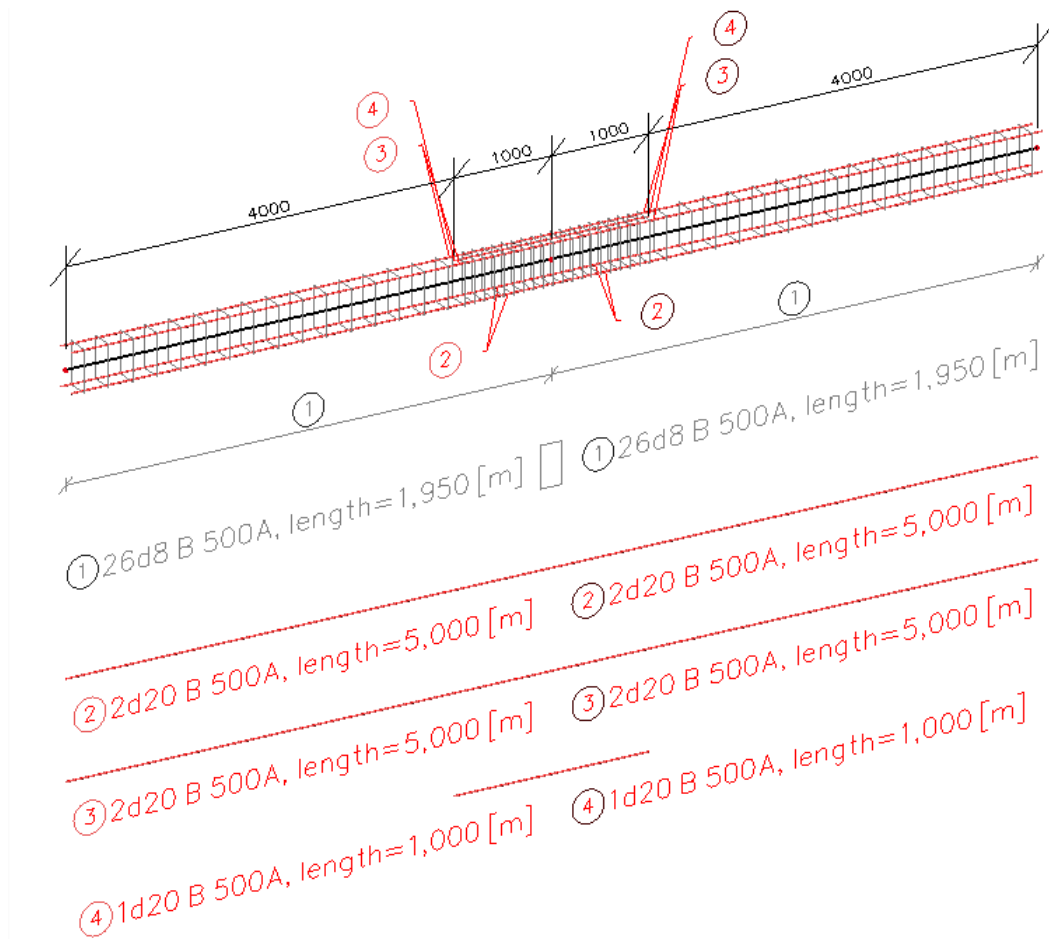
A mesma metodologia é aplicada para os resultados restantes (A_{sz_prov-} , A_{sy_prov+} , A_{sy_prov-} , A_{swm_prov})

Quando você opta por uma saída detalhada (saída = detalhada) e depois gera a visualização, aparecerá uma explicação com erros/aviso e notas na parte de baixo da página.

f) Armadura prática

Adicionado uma armadura visível ao modelo.

* Seguindo os mesmos princípios do item 5c) deste exemplo e lance a armadura abaixo.



* Para a armadura longitudinal

- Clique em editar no primeiro modelo que aparecer na caixa de diálogo e, no canto superior direito, serão exibidas as camadas que compõem a armadura, escolha uma e altere a bitola para 20 mm.

* Para a armadura transversal

- Os estribos estão divididos em zonas (4m – 1m – 1m – 4m) nas quais estão definidas duas distâncias diferentes entre estribos (25 cm e 10 cm), que podem ser definidas ao clicar em um estribo e depois em Ações > Editar distâncias dos estribos na janela de propriedades do SCIA.

9_Verificação da armadura no novo concreto 15 (Eurocode)

Concreto 15 > Verificação da armadura (ELU+ELS)

*Rigidez: nesta verificação, a rigidez calculada é apresentada.

*Capacidade - resposta (ELU): é baseado no cálculo da tensão e deformação em um componente particular (fibra de concreto, barra da arm.) e comparação com os valores limites do EN 1992-1-1.

*Diagrama – capacidade (ELU): são criados os diagramas de interação que ilustram a resistência dos elementos em relação ao conjunto de combinações de esforços axiais e momentos fletores.

*Cisalhamento + torção (ELU): esta verificação é composta pela: verificação de cisalhamento, verificação de torção e a verificação da interação do cisalhamento com a torção.

*Limitação da tensão (ELS): é baseado no cálculo da tensão em um componente particular (fibra do concreto, barra da arm.) e comparação com os valores limites do EN 1992-1-1.

*Abertura de fissuras (ELS): é calculado de acordo com a cláusula 7.3.4 do EN 1992-1-1.

*Regras de detalhamento: aplica as regras do Eurocode para um cálculo apropriado, respeitando a segurança, o uso e a durabilidade da estrutura.

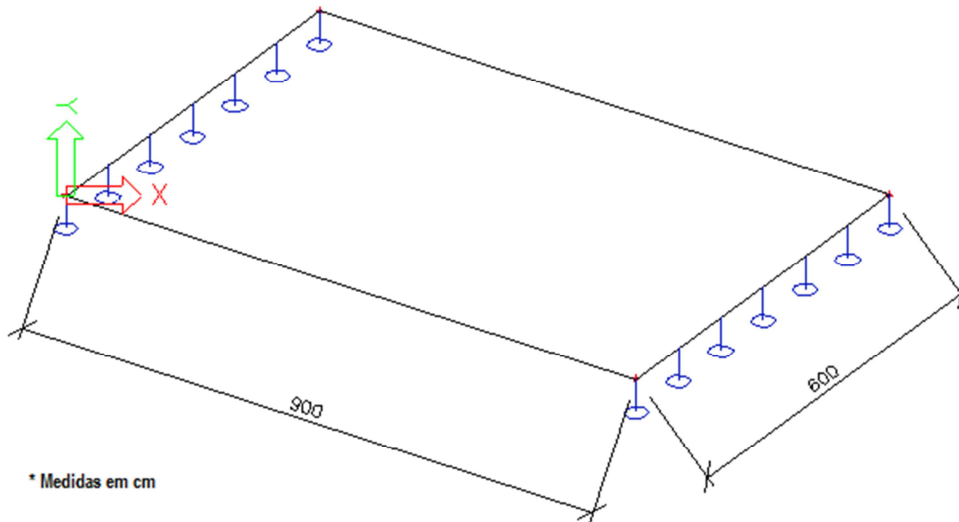
Observação: o usuário pode solicitar que o SCIA Engineer realize o cálculo automático da armadura que satisfaz o menu de concreto antigo. Isto pode ser feito por Concreto > Elemento 1D > Dimensionamento automático da armadura de elemento.

Parte 5 – Placas, Paredes e Cascas

Exemplo 13: Placa retangular

1_Entrada de geometria

*Dados de projeto: Placa XY – C30



*Inserção da placa: Menu estrutura > Elemento 2D > Placa – Espessura 25 cm

Novo retângulo, via barra de ferramentas da linha de comando ; definir os 2 nós em uma diagonal do retângulo

Após inserir, é possível adaptar a geometria das entidades selecionadas via Ações > Tabela de edição de geometria & adaptar as propriedades via menu Propriedades

*Apoios: Menu estrutura > Dados do modelo > Apoio > Linha em borda de elemento 2D

2_Casos de carga

LC 1: Peso próprio

LC 2: Paredes nas bordas maiores (Perm.) > Força linear 10 kN/m

LC 3: Carga de Serviço (Var.) > Carga de superfície 2 kN/m²

3_Malha de elementos finitos

*Geração de malha

Menu principal > Cálculo, Malha > Geração de malha, ou barra de ferramentas 'Projeto' 

*Exibição gráfica da malha

Ajustar parâmetros de visualização para todos, clicando com botão direito do mouse ou barra de

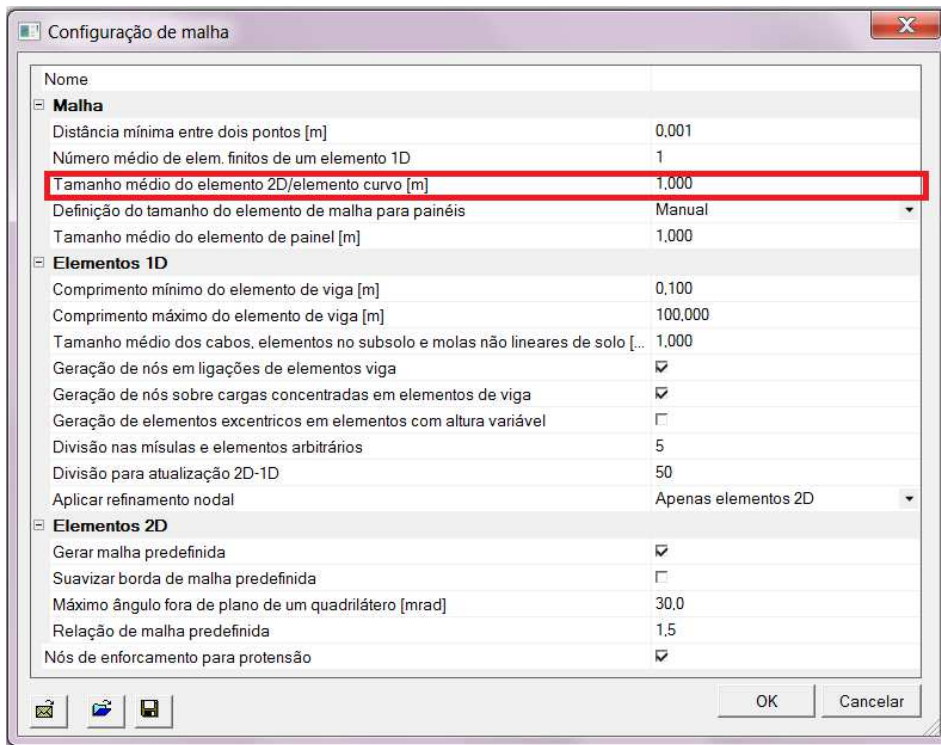
ferramentas da linha de comando 

> Estrutura > Malha > Desenhar malha

> Indicações > Malha > Exibir indicação

*Refinamento da malha

Menu principal > Cálculo, Malha > Configuração de malha, ou Configuração > Malha > Tamanho médio do elemento 2D, pelo padrão = 1 m



4_ Teste dos dados de entrada

*Menu principal > Calculo, Malha > Cálculo; opção Teste de dados de entrada é suficiente. Com esta função, as cargas aplicadas são redistribuídas para os elementos e nós da malha.

*Menu principal > Cálculo, Malha > Visualizador de dados 2D

Cargas de superfície: Valores = qz, Sistema = Global

LC 1 & 3: Distribuição uniforme nos elementos da malha

LC 2: Forças lineares são redistribuídas para forças pontuais nos nós da malha

5_ Resultados

*Resultados na placa

Menu principal > Resultados > Elementos 2D > Deslocamento dos nós

Menu principal > Resultados > Elementos 2D > Forças internas

Menu principal > Resultados > Elementos 2D > Tensões

Especificar os resultados desejados no menu Propriedades

-Sistema

Local: De acordo com os eixos locais dos elementos de malha

LCS – Elemento 2D: De acordo com os eixos LCS do elemento 2D

Atenção ao usar elementos de casca curvos!

-Locação: 4 formas de solicitar resultados, veja o Anexo 3

-Tipo de forças: Magnitudes básicas, Magnitudes principais e Magnitudes elementares do dimensionamento, veja Anexo 2

-Configuração de desenho: Clicar em  > Configurar exibição de resultados 2D, Configurações mínimas e máximas, ...

Após configurar, sempre executar Ações > Atualizar

*Precisão dos resultados

Caso os resultados das 4 locações diferirem muito, então o resultado não está adequado e a malha deve ser mais refinada.

Regra básica para dimensões dos elementos da malha = 1 a 2 vezes a espessura da placa

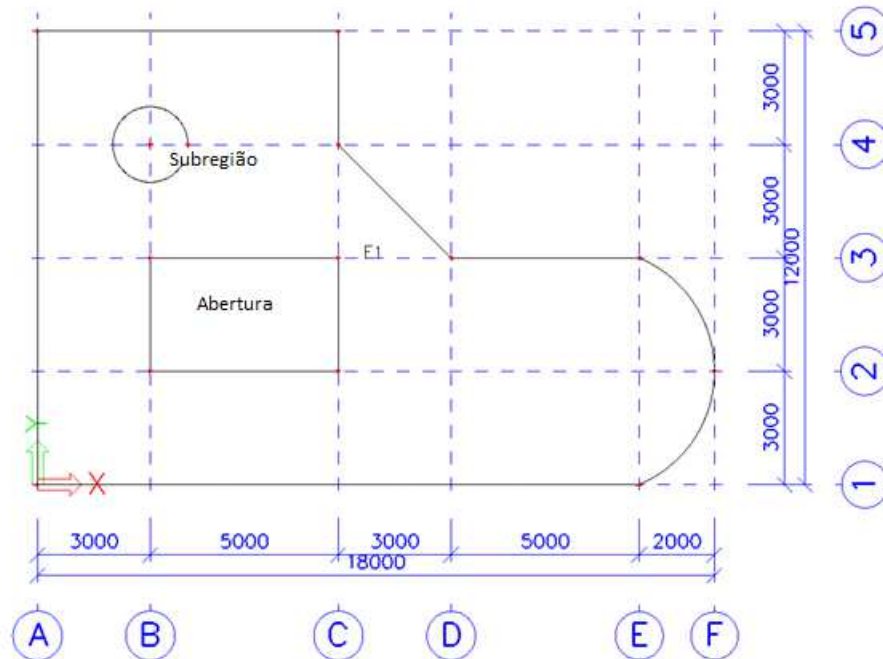
*Reações na linha de apoio

Resultados > Apoios > Intensidade

Exemplo 14: Placa em fundação elástica (subsolo)

1_Entrada de geometria

*Dados de projeto: Concreto C25 – Espessura da placa 200 mm



*Inserção da placa

Inserção de grid de linhas, veja a barra de ferramentas 'Ferramentas'

Ancoragem para os pontos de grid de linha, por meio de configurações de ancoragem do cursor, veja a barra de ferramentas da linha de comando

Estrutura > Elemento 2D > Placa

Novo polígono, via barra de ferramentas da linha de comandos , escolha opções Nova linha reta e Novo arco circular

*Entrada de abertura e sub-regiões

Estrutura > Elemento 2D > Componentes de elemento 2D > Abertura

Novo retângulo

Estrutura > Elemento 2D > Componentes de elemento 2D > Sub-região

Novo círculo (centro - raio) com raio = 1m; defina ponto central + ponto em círculo @1;0;0

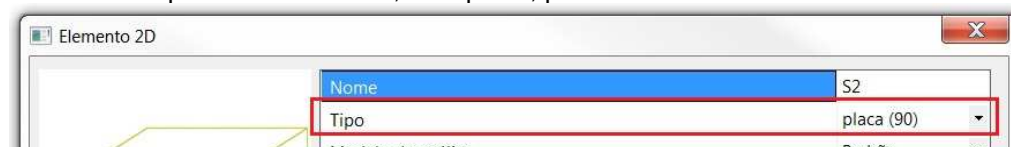
OBSERVAÇÃO: Instruções são mostradas na linha de comandos!

*Entrada de apoios

Menu principal > Projeto > Funcionalidade: Subsolo

Estrutura > Dados do modelo > Suporte > Superfície (fundação elástica)

* Para o dimensionamento do concreto é fundamental informar qual a função do elemento pelo tipo, basicamente para elementos 2D, se é placa, parede ou casca.



2_Carregamentos

*Casos de Carga

LC 1: Peso próprio

LC 2: Paredes nas bordas externas (Perm.) > Força linear 10 kN/m

LC 3: Paredes livres (Perm.) > Força linear 6,5 kN/m

LC 4: Carga de serviço (Var.) > Carga de superfície 2 kN/m²

LC 5: Carga de serviço em sub-região (Var.) > Carga de superfície 1,5 kN/m²

*Combinações

CO 1: ELU - Normais

CO 2: ELS – Frequente

3_Malha de elementos finitos

*Geração de malha

Menu principal > Cálculo, Malha > Geração de malha, ou barra de ferramentas 'Projeto' 

*Refinamento de malha

Menu principal > Cálculo, Malha > Configuração de malha;

Tamanho médio do elemento 2D = 1 ou 2 vezes a espessura da placa

4_Verificação de dados de entrada

*Menu principal > Cálculo, Malha > Cálculo; opção Teste de dados de entrada

*Menu principal > Cálculo, Malha > Visualizador de dados 2D

5_Resultados

*Resultados na placa

Resultados > Elementos 2D > Forças internas

*Resultados em locais específicos

Resultados > Elementos 2D > Seção em elemento 2D; Não é necessário calcular novamente

Atenção: Propriedades de uma seção

-Desenhar = direção da exibição gráfica dos resultados na seção

-Direção do corte = 2º coordenada de um vetor de direção que define a direção de uma seção (1ª coordenada é a origem)

*Fundação elástica

Resultados > Elementos 2D > Tensões de contato

ATENÇÃO: Convenção para tensões do solo: valor positivo = tensão de compressão, valor negativo = tensão de tração.

6_Eliminar tração do solo

➔ Esta opção não está incluída na versão Concept. Este é o módulo esas.44 que está disponível para a versão Professional ou Expert

*Menu principal > Projeto > Funcionalidade: Não linearidade + Não linearidade de solo/Mola de solo

*Menu principal > Casos de carga, Combinações > Combinações não lineares

*Menu principal > Cálculo, Malha > Cálculo; opção cálculo Não linear

*Analisar os novos resultados > Tensões de contato: Tração foi eliminada

7_ Configurações de concreto (NBR)

a) Configurações de concreto

- O primeiro item do menu de concreto são as configurações de concreto, as quais são válidas para todo o projeto.
- Dentro das configurações existem diversas definições que podem ser alteradas, como as classes de agressividade e as armaduras padrões para os elementos 2D.

b) Configurações específicas

- É possível alterar as configurações para apenas determinados elementos pelas Configurações por elementos – Dados de elemento 2D.
- Uma indicação é exibida em cada elemento 2D com Dados do elemento, exemplo CMD. Esta indicação pode ser selecionada para visualizar ou editar as configurações no menu Propriedades. Visto que Dados do elemento são dados adicionais, é possível copiá-los para outros Elementos 2D, via barra de ferramentas ‘Manipulação Geométrica’  ou clicando com botão direito do mouse na tela.

8_ Cálculo e inserção da armadura

a) Forças internas

- Indo em Cálculo da armadura – Elementos 2D > Forças internas, pode-se visualizar as forças atuantes na placa e as que serão utilizadas no dimensionamento. Para observar todo o procedimento de cálculo para a obtenção das forças de dimensionamento, escolha Saída = detalhada nas propriedades e clique em Ações > visualizar.

b) Cálculo da armadura (ELU)

- Escolhendo a combinação = ELU para o Cálculo da armadura, podem ser obtidos os seguintes valores:
 - A_s_req_1 - – Armadura na direção 1 na fase inferior do elemento 2D (-z do eixo local)
 - A_s_req_2 - – Armadura na direção 2 na fase inferior do elemento 2D (-z do eixo local)
 - A_s_req_1 + - – Armadura na direção 1 na fase superior do elemento 2D (+z do eixo local)
 - A_s_req_2 + - – Armadura na direção 2 na fase superior do elemento 2D (+z do eixo local)
 - A_sw,x – Armadura de cisalhamento na direção x
 - A_sw,y – Armadura de cisalhamento na direção y
- O processo completo de cálculo pode ser observado ao se colocar a Saída = Completa e ao se solicitar Ações > Visualizar.

c) Inserção + edição da armadura

- Clique em Armadura 2D, coloque o material = CA-50 e superfície = inferior, depois defina o diâmetro da armadura em cada direção, cobrimento e distância das barras desejados. Em seguida, lance a área de atuação da armadura 2D, utilizando a ferramenta de polígono que estará ativa no menu da linha de comando. Por fim, repita o procedimento para a superfície = superior. Por este comando será gerada uma armadura visual como a que existe nos elementos 1D.
- Para renderizar a armadura, clique com o botão direito do mouse na tela, acesse Ajustar parâmetros de visualização para todos > Concreto > Concreto + armadura > Tipo de desenho da armadura = 3D e nesta mesma janela em Regiões de armadura 2D > Exibir estilo = Posições reais.
- Se o usuário desejar, uma propriedade de armadura 2D pode ser aplicada nos elementos sem ser necessário utilizar o procedimento explicado acima, para isso, entre em Configurações por elemento – Dados de elementos 2D> Ative a armadura do usuário e defina a armadura em Longitudinal> Inferior e Superior. Esse tipo de armadura não é visível, pois se trata de uma propriedade aplicada no elemento 2D.

9_ Verificação ELS

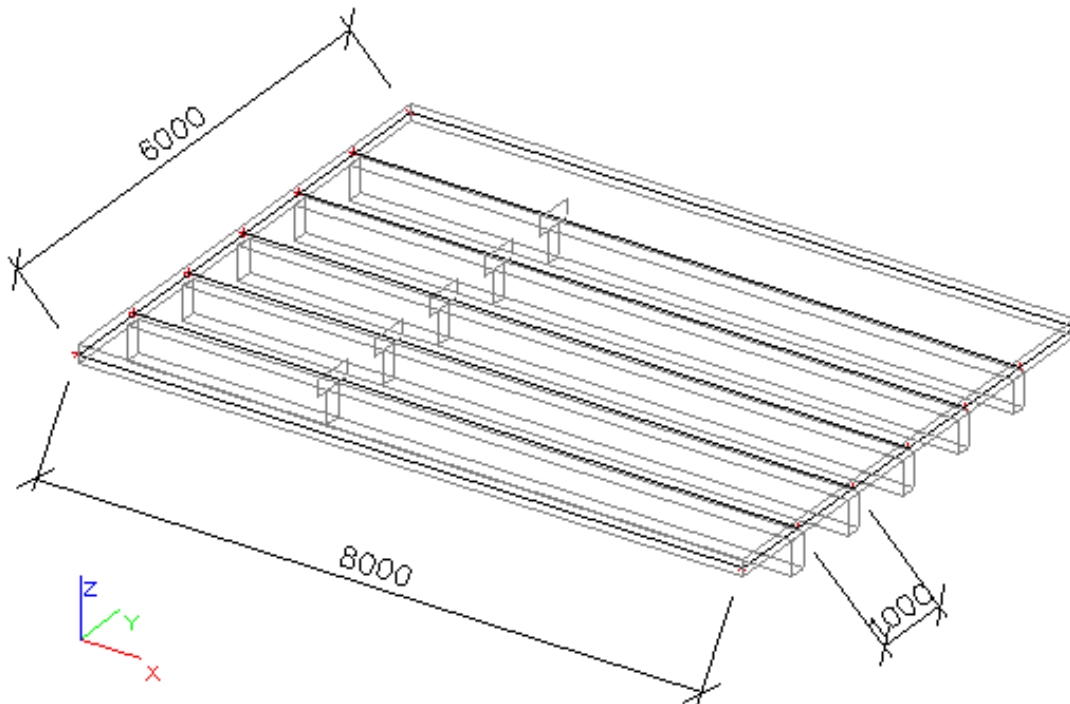
a) Cálculo da armadura (ELS) – abertura de fissuras

- A abertura de fissuras pode ser verificada após o lançamento da armadura por um dos métodos explicados no item c). Nesta verificação é calculada a abertura de fissura (w) e comparada com o limite definido pela classe de agressividade ou definido pelo usuário. Coloque Combinação = ELS – Frequente e Valores = UC_1 ou UC_2 e verifique se o valor de abertura atende ou não aos requisitos necessários. Selecione Saída = Completa e Ações > Visualizar para ver o relatório completo de cálculo.

Exemplo 15: Placa nervurada

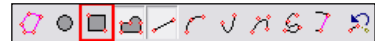
1_Entrada de geometria

*Dados de projeto: Geral XYZ > necessário devido à excentricidade das nervuras
 Concreto C25 – Espessura da placa 200 mm – Nervuras R 200 mm x 400 mm

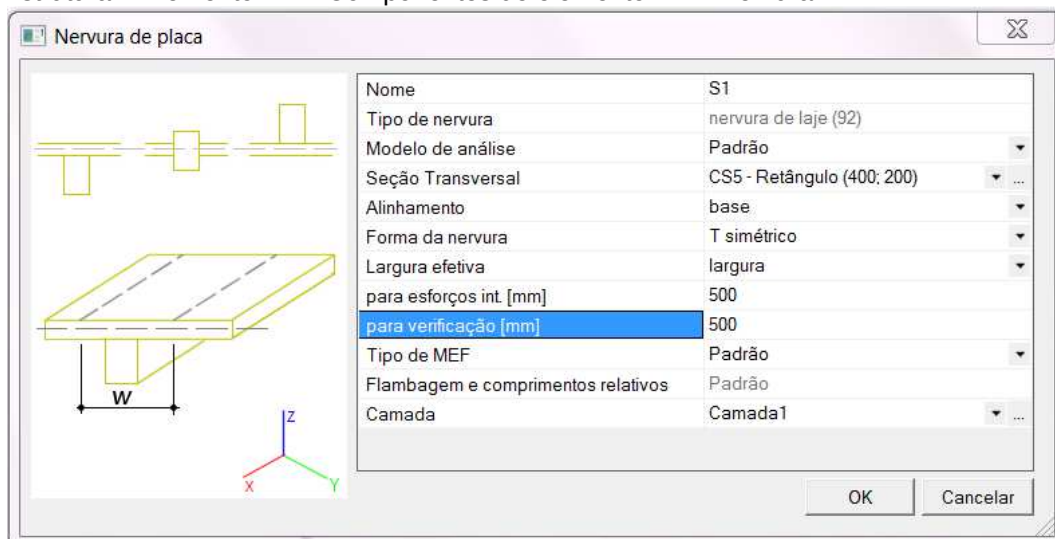


*Inserir placa + nervuras (Método 1):
 Estrutura > Elemento 2D > Placa

Novo retângulo, via barra de ferramentas da linha de comandos



Estrutura > Elemento 2D > Componentes de elemento 2D > Nervura



Espessura = Padrão, Número de espessuras da nervura, ou largura em mm
 Padrão: Configuração > Solver > Número de espessuras da nervura

Exibição gráfica da largura efetiva (Nervuras de seção T)

via Ajustar parâmetros de visualização para todos  > Estrutura > Desenhar seção transversal

* Inserir placa + nervuras (Método 2):
Estrutura > Elemento 2D > Placa nervurada

*Inserir apoios: articulado
Estrutura > Dados do modelo > Apoio > Linha em borda de elemento 2D

2_Casos de carga

LC 1: Peso próprio
LC 2: Carga de serviço (Var.) > Carga de superfície 5 kN/m²

3_Malha de elementos finitos

Refinar malha via Menu principal > Cálculo, Malha > Configuração de malha; dimensão dos elementos da malha = 0,25 m

4_Resultados

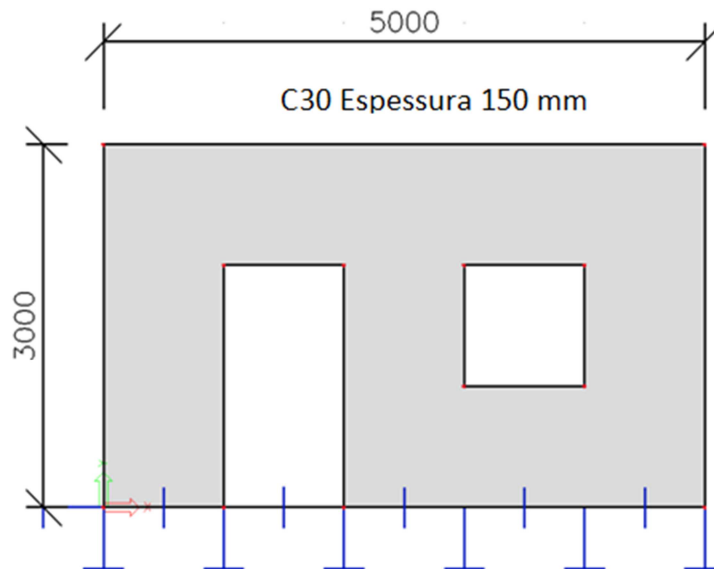
*Resultados > Vigas > Forças internas em viga; Valores = N
Opção Nervura desativada: Resultados em seção retangular
Opção Nervura ativada: Resultados em seção T

*Resultado > Elemento 2D > Esforços internos; Valores = nx
Opção Nervura desativada: Resultado em toda a placa
Opção Nervura ativada: Resultados em partes da placa entre as seções T

Exemplo 16: Parede pré-fabricada

1_Entrada de Geometria

*Dados de projeto: Parede XY – Nível de projeto Avançado.



*Entrada da parede

Estrutura > Elemento 2D > Placa

Estrutura > Elemento 2D > Componentes de elemento 2D > Abertura

2_Casos de carga

LC 1: Peso próprio

LC 2: Placas pré fabricadas (Perm.) > Força linear 13,2 kN/m

3_Malha de elementos finitos

*Malha global = 0,3m

Ajuste rápido de parâmetros de visualização em todo o modelo  > Estrutura > Malha > Desenhar malha

*Refinamento da malha em torno da abertura

Menu principal > Cálculo, Malha > Refinamento local da malha > Refinamento da malha de borda de elemento 2D; Tamanho = 0,1 m

4_Resultados

Exibir a direção das tensões principais:

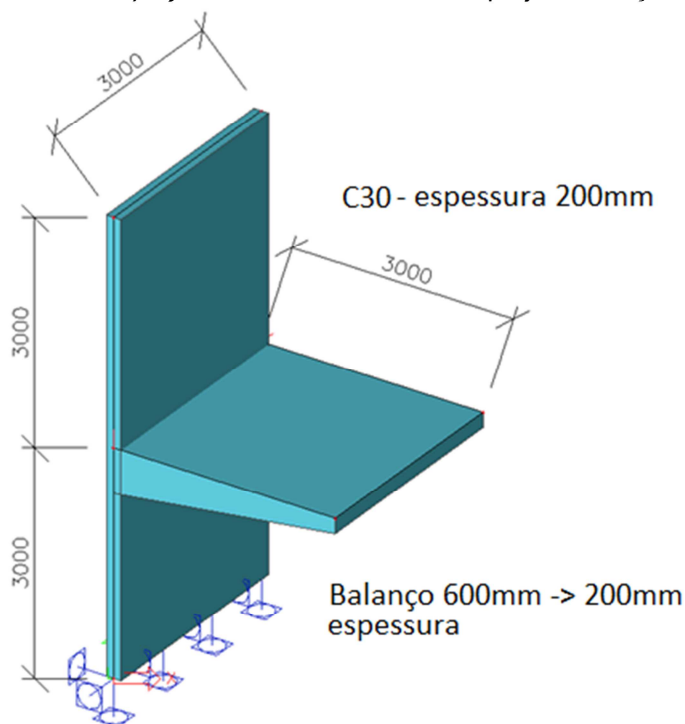
Resultados > Elementos 2D > Tensões

Para LC 2: Tipo de forças = Magnitudes principais, Valores = sig1 ou sig2, Desenho = Trajetórias

Exemplo 17: Sacada

1_Entrada de geometria

* Dados de projeto: Geral XYZ – Nível de projeto avançado



*Entrada da sacada

Estrutura > Elemento 2D > Parede

Estrutura > Elemento 2D > Placa; Tipo de espessura = Variável, Sistema do plano do elemento = Topo

2_Ações após entrada

*Verificação dos dados da estrutura



*Conectar nós / bordas nos elementos



(Atenção: Conectar toda a estrutura!)
Esta ação é necessária para conectar elementos 2D uns aos outros, veja Anexo 1

3_Casos de carga

LC 1: Corrimão (Perm.) > Força linear 10 kN/m

4_Resultados

Verificar se a estrutura esta completamente conectada:

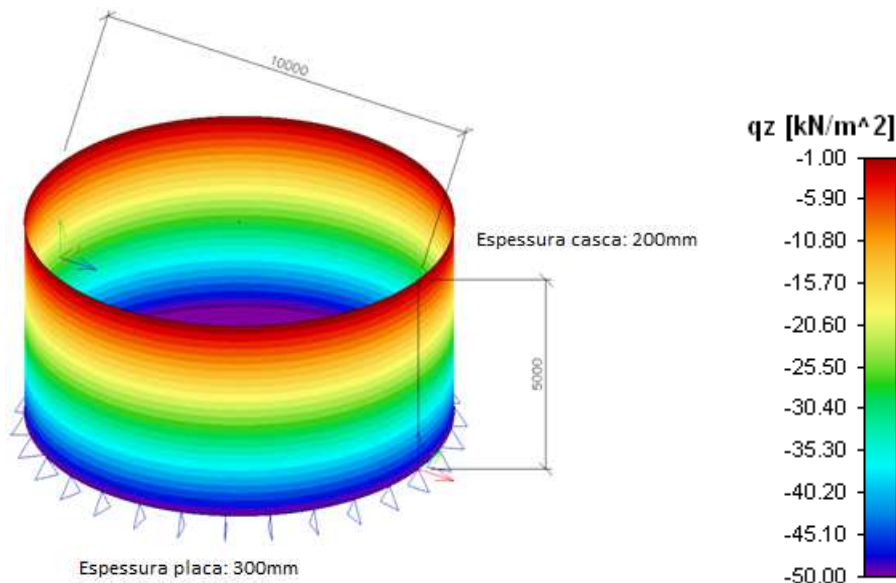
Resultados > Elementos 2D > Deslocamento de nós

Para LC 1: Estrutura = Inicial, Valores = Malha deformada

Exemplo 18: Tanque

1_Entrada de geometria

*Dados de Projeto: Geral XYZ – C30



*Entrada do Tanque

Placa de base: Estrutura > Elemento 2D > Placa

Novo círculo (centro – raio)

Parede: Estrutura > Elemento 2D > Parede

Selecionar linha ; Selecionar borda da placa de base

Exibir eixos locais dos elementos 2D, via Ajustar parâmetros de visualização para todos > Estruturas > Eixos locais > Elementos 2D

*Entrada de apoios

Menu principal > Projeto > Funcionalidade: Subsolo

Estrutura > Dados do Modelo > Apoio > Superfície (fundação elástica)

2_Cargas

*Casos de carga

LC 1: Peso próprio

LC 2: Pressão variável (Var.) > Carga de superfície 0 a 50 kN/m²

*Carga de superfície livre

Entrada de pressão variável como uma carga livre de superfície

a) A geometria de uma carga livre sempre deve ser inserida no plano XY do atual UCS > Primeiro

definir UCS, via barra de ferramentas 'Ferramentas' , então o plano XY é vertical e o eixo Y, por exemplo, aponta para cima.

Configurar o plano XY = Plano de trabalho ativo, veja na base da linha de comando.

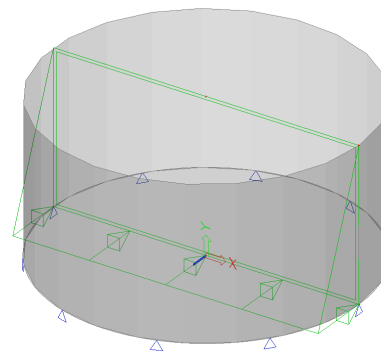
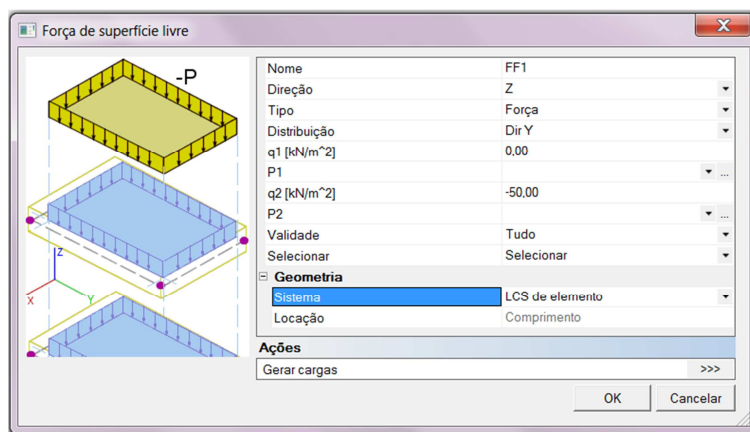
b) Carga de Superfície > Livre

-Carga de superfície atua na direção local do eixo z dos elementos 2D

Direção = Z, Sistema = Elemento LCS

-Variação linear de carga na altura

Distribuição = Direção Y



Entrada da geometria da carga livre como um Novo retângulo no plano XY

Após a entrada: Mudar posições P1 e P2 no menu propriedades caso necessário, visto que estes são dependentes da forma de inserção da geometria

- Selecionar os elementos nos quais a carga livre deve agir
- Selecionar = Selecionar
- Ações > Atualizar a seleção de elementos 2D > Selecionar elementos 2D

Veja também o Anexo 4: Cargas livres

3_Malha de elementos 2D

Refinamento da malha; dimensão dos elementos da malha = 0,2 m

4_Teste dos dados de entrada

*Menu principal > Cálculo, Malha > Cálculo; Teste dos dados de entrada

*Menu principal > Cálculo, Malha > Visualizados de dados 2D > Cargas de superfície

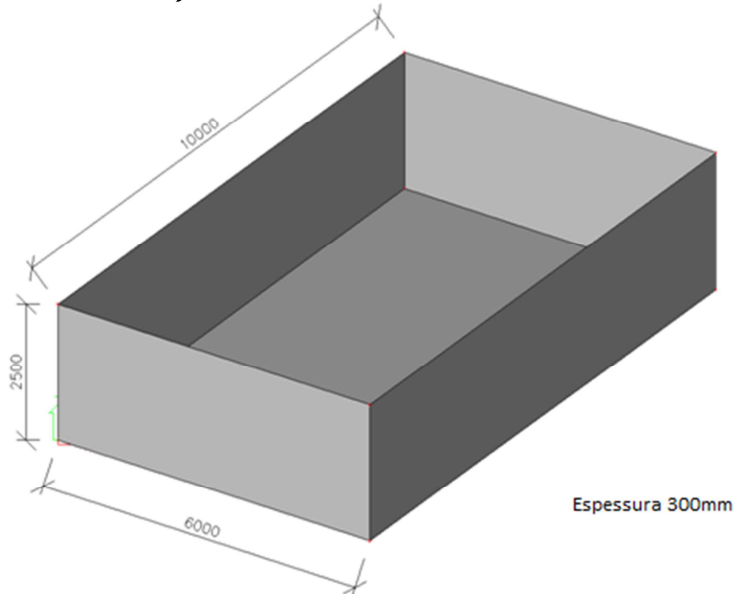
LC 1: Valores = qz, Sistema = Global

LC 2: Valores = qz, Sistema = Local

Exemplo 19: Piscina

1_Entrada de Geometria

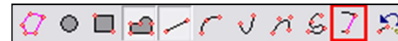
*Dados de Projeto: Geral XYZ – C30



*Entrada da piscina

Estrutura > Elemento 2D > Placa

Estrutura > Elemento 2D > Parede; Selecionar linha



*Entrada de apoios

Menu principal > Projeto > Funcionalidade: Subsolo

Estrutura > Dados do modelo > Apoio > Superfície (fundação elástica); Selecionar placas e paredes

Estrutura > Dados do modelo > Apoio > Linear em borda de elemento 2D; Selecionar bordas da placa no solo

Selecionar elementos 2D

-Selecionar tudo: via barra de ferramentas 'Seleção de objeto'

-Elemento específico: Modo de seleção única de elemento, via barra de ferramentas 'Seleção de objeto'

O subsolo é sempre adicionado ao lado negativo do eixo local z do elemento 2D.

-Verificar a orientação do eixo local z, via Ajuste rápido dos parâmetros de visualização em todo

modelo > Estrutura > Eixos locais > Elementos 2D

-Selecionar os elementos para os quais os eixos locais z não estão apontados para o centro da piscina > No menu propriedades: selecionar a opção trocar orientação

2_Cargas

*Casos de carga

LC 1: Peso próprio

LC 2: Pressão da água (Var.) > Carga de superfície 0 a 25 kN/m²

*Carga de superfície livre

Entrada da pressão de água como uma carga de superfície livre

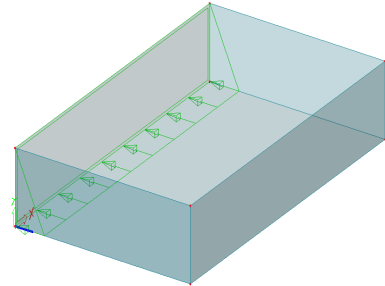
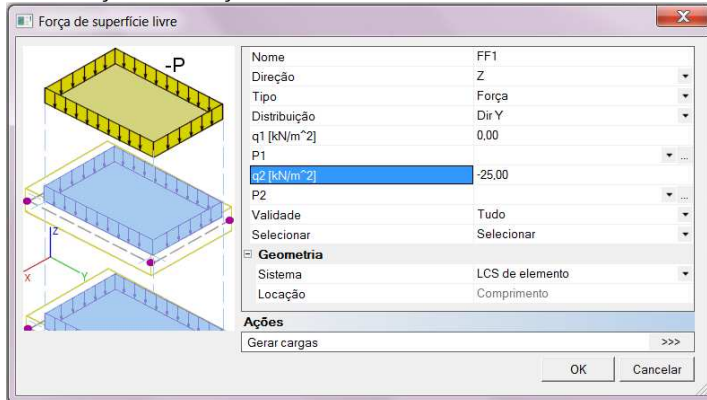
a) A geometria de uma carga livre sempre deve ser imposta no plano XY > Primeiro defina o UCS, via barra de ferramentas 'Ferramentas' , então o plano XY deve ser vertical com o Y, por exemplo, apontando para cima

Configurar o plano XY = Plano de trabalho ativo, veja **Plano XY** na base da linha de comando

b) Carga de Superfície > Livre

-A carga de superfície age na direção do eixo local z dos elementos 2D
Direção = Z, Sistema = LCS do elemento

-Variação da carga ao longo da altura
Distribuição = Direção Y



Entrada da geometria da carga livre como um Novo retângulo no plano XY

Após entrada: Altere as posições de P1 e P2 no Menu propriedades caso seja necessário; visto que isso é dependente da forma de aplicação da geometria

-Selecionar os elementos nos quais as cargas devem agir

Selecionar = Selecionar

Ações > Atualizar seleção de elementos 2D > Selecionar elementos 2D

3_Malha de elementos finitos

Refinar malha; dimensões dos elementos da malha = 0,3 m

4_Verificação dos dados de entrada

*Menu principal > Cálculo, malha > Cálculo; Teste dos dados de entrada

*Menu de entrada > Cálculo, Malha > Visualizador de dados 2D > Cargas de superfície

LC 1: Valores = qz, Sistema = Global

LC 2: Valores = qz, Sistema = Local

5_Resultados

Seção em parede: Resultados > Elementos 2D > Seção em elemento 2D

Direção de corte = 1;0;0 (para seção na direção X) ou 0;1;0 (para seção na direção Y) = 2º coordenada de um vetor direção que define a direção da seção (1ª coordenada é a origem)

Exemplo 20: Torre de resfriamento

1_Entrada de geometria

*Dados de projeto: Geral XYZ

Concreto C40 – Espessura da casca 200 mm – Altura dos pilares 5m – Altura da torre 35m

Raio da placa de base 15m – Raio da base da torre 13,5m / Topo 9m – Pilares V CIRC (500)



*Entrada da placa de base

Estrutura > Elemento 2D > Placa; Novo círculo com raio de 15 m

*Entrada da torre

Estrutura > Elemento 2D > Casca – superfície de revolução

Definir linha de revolução:

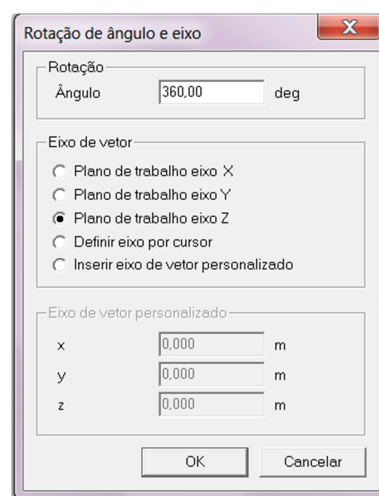
Novo arco parabólico,
Veja a barra de ferramentas
da linha de comandos



Ponto inicial 13,5;0;5

Ponto intermediário 8;0;25

Ponto final 9;0;40

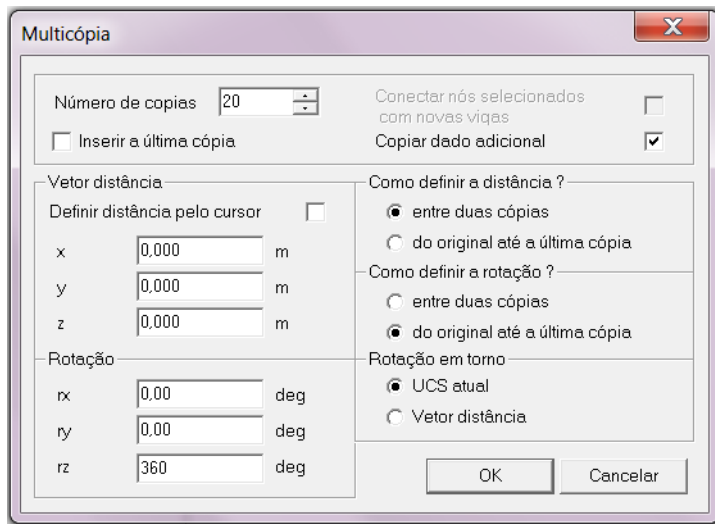


*Entrada de 20 pilares V

Configuração da ancoragem do cursor  > Selecionar opção
Estrutura > Elemento 1D > Viga; entrada de 2 elementos formando um V

Cópias Múltiplas, via barra de ferramentas 'Manipulações de geometria' 

h) ☒ Pontos em linha-curva - N-esp 40



*Entrada de Apoio

Estrutura > Dados do modelo > Apoio > Linear em borda de elemento 2D

2_ Ações após entrada

*Verificar dados da estrutura 

*Conectar nós/bordas em elementos  (Atenção: Conectar a estrutura inteira!)

3_Cargas

*Casos de carga

LC 1: Peso próprio

LC 2: Carga de temperatura (Var.) > Térmica em elemento 2D, Delta = 40 C

LC 3: Carga de vento (Var.) > Carga de superfície 0 a 1,4 kN/m²

*Grupos de carga

LG 1: Permanente

LG 2: Variável, Tipo de carga = Temperatura

LG 3: Variável, Tipo de carga = Vento

*Carga de superfície livre

Entrada de carga livre de superfície de vento

a) A geometria de uma carga livre sempre deve ser inserida no plano XY > Primeiro definir o UCS, via

barra de ferramentas 'Ferramentas' , então o plano XY é vertical e, por exemplo, o eixo Y está apontando para cima

Configurar o Plano XY = Plano de trabalho ativo, veja **Plano XY** na base da linha de comando

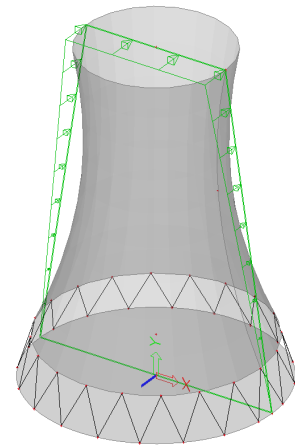
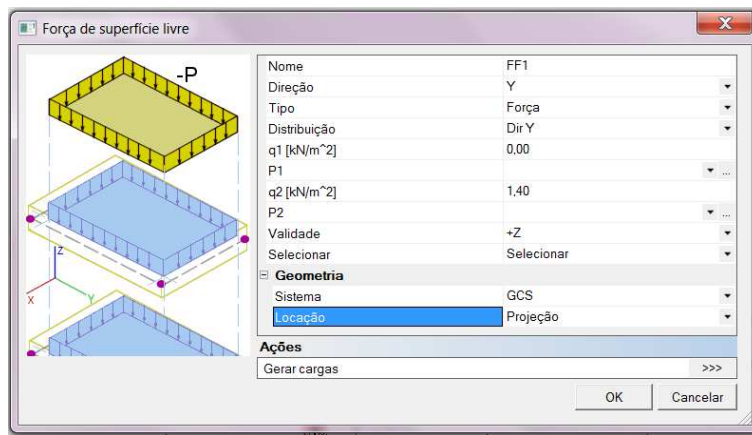
b) Carga de superfície > Livre

-A carga de superfície age na direção do eixo Y do GCS

Direção = Y, Sistema = GCS

-Variação linear da carga pela altura

Distribuição = Direção Y



Entrada da geometria da carga livre como um novo polígono no plano XY

-Selecionar os elementos em que a carga livre deve atuar

Selecionar = Selecionar

Ações > Atualizar seleção de elementos 2D > Selecionar elementos 2D

-Apenas um lado da torre de resfriamento está carregada pelo vento

Validade = +Z

-Localização = Projecção

4_Verificação de cargas aplicadas

*Menu principal > Cálculo, malha > Cálculo; Teste de dados de entrada

Menu principal > Cálculo, malha > Visualizador de dados 2D > Cargas de superfície

LC 1: Valores = qz, Sistema = Global

LC 3: Valores = qy, Sistema = Global

*Menu principal > Cálculo, Malha > Cálculo; Cálculo linear

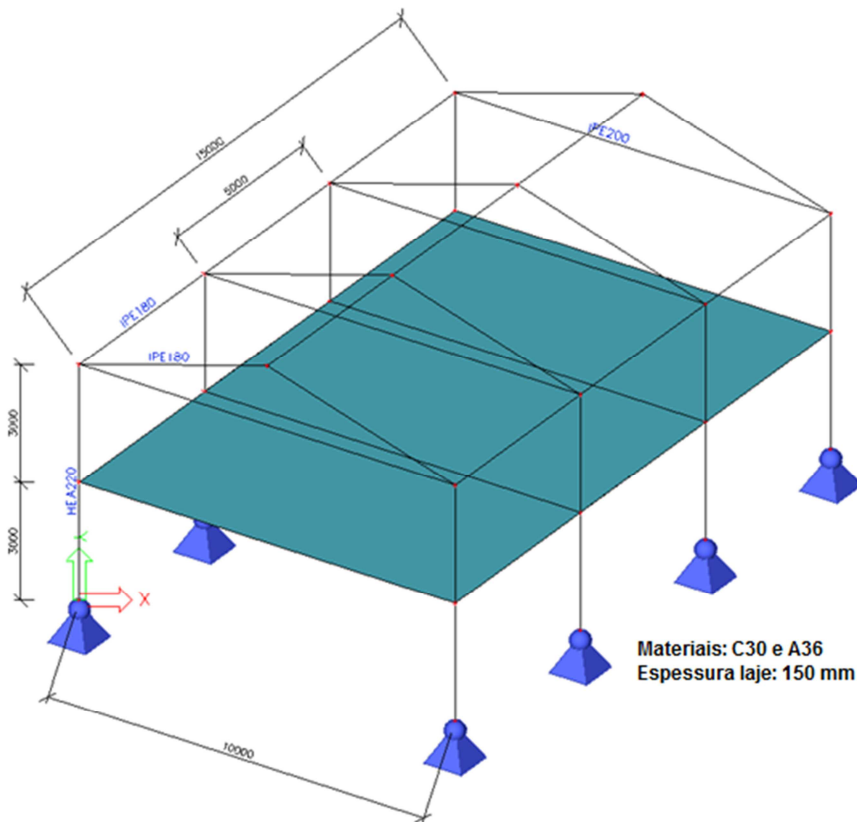
Menu principal > Cálculo, Malha > Visualizador de dados 2D > Ação da temperatura

LC 2: Valores = epsilon

Exemplo 21: Galpão de aço com laje de concreto

1_Entrada de geometria

*Dados de projeto: Geral XYZ –Concreto e Aço



*Entrada do Galpão

-Primeiro pórtico, via Estrutura > Entrada Avançada > Catálogo de blocos; escolher Pórtico 2D

-Cópias múltiplas, via barra de ferramentas 'Manipulação de geometria'  > Geração automática de barras de conexão pelos nós selecionados

*Entrada da laje

Estrutura > Elemento 2D > Placa

-Novo retângulo: é possível inserir geometria apenas no plano de trabalho ativo

Mover GCS, via barra de ferramentas 'Ferramentas'  + Configurar Plano XY = Plano de trabalho ativo

-Novo polígono: a inserção desta geometria é independente do plano de trabalho ativo

Entrada da geometria linha por linha

2_Conexões entre entidades

*Conexão de toda a estrutura

Conectar nós/bordas em elementos, via barra de ferramentas 'Manipulações geométricas'  + Selecionar opção Verificar dados da estrutura

***Conectar viga – placa**

Para uma viga que não coincide com a borda de uma placa, a conexão viga – placa deve ser criada manualmente utilizando borda interna. Veja também o Anexo 1.

Estrutura > Elemento 2D > Componentes de elemento 2D > Borda interna

OBSERVAÇÃO: Quando uma viga é inserida como uma nervura de placa, ela é por definição conectada de forma rígida à placa. O uso de uma borda interna é neste caso desnecessária, veja também o Exemplo 15.

3_Casos de carga

LC 1: Peso próprio

LC 2: Carga de serviço (Var.) > Carga de superfície 2 kN/m²

4_Verificação das conexões

Após o cálculo, verifique como mostrado a seguir se o modelo foi todo conectado:

***Compare a deformação U_z em viga e placa**

-Resultados > Vigas > Deformações em vigas

-Resultados > Elementos 2D > Deslocamentos de nós

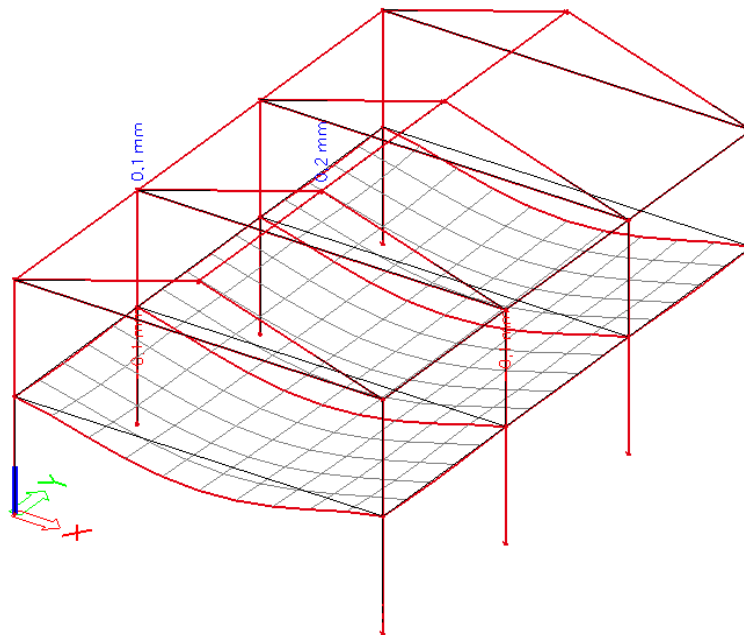
Crie seções na placa nas conexões com as vigas: Resultados > Elementos 2D > Seção em elemento 2D

***Verificar a malha deformada**

Resultados > Elemento 2D > Deslocamento dos nós

Escolher um caso de carga: Estrutura = Inicial, Valores = Malha deformada

As vigas são exibidas em vermelho, verificar se elas deformam junto com a malha da placa.

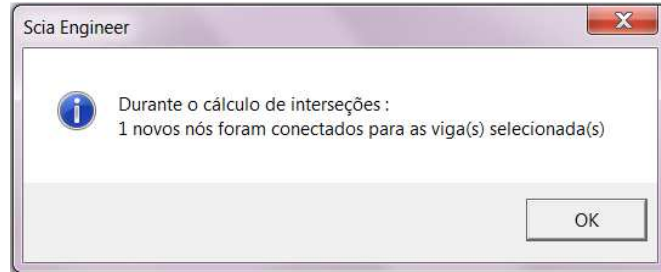


*Entrada da base da coluna

Placa de base: Estrutura > Elemento 2D > Placa

Coluna: Estrutura > Elemento 2D > Parede; Novo círculo (centro – raio) com ponto médio (0,5;0,5) e ponto no círculo (@0,3;0)

Conectar nós/bordas em elementos  > Interseção da coluna – placa de base é gerada automaticamente, uma borda interna é desnecessária



*Entrada de furos dos parafusos

Margem é negligenciada > diâmetros dos furos dos parafusos = 32 mm

-Entrada do grid de linhas, veja a barra de ferramentas 'Ferramentas' 

Selecionar grid de pontos na configuração de ancoragem do cursor na barra de ferramentas da linha de comandos  ou via botão direito do mouse na tela

-O primeiro furo de parafuso, via Estrutura > Elemento 2D > Componentes de elemento 2D > Abertura; Novo círculo (centro – raio) com ponto no círculo (@0,016;0)

-Copiar os furos dos parafusos, via barra de ferramentas 'Manipulações geométricas' 

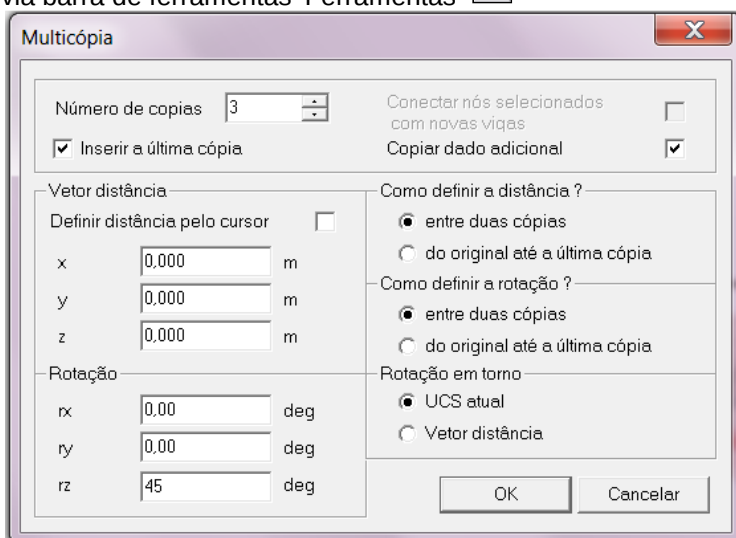
*Entrada de enrijecedores

-Primeiro enrijecedor: Estrutura > Elemento 2D > Parede; entrada do enrijecedor na linha de grid em uma posição qualquer

-Mover o enrijecedor, via barra de ferramentas 'Manipulações geométricas' barra de ferramentas ; Ponto inicial = ponto intermediário da parte inferior do enrijecedor, Ponto final = Ponto médio da coluna

-Cópias múltiplas, via barra de ferramentas 'Manipulações geométricas' 

Atenção: Rotação em torno do atual UCS > Mover o UCS previamente para o ponto médio do círculo, via barra de ferramentas 'Ferramentas' 



Conectar nós/bordas em elementos  > Interseções são geradas automaticamente, a borda interna é desnecessária

-Remover a parte dos enrijecedores que está interno à coluna
Estrutura > Elemento 2D > Componentes de elemento 2D > Corte

*Entrada de apoios

Menu principal > Projeto > Funcionalidades: Subsolo

Estrutura > Dados do modelo > Apoio

Placa de base: Superfície (fundação elástica); Subsolo padrão Subsolo 1

Furos dos parafusos: Linear em borda de elemento 2D; todas as translações fixas

2_Ações após entrada

*Verificar dados da estrutura 

*Conectar nós / bordas em elementos  (Atenção: conectar toda a estrutura!)

3_Cargas

*Casos de carga

LC 1: Peso próprio

LC 2: Força normal: -60 kN/m na borda superior da coluna

LC 3: Momento: 20 kNm/m na borda superior da coluna na direção Y (altura da coluna = 1m)

*Combinações de cargas

Linear – ELU: 1,00.LC 1 + 1,00.LC 2 + 1,00.LC 3

3_Malha de elementos finitos

*Refinamento global da malha

Menu principal > Cálculo, Malha > Configuração de malha; dimensões dos elementos da malha = 0,025 m

*Refinamento local da malha ao redor dos furos de parafusos

Menu principal > Cálculo, malha > Refinamento local da malha > Refinamento de malha de nós; em torno de pontos médios de buracos do parafuso, Raio = 0,050m e Razão = 0,01.

*Geração de malha

Menu principal > Cálculo, malha > Geração de malha, ou barra de ferramentas 'Projeto' 

Exibição gráfica: Ajustar parâmetros de visualização para todos > Estrutura > Malha > Desenhar malha

Verificar o fato de as regiões internas do enrijecedor não ser considerada no cálculo: nenhuma malha está sendo gerada nestas regiões

4_Resultados

Resultados > Elementos 2D > Deslocamento de nós

Escolher um caso de carga: Estrutura = Inicial, Valores = Malha deformada

Verificar se toda a estrutura está conectada

Resultados > Elementos 2D > Tensões

Veja a concentração de tensões ao redor dos furos dos parafusos e enrijecedores

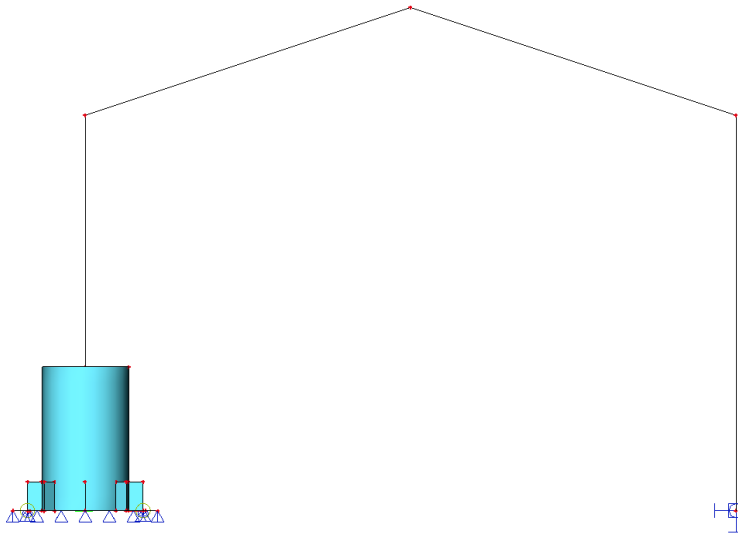
5_Link 2D (detalhe na base da coluna) – 1D (estrutura inteira)

*Estrutura > Elemento 1D > Coluna; Adicionar uma coluna 1D com as mesmas propriedades que a coluna 2D, inserção do ponto = 0,5;0,5;1

*Transferir esforços internos da estrutura 1D para a base da coluna 2D:

Estrutura > Dados do modelo > Braços rígidos; Nó mestre = ponto de inserção da coluna 1D, Nó escravo = Extremidade superior de coluna 2D

Um braço rígido é um elemento 1D muito rígido que transfere todos os deslocamentos do nó mestre para 1 ou mais nós, ou para a extremidade de um elemento 2D, sem qualquer alteração nos valores dos deslocamentos.



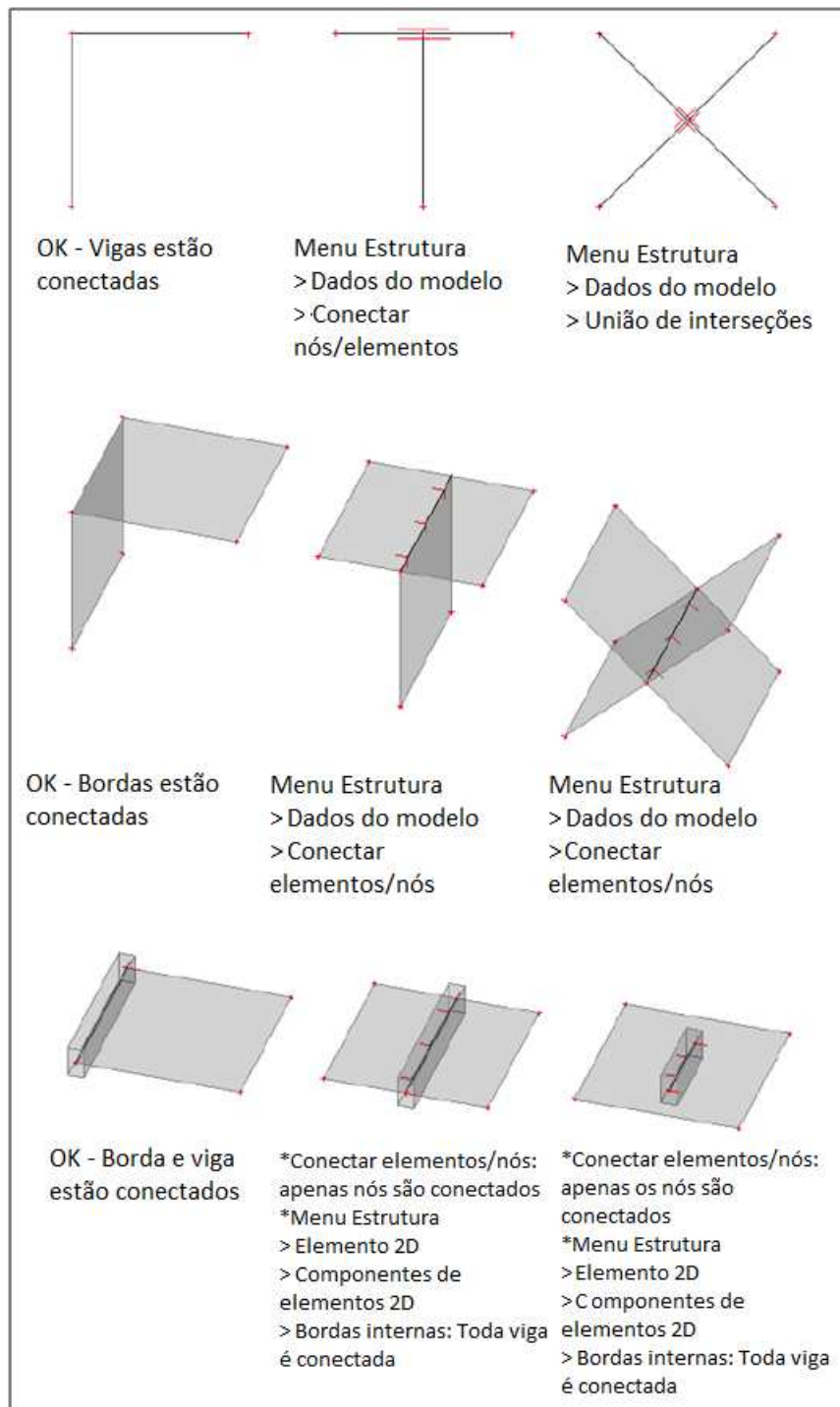
6_Extra

Para cálculos avançados, o modelo analítico pode ser mais expandido

- Pressão horizontal apenas suportada nos furos de parafusos
- Levando em consideração a tolerância dos furos de parafusos
- Parâmetros de rigidez do subsolo
- Subsolo apenas à compressão
- Chanfrar os enrijecedores
- ...

Anexos

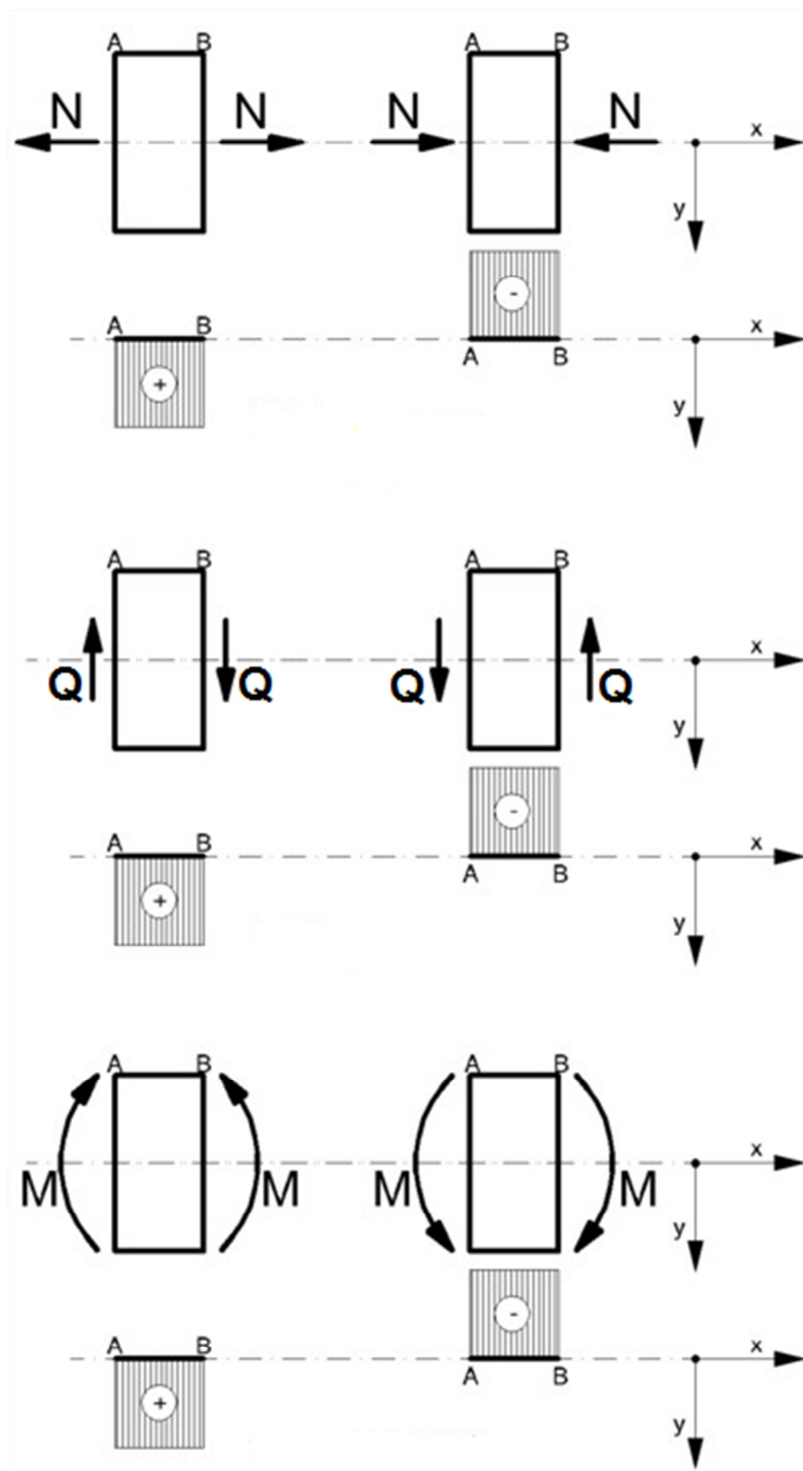
Anexo 1: Conexão de entidades



Anexo 2: Convenções para resultados

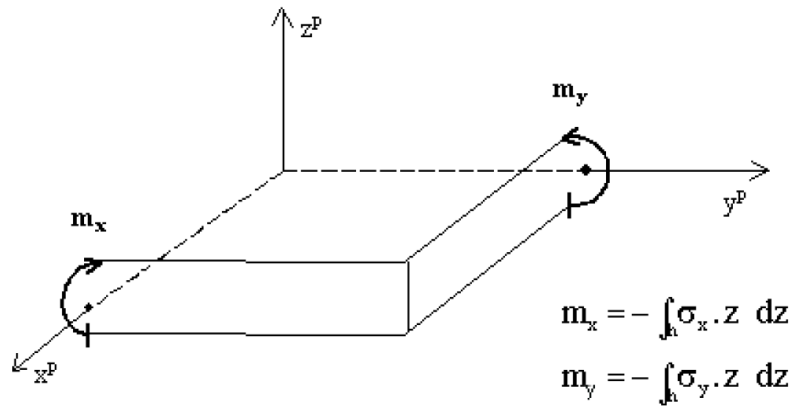
1_ Magnitudes básicas = Valores característicos

Viga 1D

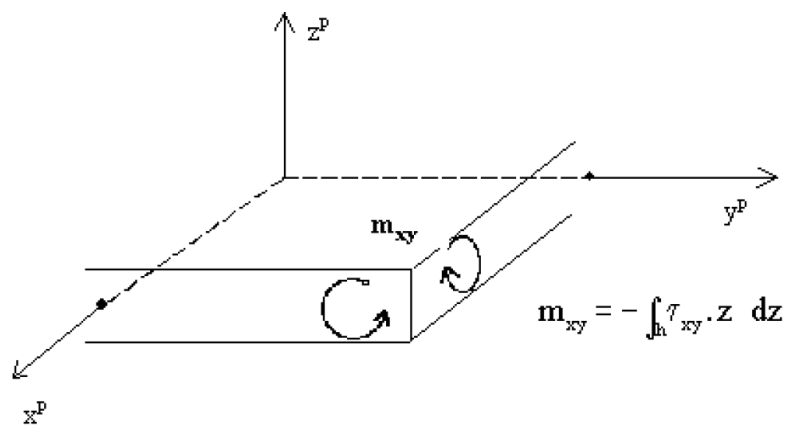


Flexão (placas, cascas)

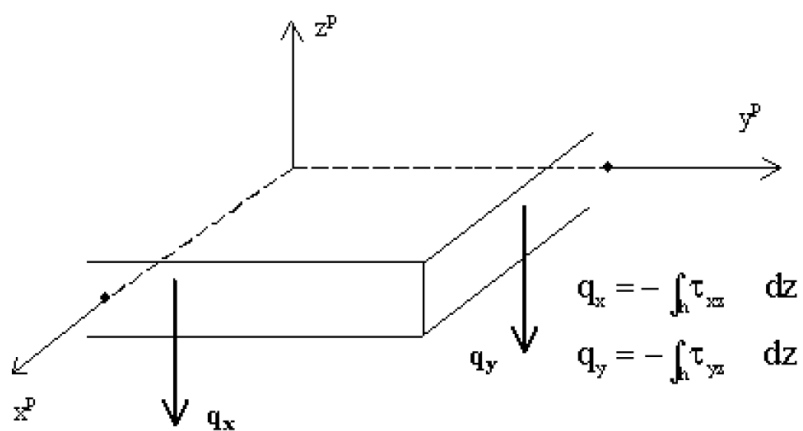
*Momentos fletores m_x, m_y



*Momento torsor m_{xy}

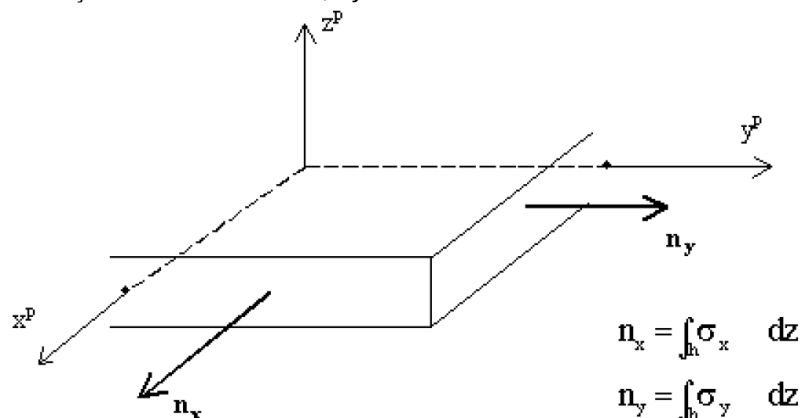


*Cisalhamento q_x, q_y ($=v_x, v_y$)

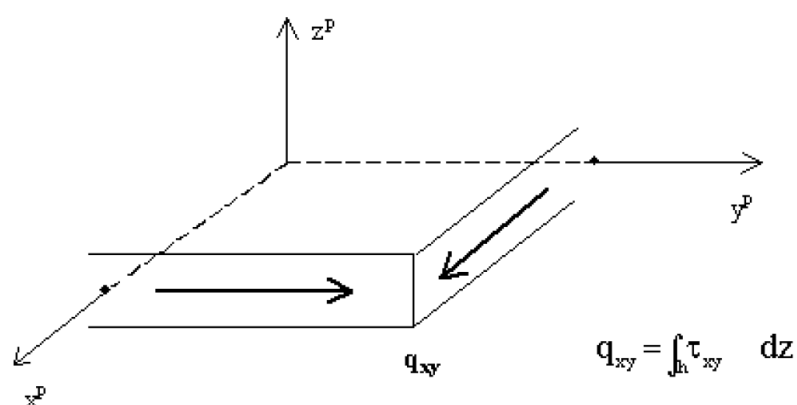


Efeitos de membrana (paredes, cascas)

*Esforços de membrana n_x, n_y

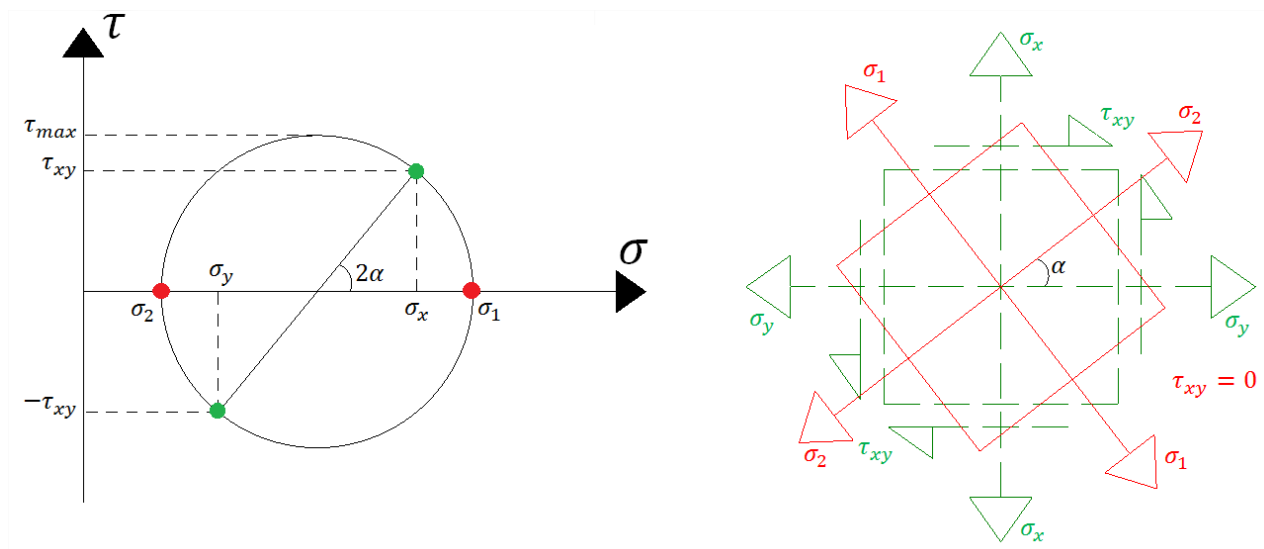


*Cisalhamento q_{xy} ($=n_{xy}$)



2_Magnitudes Principais – Elementos 2D

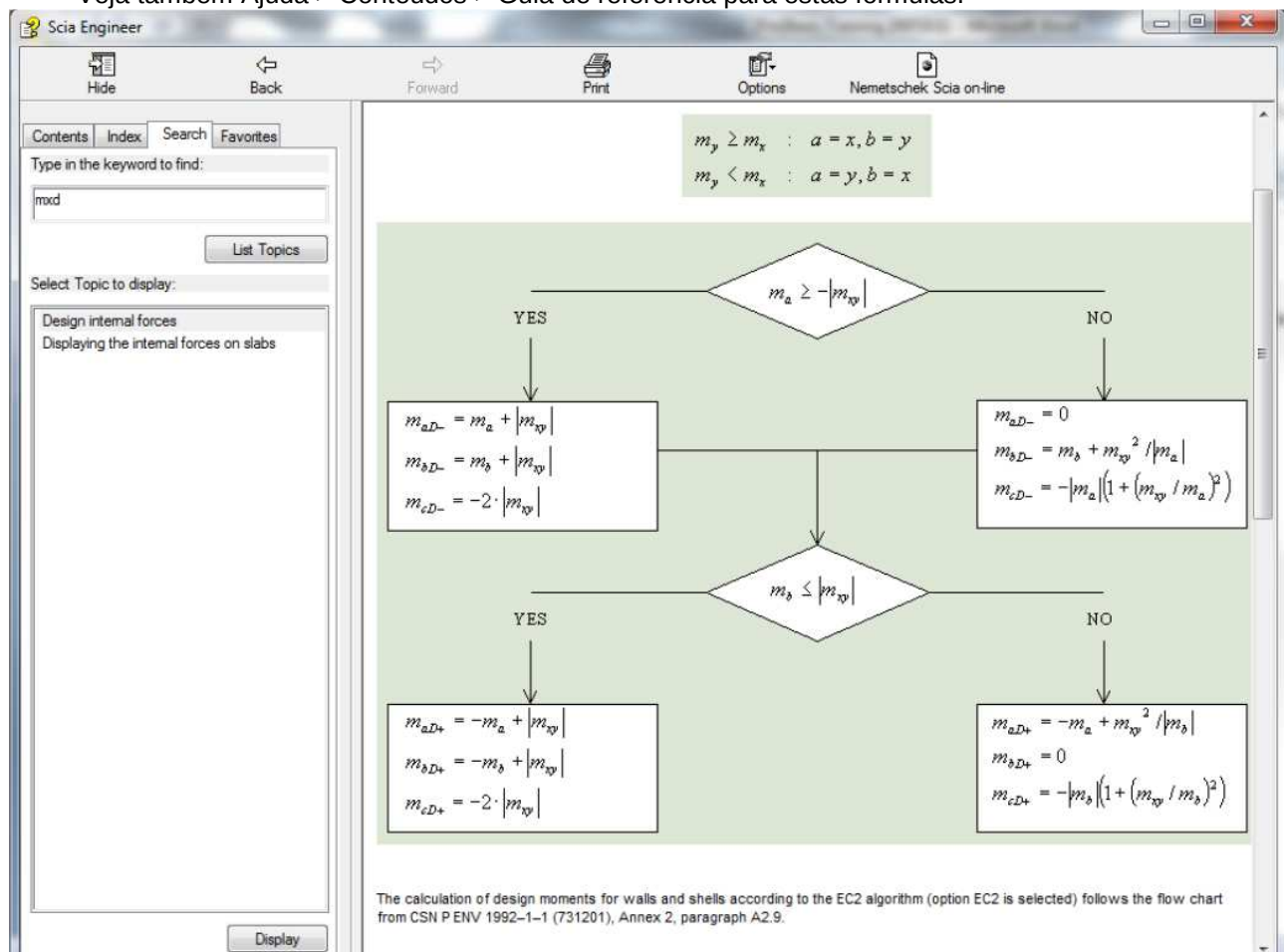
As magnitudes principais fornecem resultados de acordo com os eixos das direções de máximas tensões (direções principais). Estas direções são definidas com o auxílio do círculo de Mohr.



3_Magnitudes elemento. do dimensionamento = Valores de cálculo – Elementos 2D

Para obter magnitudes elementares do dimensionamento das magnitudes básicas, fórmulas do eurocode são usadas.

Veja também Ajuda > Conteúdos > Guia de referência para estas fórmulas.



Anexo 3: Resultados em elementos e nós da malha → 4 Locações

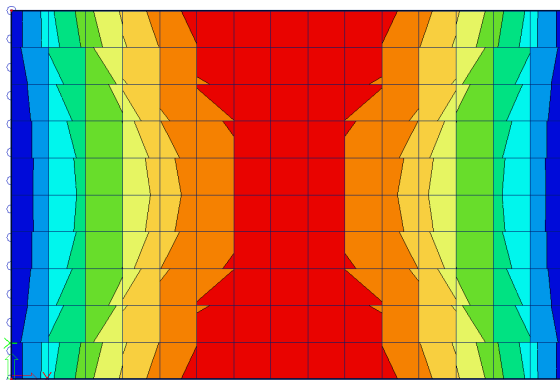
Durante um cálculo no SCIA Engineer, as deformações dos nós e as reações são calculadas exatamente através do método do deslocamento. As tensões e esforços internos são derivadas dessas magnitudes através de funções básicas assumidas, e são portanto no Método dos Elementos Finitos sempre menos precisas.

A malha de Elementos Finitos no SCIA Engineer é formado por 3 e/ou 4 elementos angulares lineares. Por elemento de malha 3 ou 4 resultados são calculados, um em cada nó. Ao solicitar os resultados em elementos 2D, a opção 'Locação' na janela de propriedades permite a exibição destes resultados de 4 formas distintas.

1_ Em nós, sem média

Todos os valores de resultados são levados em consideração, não é feita média. Em cada nó existem 4 valores de elementos adjacentes da malha mostrados. Se estes 4 resultados diferem muito uns dos outros, é uma indicação de que a dimensão dos elementos da malha está muito grande. Esta forma de exibição de resultados portanto, dá uma boa ideia do erro de discretização do modelo de cálculo.

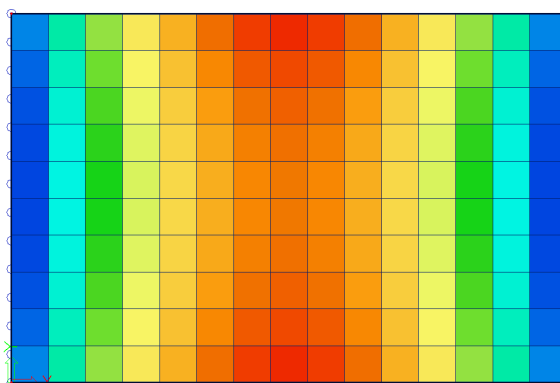
12	16	24	30
9	18	25	31
11	16	24	29
9	17	24	30



2_ Em centros

Por elemento finito, o valor médio dos resultados dos nós do elemento é calculado. Como só existe 1 resultado por elemento, a exibição das isobandas se torna um mosaico. O curso de uma seção é uma curva com passos constantes em cada elemento da malha.

	21	

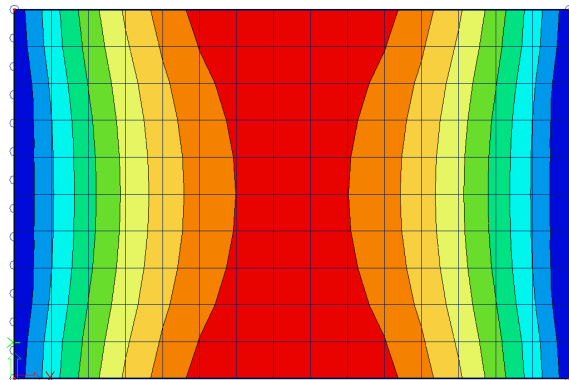
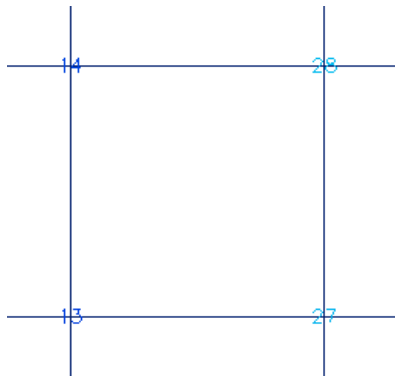


3_ Em nós, média

É feita uma média dos valores dos resultados de elementos finitos adjacentes em um nó comum. Por causa disso, a exibição gráfica tem um curso suave de isobandas.

Em certos casos, não é permitido fazer uma média dos resultados em um nó comum:

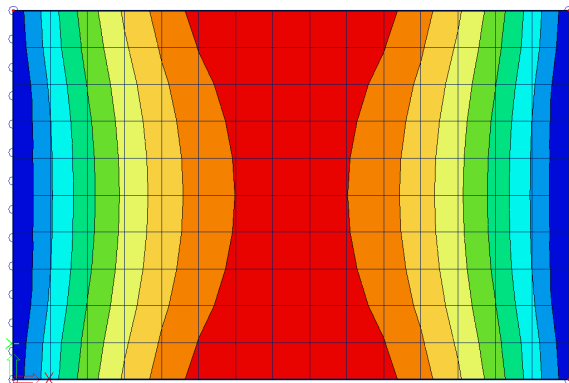
- Na transição entre elementos 2D (placas, paredes, cascas) com eixos locais diferentes.
- Se um resultado é realmente descontínuo, como um esforço cisalhante em uma linha de apoio em uma placa. Os picos vão desaparecer completamente pela média dos esforços cisalhantes positivos e negativos.



4_ Em nós, média em macro

A média é feita apenas para os resultados de nós que são do mesmo elemento 2D e que possuem as mesmas direções de seus eixos locais. Isso resolve o problema mencionado na opção 'Em nós, média'.

14	14	28	28
14	14	28	28
13	13	27	27
13	13	27	27



Precisão dos resultados

Se os resultados de acordo com as 4 locações diferirem muito, então os resultados não são precisos o suficiente e a malha deve ser refinada. Uma regra básica para a dimensão ideal dos elementos da malha é considerar 1 ou 2 vezes a espessura da placa.

Anexo 4: Cargas livres

Definição

A carga livre difere de uma carga 'normal' pelo fato de não ser atribuída como um dado adicional à um elemento específico. A carga livre pode ser criada em uma posição específica no espaço, e depois o usuário pode especificar para qual elemento a projeção desta carga será atribuída.

Atenção: A geometria de uma carga livre deve sempre ser inserida no plano XY do atual UCS. Desta forma é necessário adaptar o UCS antes, e ativar o plano XY como plano de trabalho.

A carga livre *pode* carregar todos os elementos que são cortados pela projeção da carga livre. Quais elementos serão realmente carregados pela carga livre, depende dos parâmetros **Selecionar**: Auto(maticamente), Selecionar; e **Validade**: Tudo, -Z, Z=0, +Z, De-para.

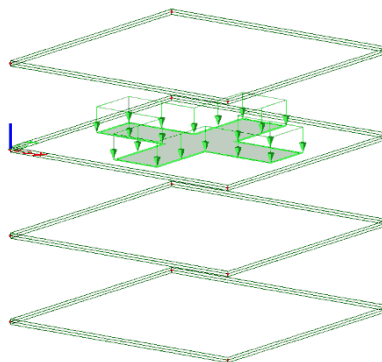
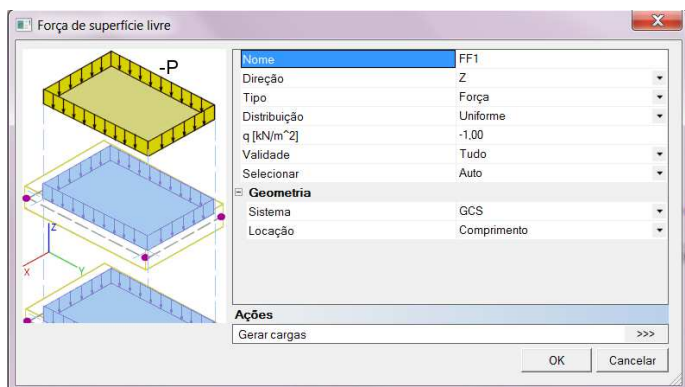
Validade = -Z significa: Apenas elementos situados *abaixo* da carga livre (situada na região definida pela direção Z negativa do UCS como inserido), podem ser carregados.

Validade = +Z significa: Apenas os elementos situados *acima* da carga livre (situada na região definida pela direção Z positiva do UCS como inserido), podem ser carregados.

Exemplo

Um prédio de apartamentos, onde é provável que a mesma configuração de cargas agir em mais de um andar.

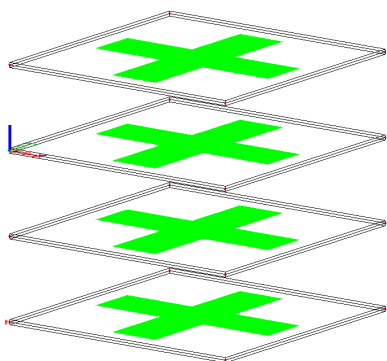
Supondo: Quatro placas situadas umas sobre as outras, e uma carga livre inserida exatamente NO plano da 3ª placa.



Menu principal > Cálculo, malha > Cálculo; escolha 'Teste de dados de entrada'

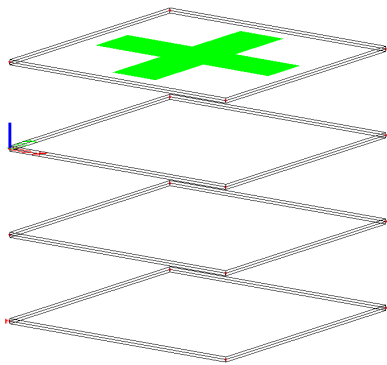
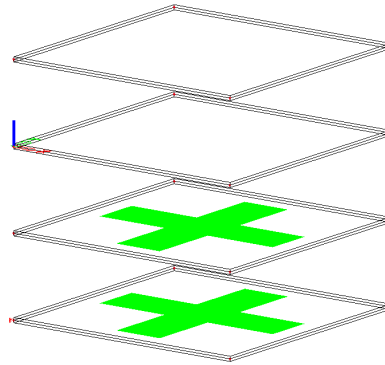
Menu principal > Cálculo, malha > Visualizador de dados 2D > Cargas de superfície

1) Selecionar = Auto, Validade = Tudo

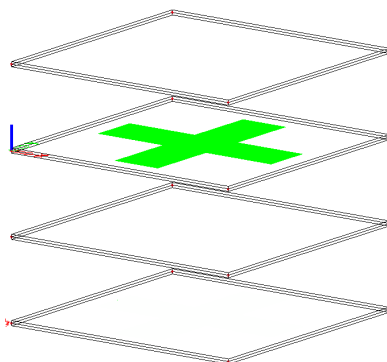


2) Selecionar = Auto, Validade = +Z

(Atenção: A carga livre de superfície está posicionada exatamente no plano da 3ª placa.)

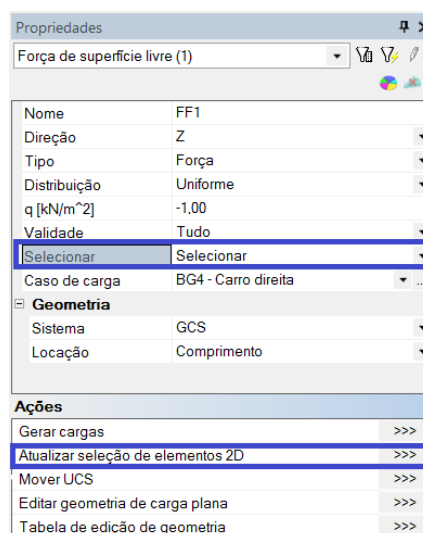
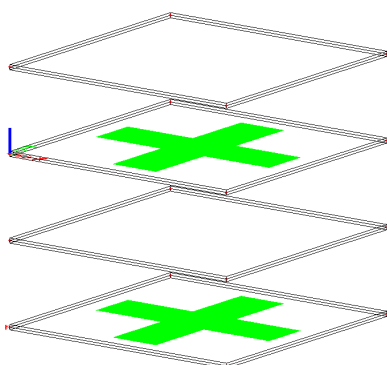
**Validade = -Z****3) Selecionar = Auto, Validade = Z = 0**

(Atenção: A carga livre de superfície está posicionada exatamente NO plano da 3ª placa.)

**4) Selecionar = Selecionar, Validade = Tudo**

Ações > Atualizar seleção de elementos 2D > Selecionar a 1ª e 3ª placa

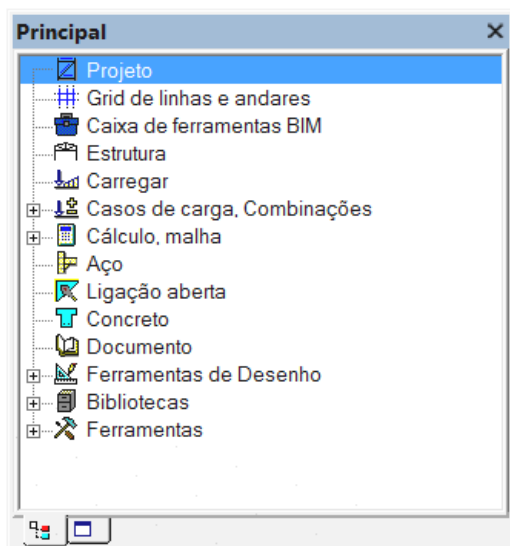
Resultados: A carga apenas age nas placas selecionadas manualmente.

Atenção quando Selecionar é usado como Selecionar, e a Validade por exemplo como +Z ou -Z !

Anexo 5: Visão geral dos ícones em janelas e barras de ferramentas

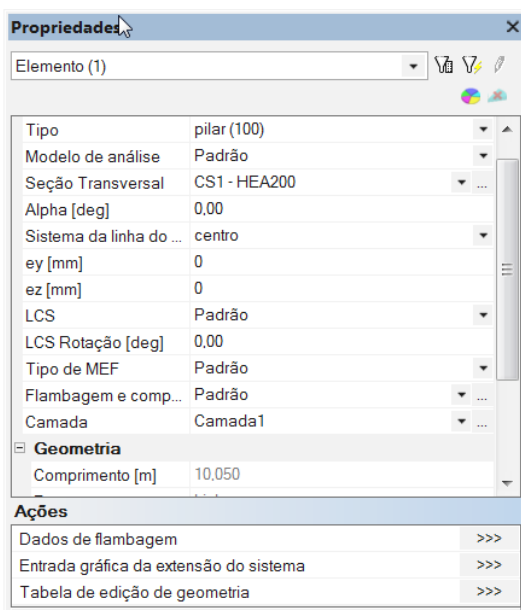
1_Janela principal

Na janela principal é possível encontrar os atalhos para os menus e ações mais usados. Alguns dos comandos só estão ativos quando podem ser efetivamente usados no projeto, por exemplo: O comando resultados só é mostrado na janela principal após o cálculo ter sido feito, e os menus Aço e/ou Concreto estão visíveis dependendo dos materiais utilizados no projeto.



2_Janela de propriedades

A janela de propriedades fornece informações sobre os objetos e/ou ações selecionados. Além disso, é possível ajustar as propriedades diretamente através deste menu. Quando vários tipos de objetos e ações são selecionados ao mesmo tempo, é possível trocar suas propriedades pela pequena seta ao lado do nome do objeto. O número entre parênteses ao lado do nome do objeto mostra o número de objetos do mesmo tipo que também estão selecionados. Se o número é maior que 1, apenas as propriedades correspondentes são mostradas.

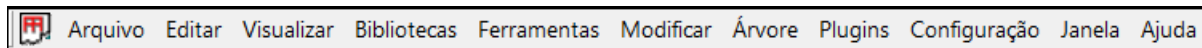


Selecionar elementos por mais propriedades



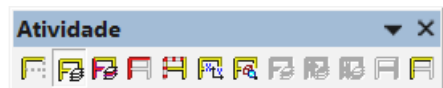
Selecionar elementos por propriedade

3_Barra dos Menus



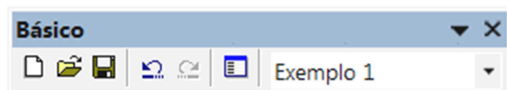
Esses menus agrupam todas as ações por assuntos. Um grande número dessas ações também está disponível no menu principal e/ou como ícones nas barras de ferramentas.

4_Barras de ferramentas padrão



A barra de ferramentas 'Atividades' proporciona opções de exibir ou não partes específicas da estrutura, que facilita o trabalho e a leitura do projeto.

- Atividade Ativar/Desativar
- Atividade por camadas
- Atividade por seleção (Elementos selecionados Ativados)
- Atividade por seleção (Elementos selecionados Desativados)
- Atividade por plano de trabalho
- Atividade por caixa de recorte
- Inverter atividade atual
- Desenhar elementos inativos



A barra de ferramentas 'Básica' contém várias atividades primordiais do projeto em desenvolvimento que possibilita a modificação de configurações básicas do programa (Opções de configurações).

- Novo (Ctrl+N)
- Abrir (Ctrl+O)
- Salvar (Ctrl+S)
- Desfazer
- Refazer
- Configurações
- Sobre o SCIA Engineer
- Nome do arquivo *.esa aberto



A barra de ferramentas 'Visualizar' permite muitas manipulações simples de visualização.

- Vista na direção X
- Vista na direção Y
- Vista na direção Z

-  Vista na direção AXO
-  Vista perpendicular ao plano de trabalho
-  Ampliar
-  Reduzir
-  Zoom janela
-  Zoom total
-  Zoom toda seleção
-  Muda vista para modo perspectiva
-  Desfazer mudança de vista
-  Refazer mudança de vista
-  Gerar modelo de estrutura
-  Regenerar vista



Na barra de ferramentas 'Manipulações Geométricas' é possível encontrar manipulações básicas de entidades (nós, Elementos 1D, Elemento 2D), assim como, dados adicionais.

-  Mover
-  Copiar
-  Cópia múltipla
-  Rotacionar
-  Escala
-  Esticar
-  Espelhar
-  Trim
-  Extender
-  Aumentar pelo comprimento definido
-  Quebrar em pontos definidos
-  Unir
-  Quebrar nas interseções
-  Reverter orientação
-  Edição de polilinha
-  Manipulação de geometria com curvas
-  Calcular cortes extremos de elementos
-  Conectar nós/bordas em elementos
-  Desconectar nós ligados
-  Copiar dado adicional
-  Mover dados adicionais



As 'Ferramentas de modelagem' proporcionam a manipulação de sólidos gerais.

-  União de sólidos
-  Subtração de sólidos
-  Interseção de sólidos
-  Divisão de sólidos
-  Gerar malha em sólidos
-  Verificação de interferências
-  Mover vértices, pontos



A barra de ferramentas 'Projeto' coleciona várias ações, desde base de dados (camadas, materiais, seções transversais) para o projeto, até várias opções de saída.

-  Unidades
-  Camadas
-  Materiais
-  Seções transversais
-  Verificar dados da estrutura
-  Geração de malha
-  Cálculo
-  Cálculo oculto
-  Imprimir dados
-  Imprimir imagem
-  Documento
-  Galeria de imagens
-  Galeria de layout de planta



A barra de ferramentas 'Seleção de objeto' contém diferentes possibilidades de seleção de parte específica da estrutura. Uma seleção também pode ser salva e carregada mais tarde.

-  Seleção por mouse
-  Seleção por corte
-  Seleção por linha de interseção
-  Seleção por corte poligonal
-  Selecionar tudo
-  Selecionar por plano de trabalho

-  Seleção prévia
-  Cancelar seleção
-  Modo de seleção (Modo atual: SELECIONAR\DESELECIONAR)
-  Modo de seleção única (Modo atual: TODOS ENCONTRADOS\PRIMEIRO ENCONTRADO)
-  Salvar seleção
-  Carregar seleção de base de dados
-  Filtro para seleção ativar/desativar
-  Filtro por árvore de serviço ativar/desativar



Na barra de ferramentas 'Ferramentas' existem várias formas inteligentes para inserir e exibir graficamente a estrutura.

-  Configuração do UCS para visualização ativa
-  Ajustar Caixa de recorte para vista ativa
-  Grid de pontos e definição do rastreamento
-  Grid de linhas
-  Fator de escala
-  Escala
-  Informações de coordenada

5_Barra de ferramentas da linha de comandos

Na própria linha de comandos, vários comandos de operação do software podem ser inseridos. Além disso, ao realizar as ações, instruções dos passos seguintes são mostradas.

Adicionalmente, várias barras de ferramentas estão disponíveis aqui; algumas delas apenas estão disponíveis enquanto determinadas ações são realizadas ou em um menu específico.



-  Exibir/Ocultar superfícies
-  Renderizar geometria
-  Exibir/Ocultar apoios
-  Exibir/Ocultar cargas
-  Exibir/Ocultar outros dados do modelo
-  Exibir/Ocultar indicações de nós
-  Exibir/Ocultar indicações de elementos
-  Exibir/Ocultar grid de pontos
-  Definir caso de carga a exibir
-  Ajuste rápido dos parâmetros de visualização em todo modelo



Ajuste rápido dos parâmetros de visualização da seleção



Configuração da ancoragem do cursor



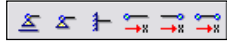
Ajuste rápido das configuração da ancoragem do cursor



Mudar ponto de inserção, disponível durante a entrada da geometria



Definição de nova forma, disponível durante a inserção de geometria



Entrada rápida de apoios e articulações, disponível no menu estrutura



Entrada rápida de cargas, disponível no menu Carregar



Exibição rápida de resultados, disponível no menu Resultados

m

Ajustar unidades de comprimento

Plano XY

Mudar plano de trabalho ativo

Modo de an

Ajustar o modo de ancoragem

UCS atual

Ajustar UCS (=Sistema de ancoragem do usuário)



Mudar norma ativa

6_Janela do Gerenciador do Engineering Report

No Gerenciador do Engineering Report estarão agrupados todos os relatórios do projeto, os quais podem ser acessados via essa janela.



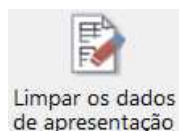
Adicionar novo relatório



Excluir relatório



Copiar relatório



Limpar os dados de apresentação



Abrir relatório



Ativar relatório

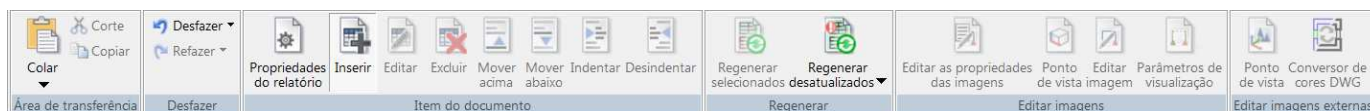


Regenerar relatório

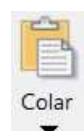


Fechar relatório

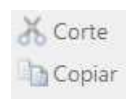
7_Barras de ferramentas inicial do Engineering Report



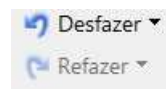
A barra de ferramentas inicial possui manipulações para editar o Engineering report.



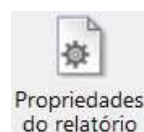
Colar itens



Cortar/Copiar itens



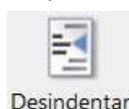
Desfazer / Refazer uma ação



Exibir as propriedades do relatório



Inserir novo item ao relatório



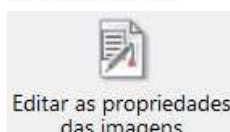
Desindentar item do relatório



Regenerar item selecionado do relatório



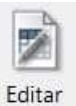
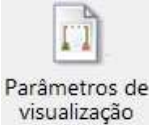
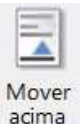
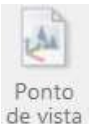
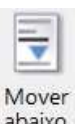
Regenerar todos os item do relatório desatualizados



Editar as propriedades da imagem

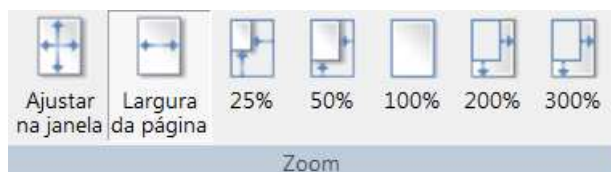


Editar o ponto de vista da imagem

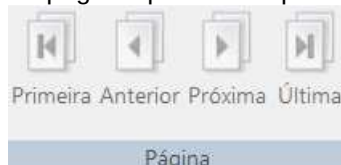
	Editar item selecionado do relatório		Editar a imagem no editor gráfico
	Excluir item do relatório		Exibir os parâmetros de visualização no editor
	Mover item do relatório para cima		Editar o ponto de vista de imagem externa
	Mover item do relatório para baixo		Coversor de cores DWG
	Indentar item do relatório		

8_Barra de ferramentas visualizar do Engineering Report

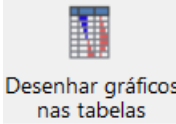
Um zoom pode ser realizado no relatório do Engineering report pelos seguintes botões.



As páginas podem ser passadas pelos seguintes botões

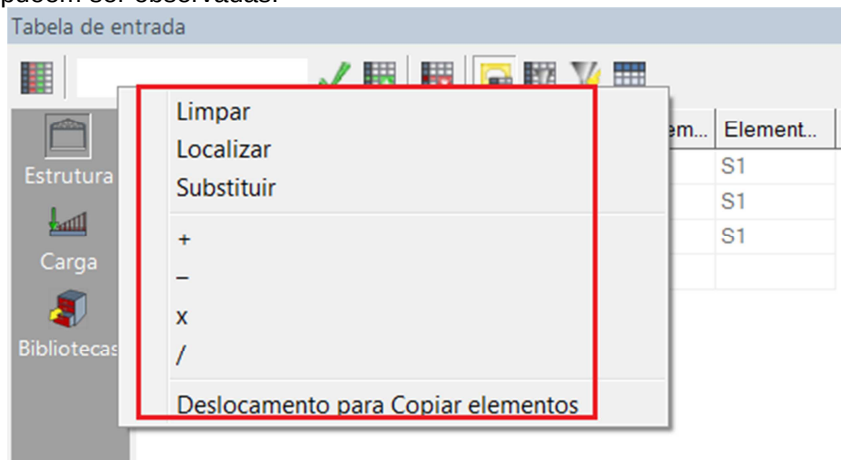


Os seguintes botões podem ser aplicados para influenciar no Engineering report.

	Visualização rápida de imagens renderizadas		Renderizar as imagens usando um software de emulação de OpenGL
	Visualização rápida de tabelas	☒ Propriedades ☒ Navegador ☒ Tarefas	Exibir/Ocultar as propriedades, o navegador e as tarefas
	Desenhar gráficos nas tabelas		

9_Barra de ferramentas da tabela de entrada

Quando se clica com o botão direito do mouse no topo da barra de entrada, várias funcionalidades podem ser observadas.



- Limpar: limpa a barra de entrada
- Localizar: realiza uma procura por um certo elemento
- +, -, /: podem ser utilizados para realizar operações matemáticas
- Deslocamento para Copiar elementos: Realiza uma cópia múltipla de elementos.

	Seletor de coluna		Atividade em tabela
	Aplicar edição		Barra de filtro na tabela
	Copiar fileira		Selecione por propriedade na célula
	Excluir fileira		Tabela para o Engineering report

Anexo 6: Introdução ao openBIM

Open BIM é uma abordagem universal de projeto colaborativo, realização e operação de prédios baseado em padrões abertos e fluxo de trabalho. Isso significa que Open BIM e até mesmo o BIM em geral são tudo sobre processos e não sobre software. Todavia, os softwares são necessários para viabilizar o BIM. Modelagem 3D e adição de informações aos modelos 3D requer um software dedicado.

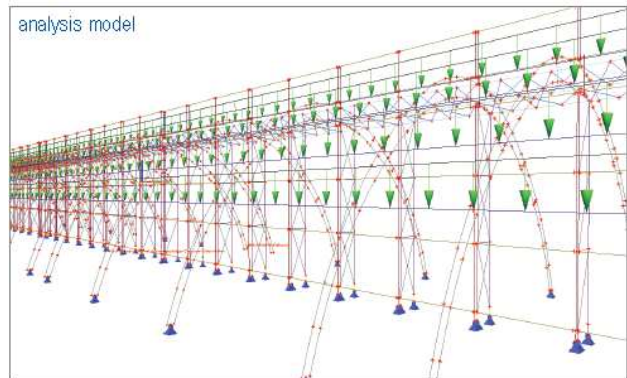
No que diz respeito ao mercado de engenharia, este está ciente de que o grupo Nemetschek oferece várias soluções de alto desempenho. Um deles é o **SCIA Engineer**.

Enquanto para um software CAD as informações adicionais em um modelo BIM são geralmente tão importantes que os dados geométricos, o modelo CAE é bem mais simples. Um modelo CAE geral é construído a partir de linhas centrais (1D), planos médios (2D), seções transversais, materiais segundo às normas, apoios... Não há necessidade de texturas, catálogos de identificação, preços unitários...

O SCIA Engineer, contudo, é único por oferecer a possibilidade de dois modelos (paralelos) no mesmo projeto. Por um lado, temos um modelo de análise que lida com todas as informações relacionadas à análise. Por outro lado, temos o modelo estrutural à disposição que lida com todas as relações geométricas do modelo.

Modelos CAD focam principalmente na geometria. Ao importá-los para um software CAE, há pouco interesse em dados adicionais irrelevantes. Quanto à importação e exportação de geometria, o **formato IFC** é ideal.

Todos os modelos IFC importados podem ser convertidos em modelo de análise e aperfeiçoado para fins de análise estrutural. O SCIA Engineer é repleto de funcionalidades que guiam o usuário em toda a conversão, facilitando o processo. O modelo estrutural, porém, permanece como está, permitindo sua exportação com ou sem mudanças. A Caixa de ferramentas BIM possui todas as funções necessárias para a conversão de modelos, alinhamento e verificação de interferências.



Como o IFC ainda não suporta modelos de análise, temos vários links próprios à sua disposição

- ETABS
- Steel Detailing Neutral File (SDNF)
- Prosteel
- STEPSTEEL
- DSTV
- geral XML

Temos à disposição também links diretos para alguns softwares orientados para CAD que possuem modelos de análise.

- Allplan Engineering
- Tekla Structures
- Revit Structure