

Tuper

MANUAL DE MONTAGEM
Lajes Mistas Nervuradas

ÍNDICE

1. Tuper Lajes Mistas Nervuradas.....	03
2. Especificações	04
3. Escoramento	05
4. Armadura de Distribuição	07
5. Nervuras de Travamento (para laje unidirecional).....	08
6. Recomendações de recebimento e armazenagem do material.....	09
7. Passo a passo da montagem	10
1º Escoramento.....	10
2º Contra-flecha	10
3º Montagem da laje	12
4º Instalações.....	14
5º Execução das armaduras	16
6º Concretagem.....	19
7º Processo de cura	21
8º Retirada dos escoramentos.....	22
9º Revestimento	22

1. Tuper Lajes Mistas Nervuradas

É um sistema inovador de laje nervurada, que se destaca principalmente pela praticidade, economia e racionalização da matéria-prima e mão de obra. O sistema de lajes mistas nervuradas da Tuper é composto basicamente por concreto moldado in-loco, elementos de enchimento e pelas vigotas metálicas que fazem o papel de forma colaborante (forma e armadura positiva).

As vigotas metálicas do sistema Tuper de Lajes Mistas Nervuradas são fabricadas com aço estrutural galvanizado de alto desempenho, disponibilizado em três diferentes espessuras.

Tabela 1 – Características do Aço da Vigota Metálica

Norma Técnica	NBR 7008
Grau	ZAR - 345
Fy	345 MPa
Fu	430 MPa
Alongamento Mínimo	120%
Revestimento	Z275 (*)

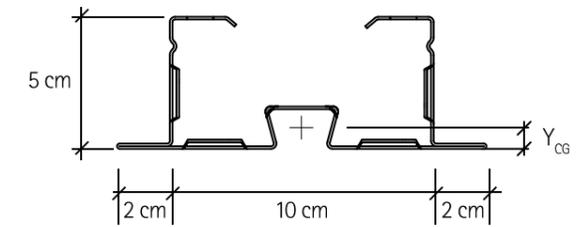


Figura 1

(*) 275 g/m² de revestimento depositado em ambas as faces.

Tabela 2 – Características das Vigotas Metálicas

Espessura Nominal [mm]	Espessura de Cálculo [mm]	Área Líquida [cm ²]	Peso [kg/m]
0,65	0,61	1,89	1,79
0,80	0,76	2,36	2,20
1,25	1,21	3,75	3,43

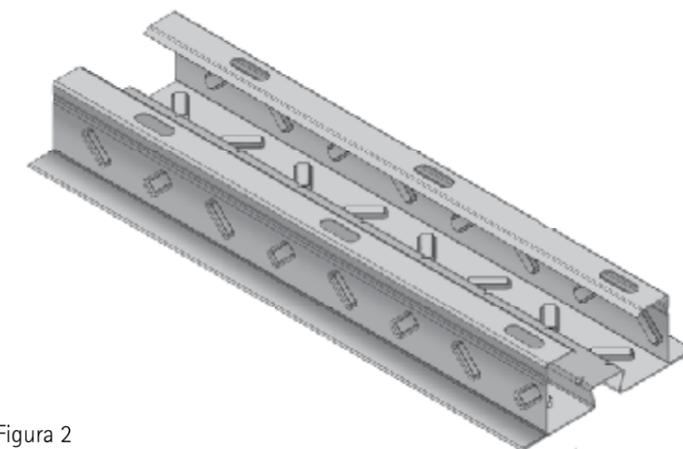


Figura 2

2. Especificações

Segundo as orientações da ABNT NBR 6118:2003 o concreto deverá ter resistência à compressão de no mínimo 20 MPa, porém não superior à 50 MPa.

O lançamento do concreto pode ser realizado manualmente ou através de "bomba", no entanto o lançamento de grande altura deve ser evitado.

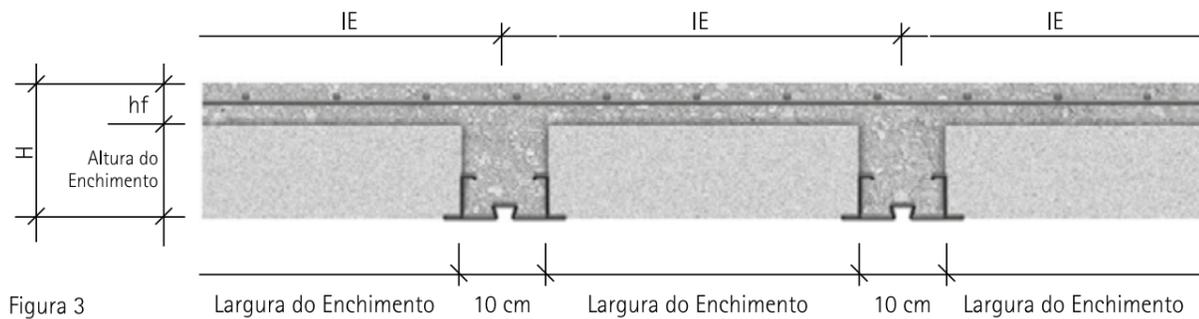


Figura 3

A tabela a seguir mostra o consumo de concreto para o sistema com enchimentos em blocos de EPS e conguração unidirecional (laje armada em uma direção):

Tabela 3 – Características do Sistema de Laje

Modelo	H [cm]	hf [cm]	IE [cm]	Altura EPS [cm]	Largura EPS [cm]	Consumo de Concreto [m³/m²]	Peso Laje [kg/m²]
H12 (8+4)	12	4	30	8	20	0,0667	187,15
	12	4	40	8	30	0,0600	165,64
	12	4	50	8	40	0,0560	152,74
	12	4	60	8	50	0,0533	144,13
H16 (12+4)	16	4	30	12	20	0,0800	220,85
	16	4	40	12	30	0,0700	191,06
	16	4	50	12	40	0,0640	173,18
H20 (16+4)	16	4	60	12	50	0,0600	161,27
	20	4	30	16	20	0,0933	254,56
	20	4	40	16	30	0,0800	216,48
H25 (21+4)	20	4	50	16	40	0,0720	193,63
	20	4	60	16	50	0,0667	178,40
	25	4	30	21	20	0,1100	296,69
H30 (26+4)	25	4	40	21	30	0,0925	248,26
	25	4	50	21	40	0,0820	219,19
	25	4	60	21	50	0,0750	199,82
H30 (25+5)	30	4	30	26	20	0,1267	338,83
	30	4	40	26	30	0,1050	280,03
	30	4	50	26	40	0,0920	244,75
H30 (25+5)	30	4	60	26	50	0,0833	221,23
	30	5	30	25	20	0,1333	355,40
	30	5	40	25	30	0,1125	298,68
H30 (25+5)	30	5	50	25	40	0,1000	264,64
	30	5	60	25	50	0,0917	241,95

Modelo	H [cm]	hf [cm]	IE [cm]	Altura EPS [cm]	Largura EPS [cm]	Consumo de Concreto [m³/m²]	Peso Laje [kg/m²]
H35 (30+5)	35	5	30	30	20	0,1500	397,53
	35	5	40	30	30	0,1250	330,45
	35	5	50	30	40	0,1100	290,20
	35	5	60	30	50	0,1000	263,37
H40 (35+5)	40	5	30	35	20	0,1667	439,67
	40	5	40	35	30	0,1375	362,23
	40	5	50	35	40	0,1200	315,76
H40 (34+6)	40	5	60	35	50	0,1083	284,78
	40	6	30	34	20	0,1733	456,24
	40	6	40	34	30	0,1450	380,87
H45 (40+5)	40	6	50	34	40	0,1280	335,65
	40	6	60	34	50	0,1167	305,50
	45	5	30	40	20	0,1833	481,80
H45 (39+6)	45	5	40	40	30	0,1500	394,00
	45	5	50	40	40	0,1300	341,32
	45	5	60	40	50	0,1167	306,20
H45 (39+6)	45	6	30	39	20	0,1900	498,37
	45	6	40	39	30	0,1575	412,65
	45	6	50	39	40	0,1380	361,21
H45 (39+6)	45	6	60	39	50	0,1250	326,92

3. Escoramento

O escoramento deve ser realizado com o intuito de estruturar o sistema, garantindo assim a sua integridade. As escoras podem ser retiradas quando o concreto atingir resistência mínima de 75% do valor especificado em projeto, o que ocorre com aproximadamente 28 dias após a concretagem. Salienta-se que a etapa de escoramento é a primeira providência a ser feita e uma das mais importantes na execução da laje. Se executada erroneamente, poderá trazer danos irreparáveis à estrutura.

As linhas de escoramento deverão ser colocadas na direção perpendicular às vigotas metálicas. O apoio das escoras no solo deverá ser feito sobre base sólida e de preferência sob o contrapiso já executado, impedindo que as escoras cedam quando receberem as cargas de montagem e concretagem. Somente com um escoramento bem feito é que podemos ter uma laje de boa qualidade.

Recomenda-se que a retirada dos escoramentos se inicie sempre pelo meio do vão, Recomenda-se também que a retirada dos escoramentos se inicie sempre pelo meio do vão, evitando dessa maneira o aparecimento de trincas na superfície superior da laje. A exceção dessa regra são os balanços, onde o início da retirada das escoras deve ser na extremidade (ver figura 34, página 22).

A figura a seguir mostra os principais elementos constituintes da montagem do sistema:

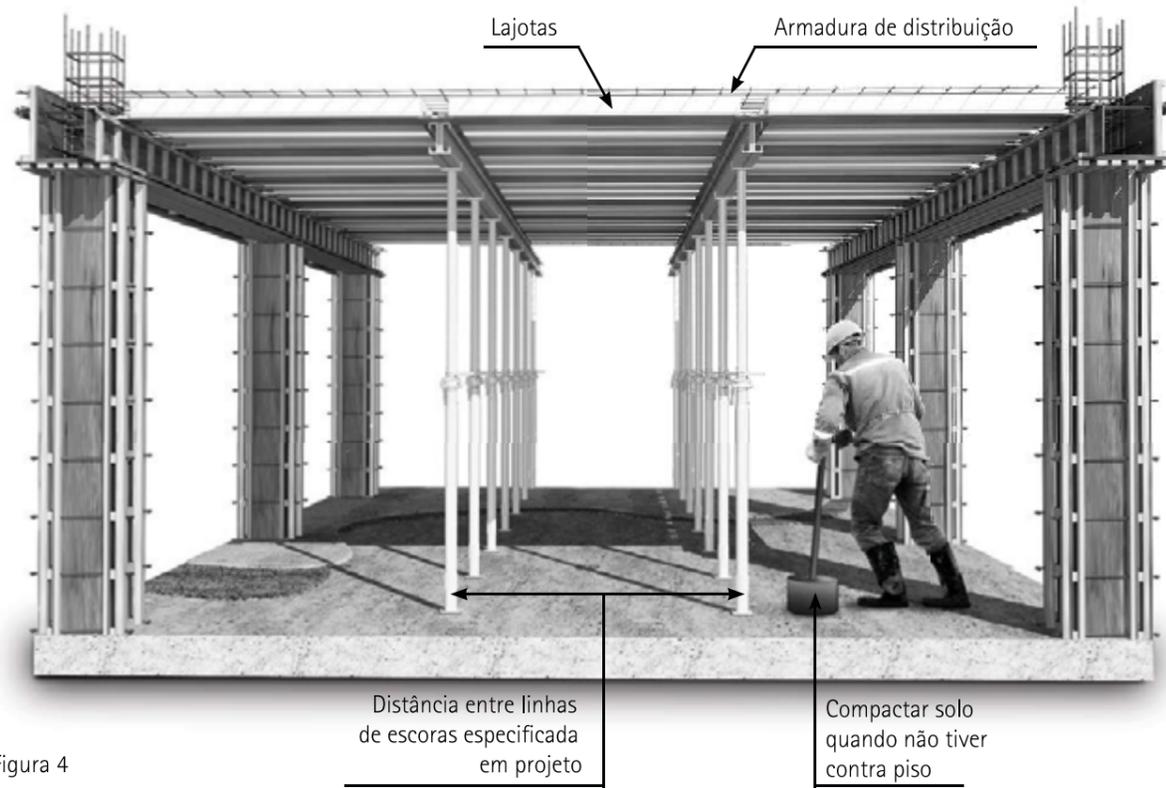


Figura 4

Tabela 4 – Distância Máxima entre Linhas de Escora

Modelo	Intereixo [cm]	VG 0,65 [m]	VG 80 [m]	VG 125 [m]
H12 (8+4)	30	1,25	1,30	1,75
	40	1,20	1,25	1,70
	50	1,15	1,20	1,60
H16 (12+4)	30	1,20	1,25	1,70
	40	1,15	1,20	1,60
	50	1,15	1,20	1,55
H20 (16+4)	30	1,15	1,20	1,60
	40	1,15	1,20	1,55
	50	1,10	1,15	1,50
	60	1,05	1,10	1,45
H25 (21+4)	30	1,10	1,15	1,55
	40	1,10	1,15	1,50
	50	1,05	1,10	1,45
H30 (26+4)	30	1,05	1,10	1,50
	40	1,05	1,10	1,45
	50	1,00	1,05	1,40
	60	1,00	1,05	1,35

Modelo	Intereixo [cm]	VG 0,65 [m]	VG 80 [m]	VG 125 [m]
H30 (25+5)	30	1,05	1,10	1,45
	40	1,00	1,05	1,40
	50	1,00	1,05	1,35
	60	0,95	1,00	1,30
H35 (30+5)	30	1,00	1,05	1,40
	40	1,00	1,05	1,35
	50	0,95	1,00	1,30
	60	0,95	1,00	1,25
H40 (35+5)	30	1,00	1,05	1,35
	40	0,95	1,00	1,30
	50	0,95	1,00	1,25
	60	0,90	0,95	1,25
H40 (34+6)	30	0,95	1,00	1,35
	40	0,95	1,00	1,30
	50	0,90	0,95	1,25
	60	0,90	0,95	1,20
H45 (40+5)	30	0,95	1,00	1,30
	40	0,95	1,00	1,25
	50	0,90	0,95	1,25
	60	0,90	0,95	1,20
H45 (39+6)	30	0,95	1,00	1,30
	40	0,90	0,95	1,25
	50	0,90	0,95	1,20
	60	0,85	0,90	1,15

4. Armadura de Distribuição

A armadura de distribuição é utilizada no controle da fissuração provocada por efeitos de retração e temperatura, proporcionando ainda uma melhor distribuição das tensões. Essa armadura deve ser constituída preferencialmente por barras de alta aderência ou por tela soldada, sendo colocada a 20 mm abaixo do topo da laje.

A seção mínima recomendada é de 0,9 cm²/m para aço CA 25 e de 0,6 cm²/m para os aços CA 50 e CA 60, contendo pelo menos três barras por metro, conforme tabela abaixo extraída e adaptada da ABNT NBR 14860-1:2002.

Tabela 5 – Taxa Mínima de Armadura de Distribuição

Aço	Área Mínima	Número de Barras / m	
		Ø 5,0 mm	Ø 6,3 mm
CA 25	0,9 cm ² /m	5	3
CA 50 e CA 60	0,6 cm ² /m	3	3

Em substituição às barras de aço recomenda-se a utilização de tela soldada Q 92 ou malha POP do tamanho Médio (15 cm x 15 cm e diâmetro de 4,2 mm).

Ressalta-se que essa armadura pode não ser suficiente para controlar a fissuração nos apoios intermediários da laje, devido à tendência da continuidade estrutural. Nesses casos recomenda-se consultar a NBR 6118.

5. Nervuras de Travamento (para laje unidirecional)

São nervuras no sentido perpendicular às vigotas metálicas. Têm a função de distribuir melhor a carga entre as vigas, evitar deformações diferenciais e fazer que as lajes unidirecionais cumpram a função de diafragma rígido em edifícios verticais de múltiplos andares.

Tabela 6 – Nervuras de Travamento

Vão Entre Apoios (m)	Número de Nervuras Transversais	
	Carga Distribuída	Carga Concentrada (paredes)
0 a 4	0	1
4 a 6	1	2
6 a 8	2	3
8 a 10	3	4
10 a 12	4	5
12 a 14	5	6
14 a 16	6	7

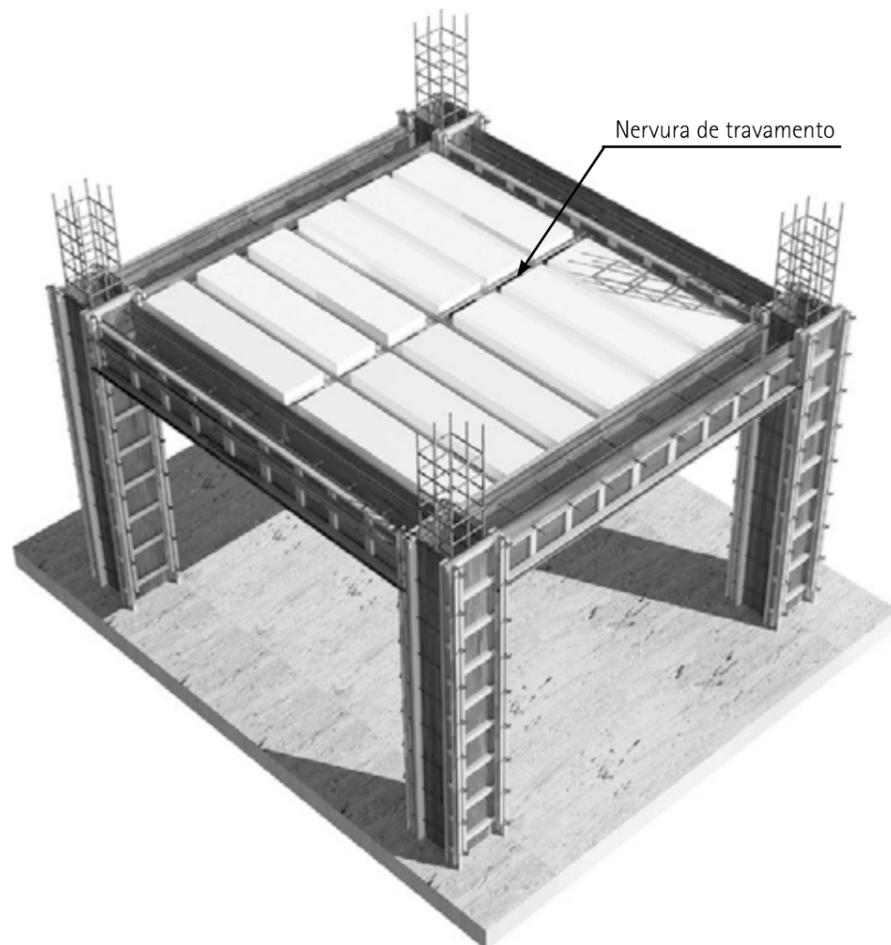


Figura 5

A armadura das nervuras de travamento é sugerida conforme a tabela abaixo, com aço CA 50:

Tabela 7 – Armadura das Nervuras de Travamento

Modelo	Largura da Nervura [cm]	Número de Barras [unidades]	Bitola [mm]
H10	8,0	2	6,3
H12	8,0	2	6,3
H16	10,0	2	8,0
H20	10,0	2	8,0
H25	12,0	2	10,0
H30	12,0	2	10,0
H35	15,0	4	8,0
H40	15,0	4	8,0
H45	18,0	4	10,0

6. Recomendações de recebimento e armazenagem do material

O descarregamento do material é de responsabilidade do cliente, entretanto são indicadas algumas orientações:

- Conferir as descrições da nota fiscal x etiquetas dos produtos;
- Acompanhar a contagem do material;
- Certificar-se que nenhum material esteja danificado.

A armazenagem do produto deve ser feita em local coberto e livre de intempéries. Recomenda-se também que a armazenagem do produto seja feita por curtos períodos de tempo.

Os fardos das vigotas metálicas deverão estar apoiados sobre sarrafos de madeira, isolando-os do contato com o solo. Estes fardos deverão ser armazenados com uma leve inclinação de 5 graus, e com o cuidado de evitar a colocação de cargas sobre os mesmos.

A montagem das vigotas metálicas deverá ser feita após o posicionamento das escoras. Salienta-se que o trânsito de pessoas e equipamentos durante a sua instalação somente deverá ser realizado sobre tábuas apoiadas na direção normal sobre várias vigotas metálicas.

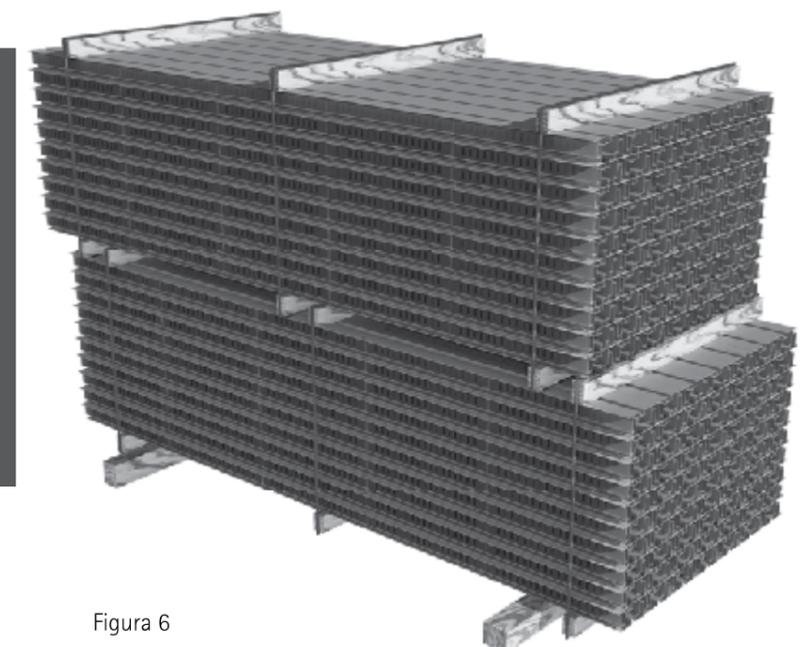


Figura 6

7. Passo a passo da montagem

Com o intuito de auxiliar nos trabalhos, será feito aqui um breve descritivo das etapas de montagem do sistema.

1º Escoramento

O escoramento deve ser feito antes da montagem das vigotas metálicas. Deverão sempre se apoiar sobre base firme, e quando houver necessidade, recomenda-se a utilização de tábuas em sua base para uma melhor distribuição das cargas sobre o solo.

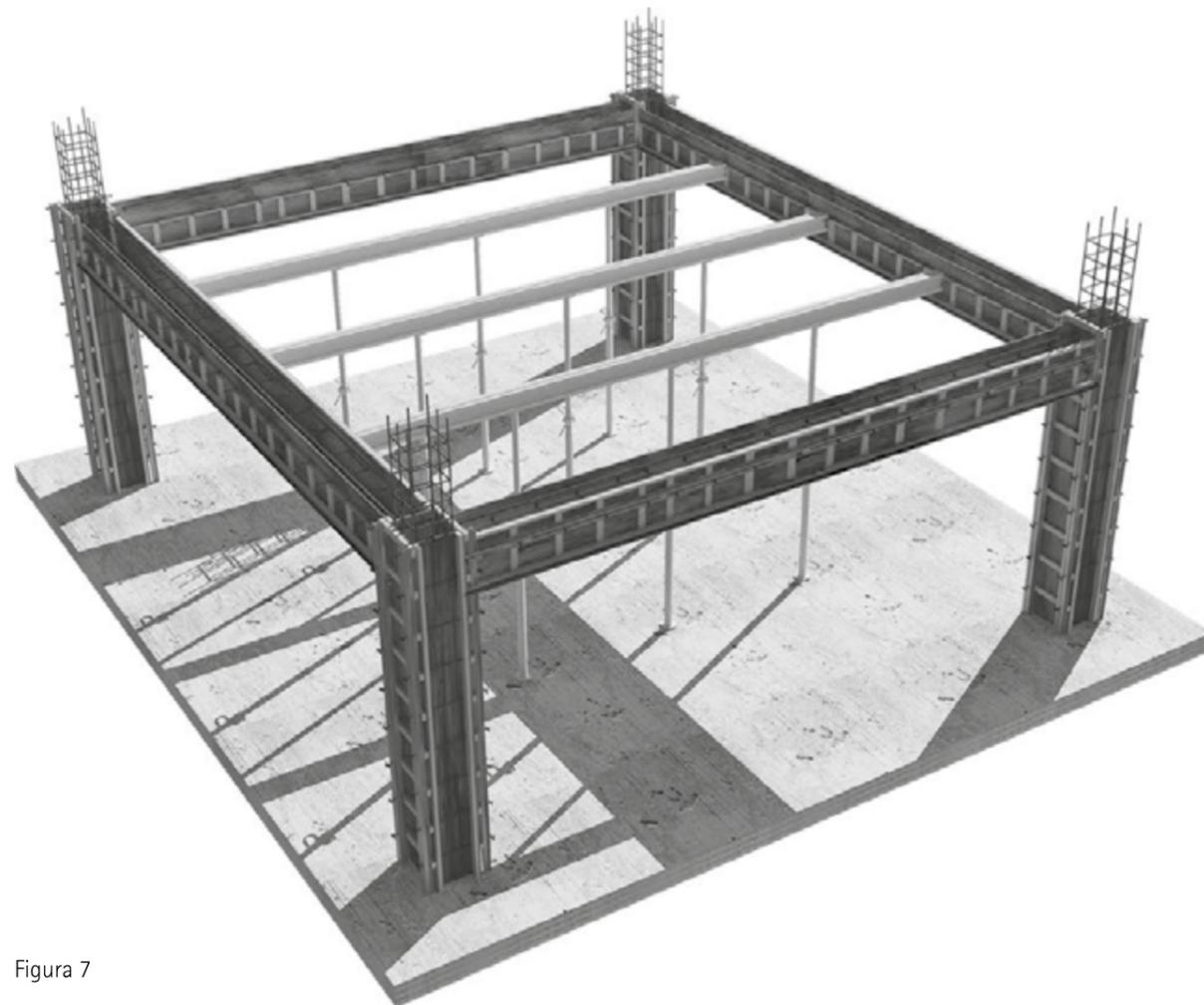


Figura 7

Os vãos de escoramento poderão ser baseados nas prescritivas da tabela do item 3 Escoramento.

2º Contra-flecha

A contra-flecha deve ser aplicada logo após a montagem do escoramento. Poderá ser feita com o auxílio de cunhas na extremidade inferior das escoras, prática recomendada principalmente em obras com escoras em madeira.

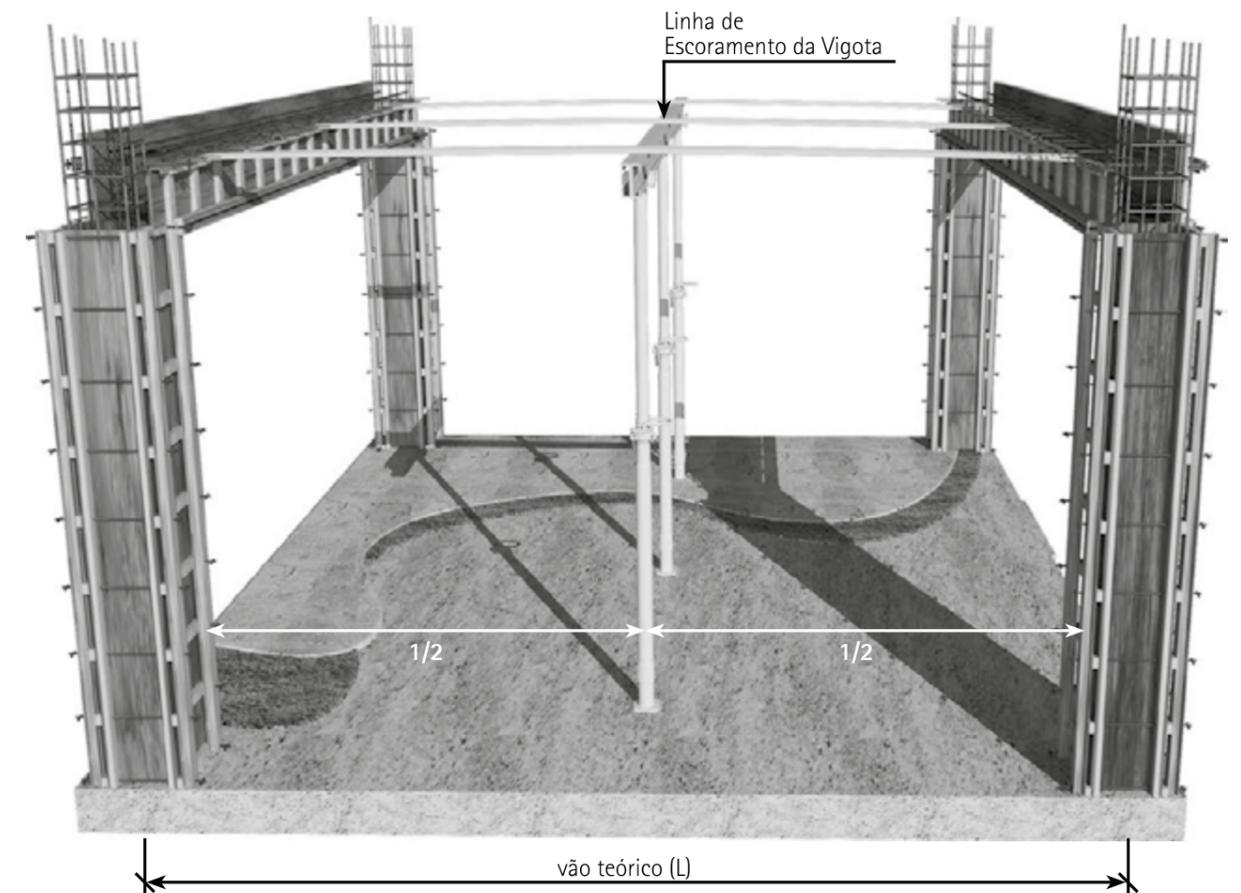


Figura 8

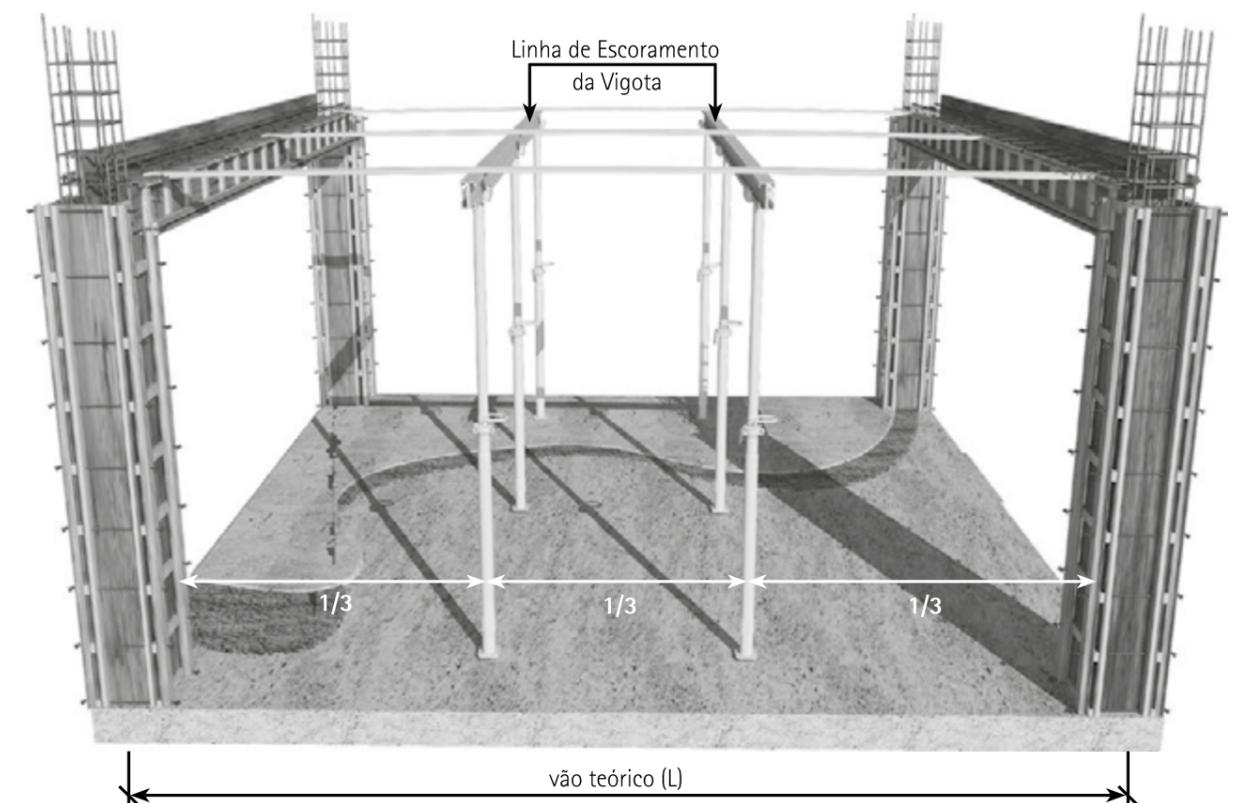


Figura 9

3º Montagem da laje

Após a montagem do escoramento é possível iniciar o lançamento das vigotas metálicas e dos elementos de enchimento. O início da montagem deve ser feito junto à uma das bordas paralelas às vigotas, prosseguindo a partir daí com a colocação dos elementos de enchimento. Sempre que possível, realizar a fixação das vigotas nas formas, evitando sua movimentação.

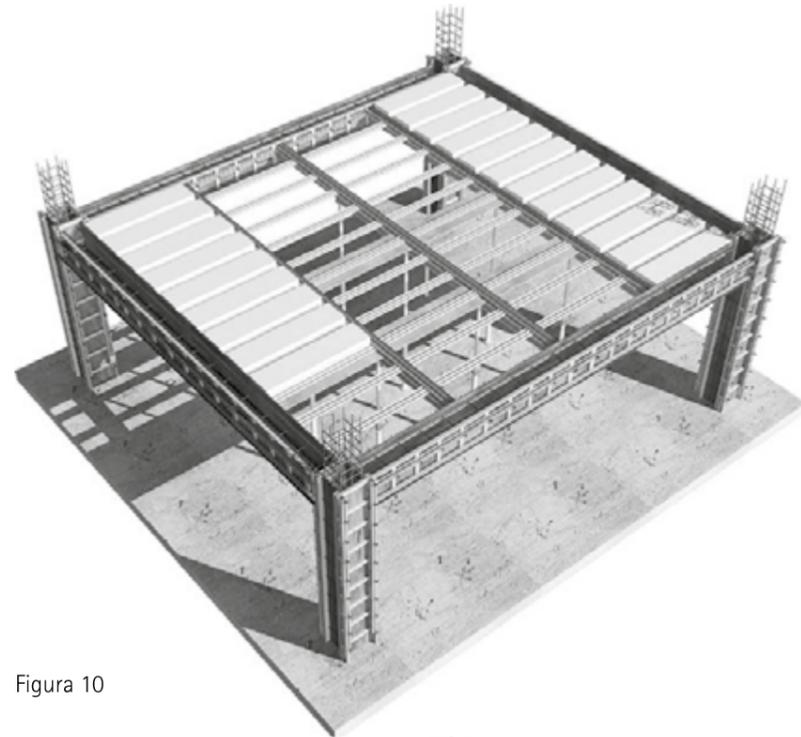


Figura 10

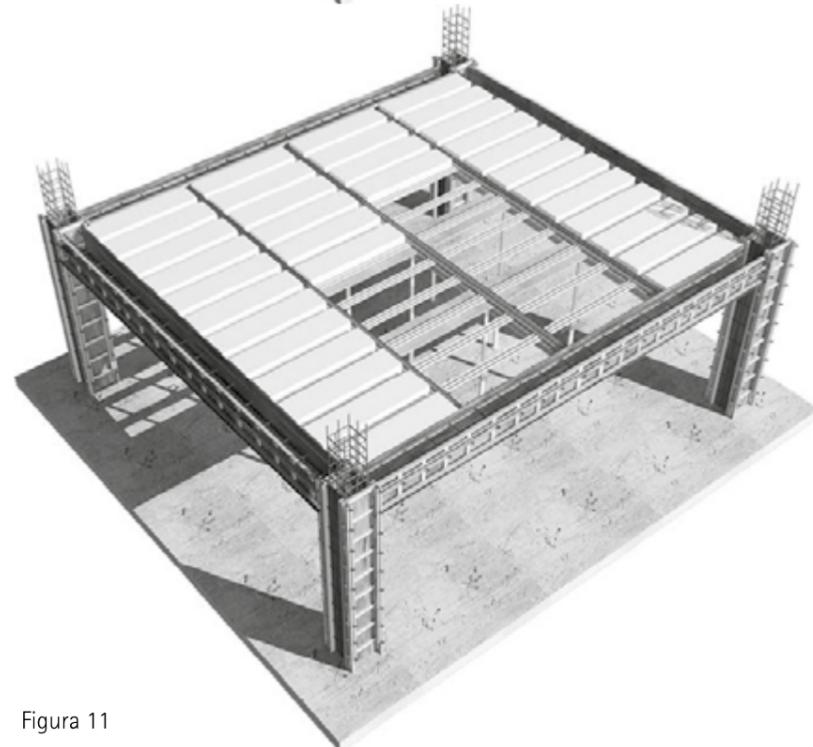


Figura 11

As vigotas metálicas devem ser posicionadas no mínimo de 6 cm da viga de concreto/metálica ou cinta. Os enchimentos devem ser encaixados sobre as vigotas, onde a primeira e a última linha de enchimento podem ser apoiadas na própria viga (cinta) de amarração (ver figura abaixo).

Detalhe da montagem em estrutura de concreto armado

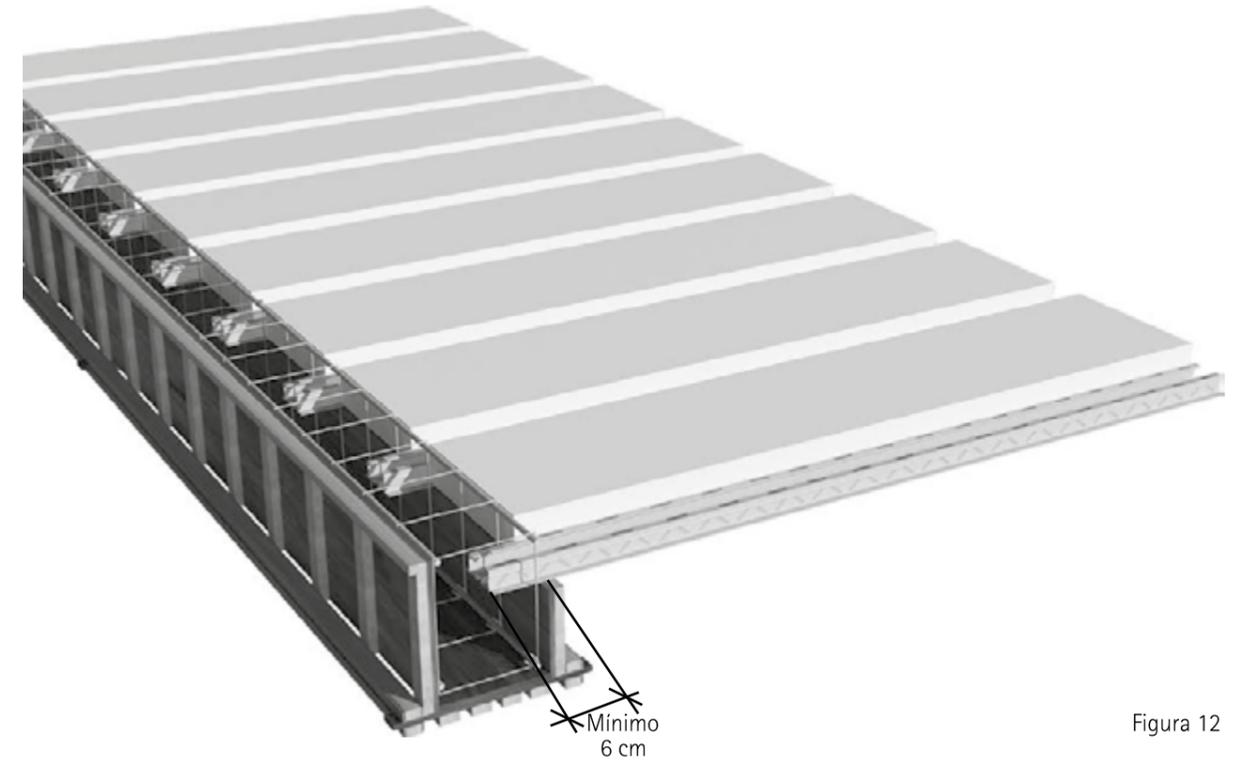


Figura 12

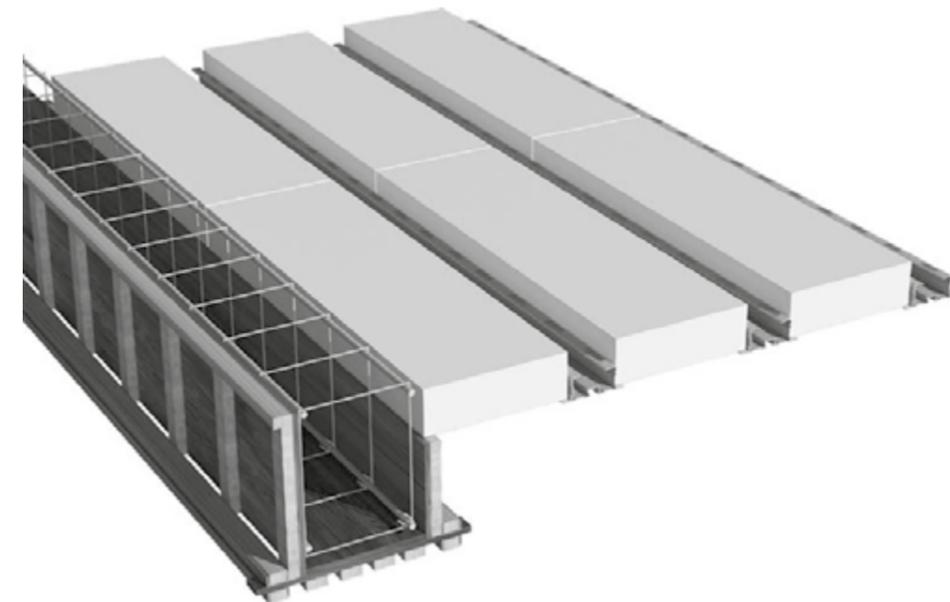


Figura 13

Detalhe da montagem em estrutura metálica

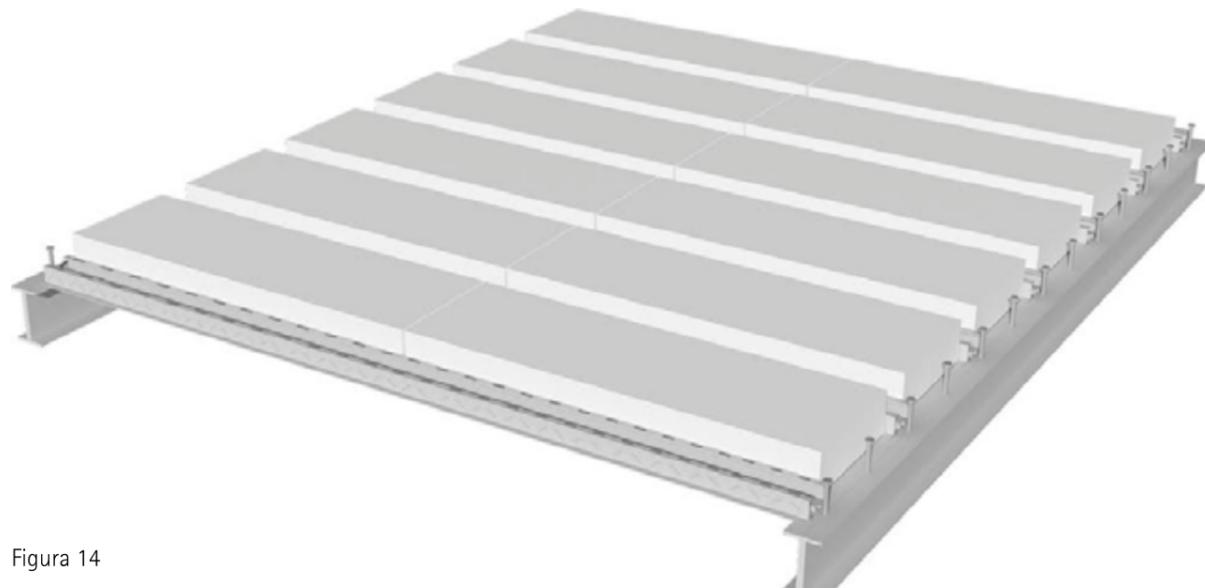


Figura 14

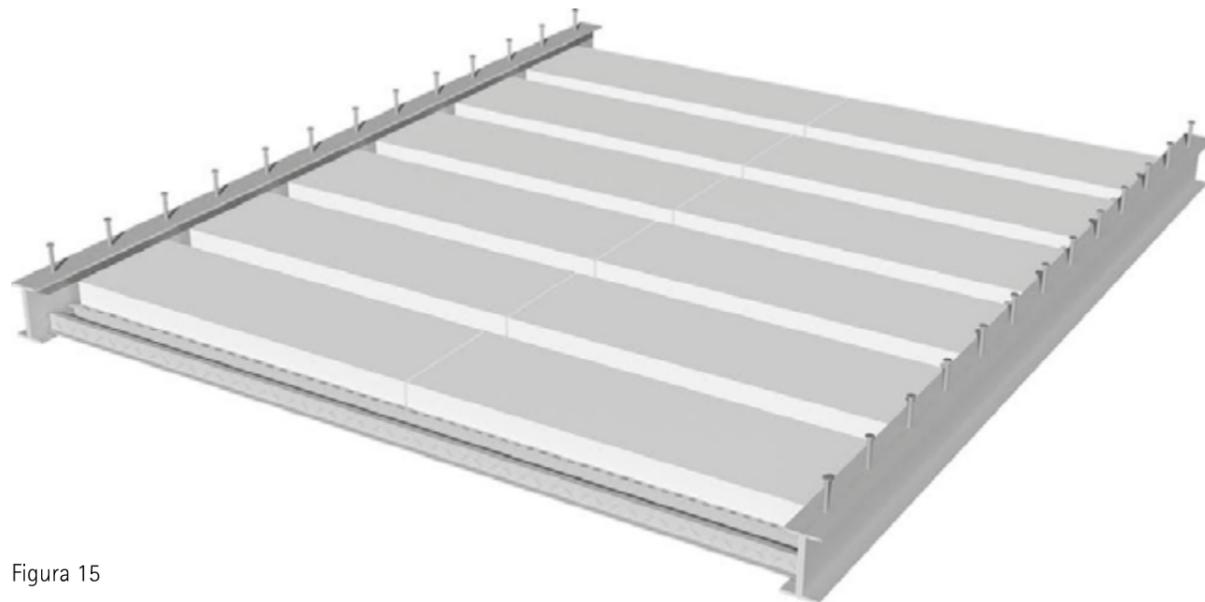


Figura 15

4º Instalações

Inicialmente, devem ser locados os pontos de luz, para então proceder com a passagem dos eletrodutos. A utilização de enchimento de EPS permite a instalação de tubulações elétricas e hidráulicas sem comprometimento da redução da seção de concreto na mesa de compressão da laje. Sopradores térmicos ou ferramentas cortantes podem ser utilizados para abrir sulcos no EPS, por onde passarão as tubulações.

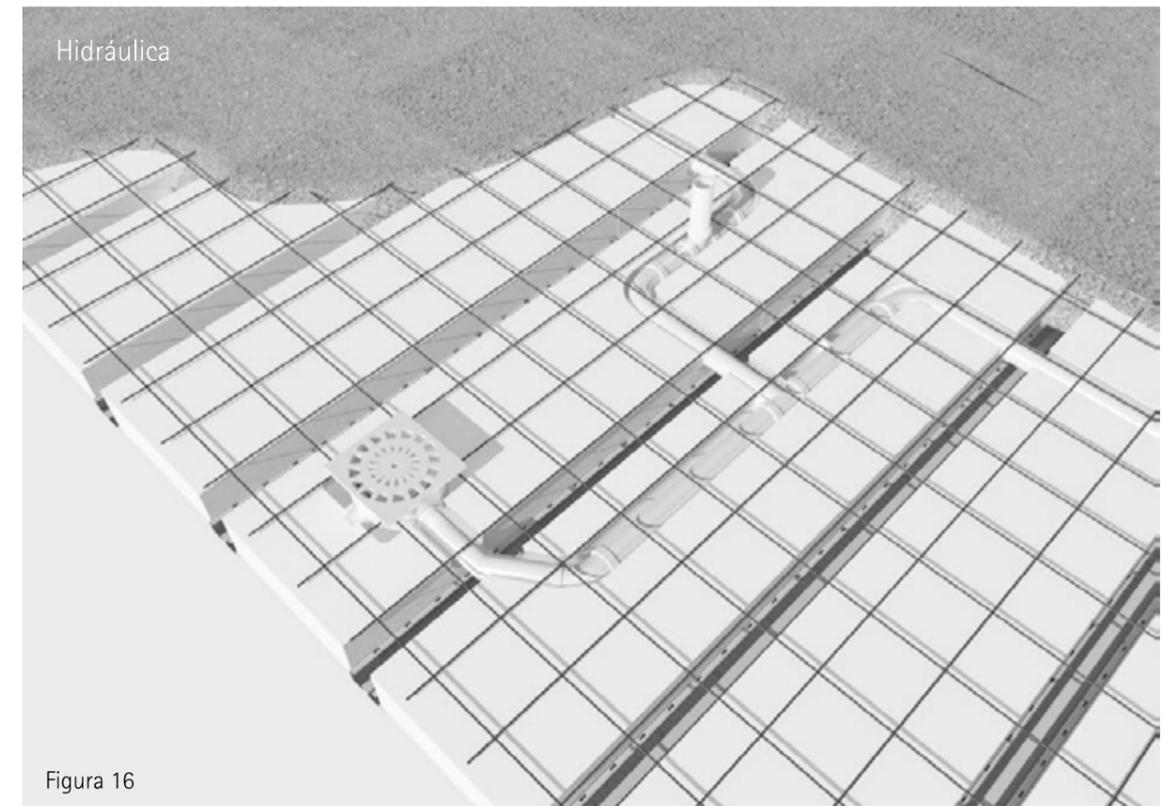


Figura 16

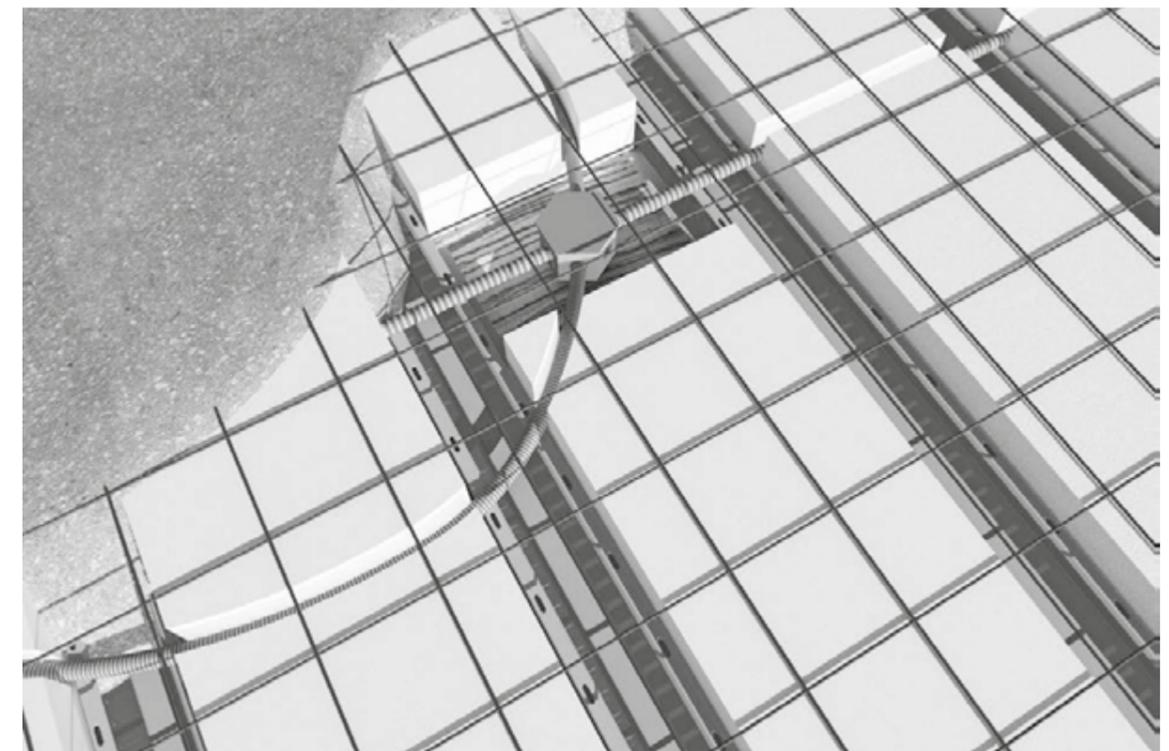


Figura 17

Lembrando que o trânsito de pessoas sobre a laje somente deve ser feito utilizando tábuas: de madeira, evitando assim o apoio direto sobre os elementos de enchimento. Eletrodutos e tubulações não devem ser instalados nas nervuras dos perfis.

5º Execução das armaduras

Nesta etapa deverão ser montadas as armaduras especificadas no projeto, destacando-se aqui as principais delas:

Armadura de distribuição: deve ser utilizada em todas as lajes, com a distribuição das ferragens em ambas as direções ou com a utilização das telas soldadas. Tem o papel de prevenir a fissuração do concreto do capeamento, sendo especificada no item 4 Armadura de Distribuição.

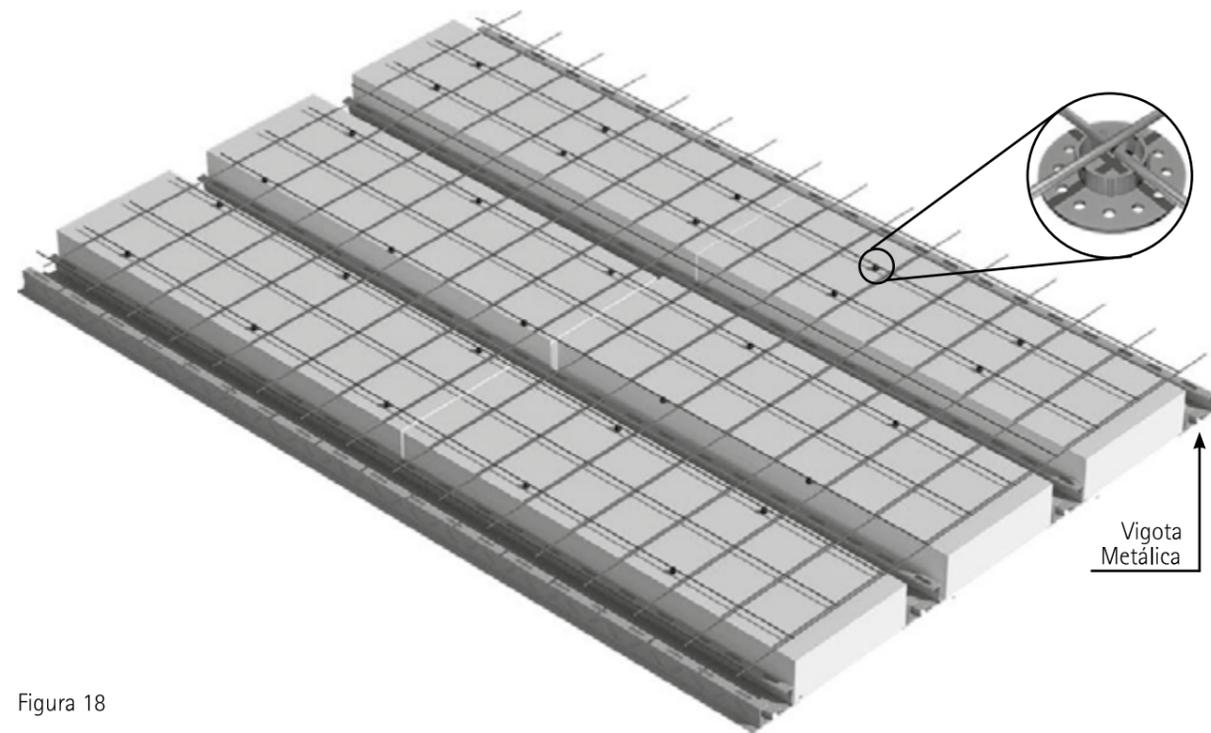


Figura 18

Armadura negativa: é utilizada para garantir a integridade da laje nas regiões de apoio. A armadura deve ser distribuída no sentido das vigotas:

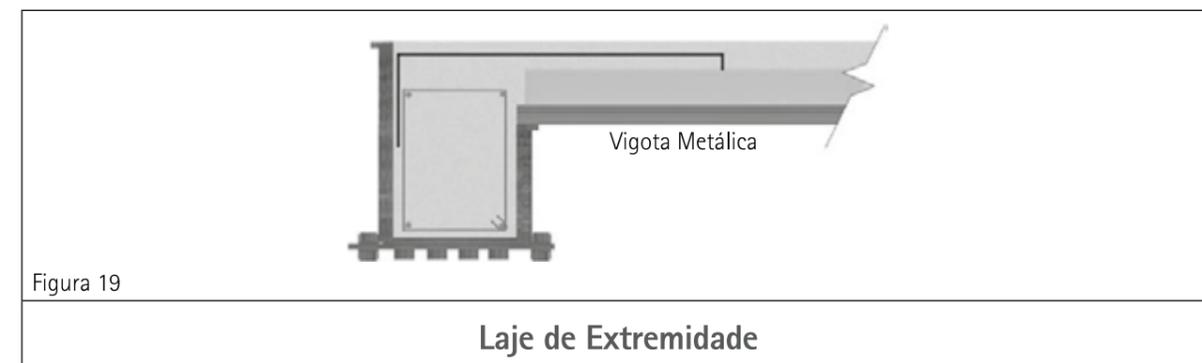


Figura 19

Laje de Extremidade

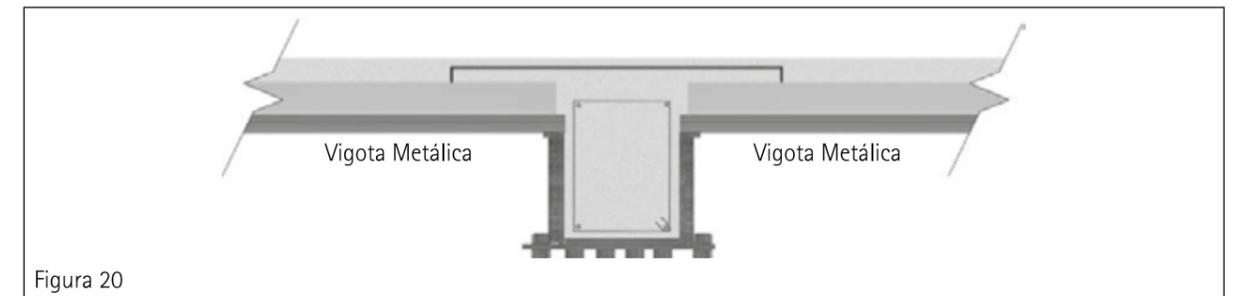


Figura 20

Laje Contínua

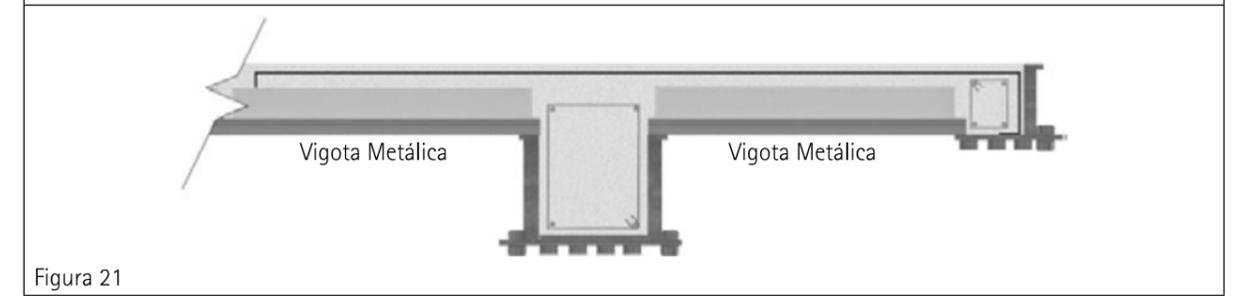


Figura 21

Laje com Balanço

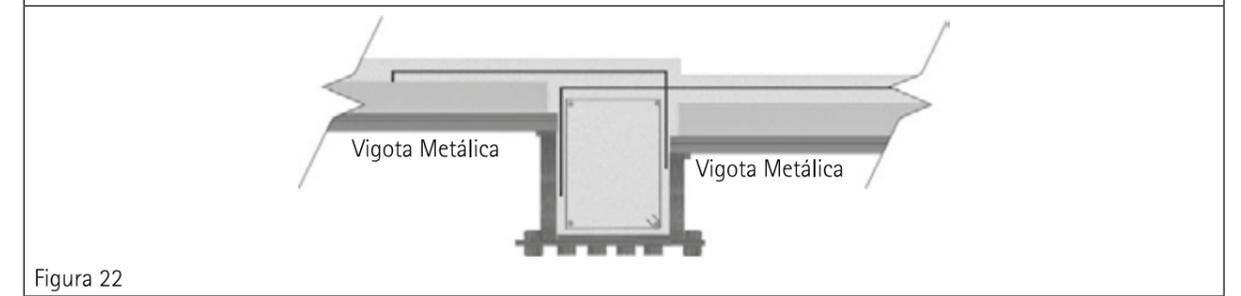


Figura 22

Laje Contínua com Rebaixo

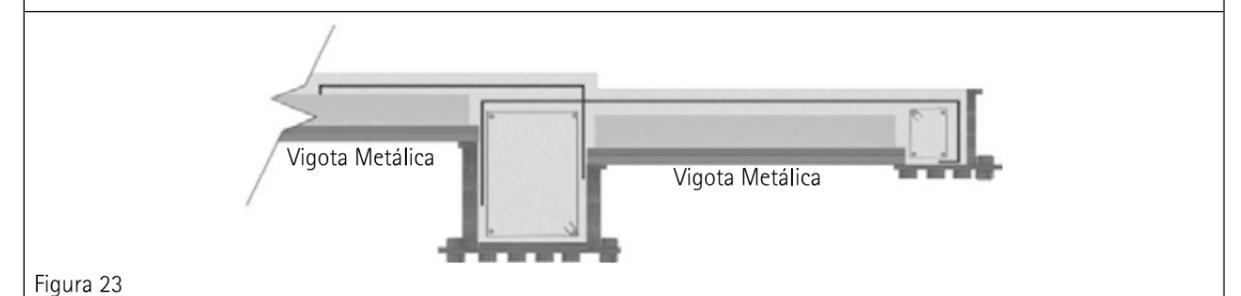
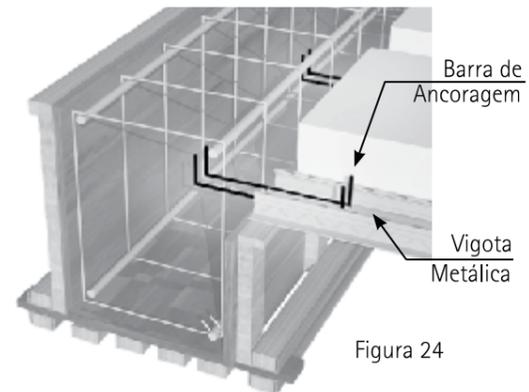


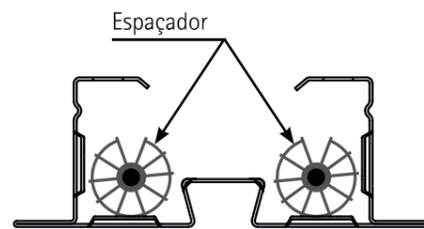
Figura 23

Laje em Balanço com Rebaixo

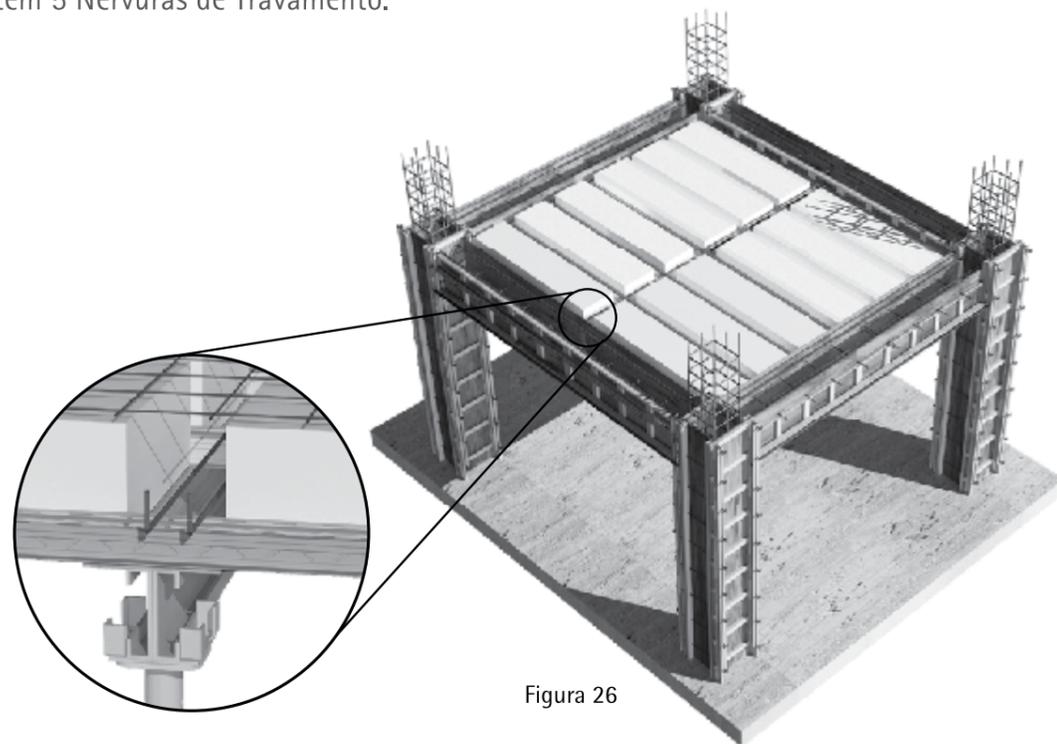
No caso de interferência com armaduras (estribos, armadura de pele, etc), é possível utilizar barras de ancoragem, com seu dimensionamento segundo item 18.3.2.4 da ABNT, NBR 6118:2003.



Armadura positiva complementar: podem ser utilizadas em conjunto com as vigotas metálicas e, sempre que se julgar necessário, aumentar a resistência do sistema. Também devem ser utilizadas para atender aos requisitos mínimos de situações de incêndio.



Armadura das nervuras de travamento: devem ser utilizadas conforme especificações da tabela do item 5 Nervuras de Travamento.



6º Concretagem

O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final. Cuidados especiais devem ser tomados para não haver a concentração de material.



CERTO



ERRADO



A movimentação de pessoas e equipamentos deverá ser feita sempre sobre tábuas ou madeirites.



CERTO



Figura 29

Após o lançamento, o concreto deve ser vibrado, preenchendo todos os cantos. Evite a vibração das armaduras e das vigotas metálicas, com cuidados especiais para não deixar vazio na região inferior das vigotas metálicas. Por isso, recomenda-se aplicar o vibrador de forma sequencial e não aleatória.



CERTO

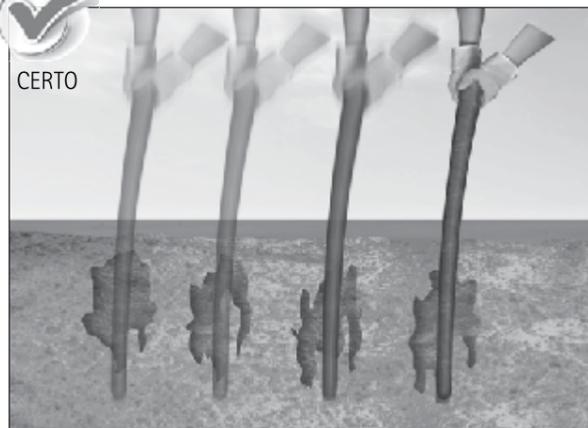


Figura 30



ERRADO

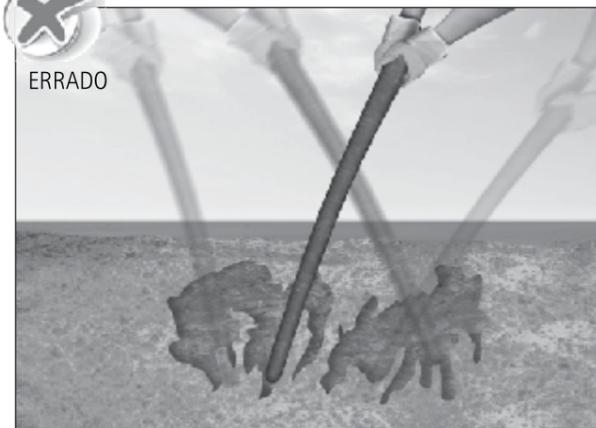


Figura 31

7º Processo de cura

O concreto deve ser protegido contra a ação das intempéries, tais como: vento, baixa umidade relativa do ar e temperaturas elevadas. Recomenda-se que, por um período de no mínimo sete dias, a superfície da laje seja irrigada periodicamente, e se possível coberta com mantas umedecidas ou lonas que evitem a exposição da superfície aos raios solares.



Figura 32



Figura 33

8º Retirada dos escoramentos

A retirada das escoras deve ser feita somente após 28 dias da data da concretagem ou especificação do responsável técnico da obra. A sua retirada deverá sempre ser feita inicialmente no meio e dirigindo-se para as extremidades, exceto no caso de lajes em balanço, onde a retirada se inicia na extremidade livre seguindo em direção ao engaste.



Figura 34

9º Revestimento

A aplicação do chapisco é requerida como ponte de aderência para as argamassas de revestimento, permitindo a sua aplicação na forma rolada, espatulada ou lançada. Aguardar o tempo de cura requerido para então iniciar a aplicação do emboço ou gesso corrido. Recomenda-se que o chapisco seja produzido com aditivo específico que aumente a sua aderência.



Figura 35



Figura 36



Figura 37

TUPER S.A.

Avenida Prefeito Ornith Bollmann, 1441 • Bairro Brasília
CEP 89288-900 • São Bento do Sul • SC • Brasil
Tel.: +55 47 3631 5000
lajes@tuper.com.br