
Dimensionamento de lajes maciças

PROF.^a MSC PATRÍCIA ANDRADE

Considerações iniciais

Característica de lajes maciças: distribuição das cargas para todas as vigas ao seu entorno

Lajes: elementos planos = placa de concreto

Geralmente a concretagem da laje e das vigas ocorre simultaneamente, gerando estruturas monolíticas

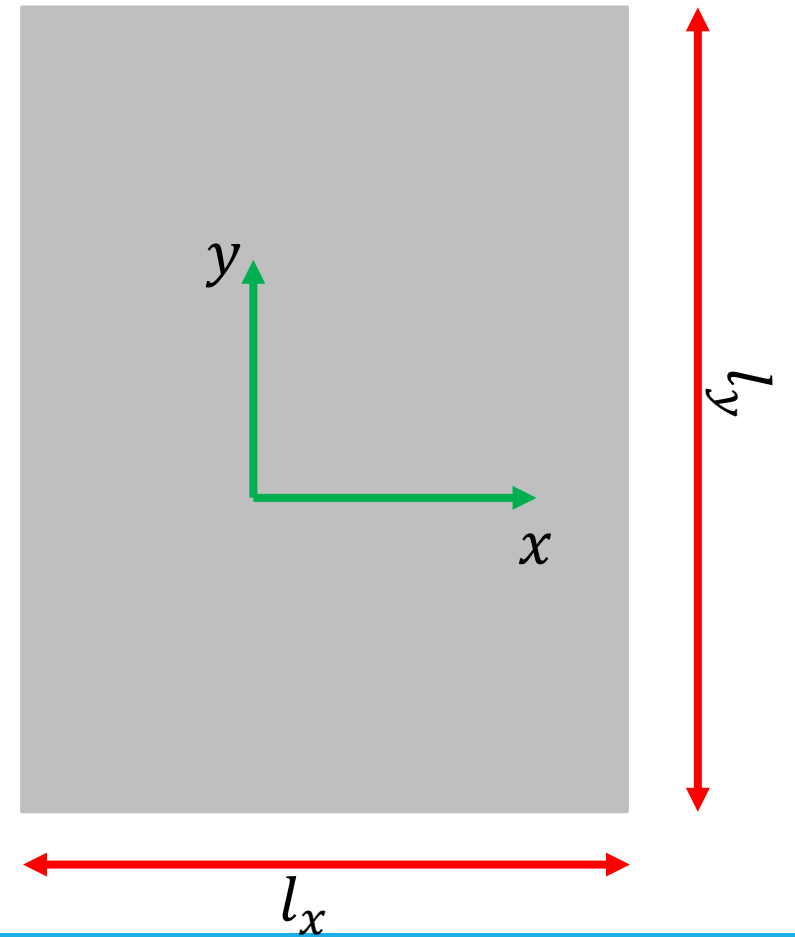
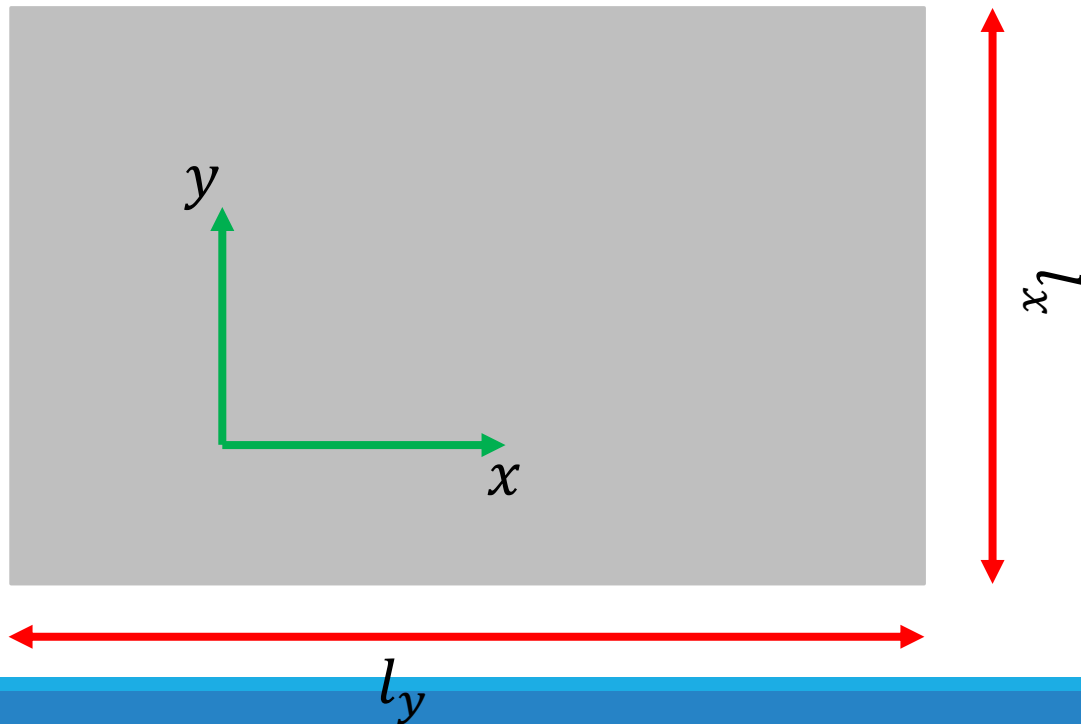
Podem ser armadas em uma ou duas direções

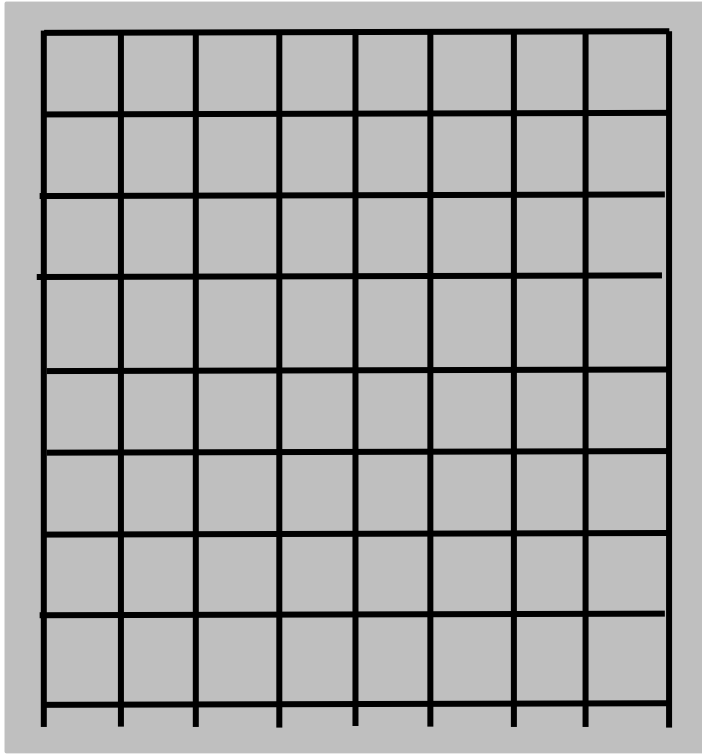
Elementos importantes

l_y sempre será a maior dimensão da laje

l_x sempre será a menor dimensão da laje

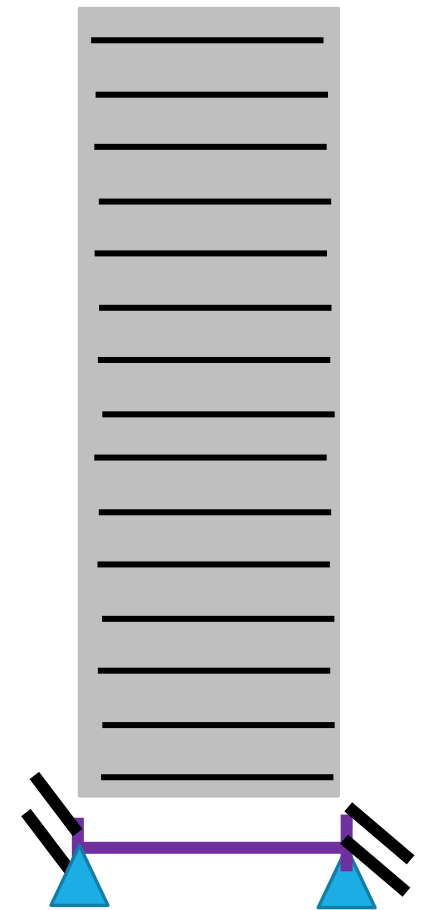
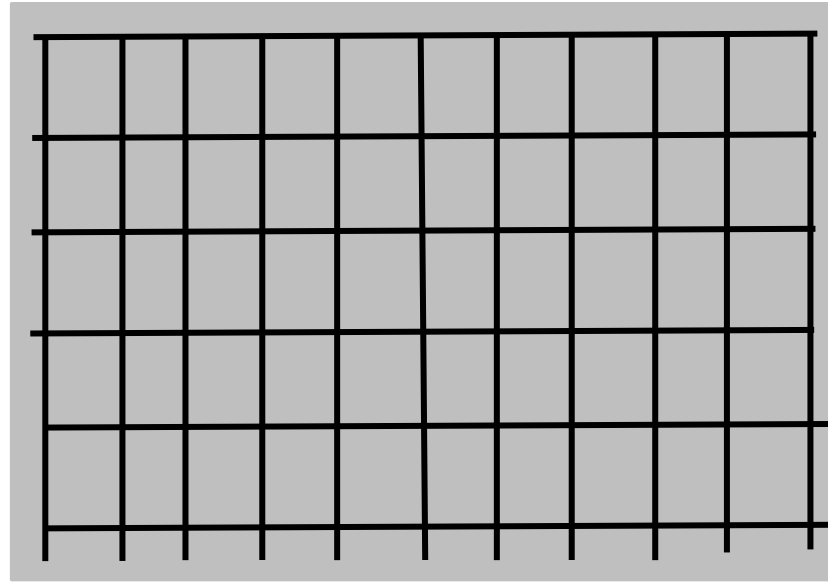
OBS.: l_x e l_y não estão relacionados com as direções x e y





$$\lambda = l_y / l_x \leq 2$$

Lajes armadas em duas direções



$$\lambda = l_y / l_x > 2$$

Laje armada em uma direção

Laje armada em uma direção pode ser dimensionada como viga com $b_w = 100$ cm

Exemplo

Determine a armadura das lajes a seguir, sabendo que:

$f_{ck}=30$ MPa

Classe de agressividade 3

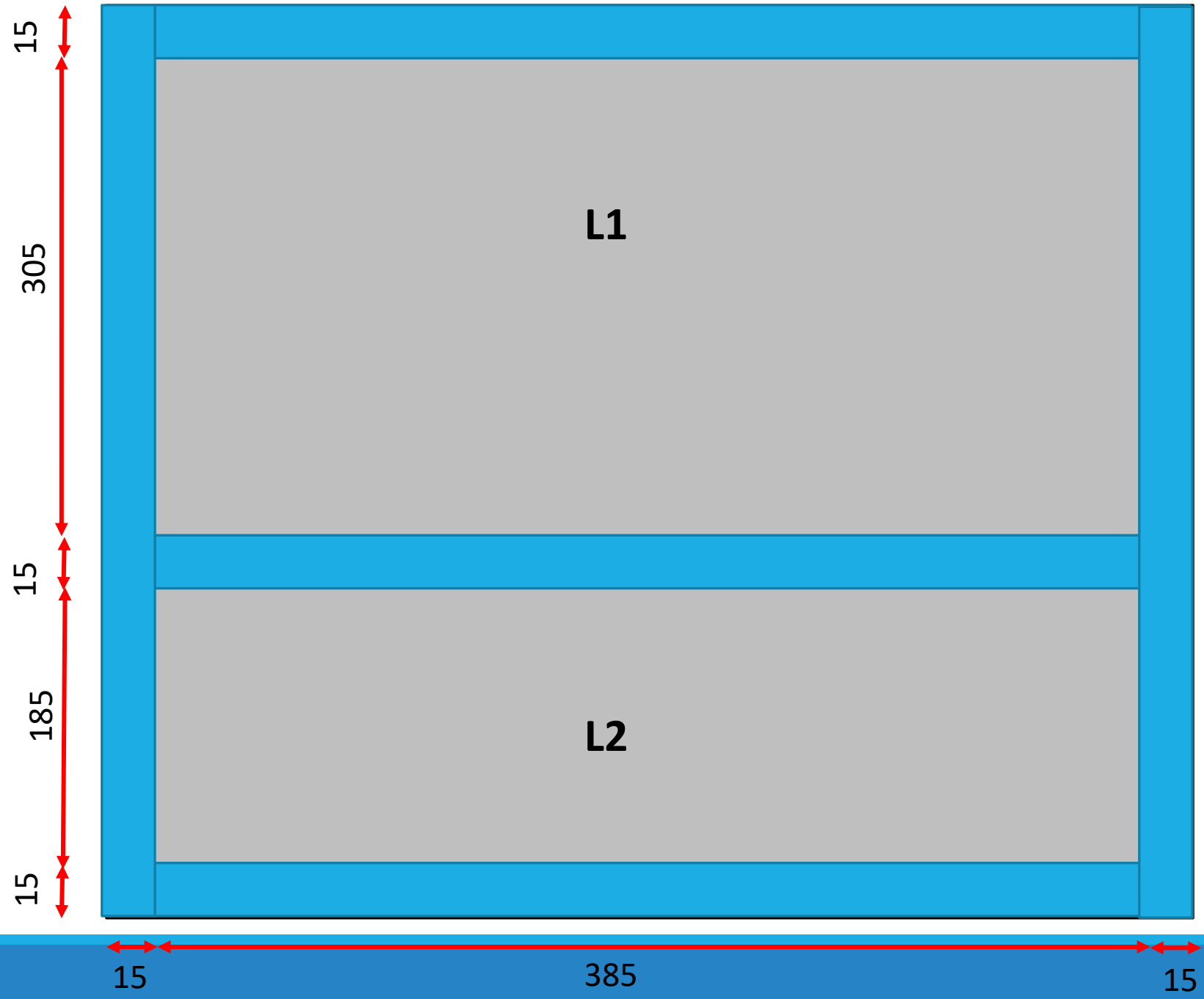
As lajes serão utilizadas para uma edificação residencial (quarto, sala)

na laje 1: Revestimento cerâmico de espessura de 5 cm

na laje 2: Revestimento cerâmico de espessura de 7 cm

Lajes maciças

Considere pilares embutidos nas paredes



1. Encontrar as dimensões da laje

-determinar a altura das lajes (h_{laje})

-determinar os comprimentos e as larguras da lajes ($l_x; l_y$)

1. Pré-dimensionamento de lajes

EM QUALQUER SITUAÇÃO altura da laje:

$$h_{laje} = d + \frac{\phi_{arm.long.}}{2} + c$$

d : altura útil da laje

$\phi_{arm.long.}$: diâmetro da armadura longitudinal em cm

c : cobrimento de acordo com a classe de agressividade ambiental



1. Pré-dimensionamento de lajes

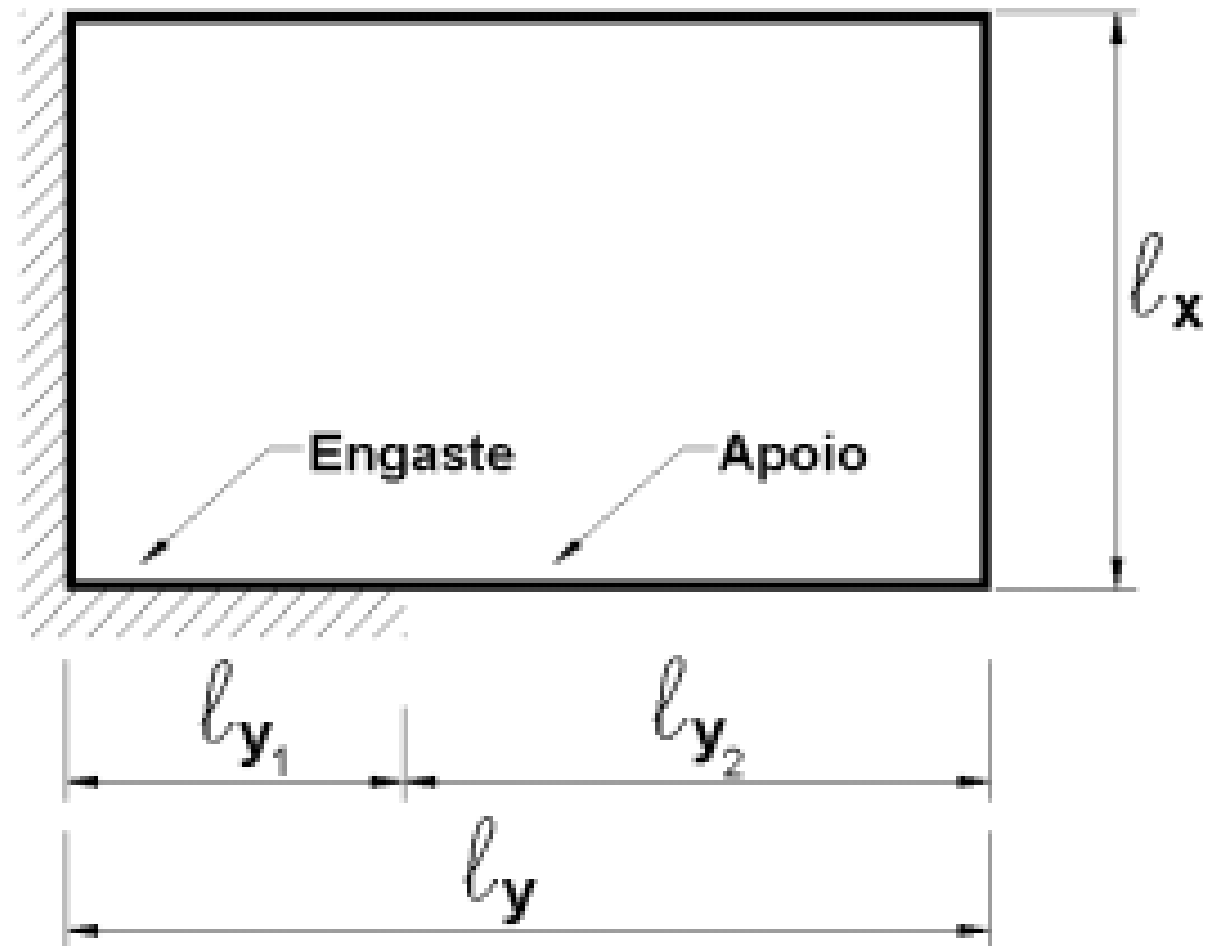
$$d \geq \frac{(2,5 - 0,1 * n) * l}{100}$$

d : altura útil da laje

n : número de engastes

l : menor valor entre:

$$l \begin{cases} l_x \\ 0,7 * l_y \end{cases}$$



1. Encontrar as dimensões da laje

-determinar a altura das lajes (h_{laje})

Laje 1

$$l \begin{cases} l_x = 305 \\ 0,7 * l_y = 0,7 * 385 = 269,5 \end{cases}$$

$$d \geq \frac{(2,5 - 0,1 * n) * l}{100}$$

$$d \geq \frac{(2,5 - 0,1 * 1) * 269,5}{100}$$

$$d \geq 6,47 \text{ cm}$$



1. Encontrar as dimensões da laje

$$h_{laje} = d + \frac{\phi_{arm.long.}}{2} + c$$

$$\text{Adotar } \phi_{arm.long.} = 10 \text{ mm}$$

$$h_{laje} = 6,47 + \frac{1,0}{2} + 3$$

$$h_{laje} = 9,97 \text{ cm} \rightarrow \text{adotar } h_{laje} = 10 \text{ cm}$$

1. Encontrar as dimensões da laje

-determinar a altura das lajes (h_{laje})

Laje 2

$$l \begin{cases} l_x = 185 \text{ cm} \\ 0,7 * l_y = 0,7 * 385 = 269,5 \text{ cm} \end{cases}$$

$$d \geq \frac{(2,5 - 0,1 * n) * l}{100}$$

$$d \geq \frac{(2,5 - 0,1 * 1) * 185}{100}$$

$$d \geq 4,44 \text{ cm}$$



$$h_{lajje} = d + \frac{\phi_{arm.long.}}{2} + c$$

$$\text{Adotar } \phi_{arm.long.} = 10 \text{ mm}$$

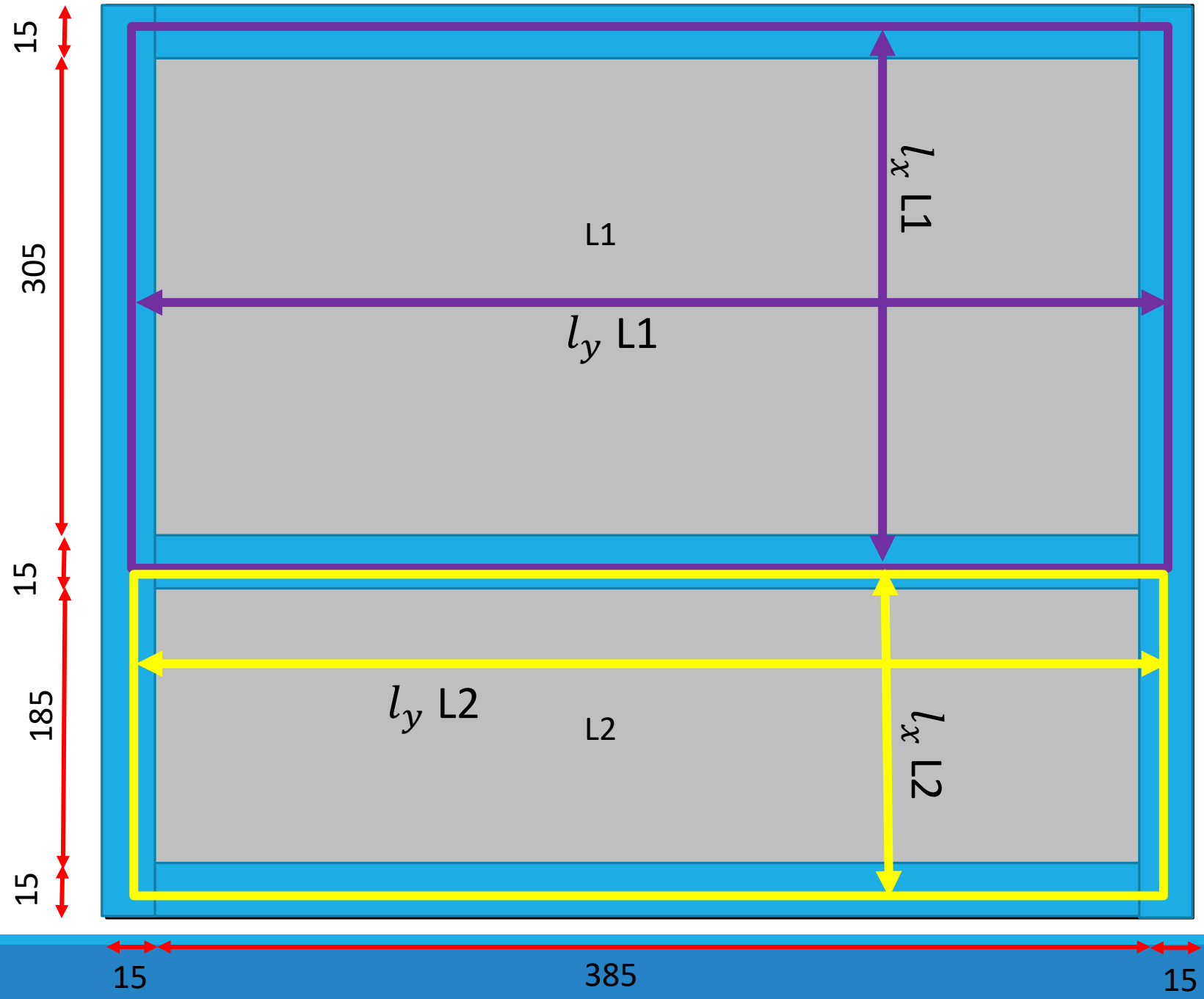
$$h_{lajje} = 4,44 + \frac{1,0}{2} + 3$$

$$h_{lajje} = 7,94 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ cm}$$

Valores mínimos de espessura de lajes

Pela NBR 6118:2014, a espessura mínima (h) de lajes maciças deve ser:

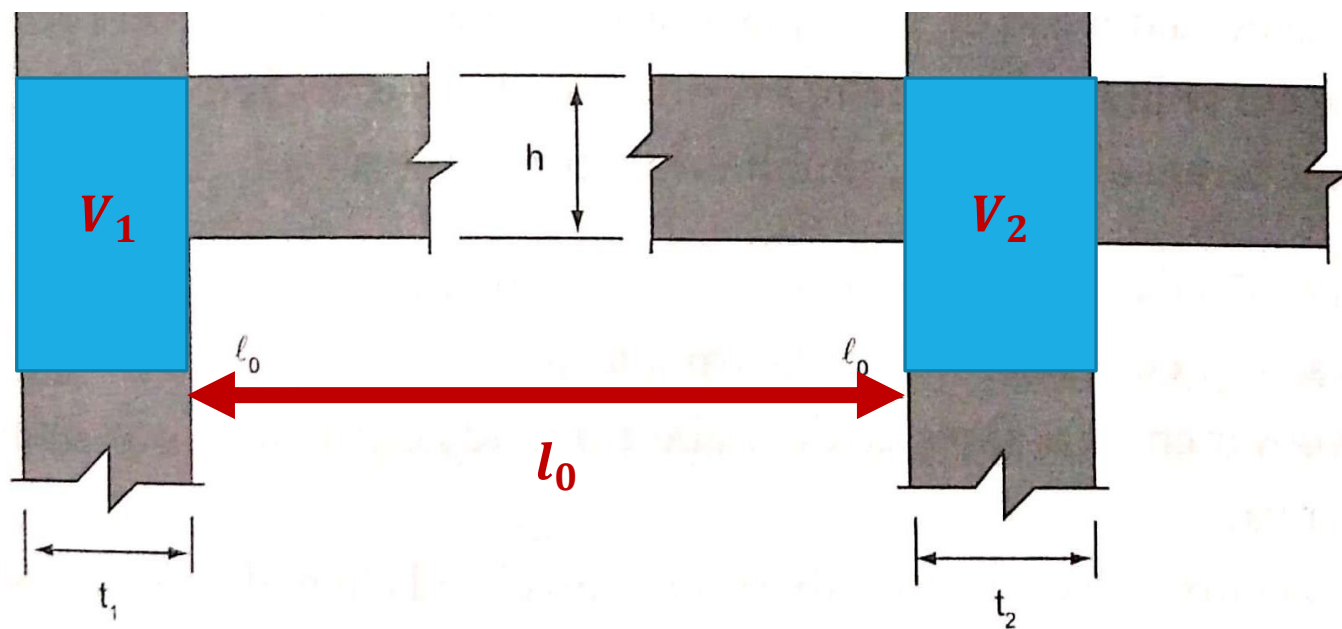
- a) 7 cm para cobertura não em balanço
- b) 8 cm para lajes de piso e não balanço
- C) 10 cm para lajes em balanço
- D) 10 cm para lajes que suportem veículos de peso menor ou total a 30 kN
- E) 12 cm para lajes que suportem veículos de peso maior a 30 kN
- F) 15 cm para lajes com protensão apoiadas em vigas, com o mínimo de $l/42$ para lajes de piso biapoiadas e $l/50$ para lajes de piso contínuas
- G) 16 cm para lajes lisas
- H) 14 cm para lajes-cogumelos fora do capitel



Vão teórico de lajes e vigas

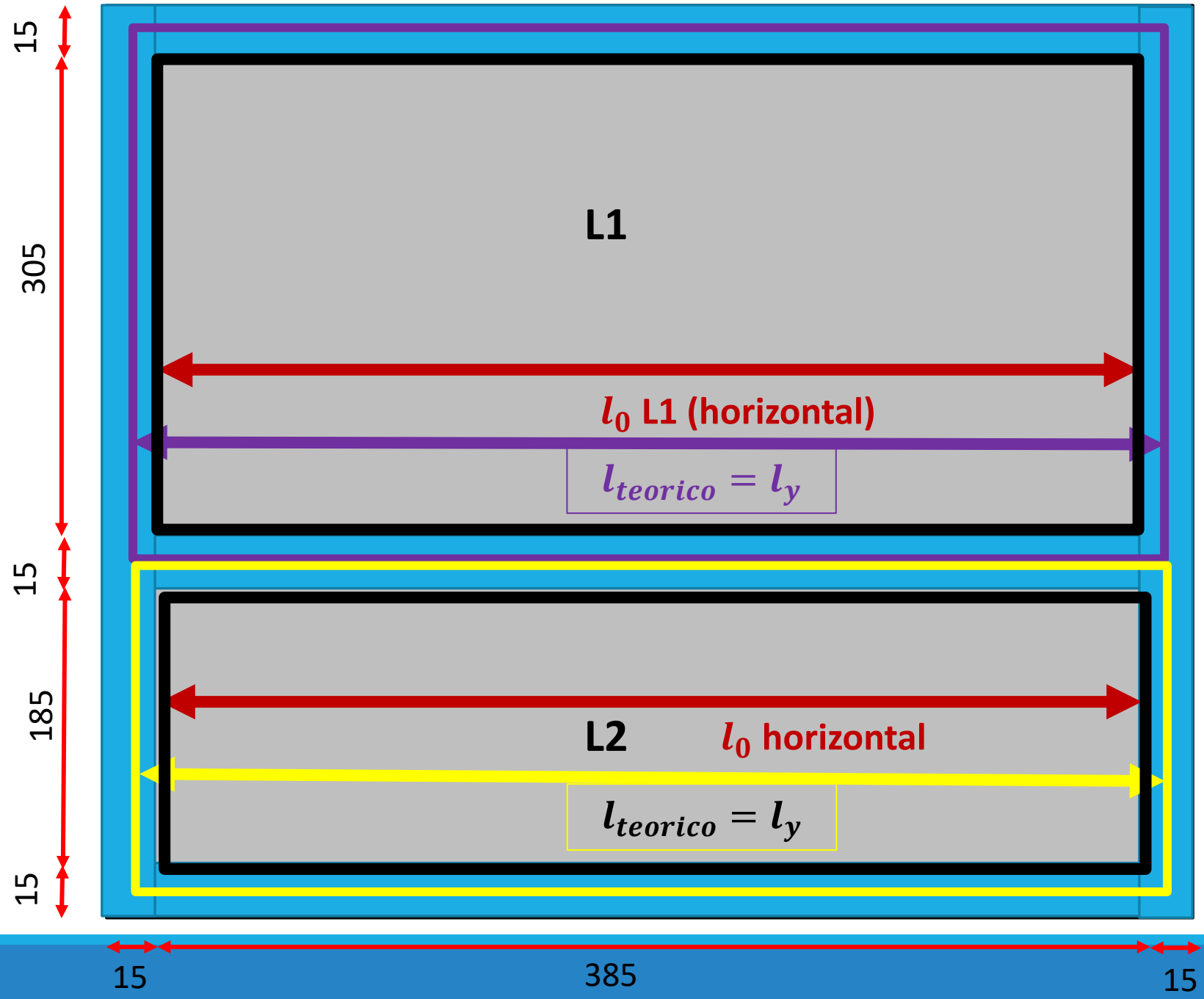
$$l_{teorico} = l_0 + \frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2}$$

l_0 = a distância entre duas faces internas de dois apoios consecutivos



a) Apoio de vão extremo

b) Apoio de vão intermediário



1. Encontrar as dimensões da laje

-determinar os comprimentos e as larguras da lajes ($l_x; l_y$)

Laje 1 = Laje 2

Horizontal

$$l_{teorico} = l_0 + \frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2}$$

$$l_{teorico} = 385 + \frac{15}{2} + \frac{15}{2}$$

$$l_{teorico} = 400 \text{ cm} = l_y \text{ L1}$$

1. Encontrar as dimensões da laje

-determinar os comprimentos e as larguras da lajes ($l_x; l_y$)

Laje 1

vertical

$$l_{teorico} = 305 + \frac{15}{2} + \frac{15}{2}$$

$$l_{teorico} = 320 \text{ cm}$$

1. Encontrar as dimensões da laje

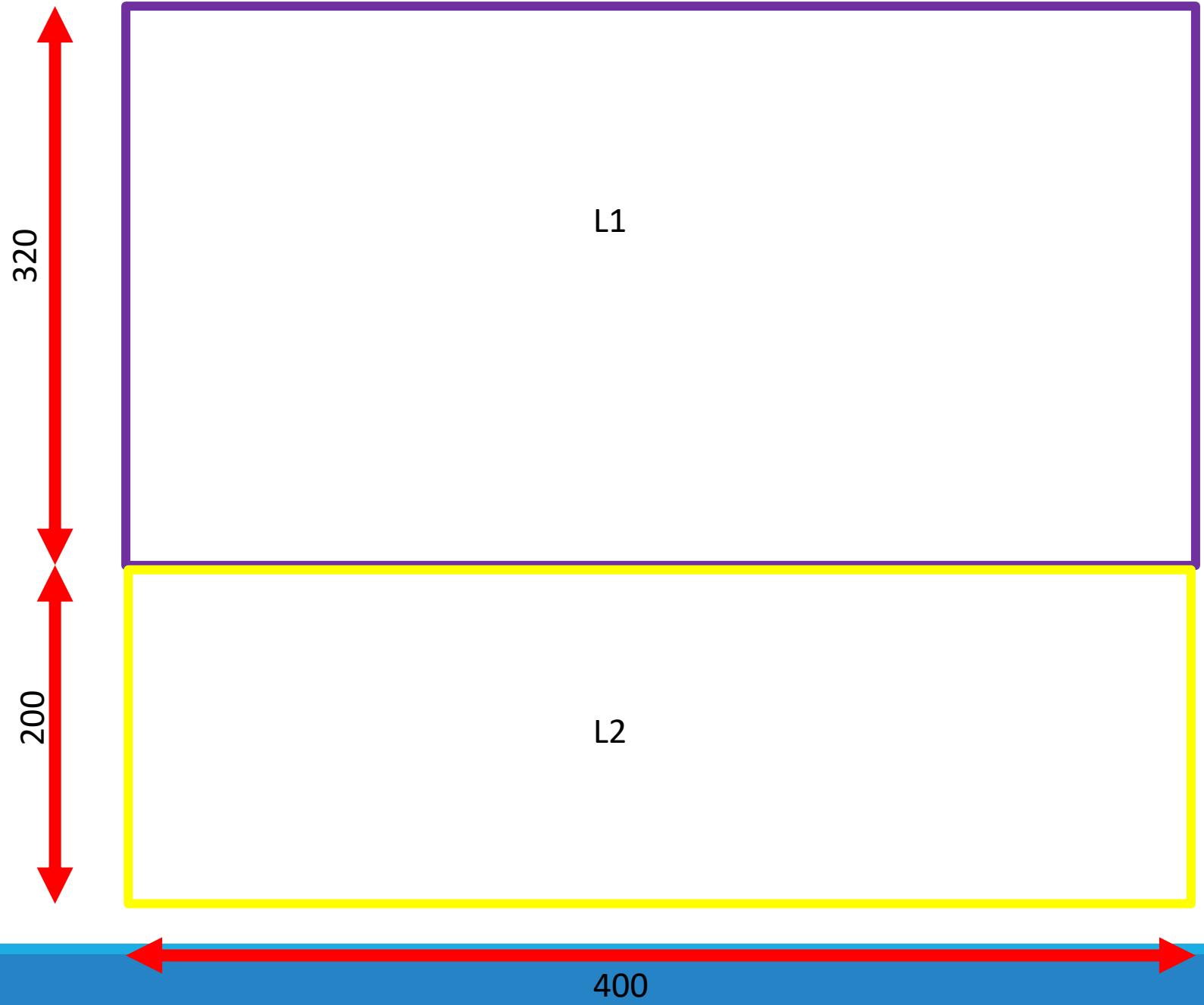
-determinar os comprimentos e as larguras da lajes ($l_x; l_y$)

Laje 2

vertical

$$l_{teorico} = 185 + \frac{15}{2} + \frac{15}{2}$$

$$l_{teorico} = 200 \text{ cm}$$



L1

L2

320

200

400

TABELA 1. Características geométricas das lajes

LAJE	CASO	l _x (CM)	l _y (cm)	λ (l _y /l _x)	d (cm)	H (cm)	OBSERVAÇÃO
1	2B	320	400	$400/320=1,25$ <2	H-c- $\frac{\phi_{arm.long.}}{2}$ =10 - 3 - 1/2= 6,5 cm	10	Armada em duas direções
2	2B	200	400	$400/200=2$	6,5 cm	10	Armada em duas direções

2. Cargas nas lajes

Cargas laje 1

Cargas permanentes

Peso próprio da laje

$$Pp_{L1} = \gamma_{ap} * esp$$

Revestimento

Rev= 1 kN/m²

Tabela 4 – Revestimentos de pisos e impermeabilizações

Material	Espessura cm	Peso kN/m ²
Impermeabilização com manta asfáltica simples (apenas manta com 15 % de sobreposição e pintura asfáltica, sem camada de regularização nem proteção mecânica)	0,3	0,08
	0,4	0,10
	0,5	0,11
Piso elevado interno com placas de aço, sem revestimento (até 30 cm de altura)	–	0,5
Piso elevado interno com placas de polipropileno, sem revestimento (até 30 cm de altura)	–	0,15
Revestimentos de pisos de edificios residenciais e comerciais ($\gamma_{ap-m} = 20 \text{ kN/m}^3$)	5	1,0
	7	1,4
Revestimentos de pisos de edificios industriais ($\gamma_{ap-m} = 34 \text{ kN/m}^3$)	5	1,7
	7	2,4
Impermeabilizações em coberturas com manta asfáltica e proteção mecânica, sem revestimento ($\gamma_{ap-m} = 18 \text{ kN/m}^3$)	10	1,8
	15	2,7

NOTA Calcular caso a caso, considerando a espessura dos componentes do revestimento de pisos e seus respectivos pesos específicos. Na falta de informações mais precisas, podem ser considerados os pesos específicos médios indicados.

2. Cargas nas lajes

Cargas laje 1

Cargas permanentes

Peso próprio da laje

$$Pp_{L1} = \gamma_{ap} * esp$$

Revestimento

$$Rev = 1 \text{ kN/m}^2$$

Cargas variáveis

Acidental

$$Aci = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

		Supermercados (ver item nesta Tabela)		
Edifícios residenciais	Dormitórios	1,5	—	
	Sala, copa, cozinha	1,5	—	
	Sanitários	1,5	—	
	Dispensa, área de serviço e lavanderia	2	—	
	Quadras esportivas	5 ^a	—	
	Salão de festas, salão de jogos	3 ^a	—	
	Áreas de uso comum	3 ^a	—	
	Academia	3 ^a	—	
	Forro acessíveis apenas para manutenção e sem estoque de materiais	0,1 ^{a,r}	—	
	Sótão	2 ^a	—	
	Corredores dentro de unidades autônomas	1,5	—	
	Corredores de uso comum	3	—	
	Depósitos	3	—	
Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)				
Jardins (ver item nesta Tabela)				

2. Cargas nas lajes

Cargas laje 1

$$F_D = \sum_{i=1}^n \gamma_{gi} F_{gi} + \gamma_q (F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{qj,k})$$

$$F_D = \gamma_g * (Pp_{L1} + Rev) + \gamma_q * Aci$$

$$F_D = 1,4 * (2,5 + 1) + 1,4 * 1,5$$

$$F_D = 7 \text{ kN/m}^2$$

2. Cargas nas lajes

Cargas laje 2

Cargas permanentes

Peso próprio da laje

$$Pp_{L2} = \gamma_{ap} * esp$$

Revestimento

$$Rev = 1,4 \text{ kN/m}^2$$

Tabela 4 – Revestimentos de pisos e impermeabilizações

Material	Espessura cm	Peso kN/m ²
Impermeabilização com manta asfáltica simples (apenas manta com 15 % de sobreposição e pintura asfáltica, sem camada de regularização nem proteção mecânica)	0,3	0,08
	0,4	0,10
	0,5	0,11
Piso elevado interno com placas de aço, sem revestimento (até 30 cm de altura)	–	0,5
Piso elevado interno com placas de polipropileno, sem revestimento (até 30 cm de altura)	–	0,15
Revestimentos de pisos de edifícios residenciais e comerciais ($\gamma_{ap-m} = 20 \text{ kN/m}^3$)	5	1,0
	7	1,4
Revestimentos de pisos de edifícios industriais ($\gamma_{ap-m} = 34 \text{ kN/m}^3$)	5	1,7
	7	2,4
Impermeabilizações em coberturas com manta asfáltica e proteção mecânica, sem revestimento ($\gamma_{ap-m} = 18 \text{ kN/m}^3$)	10	1,8
	15	2,7

NOTA Calcular caso a caso, considerando a espessura dos componentes do revestimento de pisos e seus respectivos pesos específicos. Na falta de informações mais precisas, podem ser considerados os pesos específicos médios indicados.

2. Cargas nas lajes

Cargas laje 2

Cargas permanentes

Peso próprio da laje

$$Pp_{L2} = \gamma_{ap} * esp$$

Revestimento

$$Rev = 1,4 \text{ kN/m}^2$$

Cargas variáveis

Acidental

$$Aci = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

		Supermercados (ver item nesta tabela)		
Edifícios residenciais	Dormitórios	1,5	—	
	Sala, copa, cozinha	1,5	—	
	Sanitários	1,5	—	
	Dispensa, área de serviço e lavanderia	2	—	
	Quadras esportivas	5 ^a	—	
	Salão de festas, salão de jogos	3 ^a	—	
	Áreas de uso comum	3 ^a	—	
	Academia	3 ^a	—	
	Forro acessíveis apenas para manutenção e sem estoque de materiais	0,1 ^{a,r}	—	
	Sótão	2 ^a	—	
	Corredores dentro de unidades autônomas	1,5	—	
	Corredores de uso comum	3	—	
	Depósitos	3	—	
	Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)			
	Jardins (ver item nesta Tabela)			

2. Cargas nas lajes

Cargas laje 2

$$F_D = \sum_{i=1}^n \gamma_{gi} F_{gi} + \gamma_q (F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{qj,k})$$

$$F_D = \gamma_g * (Pp_{L2} + Rev) + \gamma_q * Aci$$

$$F_D = 1,4 * (2,5 + 1,4) + 1,4 * 1,5$$

$$F_D = 7,56 \text{ kN/m}^2$$

TABELA 2. Cargas atuantes nas lajes

LAJE	H (cm)	Peso próprio (kN/m²)	Revestimento (kN/m²)	Forro (kN/m²)	Alvenaria	Acidental (kN/m²)	P Total
1	10	2,5	1,0	-	-	1,5	7
2	10	2,5	1,4	-	-	1,5	7,56

Nos casos em que houver parede no meio da laje, a carga da alvenaria na laje é determinada da seguinte forma:

$$alv \text{ na laje} = \frac{\text{número de faces revest.} * \text{peso aparente alv} * \text{altura da alv}}{\text{área da laje}}$$