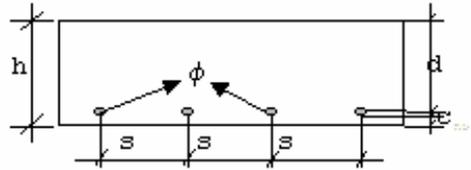


DETALHES DE ARMADURAS PARA AS LAJES

Altura útil (d)



$$d = h - c_{\text{nom}} + \frac{\phi}{2}$$

$$c_{\text{min}} \geq 1,5 \text{ cm}$$

$$\Delta_c = 1,0 \text{ cm} \rightarrow \text{controle normal}$$

$$\Delta_c = 0,5 \text{ cm} \rightarrow \text{controle rígido}$$

$$c_{\text{nom}} = 1,5 + 1,0 = 2,5 \text{ cm} \rightarrow \text{lajes} \rightarrow \text{agressividade II}$$

Tabela de agressividade dos ambientes e respectivas grandezas a serem adotadas no projeto estrutural para a garantia da durabilidade da obra.

Classe	Agressividade	Macro Clima	Cobrimento Nominal	Rel. a/c ≤	f _{ck} ≥ (MPa)
I	Muito fraca	Rural Submersa	L = 2,0 cm V e P = 2,5cm	0,65	20,0
II	Fraca	Urbana ^{1),2)}	L = 2,5 cm V e P = 3,0cm	0,60	25,0
III	Forte	Marinha ¹⁾ Industrial ^{1),2)}	L = 3,5 cm V e P = 4,0cm	0,55	30,0
IV	Muito forte	Industrial ^{1),2)} Respingo de maré ^{1),3)}	L = 4,5 cm V e P = 5,0cm	0,45	40,0

1) Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

2) Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

3) Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Escolha das bitolas e cálculo do espaçamento

$$s = \frac{100 * A_{s1\phi}}{A_s};$$

onde:

s - espaçamento das barras

A_s - área da armadura calculada (cm^2/m)

$A_{s1\phi}$ - área de uma barra da armadura;

O espaçamento de respeitar os seguintes limites:

$$8 \text{ cm} \leq s \leq 20 \text{ cm} \text{ e } s \leq 2h \text{ (p / lajes arm. em ldir)}$$

O diâmetro máximo da armadura deve respeitar :

$$\phi \leq \frac{h}{10}; \text{ onde: } h \text{ espessura da laje}$$

Armadura mínima para as lajes

Armaduras negativas e positivas das lajes armadas em 1 direção

$$A_{s \min} = 0,15\% * b * h$$

Armadura positivas das lajes armadas em 2 dir.

$$A_{s \min} = 0,10\% * b * h$$

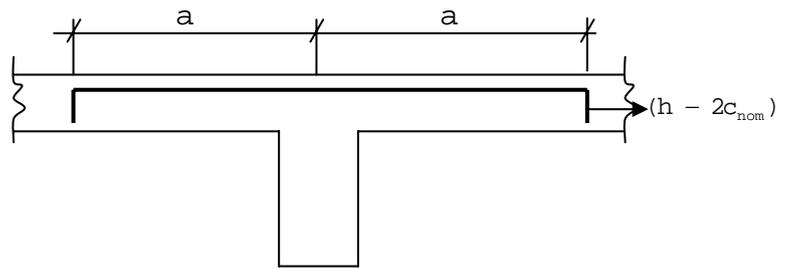
Armaduras de distribuição das lajes armadas em uma direção

$$A_{s\min} = 0,075\% * b * h \geq 0,5 * A_{s\text{,princ.}}$$

Detalhamento das armaduras

Armadura negativa

$$a \geq \begin{cases} \frac{l_x^*}{4} \\ l_b + 2 * h_{\text{laje}} \end{cases}$$



onde:

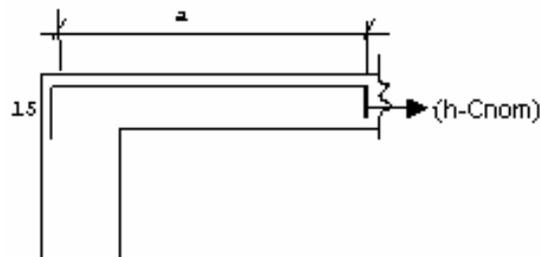
l_x^* é o maior vão entre os menores vãos das lajes contíguas

l_b - comprimento de ancoragem

Armadura perimetral

$$A_{s\text{,perim.}} = 0,10\%bh$$

$$a \geq \begin{cases} \frac{l_x}{5} \\ l_b + 2 * h_{\text{laje}} \end{cases}$$



Armaduras positivas

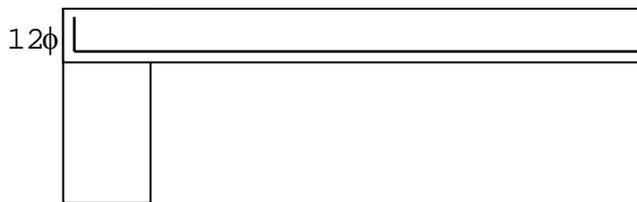
Posição: na face inferior e nas duas direções.

Distribuição: de face a face interna das vigas ($0 < s^* \leq s$, onde s^* é o primeiro espaçamento das barras, junto as vigas).

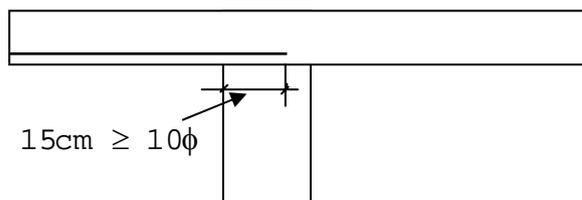
Comprimento: as armaduras devem ir de "ponta a ponta" de uma laje (descontar os cobrimentos), ou seja, não cortar antes de chegar ao apoio. Assim a armadura cobre os momentos volventes e facilita a execução da armação.

Nos apoios: um apoio com 15cm para CA50 e 20cm para CA60, de largura, é suficiente para que a barra da armadura positiva tenha ancoragem reta nesse apoio.

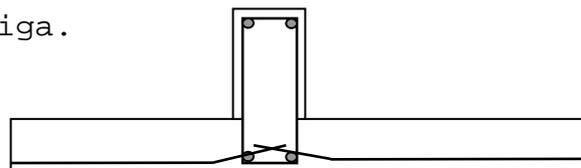
Para **apoio externo** com a largura inferior aos limites dados acima, deve-se ancorar as barras com ganchos de 12ϕ , na extremidade.



Para **apoio interno** com a largura inferior aos limites dados acima, deve-se ancorar as barras com um comprimento mínimo de 15 cm maior que 10ϕ da face da viga.



Atenção: se a laje for apoiada em vigas invertidas, as armaduras positivas da laje devem passar por cima das armaduras positivas da viga.



Comprimento de ancoragem para armadura de laje com $h < 30$ cm, situação de boa aderência.

$$C20 - l_b = 44\phi$$

$$C25 - l_b = 38\phi$$

$$C30 - l_b = 33\phi$$

Bordas Livres e Aberturas

Em bordas livres e junto às aberturas devem ser respeitadas as prescrições mínimas contidas na figura

