

Exemplo didático do lançamento de escadas em leque

A título de exemplo, será realizado o lançamento passo a passo de uma escada em leque, contemplando a arquitetura da figura 01, contendo dois patamares com 4 (quatro) degraus, sendo que 2 serão considerados como enchimento na aplicação das cargas. A analogia deste exemplo é válida também para diferentes arquiteturas que são exigidas para escadas em leque. Segue abaixo o esquema estrutural da escada:

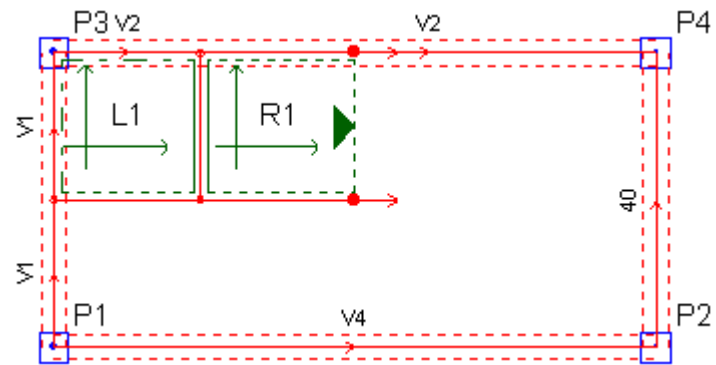


Figura 04 - Pavimento Superior

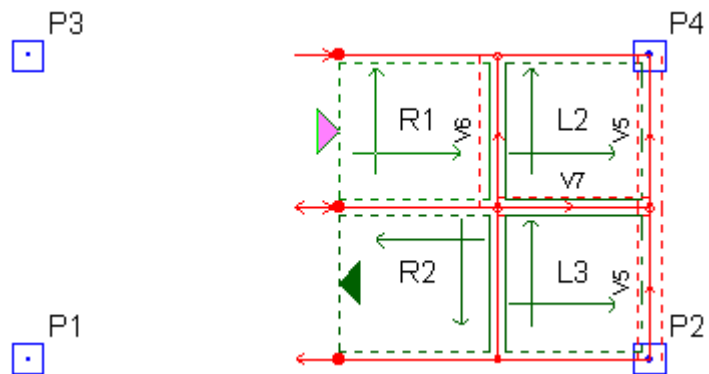



Figura 05 - Nível Intermediário do Pavimento Superior

- Inicialmente, insere-se o nível intermediário do pavimento com a altura igual à cota da laje L2 representada da figura 05 através da janela de projeto , selecionando o pavimento superior e acessando o menu Pavimento-Inserir nível intermediário.
- Lança-se as vigas e/ou barras para delimitar o contorno do patamar (Figura 05) acessando o menu Elementos-Vigas-Adicionar viga ou então menu Elementos-Barras-Adicionar barra;
- Na viga V6 da figura 05 do nível intermediário deve ser informada uma elevação positiva correspondente à altura do número de degraus do enchimento, que neste exemplo são dois. Além disso, deve-se habilitar a opção "Viga sem Rigidez";

Obs.: o valor da elevação dependerá se o lance da escada estiver conectado na parte superior da viga ou ao longo dela (figura 06-b). Para os casos da figura 06 (a), a elevação será igual à altura de apenas um degrau.

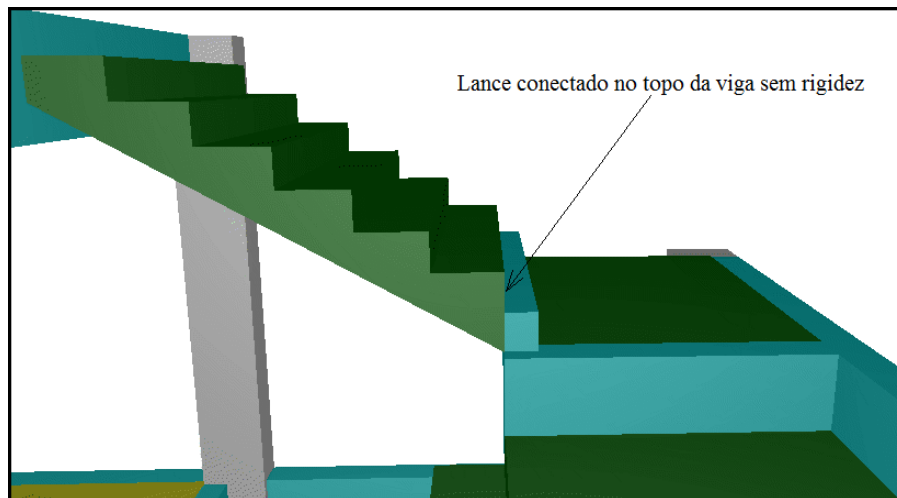


Figura 06 (a)

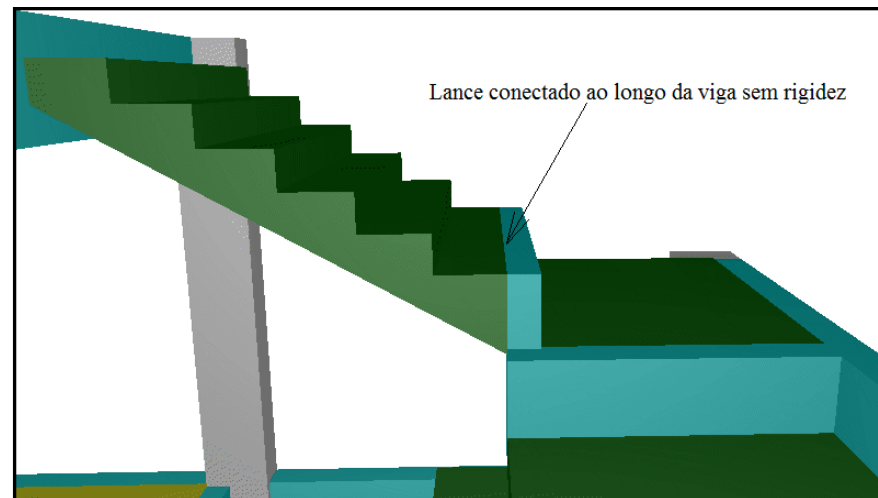





Figura 06 (b)

- Lança-se uma viga dividindo o patamar ao meio (viga V7 da figura 05) adotando a ferramenta de captura Ponto Notável  para capturar o centro das vigas e/ou barras de apoio;

- Lança-se os patamares acessando o menu Elementos-Escadas-Adicionar patamar de escada;
- Execute um duplo clique sobre a viga que divide os dois patamares (viga V7 da figura 05) e habilite a opção "Viga sem Rigidez". A altura desta viga será igual à altura do número de degraus do enchimento, que neste exemplo são dois, somada a espessura da laje;
- A seguir, pode-se engastar os patamares acessando o menu Elementos-Lajes-Engastar e clicando na viga que os divide.

É muito comum após engastar os patamares e reprocessar a estrutura com o lançamento finalizado da escada, ocorrer algum problema no cálculo da armadura negativa da continuidade entre os patamares (Por exemplo, [Erro D36-Erro na armadura negativa](#)). Isto ocorre quando existirem, além de momentos negativos, momentos positivos ou então somente estes.

Para verificar a existência de momentos fletores positivos na continuidade entre os patamares, pode-se utilizar o modelo 3D, procedendo conforme abaixo:

- Acesse a planilha de dimensionamento das escada ;
- Pressione o ícone ;
- Na barra de ferramentas "Diagramas", escolha a opção "Modelo Elástico-Fletores";

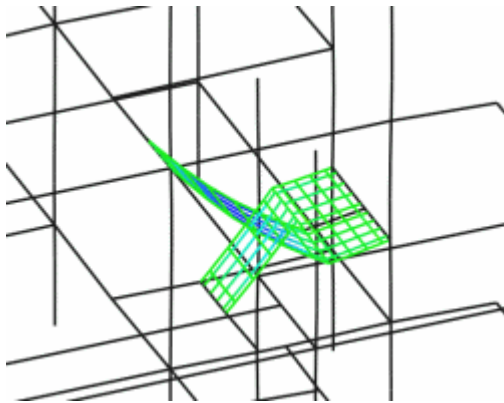


Figura 07 - Vista Frontal do modelo 3D da escada em leque

- A visualização dos esforços nas barras localizadas na continuidade entre os patamares é facilitada com a vista superior. Selecione, então, o ícone .

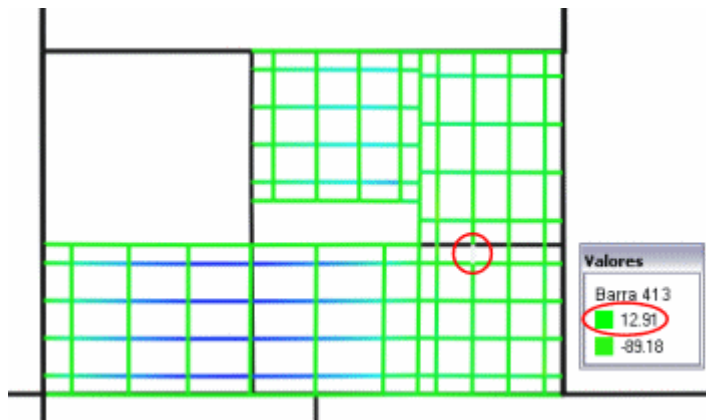




Figura 08 - Vista Superior do modelo 3D da escada em leque

Selecionando as barras sobre a viga que divide os patamares, o programa informará no diálogo "Valores" a magnitude dos momentos fletores, mostrando um valor inicial e final para cada trecho. Maiores informações sobre a visualização 3D são obtidas em [Grelha 3D](#).

Neste exemplo, foi encontrada a situação de momento positivo em algumas barras na continuidade entre os patamares. Acessando a guia "Negativo" na planilha de dimensionamento das escadas , constata-se o [Erro D36-Erro na armadura negativa](#) sobre a viga que os divide. Selecione-a e pressione o botão :

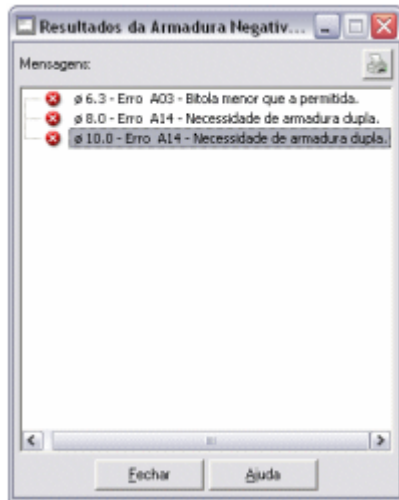


Figura 09 - Resultado das Armaduras Negativas

Será apresentado o Erro A14 - Necessidade de armadura dupla para a maioria das bitolas configuradas. Quando isto ocorrer, têm-se duas opções:

- **Enrijecer as vigas dos patamares:** tem como objetivo eliminar os momentos fletores positivos na continuidade entre os patamares.

Nem sempre é possível enrijecer o conjunto de tal maneira a eliminar totalmente os momentos positivos na continuidade entre os patamares, tendo em vista as seções convencionais de vigas utilizadas que dão suporte aos patamares, ficando esta opção inviável em muitos casos. Em se tratando de Viga sem Rigidez, a dificuldade é ainda maior.

Quando não for habilitada a opção "Viga sem Rigidez" para a viga que divide os patamares (caso da viga V7 da figura 05), a viga V5 da figura 05 estará sujeita a esforços de torção que serão levados em consideração no dimensionamento.

- **Liberar os patamares:** Para tanto, deve-se acessar o menu Elementos-Lajes-Liberar. Dessa maneira, não haverá continuidade entre os patamares, e portanto, o Eberick não dimensionará e detalhará a armadura de ligação entre eles.

A critério do engenheiro projetista, pode-se editar o detalhamento emitido pelo programa fazendo a ligação entre a armadura dos patamares conforme exemplo representado nas figuras 10 e 11:

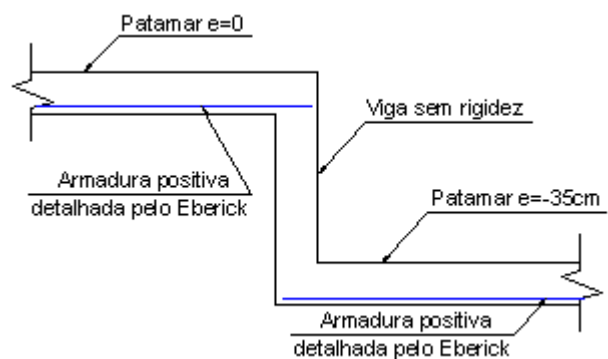


Figura 10 - Patamares sem ligação

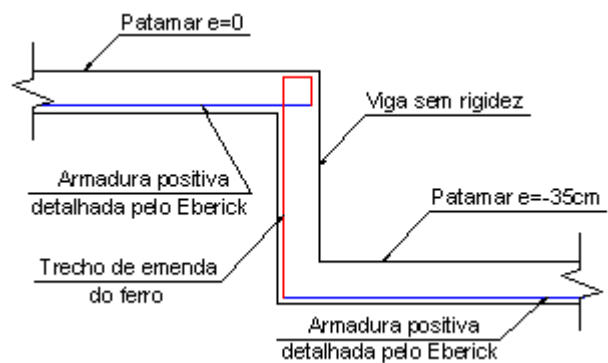


Figura 11 - Patamares com ligação

Quando a rigidez da viga que divide os dois patamares (viga V7 da figura 05) for rígida o suficiente de modo a gerar somente momento negativo na continuidade, o programa calculará e detalhará a armadura de ligação, conforme apresentado na figura 12.

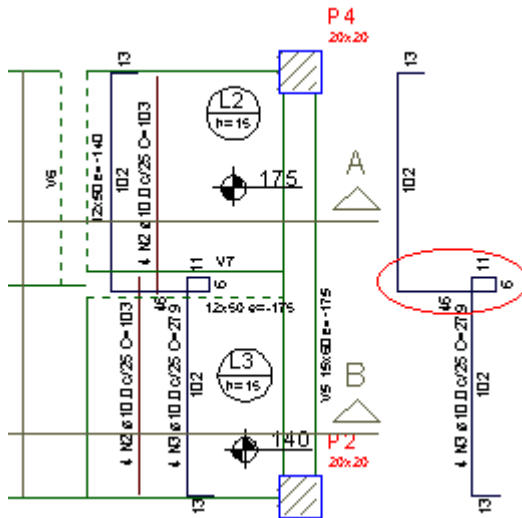


Figura 12 - Armadura negativa de continuidade entre os patamares, detalhada pelo Eberick

- Lança-se os elementos inclinados (vigas e/ou barras) acessando o menu Elementos-Vigas-Adicionar viga inclinada ou então menu Elementos-Barras-Adicionar barra inclinada e posteriormente os lances da escada acessando o menu Elementos-Escadas-Adicionar lance de escada.

A critério do engenheiro projetista, pode-se engastar os lances aos patamares com o objetivo de enrijecer a escada, diminuindo as deformações.

- Processe a estrutura. Após esta operação, há possibilidade de verificar o cálculo, dimensionamento e detalhamento da escada, acessados pelo ícone

Abaixo segue a planta de formas da escada lançada conforme os itens acima, com os respectivos cortes A-A e B-B. Repare na figura 13 a armadura de continuidade entre o lance superior e o patamar do nível intermediário, obtida devido ao modelo de cálculo adotado (engastamento entre lance e patamar).

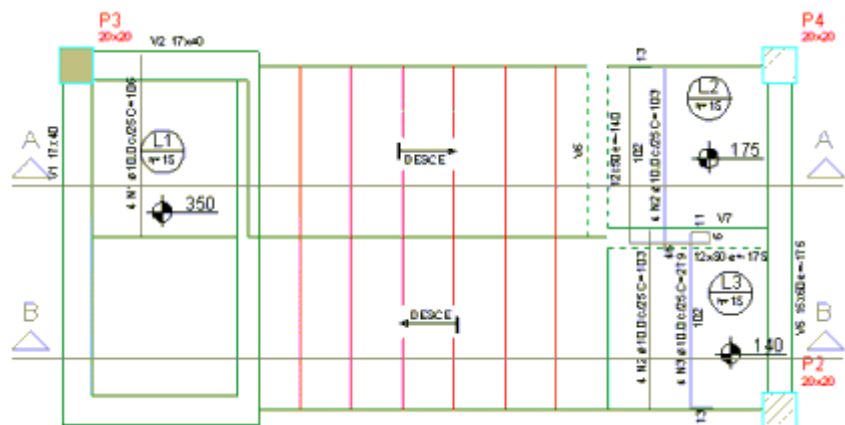


Figura 13 - Planta de Formas da Escada

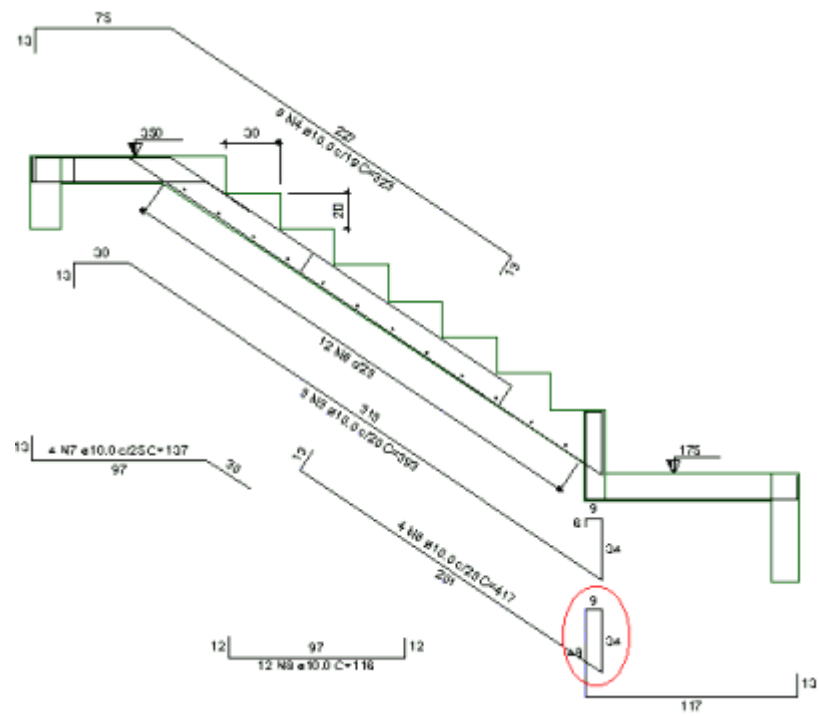


Figura 14 - Corte A-A da Escada

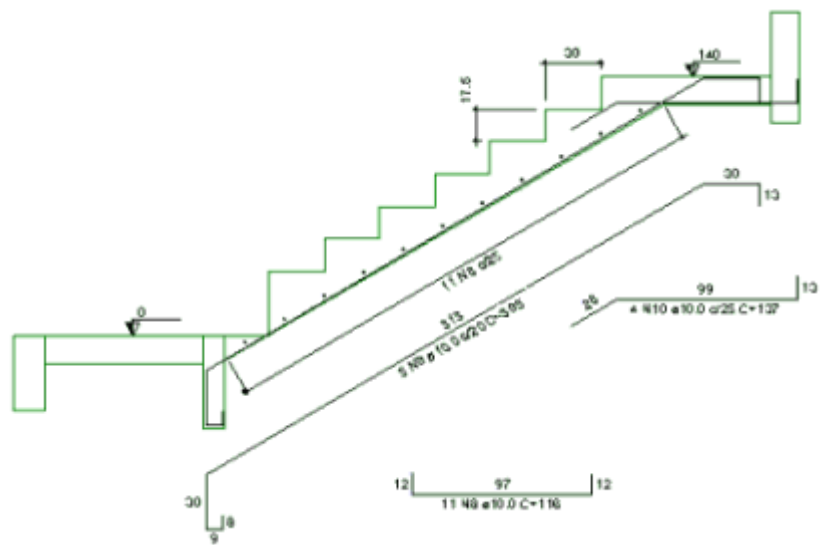


Figura 15 - Corte B-B da Escada