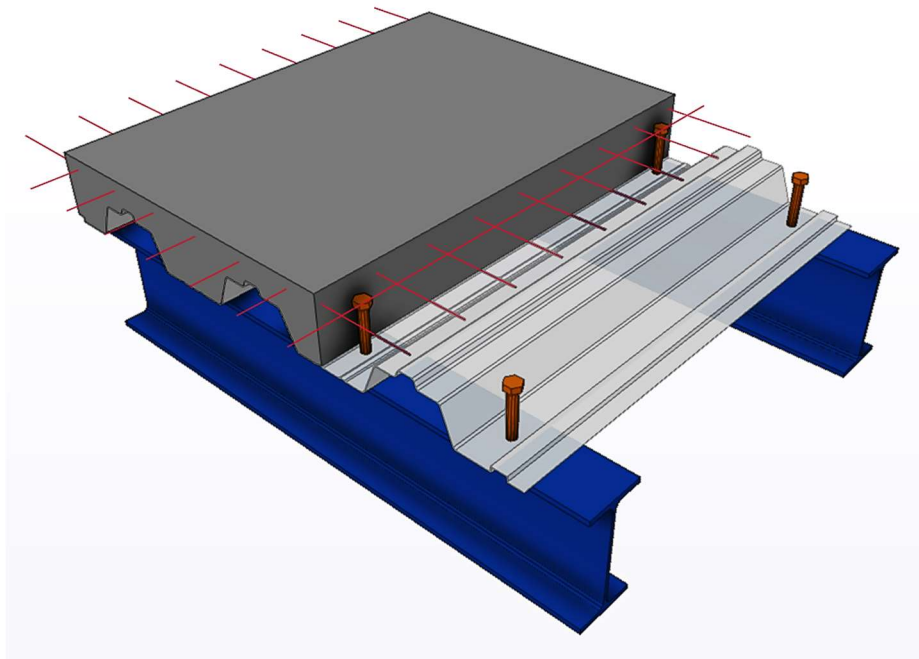


RM76

LAJES MISTAS – ASPETOS CONSTRUTIVOS



Execução de Laje Mista:

1. Montagem de estrutura metálica (vigas);
2. Colocação de chapa perfilada RM76 (Chapa colaborante);
3. Colocação de conectores para fazer ligação da viga com a chapa perfilada RM76;
4. Colocação de armadura;
5. Betonagem.

Conceção de Lajes Mistas:

Uma laje mista é o resultado da associação de uma chapa perfilada de aço a uma camada de betão que lhe é sobreposta. Na fase inicial do processo construtivo a chapa perfilada funciona como uma cofragem para colocação do betão e, após o endurecimento deste último, intervém como uma armadura de tração para momentos positivos. Assim, para resistir a momentos flectores positivos o betão funciona à compressão e o aço da chapa perfilada à tração, garantindo o conjunto um binário de forças resistentes. A principal diferença para o betão armado consiste na aderência entre os dois materiais, que no caso de lajes mistas necessita de verificação e atenção específicas. A chapa perfilada RM-76 apresenta características apropriadas para que em obra a respetiva ligação ao betão seja adequada. Esta solução construtiva tem aplicação em edifícios habitacionais, bem como em superfícies comerciais, ou ainda em oficinas, edifícios industriais e parques de estacionamento.

Vantagens:

- As chapas perfiladas de aço são mais leves do que as cofragens convencionais, o que permite que o respetivo manuseamento e colocação em obra sejam consideravelmente mais fáceis e rápidos;
- A chapa perfilada além de armadura resistente é ela própria uma cofragem autoportante, deixa de ser necessária a fase da descofragem, e a utilização de escoramentos é reduzida ou mesmo dispensada;
- Uma vez que as lajes são nervuradas existe ainda uma redução do volume (e peso) de betão, por comparação com uma laje maciça da mesma espessura.

RM76

LAJES MISTAS – ASPETOS CONSTRUTIVOS

Características mecânicas dos diferentes materiais das lajes mistas

Chapa perfilada RM-76

Fabrico: A folha de aço de carbono de qualidade estrutural é revestida por um banho quente contínuo de zinco

Normas de fabrico: EN 10326 / EN 10143

Classe de resistência mínima:	S320GD+Z
Valor característico mínimo da tensão de cedência do aço da chapa	$f_{yb} = f_{yp} = 320 \text{ MPa}$
Valor característico mínimo da tensão de rotura do aço da chapa:	$f_u = 390 \text{ MPa}$
Módulo de elasticidade do aço da chapa:.....	$E_a = 210 \text{ GPa}$
Massa do revestimento de zinco:	140 g/m ²
Espessura do revestimento de zinco.....	0.01 mm/face
Coefficiente parcial de segurança para estados limites últimos:.....	$\gamma_a = \gamma_{m0} = \gamma_{m1} = 1.00$

Betão

Classe de resistência mínima:	C25/30
Valor característico mínimo da tensão de rotura do betão à compressão em cilindros aos 28 dias de idade:.....	C25/30
Peso volúmico do betão armado:.....	25 kN/m ³
Peso volúmico do betão armado fresco:.....	26 kN/m ³
Coefficiente parcial de segurança para estados limites últimos:	$\gamma_c = 1.50$

Aço em varão ou rede eletrossoldada

Classe de resistência e ductilidade mínimas.....	A500 NR SD (B500C, segundo a norma EN 10027-1)
Valor característico mínimo da tensão de cedência à tração do aço das armaduras	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Coefficiente parcial de segurança para estados limites últimos:	$\gamma_s = 1.15$

RM76

LAJES MISTAS – ASPETOS CONSTRUTIVOS

Armaduras de distribuição (A500 NR SD)

A armadura mínima de distribuição A_s^{dist} a colocar na laje mista em cada direção consta na tabela 1.

Tabela 1 - Armadura de distribuição a dispor em cada direção

Espessura total da laje (cm)	12	13	14	15	16	18	20
A_s^{dist} (cm ² /m)	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4

Armaduras ordinárias de continuidade (Ø10, A500 NR SD)

Em lajes mistas contínuas a armadura ordinária a dispor na face superior para absorver os momentos fletores negativos sobre os apoios (AS-) é apresentada na Tabela 2. Os valores das áreas de armadura ordinária de continuidade presentes na Tabela 2 representam os valores máximas obtidos nos cálculos em cada uma das colunas das tabelas de dimensionamento direto para as lajes mistas contínuas. No entanto, poderá o projetista calcular a armadura ordinária de continuidade para a sua laje específica com o objetivo de obter uma armadura menor do que a da Tabela 2.

Tabela 2 - Armadura para absorver os momentos fletores negativos nos apoios de continuidade.

A_s^{dist} (cm ² /m)	Espessura total da laje (cm)	12	13	14	15	16	18	20
	e = 0.8 mm	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.9
	e = 1.0 mm	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.9
	e = 1.2 mm	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.9

RM76

LAJES MISTAS – ASPETOS CONSTRUTIVOS

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS PARA AS LAJES MISTAS

A NP EN 1994-1-1 impõe alguns limites ao nível da secção de betão e das condições de apoio da chapa perfilada para uma correta utilização de uma laje mista aço-betão. Essas disposições construtivas são sintetizadas em continuação.

Espessuras mínimas

Em relação à secção transversal das lajes mistas são definidas as seguintes espessuras mínimas:

✓ Para lajes mistas sem funções de contraventamento: espessura mínima de betão de 40 mm acima da chapa perfilada e espessura total mínima da laje mista de 80 mm (ver Fig. 1).

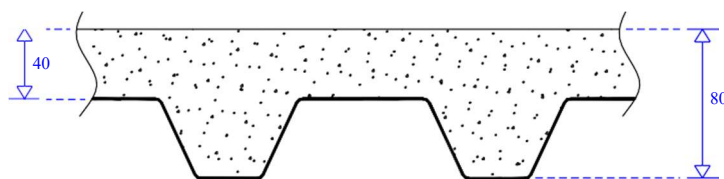


Fig. 1 - Espessuras mínimas [mm] da secção transversal de uma laje mista sem funções de contraventamento

✓ Para lajes mistas com funções de diafragma: espessura mínima de betão de 50 mm acima da chapa perfilada e espessura total mínima da laje mista de 90 mm (ver Fig. 2).

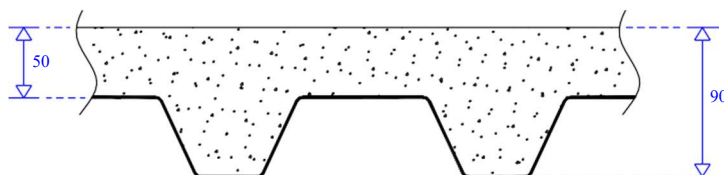


Fig. 2 – Espessuras mínimas [mm] da secção transversal de uma laje mista com funções de diafragma.

RM76

LAJES MISTAS – ASPETOS CONSTRUTIVOS

CONDIÇÕES DE APOIO

Ao nível das condições de apoio da chapa perfilada são definidas as seguintes distâncias mínimas:

- ✓ Apoio em vigas de aço ou de betão armado: distância mínima de apoio da chapa perfilada na viga de 50 mm e distância total mínima de apoio da laje mista na viga de 75 mm (ver Fig. 3 e Fig. 4).

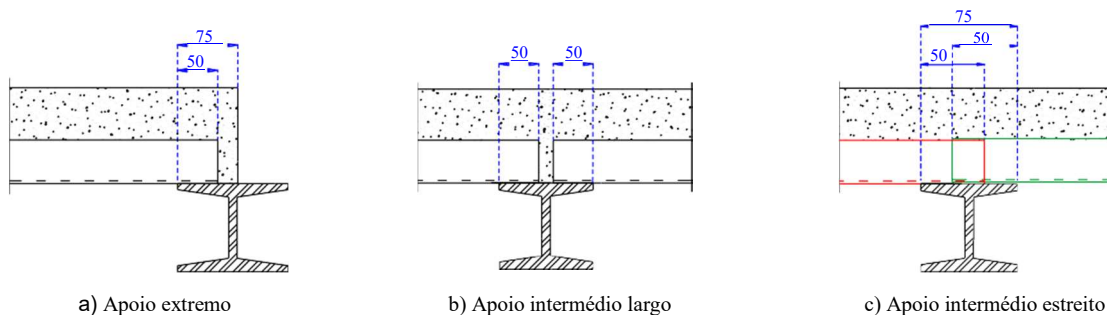


Fig. 3 – Distâncias mínimas [mm] de apoio em vigas metálicas.

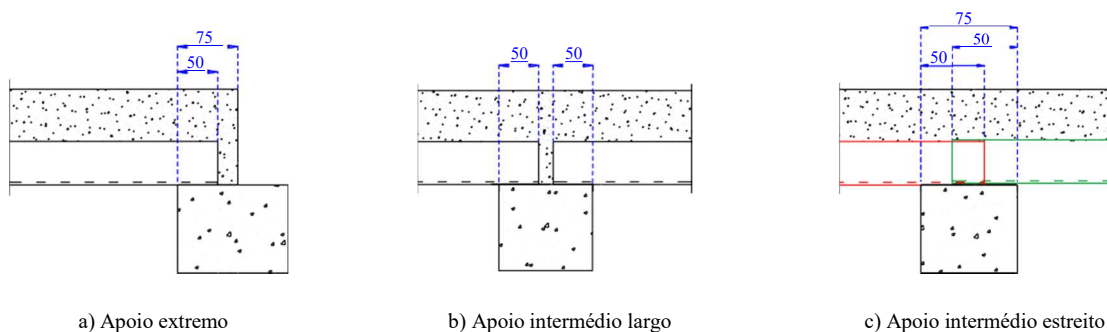


Fig. 4 – Distâncias mínimas [mm] de apoio em vigas de betão armado.

- ✓ Para apoio em vigas de outros materiais: distância mínima de apoio da chapa perfilada na viga de 70 mm e distância total mínima de apoio da laje mista na viga de 100 mm (ver Fig. 14).

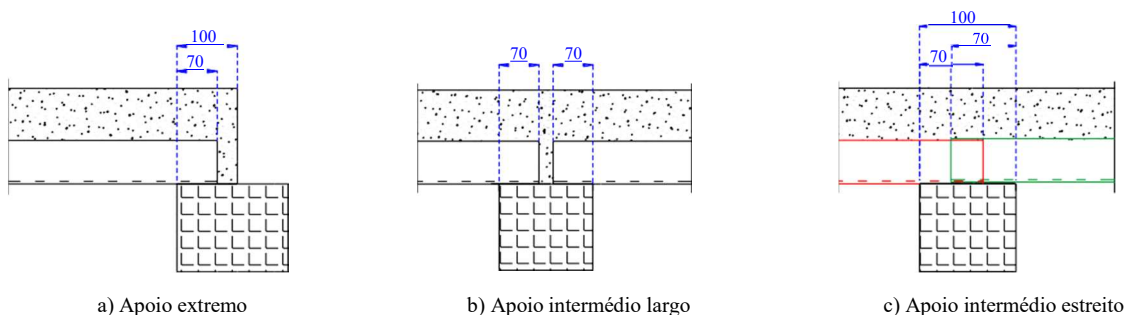


Fig. 5 – Distâncias mínimas [mm] de apoio em vigas de outros materiais.

RM76

LAJES MISTAS – ASPETOS CONSTRUTIVOS

Armaduras

No reforço do betão podem ser necessárias armaduras com diversas finalidades:

- ✓ Armadura de distribuição - é requerida em cada direção uma armadura para atender à retração do betão e à distribuição de cargas pontuais, que deve ser colocada a 25 mm da superfície superior de betão (ver Fig. 6) e pode ser consultada na Tabela 1.

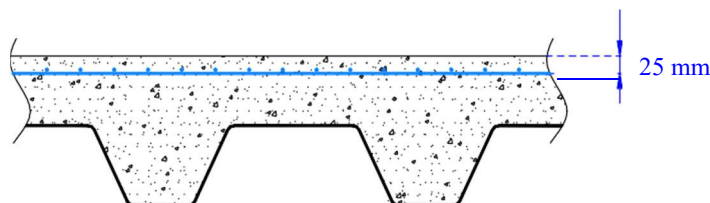


Fig. 6 – Armadura de distribuição.

- ✓ Armadura de continuidade – destinada a garantir a continuidade e a limitar a fendilhação sobre os apoios intermédios (momentos fletores negativos). Para vãos consecutivos, de comprimentos aproximadamente iguais, a armadura de continuidade deve ser prolongada para além do eixo do apoio em cerca de 30% do vão, colocada a uma profundidade de 25 mm (ver Fig. 7) e pode ser consultada na Tabela 2.

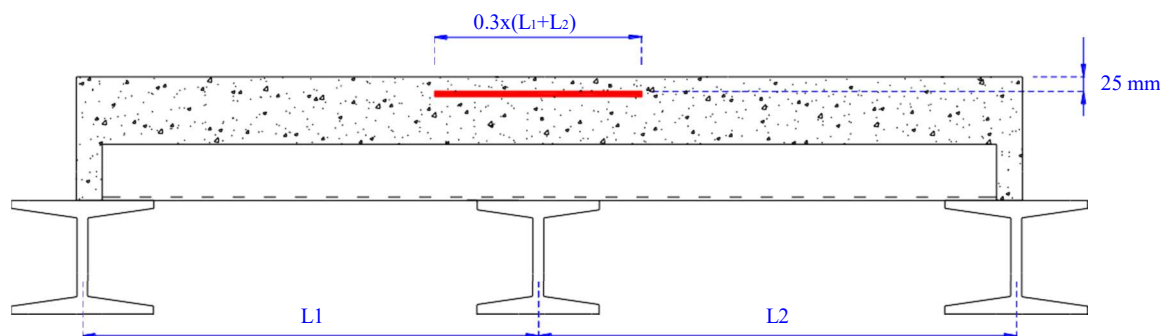


Fig. 7 – Disposição da armadura de continuidade sobre os apoios intermédios para vãos aproximadamente iguais.

- ✓ Armadura adicional no vão - a meio vão para um aumento de resistência aos momentos fletores positivos. Neste caso as armaduras podem ainda ser necessárias para satisfazer o estado limite de resistência ao fogo. Caso existam, devem ser colocadas centradas nas respetivas nervuras e elevadas 30 mm em relação à chapa perfilada (ver Fig. 8), podendo ser interrompidas na zona dos apoios.

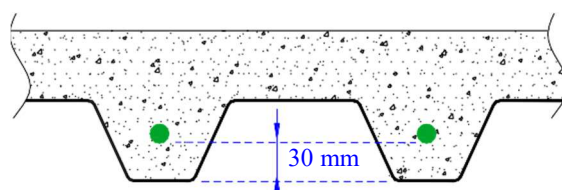


Fig. 8 – Disposição da armadura adicional no vão.

RM76

LAJES MISTAS – ASPETOS CONSTRUTIVOS

Na Fig. 9 estão representadas, esquematicamente, as três armaduras mencionadas.

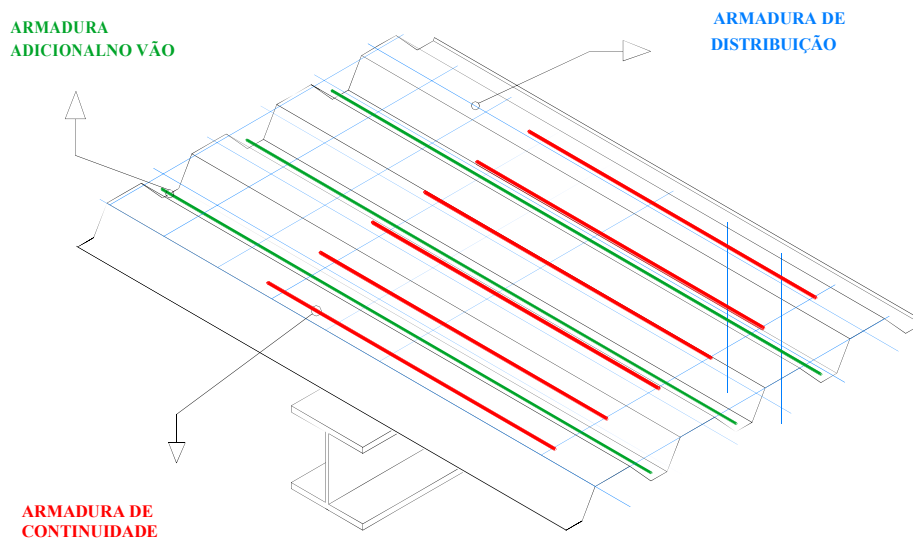


Fig. 9 – Disposição esquemática das armaduras em lajes mistas

Fixações das chapas perfiladas aos apoios

As chapas perfiladas devem ser fixadas em todos os apoios definitivos. No mínimo, deve existir uma fixação por cada duas nervuras de chapa perfilada (ver Fig. 10). Contudo, fica ao critério do projetista a definição destas fixações, tendo em conta as cargas de construção previstas e essencialmente a ação do vento. No caso de apoio em vigas metálicas é corrente o uso de conectores e de parafusos autorroscantes para a execução destas fixações. Para apoio em vigas de betão executadas em fase prévia também é corrente o uso de parafusos autorroscantes; caso a betonagem das vigas e das lajes mistas seja simultânea a chapa perfilada terá de ser fixada à cofragem das vigas através de elementos removíveis após a betonagem, que não deverão danificar a laje mista.

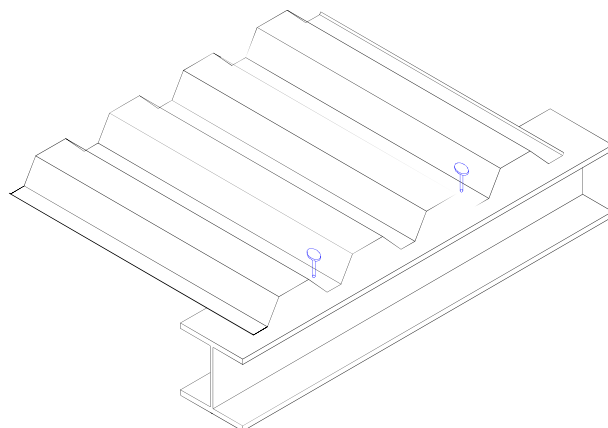


Fig. 10 – Fixação das chapas perfiladas aos apoios (usando conectores soldados)

RM76

LAJES MISTAS – ASPETOS CONSTRUTIVOS

Escoramento das chapas perfiladas

A Fig. 11 ilustra a largura mínima de apoio das chapas perfiladas em escoramentos provisórios (80 mm).

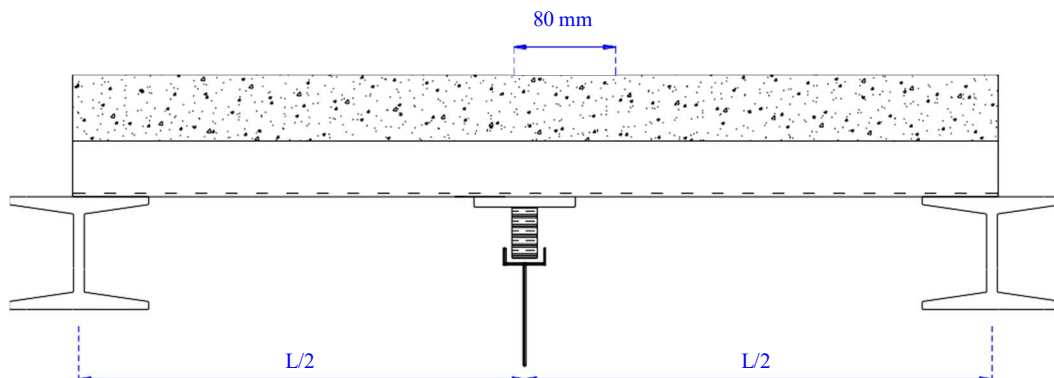


Fig. 11 – Apoio das chapas perfiladas em escoramentos provisórios (uma linha de escoramento representada).

Na fase de betonagem é necessário garantir que as extremidades da laje mista sejam preparadas, para evitar a fuga do betão e assegurar uma correta vibração deste. É corrente o uso de remates de chapa metálica adequados à geometria específica das nervuras da laje mista.