



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo**

RESOLUÇÃO DO EXERCÍCIO 13-2

**PMI 3309 - Mecânica de Rochas Aplicada à Mineração II
Prof. Eduardo César Sansone**

EXERCÍCIO 13-2 (PARA ENTREGA)



Em uma mina subterrânea é lavrada uma camada de minério com espessura de 6 m, localizada a 190 m de profundidade, utilizando o método de "Câmaras e Pilares". Considerar a largura das câmaras de 8 m e o peso específico da rocha de 0,023 MN/m³.

A Resistência à Compressão Uniaxial (σ_c) da rocha determinada a partir de ensaios realizados em laboratório é igual a 160 MPa e o fator de redução da resistência da rocha intacta para o maciço rochoso (Fator de Escala) é de 4.

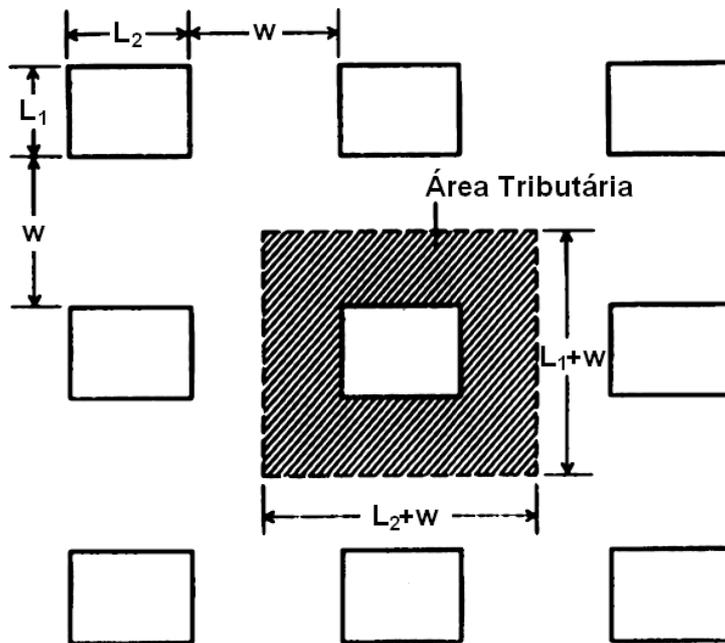
O Fator de Forma sobre a Resistência à Compressão Uniaxial é dado por:

$$\sigma_p = \sigma_c \left(0,778 + 0,222 \frac{L}{H} \right)$$

Determinar as dimensões mínimas dos pilares de seção quadrada de forma a garantir um Fator de Segurança de 2,5. Determinar, também, a recuperação de minério obtida.



Pilares quadrados.



Área do Pilar

$$A_p = L_1 \cdot L_2$$

Área Tributária (ou Total)

$$A_t = (L_1 + W) \cdot (L_2 + W)$$

$$L_1 = L_2 = L \rightarrow \begin{cases} A_p = L^2 \\ A_T = (L + W)^2 = L^2 + 16L + 64 \end{cases}$$

3

A Tensão Atuante sobre o Pilar (σ_p) será dada por:

$$\sigma_p = \sigma_v \frac{A_t}{A_p}$$

Onde:

 σ_v = tensão vertical natural A_t = área total A_p = área do pilar

$$\sigma_v = \gamma \cdot z = 0,023 \cdot 190 = 4,37 \text{ MPa}$$

$$\sigma_p = \sigma_v \cdot \frac{A_T}{A_p} = 4,37 \cdot \frac{L^2 + 16L + 64}{L^2}$$

4

EXERCÍCIO 2



O Fator de Segurança de um pilar será dado por:

$$\text{Fator de Segurança} = \frac{\text{Forças Resistentes}}{\text{Forças Solicitantes}} = \frac{\text{Resistência da Rocha}}{\text{Tensão no Pilar}}$$

Ou

$$\text{Fator de Segurança} = \frac{\text{Efeito de Forma} \Rightarrow \sigma_{Ci} \leftarrow \text{Efeito de Escala}}{\sigma_v \frac{A_t}{A_p}}$$

$$FS = \frac{F_{RES}}{F_{SOL}} = \frac{\frac{160}{4} (0,778 + 0,222 \frac{L}{6})}{4,37 \frac{L^2 + 16L + 64}{L^2}} = 2,5$$

5

EXERCÍCIO 2



$$FS = \frac{F_{RES}}{F_{SOL}} = \frac{\frac{160}{4} (0,778 + 0,222 \frac{L}{6})}{4,37 \frac{L^2 + 16L + 64}{L^2}} = 2,5$$

$$\frac{9,153 L^2 (0,778 + 0,222 \frac{L}{6})}{L^2 + 16L + 64} = 2,5$$

$$7,121 L^2 + 0,339 L^3 - 2,5 L^2 - 40 L - 160 = 0$$

$$0,339 L^3 + 4,621 L^2 - 40 L - 160 = 0$$

$$L = 8,1 \text{ m}$$

6



A Recuperação (R) do minério será dada por:

$$R = \frac{A_t - A_p}{A_t} = 1 - \frac{A_p}{A_t}$$

Onde:

A_t = área total

A_p = área do pilar

$$R = 1 - \frac{8,1^2}{(8,1 + 8)^2} = 74,7\%$$



OBRIGADO!

Contato:

Prof. Eduardo César Sansone

esansone@usp.br