UNIVERSIDADE PAULISTA

DIMENSIONAMENTO DE LAJES MACIÇAS RETANGULARES A FLEXÃO SIMPLES

DIMENSIONAMENTO ATRAVÉS DA TABELA DE CZERNY

APLIAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Professor: Cleverson Arenhart

1) Tipos de lajes.

As lajes cuja largura e comprimento não diferem muito, onde a maior dimensão não ultrapassa o dobro da menor dimensão, são chamadas de lajes armadas em duas direções (lajes armadas em cruz).
As lajes onde a maior dimensão é maior que o dobro da menor dimensão, são chamadas lajes armadas em uma direção.

A NBR 6118, no item 13.2.4.1, limita os seguintes valores mínimos para h (espessura) das lajes:

a) 5 cm para lajes de cobertura que não estejam em balanço (marquises).
b) 7 cm para lajes de piso ou de cobertura em balanço.
c) 10 cm para lajes que suportam veículos de peso total menor ou igual a 30 KN (garagem).
d) 12 cm para lajes que suportam veículos de peso total maior que 30 KN.

Como altura mínima para pré-dimensionamento, para evitar flecha excessiva, pode ser utilizado à fórmula prática $h = l_x / 40$.

De acordo com a NBR 6118:

As armaduras das lajes não devem ter diâmetros máximos de h/8. As barras da armadura principal de flexão devem apresentar espaçamento no máximo igual à 2h ou 20 cm, prevalecendo o menor desses dois valores na região dos maiores momentos fletores.

O critério de armadura mínima para as lajes é o mesmo das vigas:

As min. = ρ_{min} x Ac, com Ac = bw * h.

Valores de $\rho_{min:}$
Para concreto fck 20 MPa: 0,150 %.
Para concreto fck 25 MPa: 0,150 %.
Para concreto fck 30 MPa: 0,173 %.

O critério de armadura máxima para as lajes é o mesmo das vigas:

As máx. = 4% x Ac, com Ac = bw * h.

A armadura secundária de flexão deve ser igual ou superior a 20% (1/5) da armadura principal, com um mínimo de 0,98cm²/m, respeitando a armadura mínima de tração. O espaçamento máximo das barras 33 cm, ou seja, no mínimo 3 barras por metro de laje.

A cobertura das armaduras das lajes deve respeitar o item 7.4.7.6.

1.1) Lajes armadas em uma direção:

Estas lajes possuem armação principal somente na direção do menor vão e armadura secundária na outra direção. As armaduras são calculadas exatamente como se fosse um conjunto de vigas paralelas, sendo calculada sua armadura para 1 metro de largura.

- Laje isolada, apoiada nos dois extremos do menor vão, somente tem momentos positivos e são calculadas através da fórmula:

$$M = \frac{q * l^2}{8}$$

Onde M é o momento positivo no vão.

- Lajes engastadas (com continuidade) em uma face e apoiada na outra, são calculadas através das fórmulas:

$$M = \frac{q * l^2}{14,22}$$

$$X = \frac{- q * l^2}{8}$$

Onde M é o momento positivo no vão e X o momento negativo no apoio.

- Lajes bi engastadas (com continuidade) nas duas faces, são calculadas através das fórmulas:

$$M = \frac{q * l^2}{25}$$

$$X = \frac{- q * l^2}{12}$$

Onde M é o momento positivo no vão e X o momento negativo nos apoios.

No caso destas lajes retangulares, com um lado maior que o cobro do outro, não se consideram as possibilidades de engastamentos lados menores.

Mesmo nas lajes armadas em uma direção, deve ser respeitado o critério de armadura mínima secundária de flexão.

1.2) Lajes armadas em duas direções:

Roteiro:

a) Verificar o caso de engastamento.
b) Calcular a relação ε = ly/lx, para entrarmos na tabela e conhecermos os valores. de mx, my, ν_1, ν_2, ν_3 e ν_4.
c) Calcular a carga total que atual na laje (acidental e o peso próprio) q.
d) Conhecidos estes valores, calcular:

$$Mx = \frac{q * lx^2}{mx}$$

$$My = \frac{q * lx^2}{my}$$

$$Xx = \frac{q * lx^2}{nx}$$

$$Xy = \frac{q * lx^2}{ny}$$

R_1, R_2, R_3 e R_4. $Rn = q * lx * \nu n$.

Cálculo da flecha:

$$f = \frac{q * lx^4}{E_{CS} * h^3 * \omega}$$

E_{CS}= 0,85 * 5.600 * fck^(0,5)

Para dimensionar a armadura de flexão, positiva ou negativa, podemos usar as tabelas k_c e k_s, k_6 e k_3 ou as fórmulas específicas.