



Projeto, Dimensionamento e Detalhamento de Estruturas de Concreto Armado

Escadas

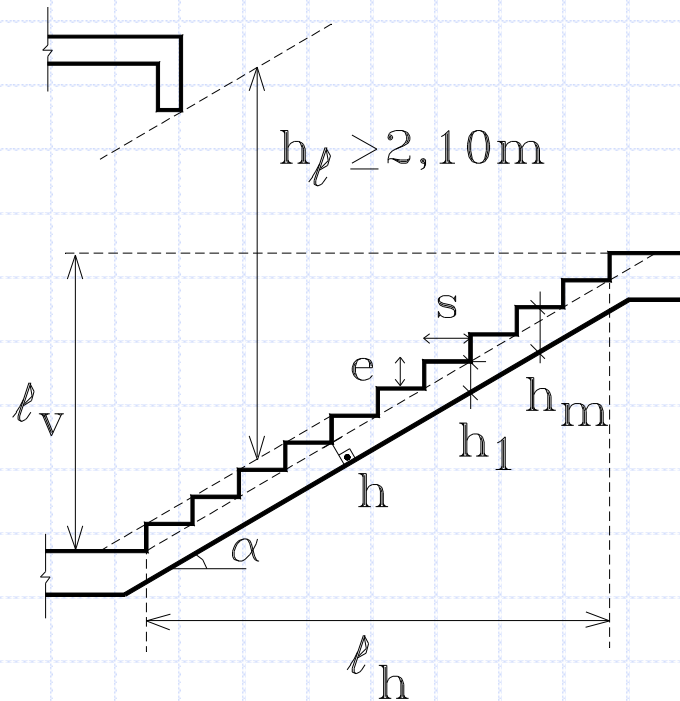
Rodrigo Gustavo Delalibera

Engenheiro Civil – Doutor em Engenharia de Estruturas

dellacivil@gmail.com

Terminologia e dimensões

INTRODUÇÃO



$$s + 2e = 60 \text{ cm a } 64 \text{ cm}$$

$$\tan \alpha = \frac{e}{s}$$

$$h_1 = \frac{h}{\cos \alpha} \quad (h_1 \geq 7 \text{ cm})$$

$$h_m = h_1 + \frac{e}{2}$$

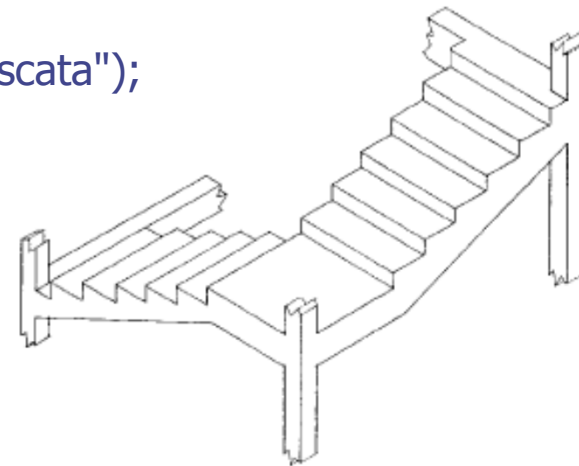
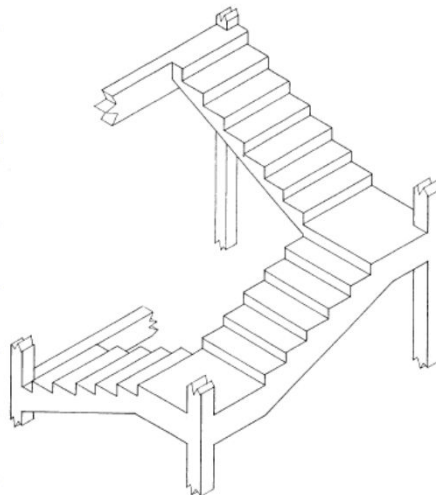
$$n = \frac{l_v}{e}$$



Tipos de escadas

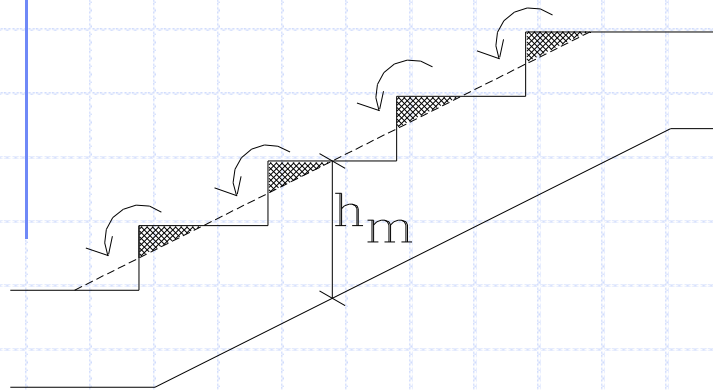
INTRODUÇÃO

- Retangulares armadas transversalmente, longitudinalmente ou em cruz;
- com patamar;
- Com laje em balanço;
- Em viga reta, com degraus em balanço;
- Com degraus engastados um a um (escada em "cascata");
- Com lajes ortogonais;
- Com lances adjacentes

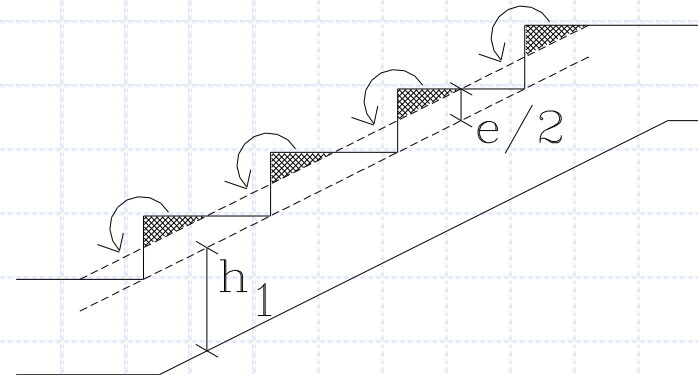


Peso próprio

AÇÕES



Laje com degraus de concreto



Laje com degraus de alvenaria

$$pp = h_m \cdot \gamma_c$$

$$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$$

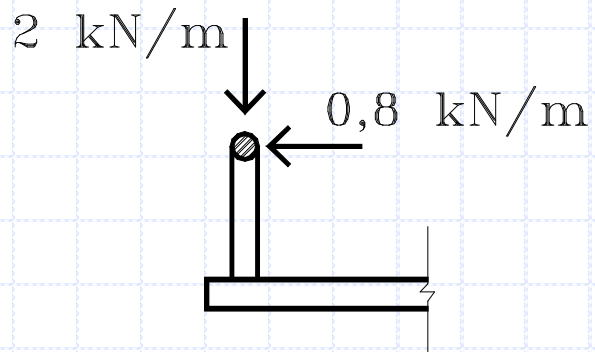
Peso próprio

AÇÕES

Revestimento: valor adotado entre 1 kN/m^2 e $1,5 \text{ kN/m}^2$.

Gradil ou mureta: **gradil** adotado entre $0,3 \text{ kN/m}$ e $0,5 \text{ kN/m}$.

mureta de acordo com o material utilizado.



Ações definidas pela
NBR 6120:1980
para parapeitos

Material	Espessura	Ação (kN/m^2)
Tijolo maciço	1/2 tijolo (15 cm)	2,7
	1 tijolo (25 cm)	4,5
Tijolo furado	1/2 tijolo (15 cm)	1,9
	1 tijolo (25 cm)	3,2
Bloco de concreto	10 cm	1,9
	15 cm	2,5
	20 cm	3,2



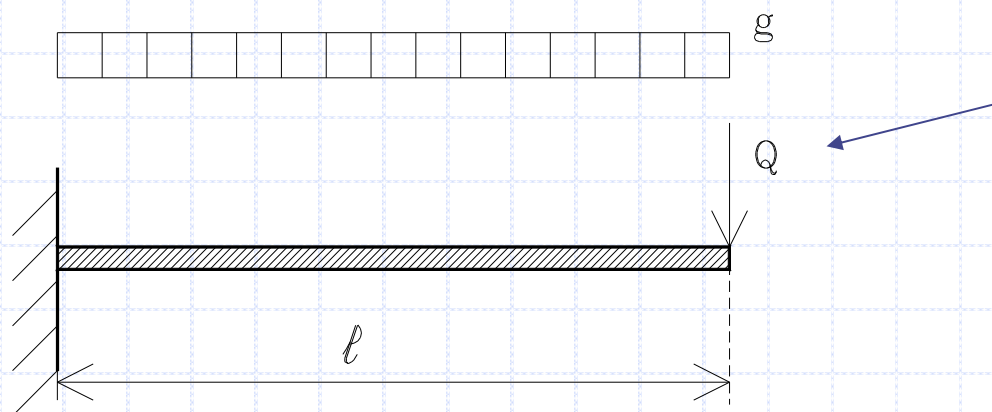
Ações variáveis

AÇÕES

Escadas com acesso público: $3,0 \text{ kN/m}^2$;

Escadas sem acesso público: $2,5 \text{ kN/m}^2$.

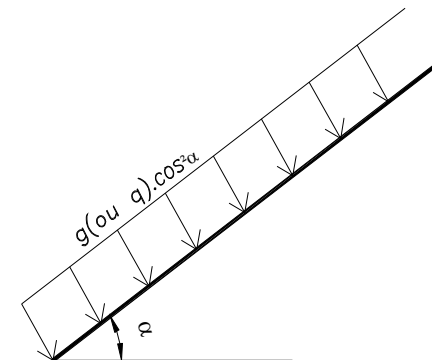
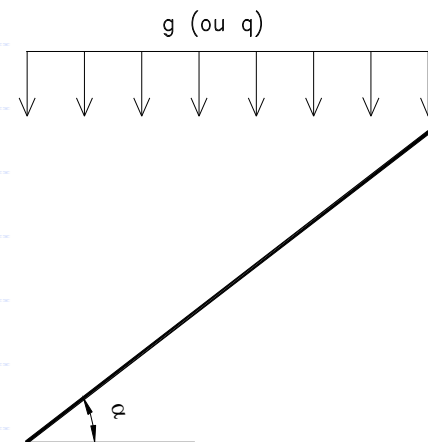
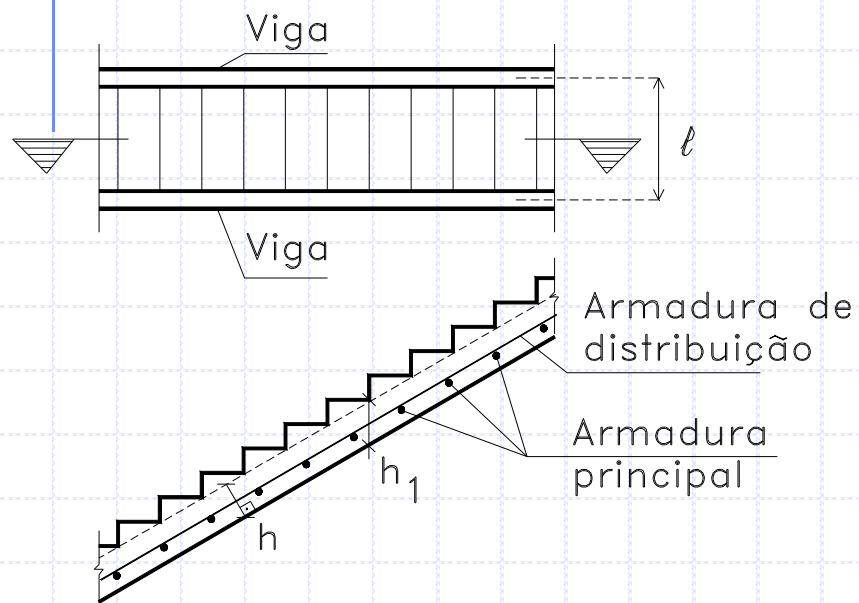
Ainda conforme a NBR 6120:1980, quando uma escada for constituída de degraus isolados, estes também devem ser calculados para suportar uma **força concentrada de $2,5 \text{ kN}$** , aplicada na posição **mais desfavorável**.



Armada transversalmente

Laje armada em uma direção

SISTEMA ESTRUTURAL





Armada transversalmente

SISTEMA ESTRUTURAL

Laje armada em uma direção (menor direção)

Caso de dois apoios

Momento

$$m = \frac{p\ell^2}{8}$$

Caso de escada engastada em uma extremidade e livre na outra

$$m = -\frac{p\ell^2}{12}$$

$$a_{s,\text{mín}} = 0,15\% \cdot b \cdot h_1$$

$$h_1 \geq 7\text{cm}$$

$$s_{\text{máx}} = 20\text{cm}$$

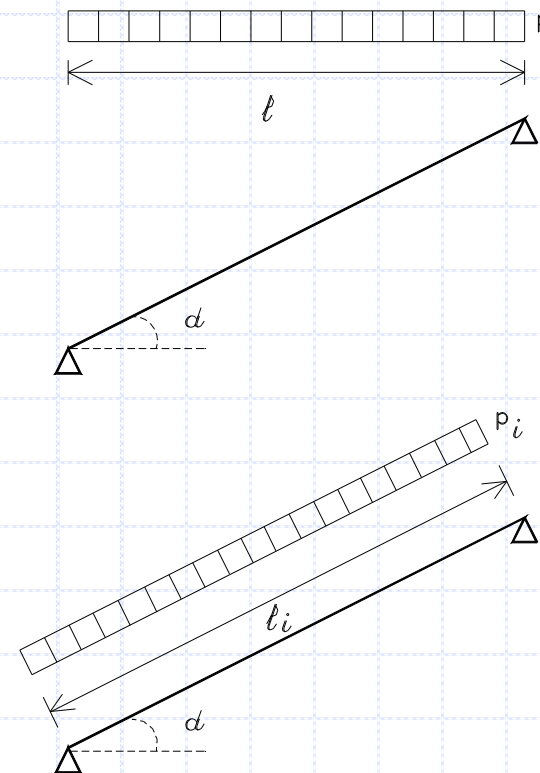
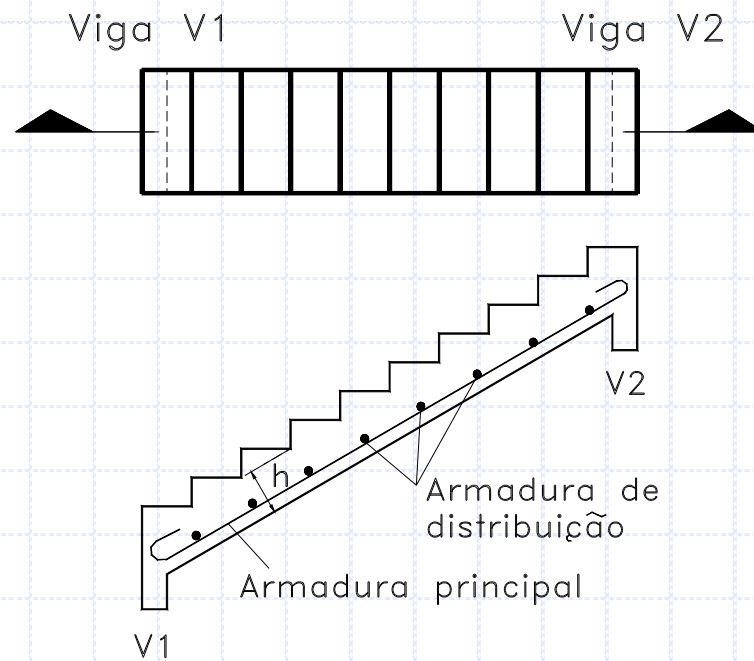
$$A_{s\text{dist}} \geq \frac{1}{5} A_{s\text{principal}}$$
$$0,90 \text{ cm}^2$$

$$s_{\text{máx}} = 33\text{cm}$$

Armada Longitudinalmente

Laje armada em uma direção (maior direção)

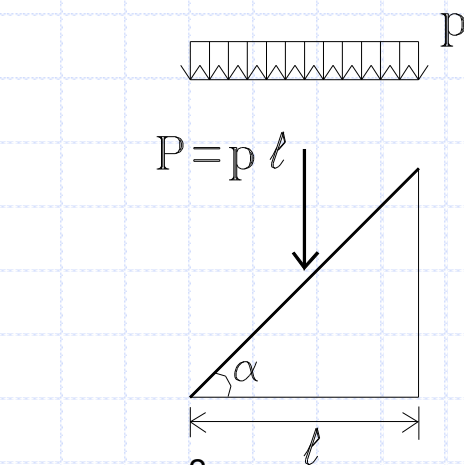
SISTEMA ESTRUTURAL



Armada Longitudinalmente

Laje armada em uma direção (maior direção)

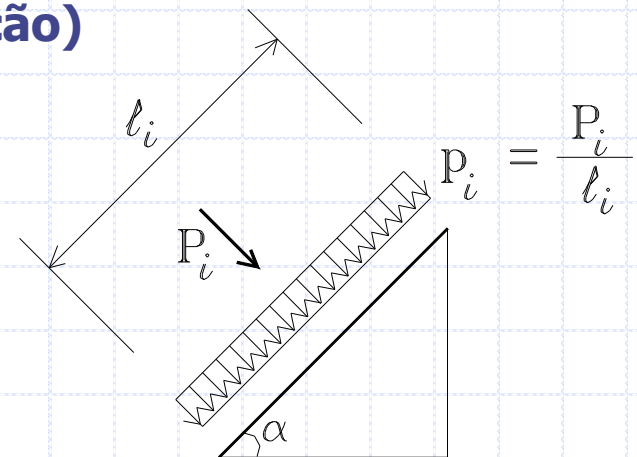
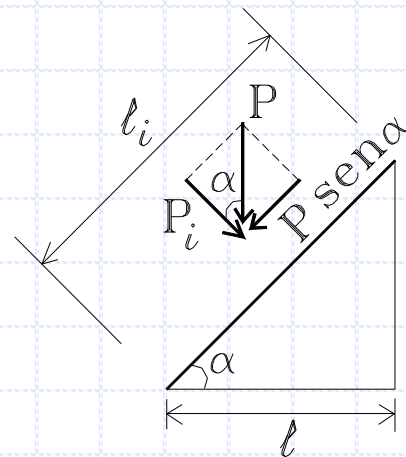
SISTEMA ESTRUTURAL



$$m = \frac{pl^2}{8}$$

ou

$$m = \frac{p_i l_i^2}{8}$$

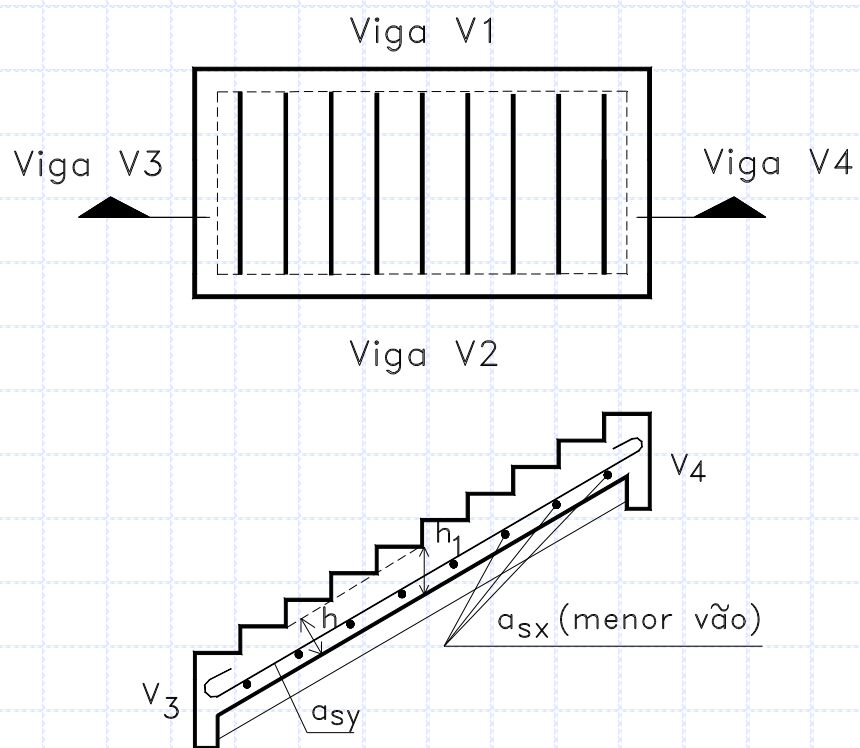


$$v = \frac{p_i l_i}{2} = \frac{p(\cos\alpha)^2 \left(\frac{l}{\cos\alpha} \right)}{2} = \frac{pl\cos\alpha}{2}$$

Armada em cruz

SISTEMA ESTRUTURAL

Laje armada em duas direções



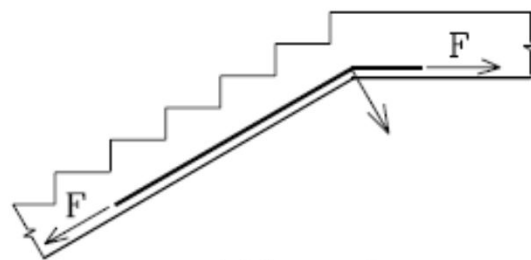
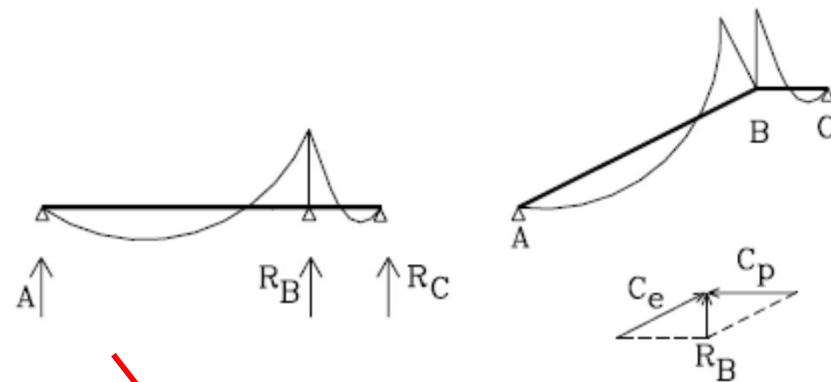
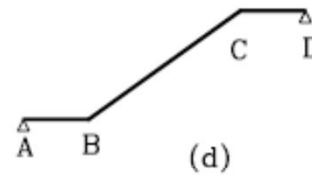
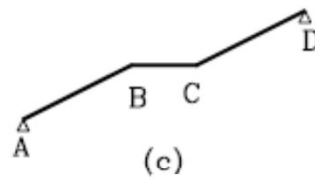
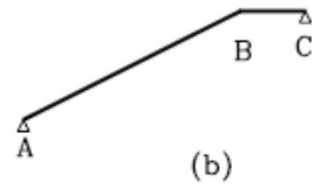
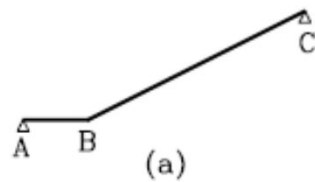
Reações nos apoios: charneiras plásticas;

Momento fletor e deslocamentos: tabelas; equação de placa; métodos numéricos.

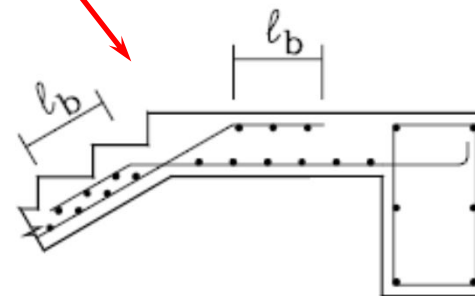
$$m_d \rightarrow k_c \rightarrow k_s \rightarrow a_s$$

Escada com patamar

SISTEMA ESTRUTURAL



(a) Incorreto



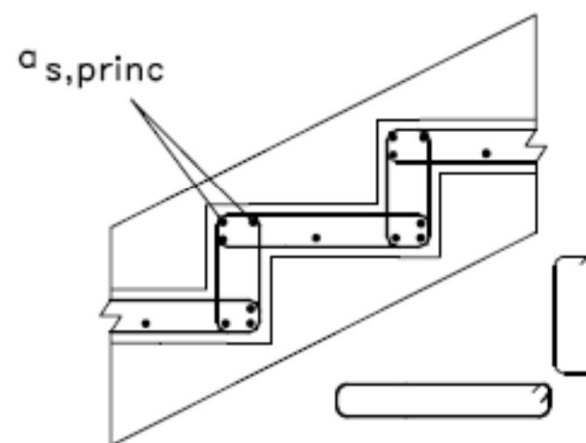
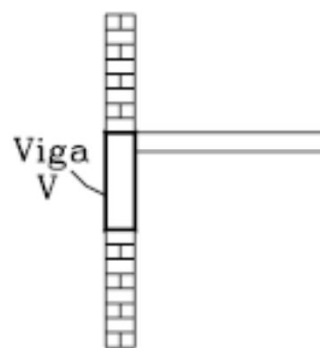
(b) Correto

Escada com laje em balanço

SISTEMA ESTRUTURAL



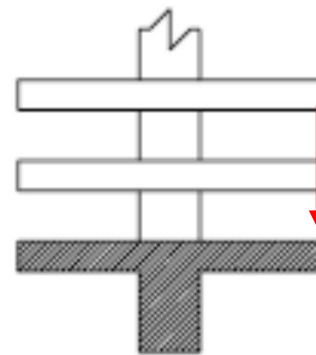
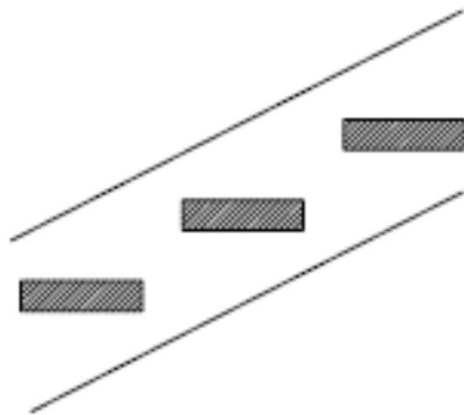
Laje em balanço engastada em viga lateral.



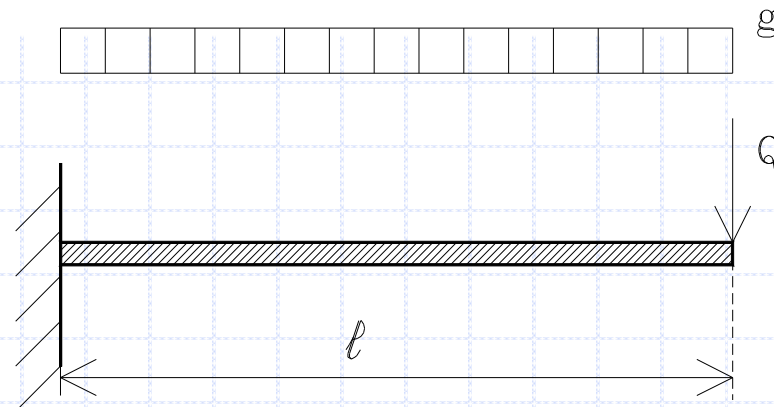
Laje em balanço com espelho trabalhando como vigas.

Laje em viga reta com degraus em balanço.

SISTEMA ESTRUTURAL

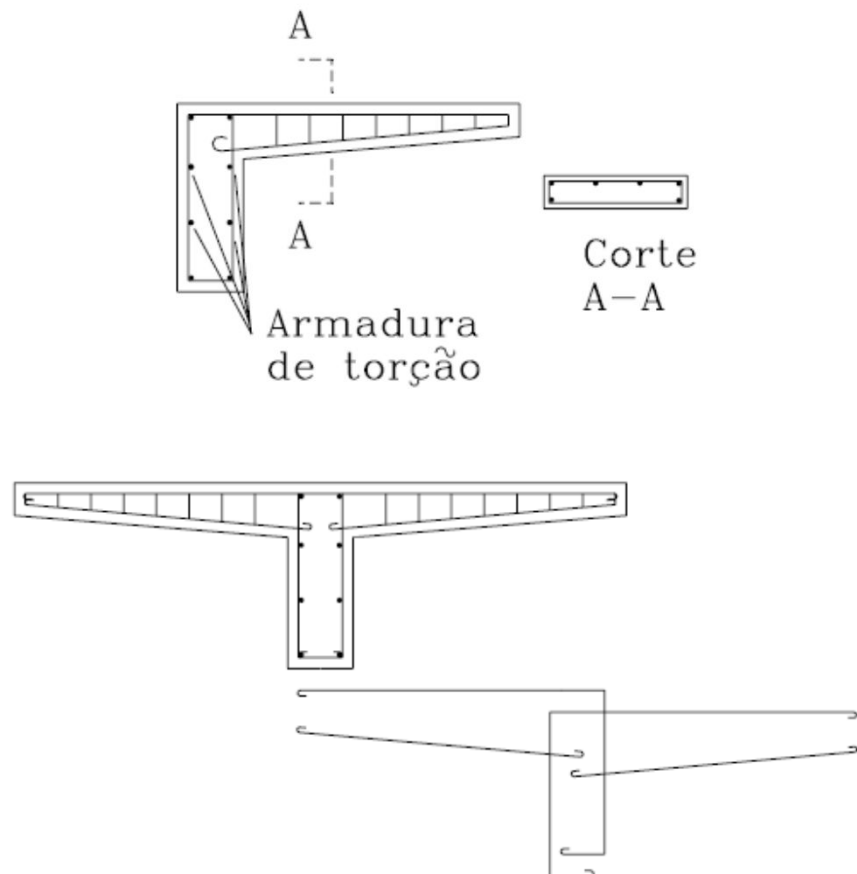


ou



Laje em viga reta com degraus em balanço.

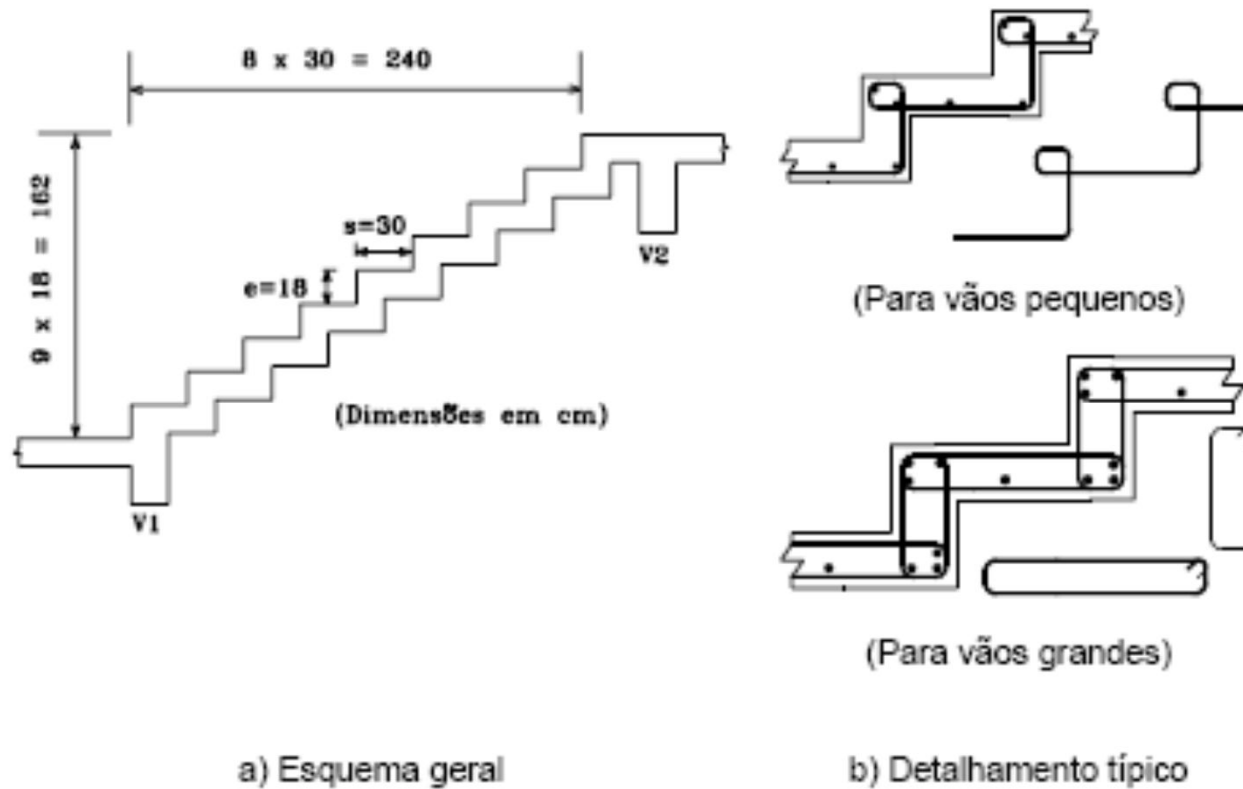
SISTEMA ESTRUTURAL



Detalhes típicos.

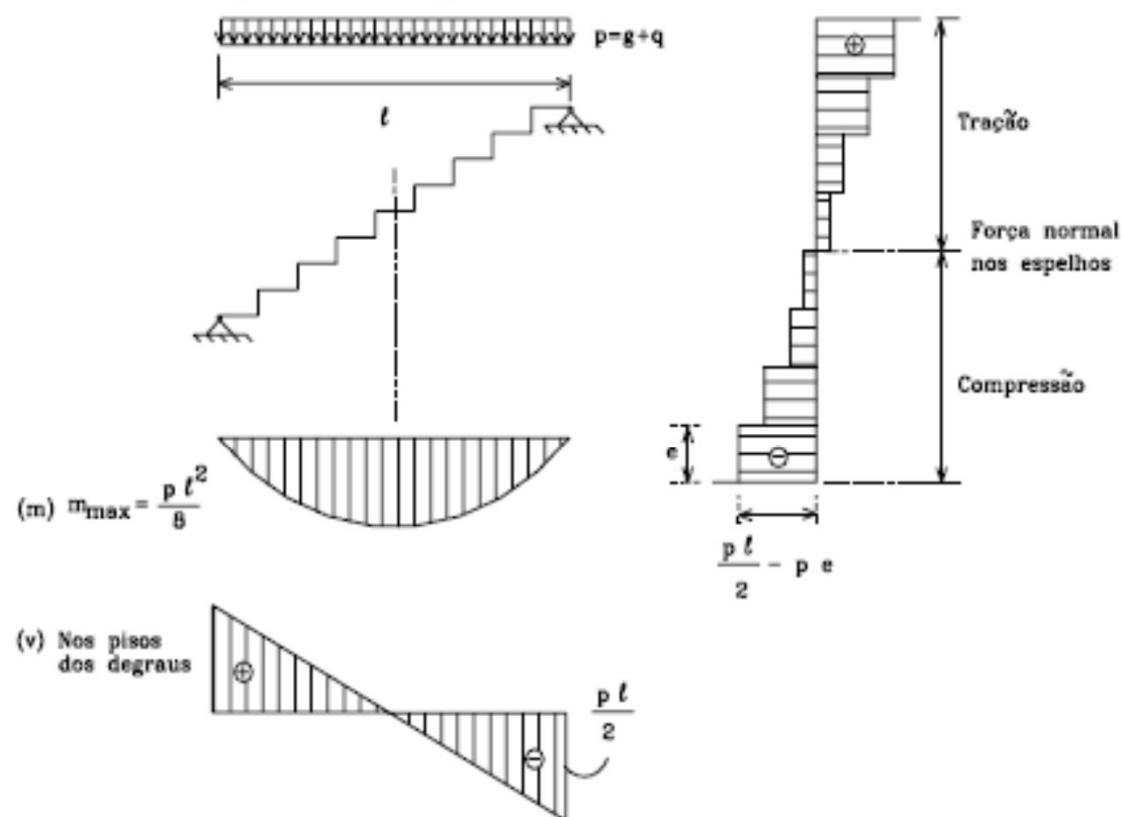
Escadas com degraus engastado um a um.

SISTEMA ESTRUTURAL



Escadas com degraus engastado um a um.

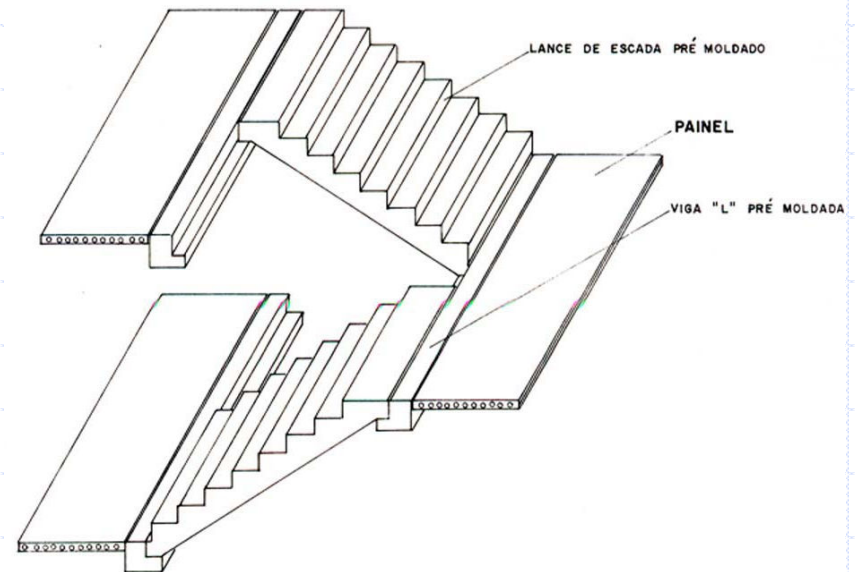
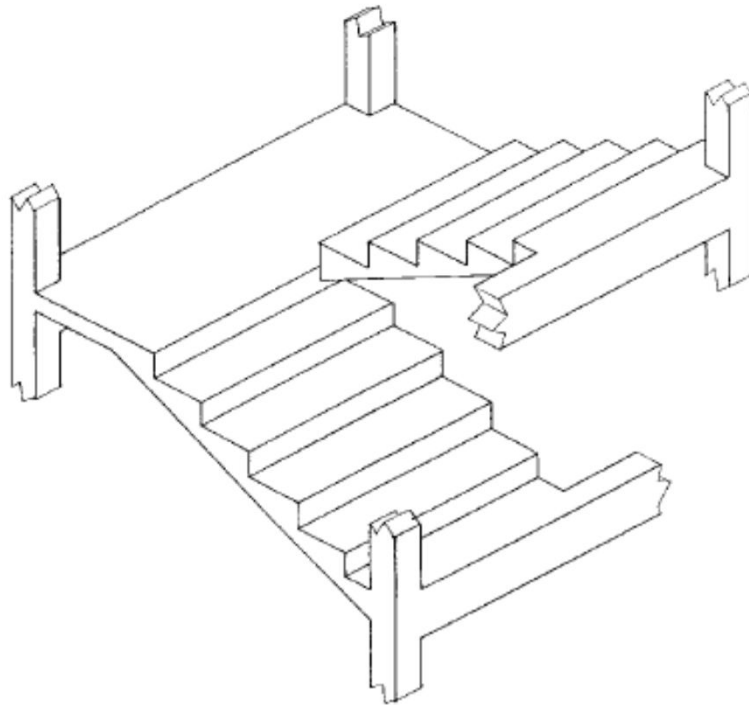
SISTEMA ESTRUTURAL



c) Esquema estático e diagrama dos esforços

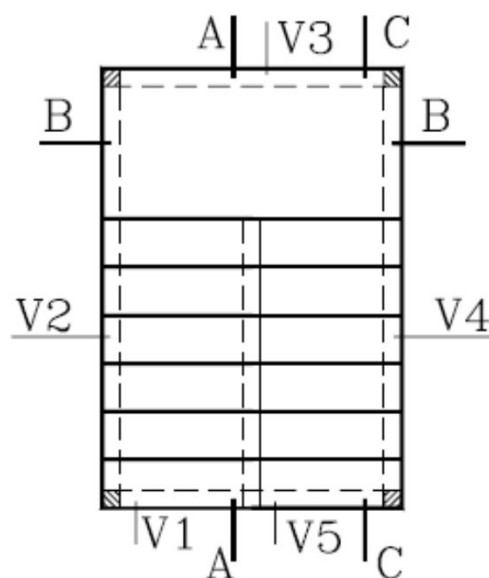
Escadas com lajes adjacentes

SISTEMA ESTRUTURAL

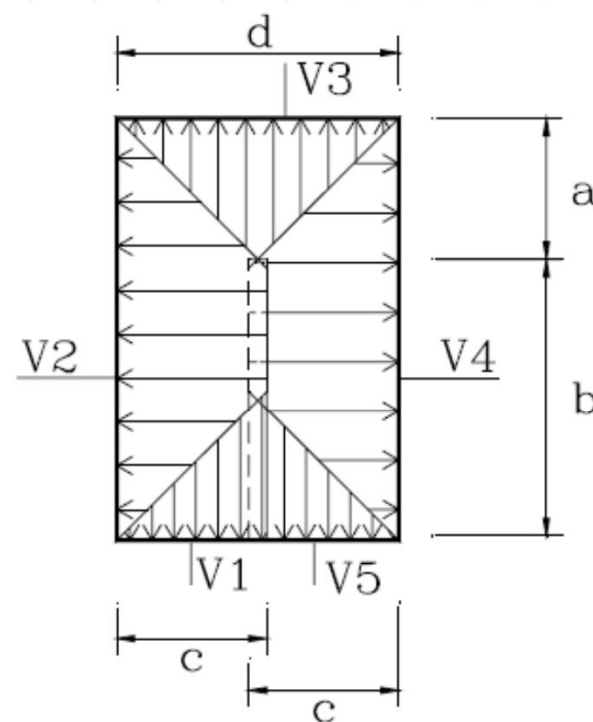


Escadas com lajes adjacentes
Vigas inclinadas no contorno.

SISTEMA ESTRUTURAL



a) Forma estrutural



b) Reações de apoio

Escadas com lajes adjacentes

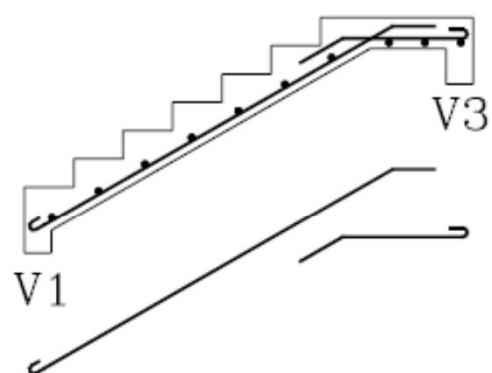
Vigas inclinadas no contorno.

Esquema para cálculo de momentos fletores.

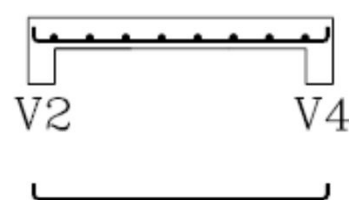


Escadas com lajes adjacentes
Vigas inclinadas no contorno.

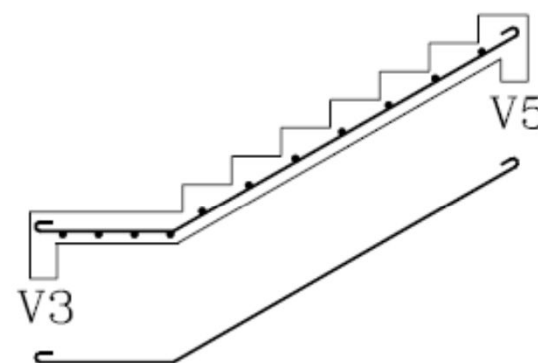
SISTEMA ESTRUTURAL



Corte A-A



Corte B-B

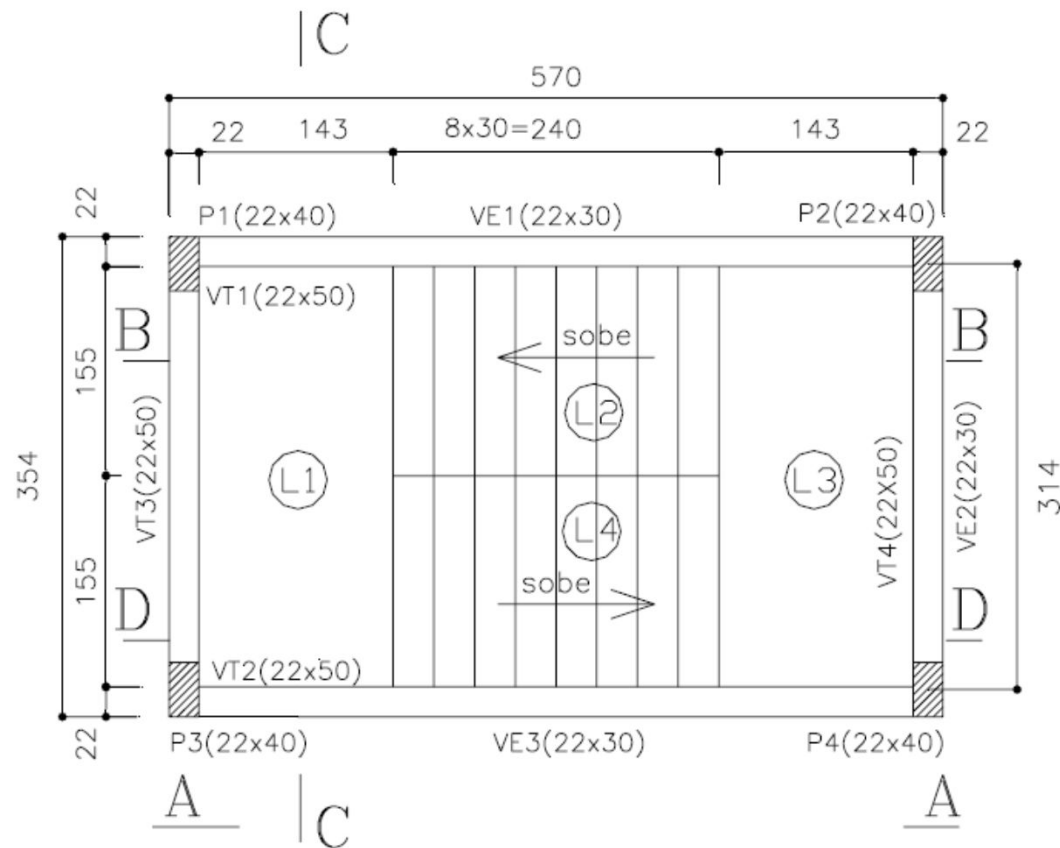


Corte C-C

Detalhes típicos.

Escada para edifícios de escritório.

EXEMPLO



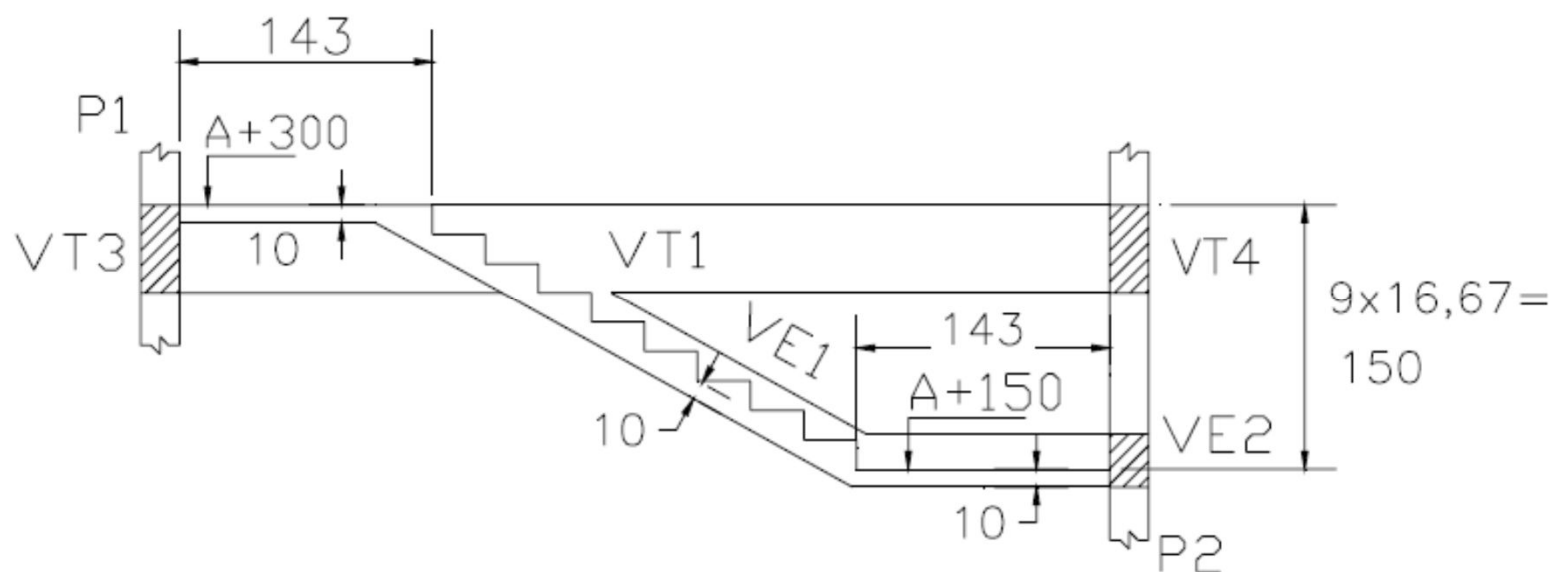
Forma estrutural

EXEMPLE



Escada para edifícios de escritório.

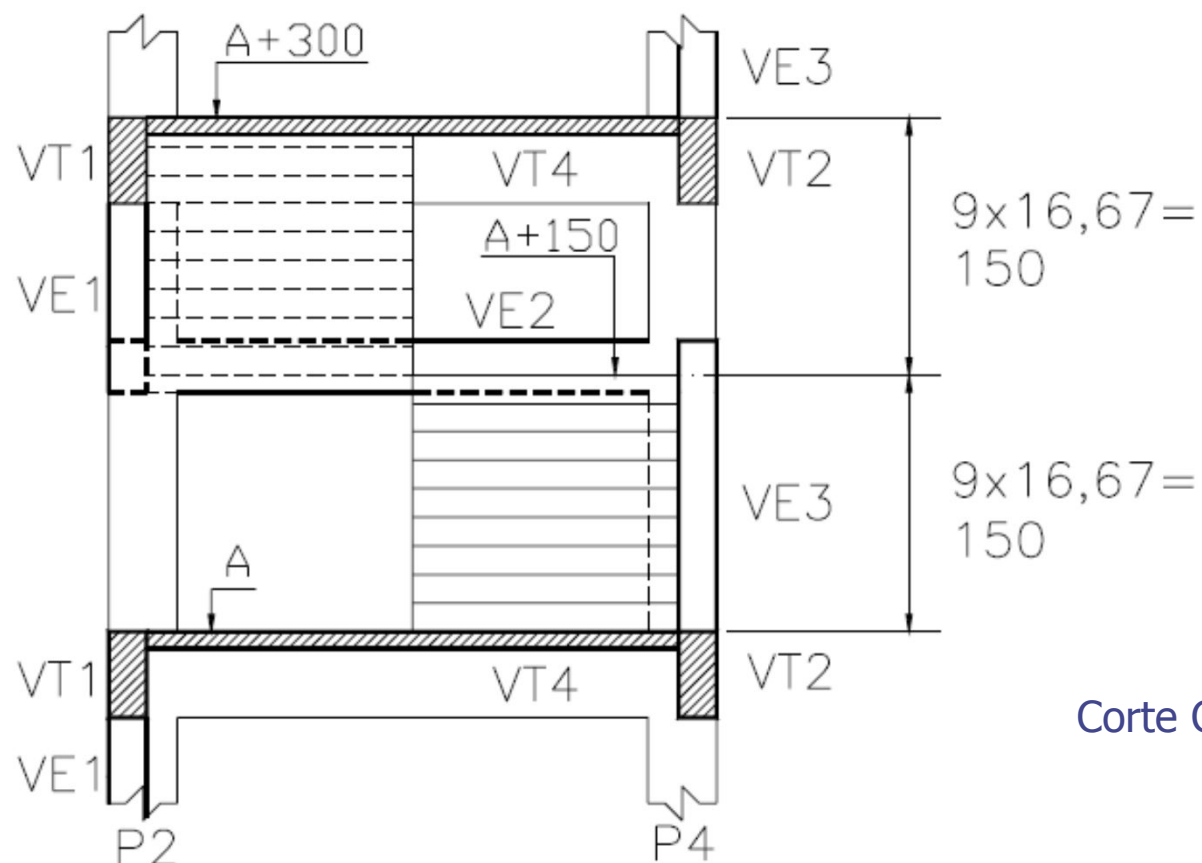
EXEMPLO



Corte B-B

Escada para edifícios de escritório.

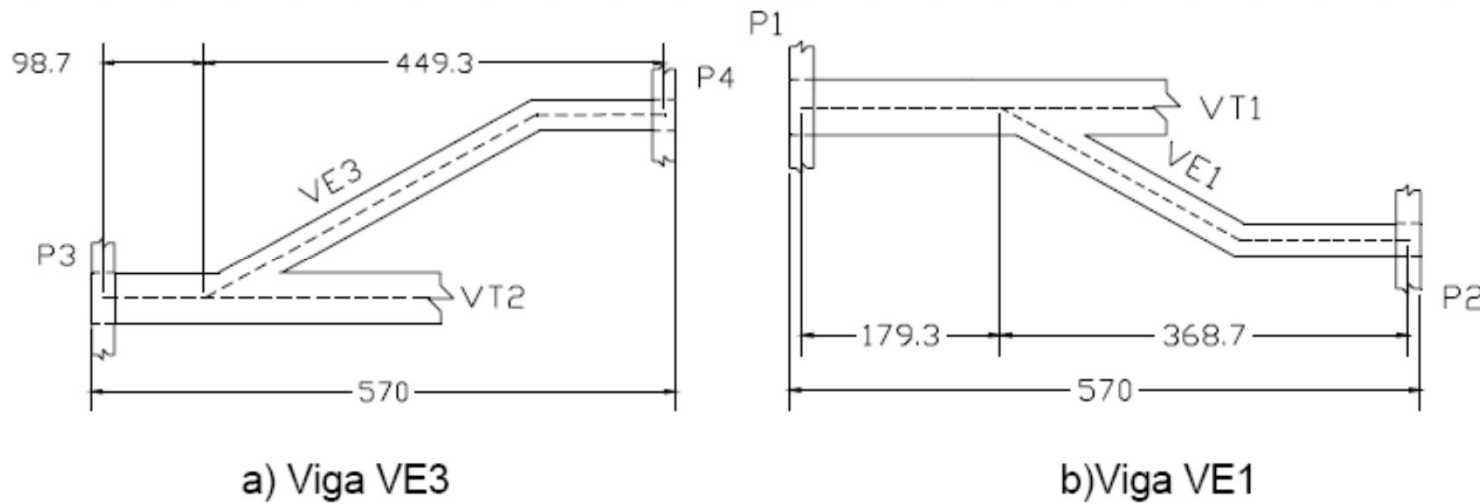
EXEMPLO



Corte C-C

Escada para edifícios de escritório.

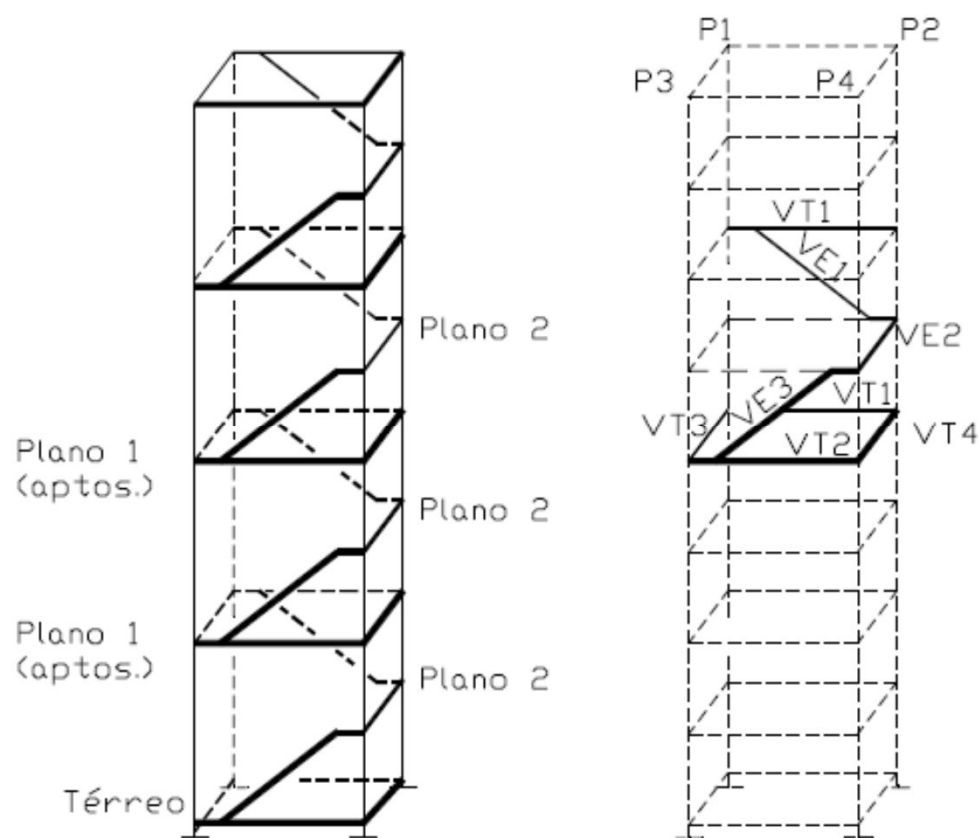
EXEMPLO



Vão das vigas inclinadas.

Escada para edifícios de escritório.

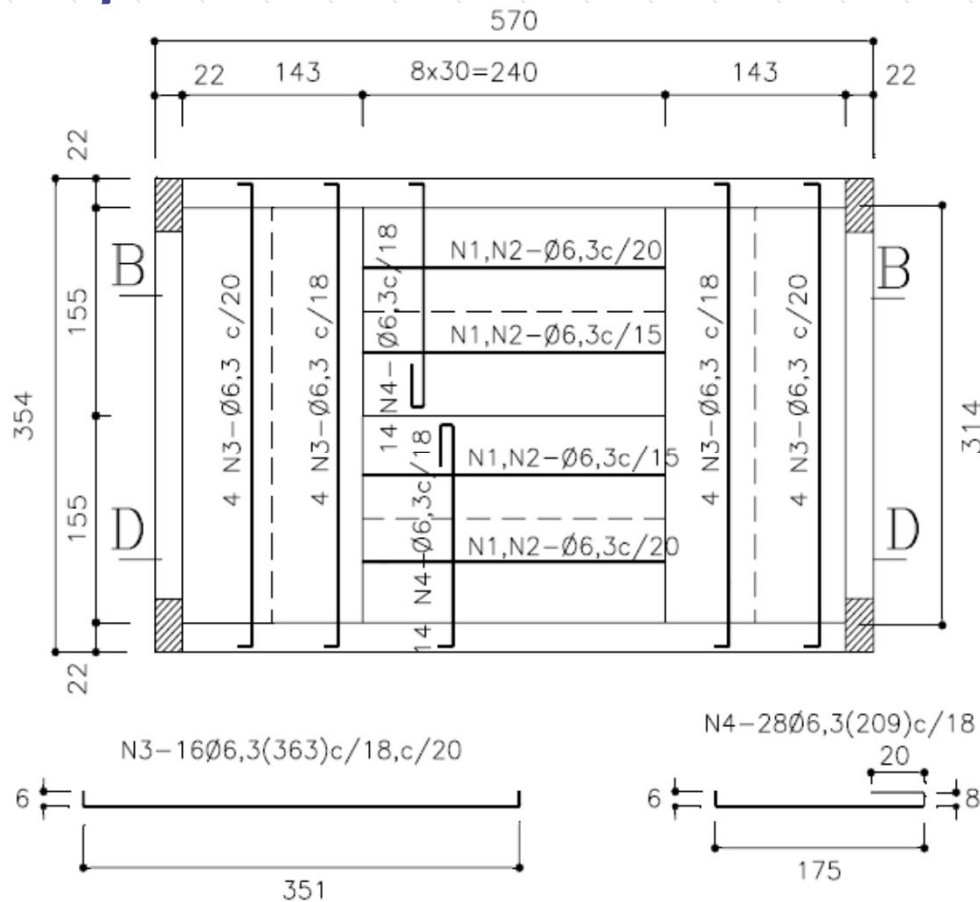
EXEMPLO



Esquema das ligações entre vigas e pilares.

Escada para edifícios de escritório.

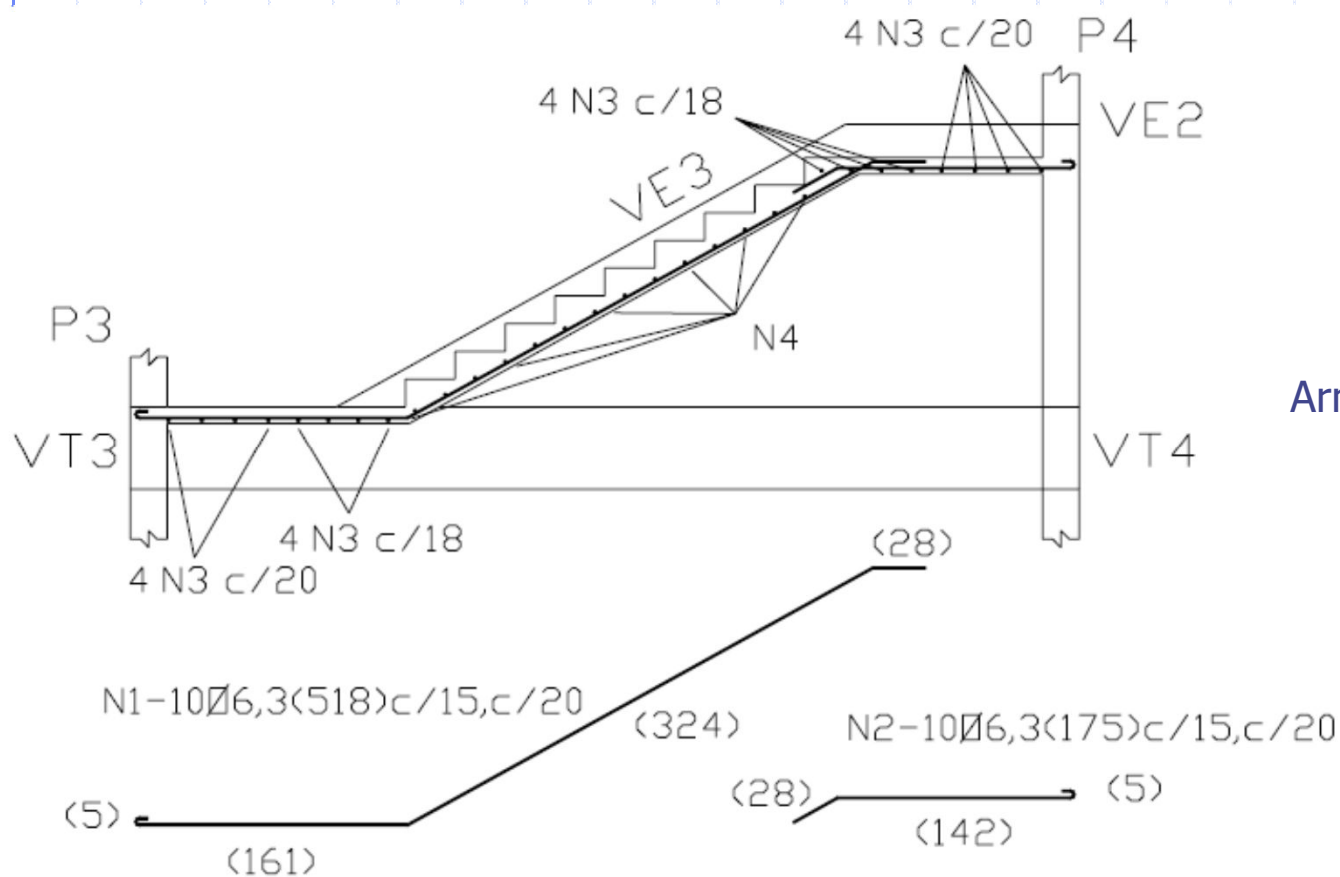
EXEMPLO



Armadura das lajes.

Escada para edifícios de escritório.

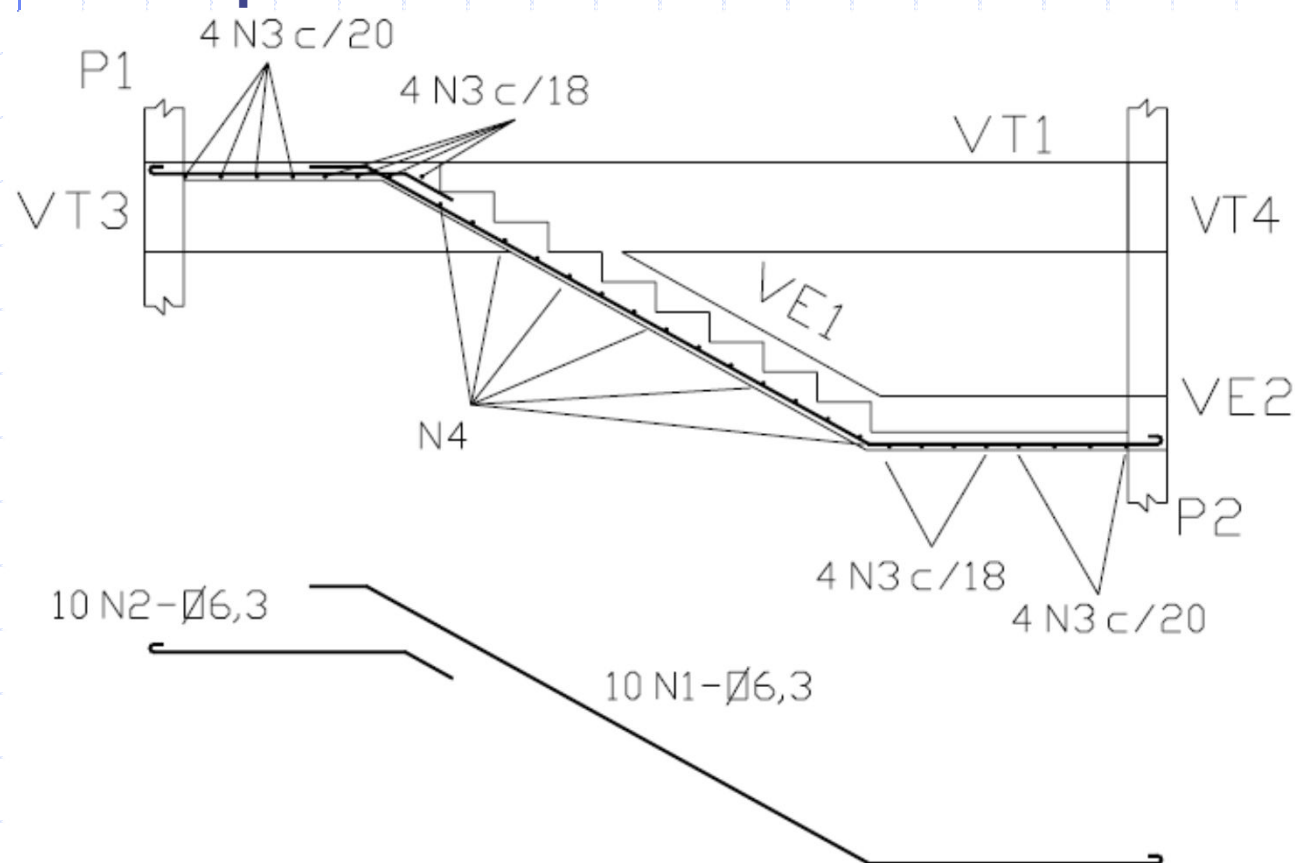
EXEMPLO



Armadura das lajes.
Corte D-D

Escada para edifícios de escritório.

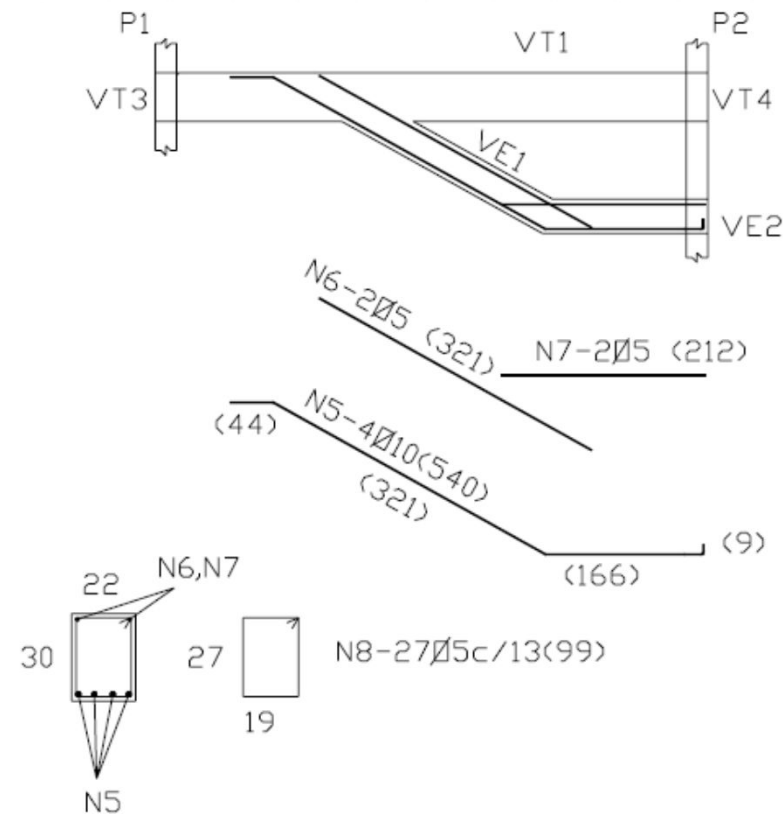
EXEMPLO



Armadura das lajes.
Corte B-B

Escada para edifícios de escritório.

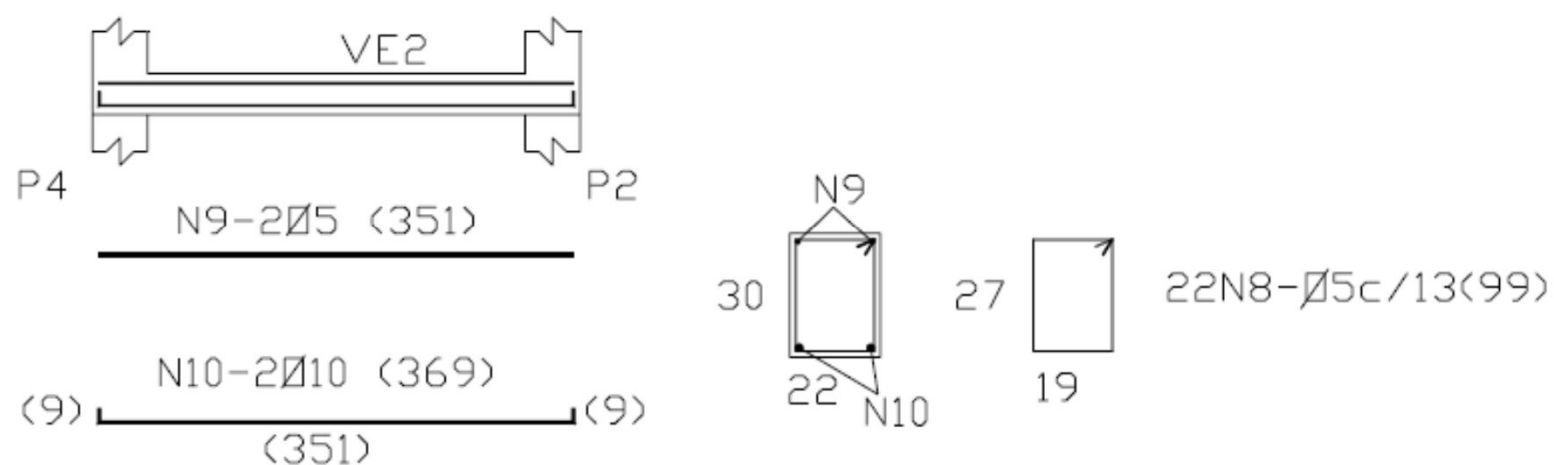
EXEMPLO



Detalhamento da viga E1

Escada para edifícios de escritório.

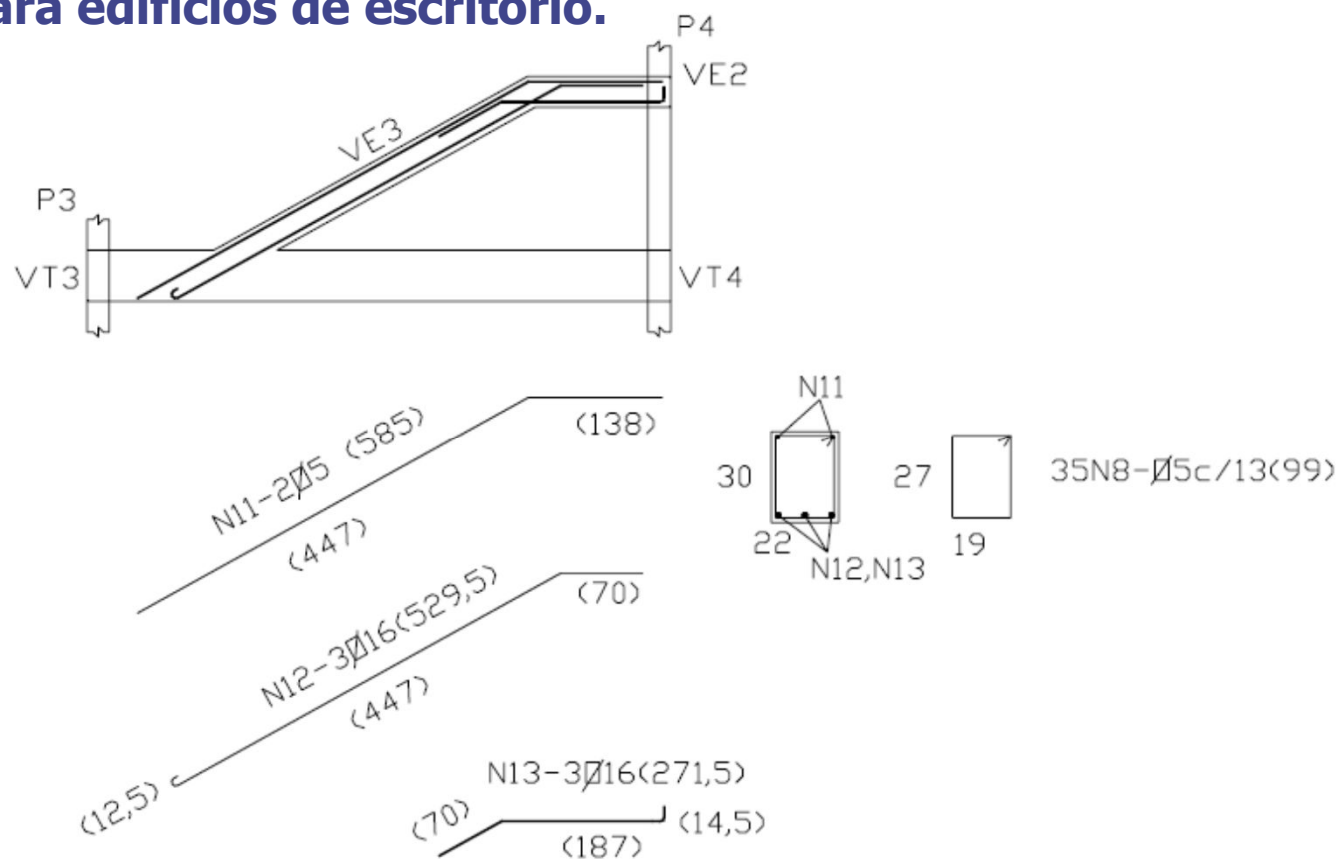
EXEMPLO



Detalhamento da viga E2

Escada para edifícios de escritório.

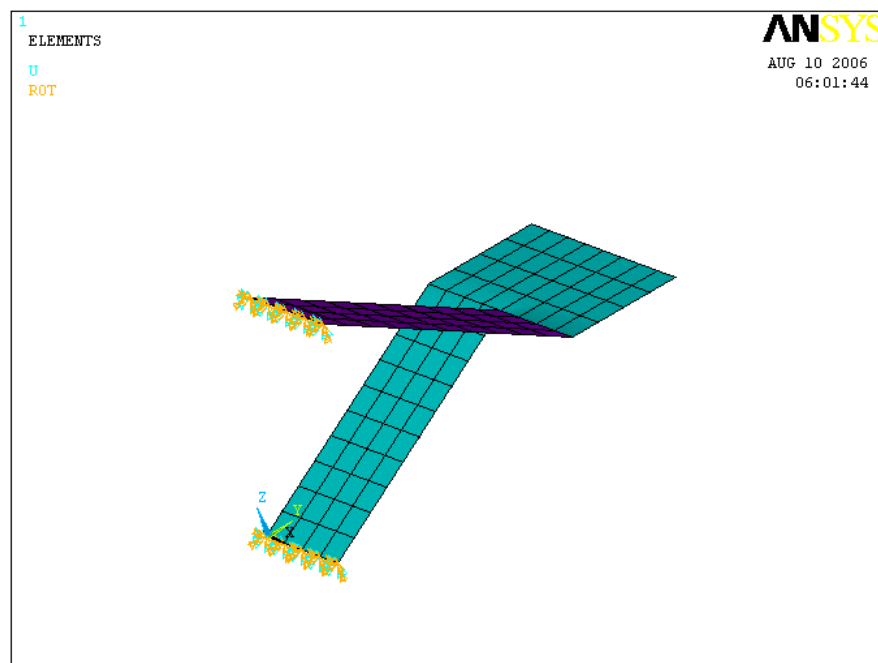
EXEMPLO



Detalhamento da viga E3

Casos especiais de escadas.

EXEMPLO



Condições de contorno.

Escada auto-portante

Ed. Comercial

$q = 3,0 \text{ kN/m}^2$;

$h_e = 17 \text{ cm}$.

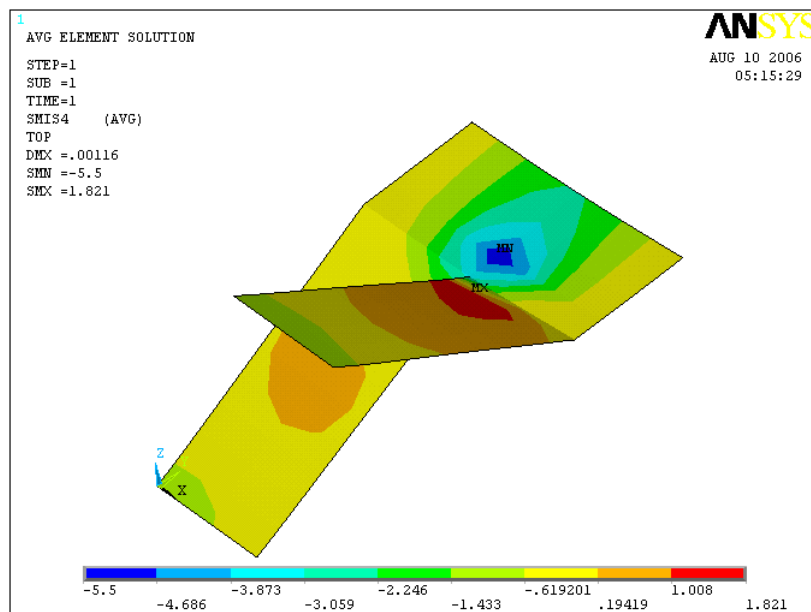
Largura = 1,20 m;

patamar:: 1,20 m x 2,40 m;

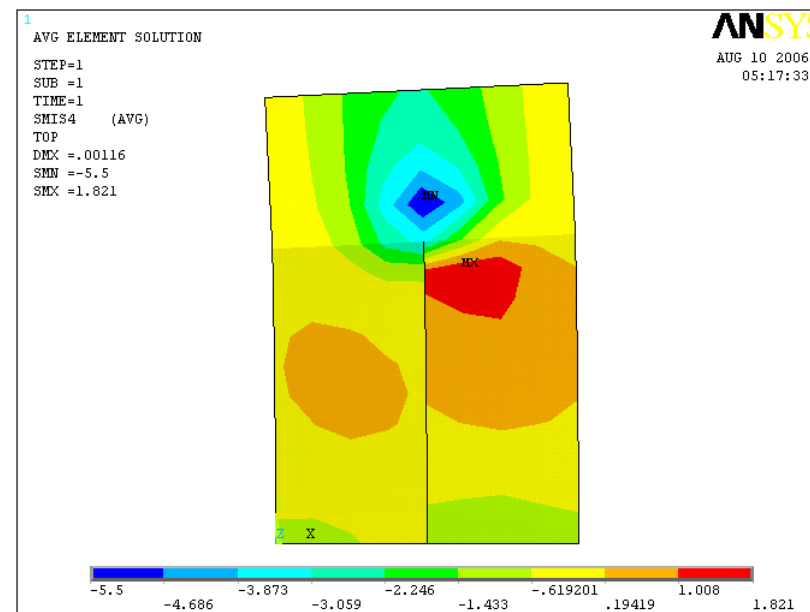
Distância entre apoios: 2,80 m.

Casos especiais de escadas.

EXEMPLO



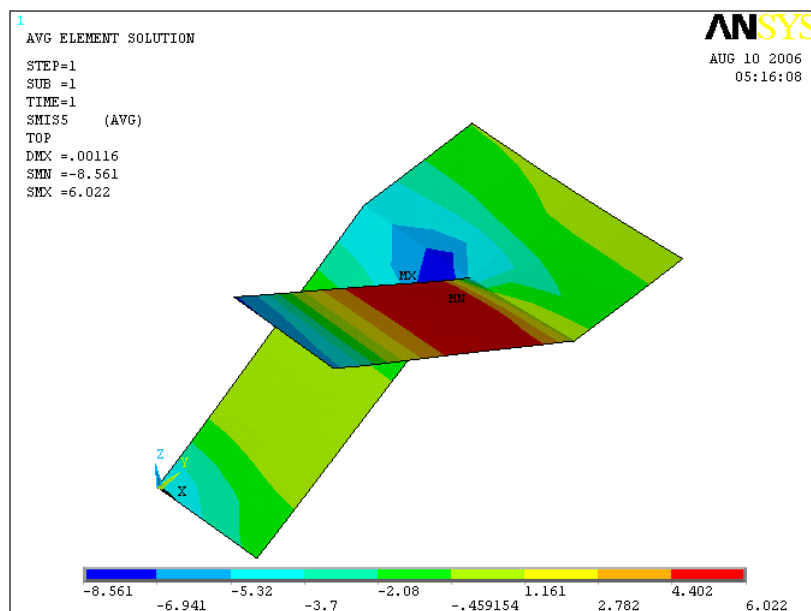
Momento fleto, m_x (MNm)



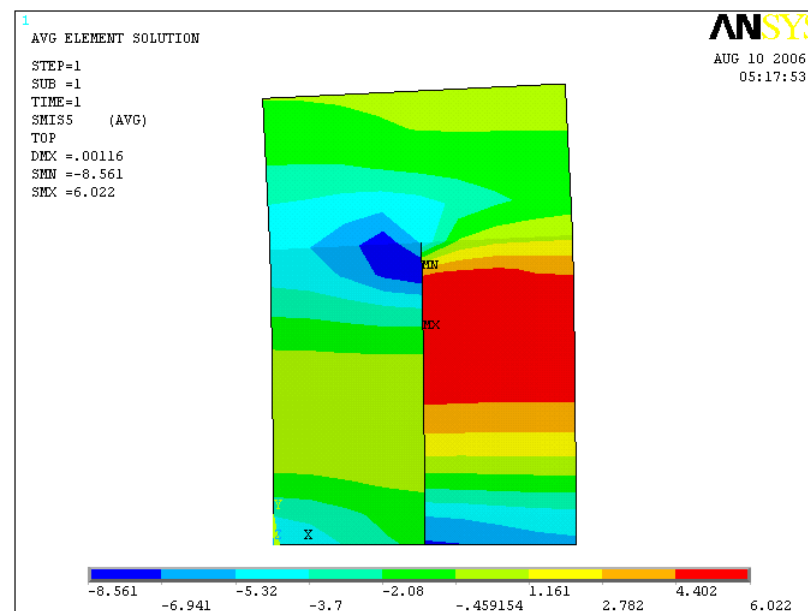
Momento fleto, m_x (MNm)

Casos especiais de escadas.

EXEMPLO



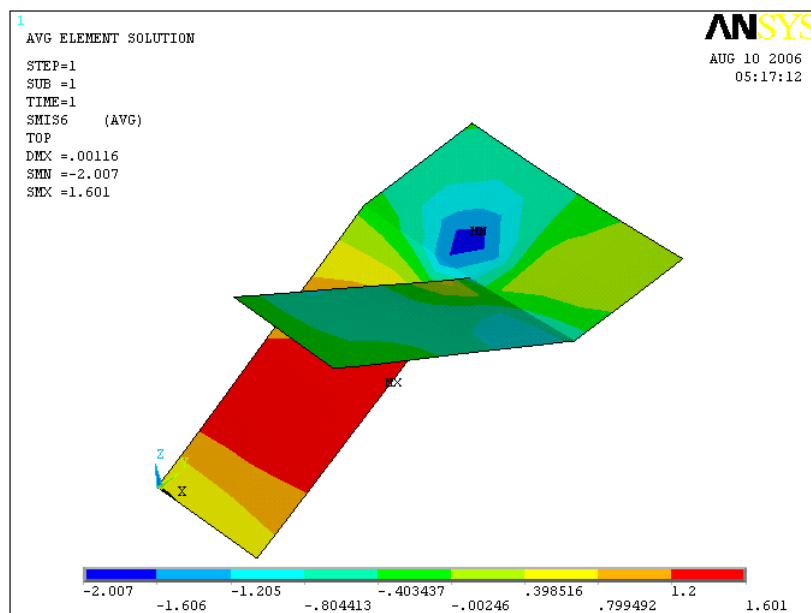
Momento fleto, m_y (MNm)



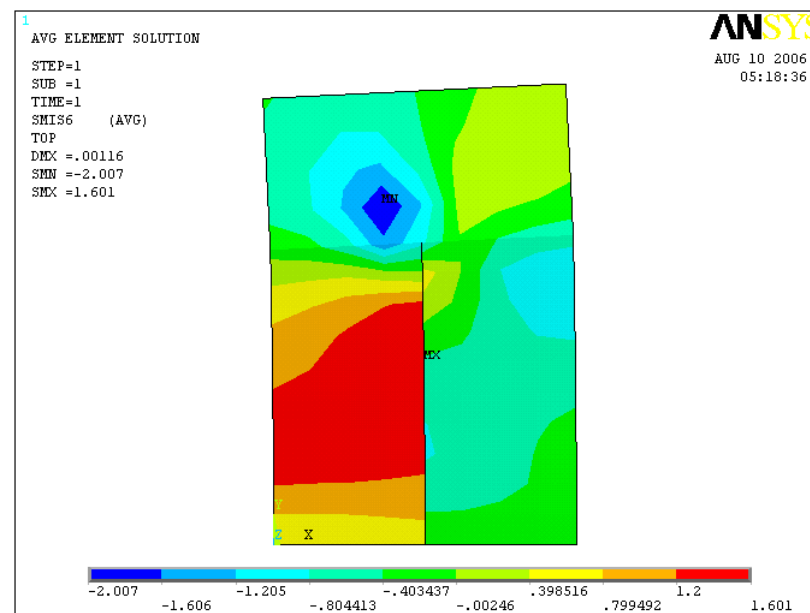
Momento fleto, m_y (MNm)

Casos especiais de escadas.

EXEMPLO



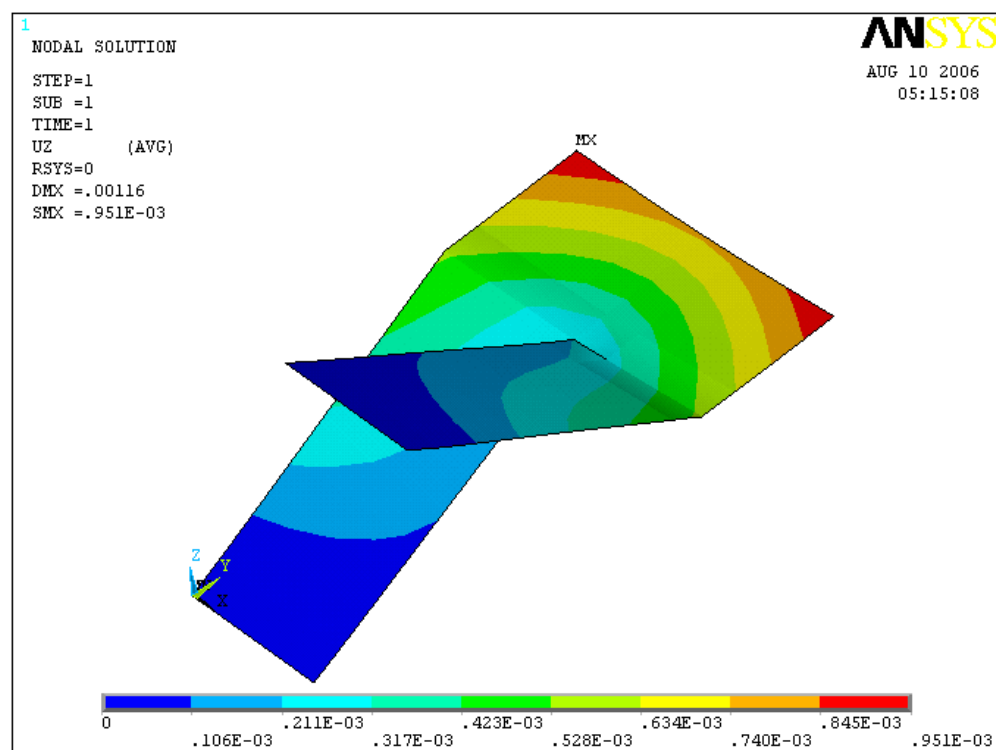
Momento fleto, m_{xy} (MNm)



Momento fleto, m_{xy} (MNm)

Casos especiais de escadas.

EXEMPLO



Deslocamento vertical.