

Lajes

Molde ideal

Soluções convencionais dividem mercado com novas tecnologias de fôrmas para lajes. Saiba como escolher o produto mais adequado para cada obra

Gisele C. Cichinelli

Edição 183 - Dezembro/2011

O ciclo de concretagem das lajes é fundamental na definição do cronograma e também um dos principais itens do orçamento de uma obra. Problemas corriqueiros como a ocorrência de chuvas e atrasos no fornecimento de concreto e aço sempre foram riscos calculados pelas empresas nessa etapa. Nos últimos anos, no entanto, a fuga da mão de obra dos canteiros e os prazos de entrega cada vez mais exíguos também têm pressionado as construtoras a redobrar os cuidados na hora de escolher o sistema ideal de fôrmas e escoramentos. Além de ótima relação custo-benefício para cada obra, as soluções também devem, preferencialmente, privilegiar a alta velocidade de execução.

No atual cenário, os sistemas convencionais ainda dominam o mercado. Mas, aos poucos, o uso de tecnologias mais produtivas e com equipamentos de fôrma e escoramento para lajes que demandam uso de máquinas - como guias e guindastes -, em detrimento à mão de obra, vêm ganhando força nos canteiros, com destaque para os sistemas de fôrmas do tipo mesas voadoras e os painéis com cabeçais descendentes, também conhecidos como sistema steel deck ou drop-head (*veja o quadro*).

Apesar da disponibilidade desses sistemas no mercado nacional, a adesão a essas tecnologias ainda impõe às construtoras a necessidade de quebrarem paradigmas e encarar mudanças profundas nos seus processos construtivos. O sistema de mesas voadoras, por exemplo, é indicado para estruturas de concreto específicas e seu emprego



Qualidade, produtividade e custos são fatores decisivos para a escolha do sistema de fôrma ideal para cada tipo de laje

depende de uma integração afinada entre o calculista estrutural, a construtora que vai executar a estrutura e o fornecedor do sistema de escoramento. "Há mudanças em relação ao processo normalmente utilizado atualmente no Brasil, sobretudo no que diz respeito ao escoramento remanescente e à necessidade de guias (no caso das mesas voadoras) durante o processo de concretagem dos pilares. O engajamento de todos os envolvidos, desde a gerência da obra, passando pelos engenheiros, mestres e encarregados é fundamental para que a adesão aos sistemas inovadores seja bem-sucedida", observa Fernando Rodrigues Santos, diretor da Associação Brasileira de Empresas de Fôrmas e Escoramentos (Abrasfe).

Na Brookfield Incorporações, o emprego de novas tecnologias tem sido estudado, sobretudo, para os empreendimentos do chamado segmento econômico, onde a padronização é maior.

"Bons projetos e sistemas de escoramentos mais leves e fáceis para manusear ainda são os principais focos do nosso investimento", conta Agnaldo Holanda da Costa, diretor de obras da empresa, lembrando que as fôrmas de madeira e as cubetas para confecção de lajes nervuradas ainda são muito usadas na maioria dos empreendimentos de médio e alto padrão da empresa.

Critérios de escolha

Ao optar por um sistema, é importante avaliar a qualidade de execução e produtividade que as fôrmas oferecem. Portanto, atente para os seguintes itens:

Leveza - avalie a relação peso/m² da fôrma. Quanto mais leve, mais fácil e rápido será o transporte horizontal e vertical de maiores áreas de fôrma (seja manual ou com máquinas ou guias) e também a montagem, desmontagem, carga e descarga da fôrma.

Facilidade de montagem, colocação e desenforma - o ideal é haver menores quantidades de tirantes, grampos de fixação, arremates em madeira e vigas alinhadoras.

Sistema autoalinhável - observe essa característica, que resultará em melhor qualidade no alinhamento das paredes, vigas e pilares, diminuirá a incidência de escoras de prumo e reduzirá a demanda por mão de obra.

Concepção do sistema de fôrmas - deve oferecer maior praticidade nas ligações dos painéis e acessórios da fôrma com qualidade na precisão e tolerância nos fechamentos, qualidade da superfície de contato e adaptabilidade aos sistemas convencionais de fôrmas.

Flexibilidade geométrica - o ideal é que o sistema apresente variedade e diversidade na dimensão dos painéis, permitindo maior flexibilidade para execução de fôrmas retas, circulares e angulares.

Adaptabilidade - o sistema de fôrma escolhido deve ser adaptável a diferentes estruturas da obra, como baldrames, blocos, radiers, pilares, vigas, paredes e lajes.

Resistência mecânica e segurança - observe se as fôrmas possuem desempenho satisfatório, fundamental para absorver as pressões do concreto e para garantir maior quantidade de reutilizações.

Fonte: José Luiz Ary, sócio-diretor da Consultary Consultoria de Projetos e Obras.

Fôrma versus fôrma

Comparar sistemas de fôrmas para lajes é uma tarefa que envolve muitas variáveis. "Isso porque as obras são muito diferentes e a comparação pode não ser completamente correta", faz questão de salientar Fernando Rodrigues dos Santos, diretor da Abrasfe. Um sistema inovador como a mesa voadora, por exemplo, deve ser usado em condições de lajes mais planas e com o uso de gruas, não sendo a solução ideal para obras com estruturas com mais vigas, para citar um exemplo.

Sistema	Sistema tradicional com madeira para laje plana ou nervurada	Sistema de laje plana com sistemas tipo Steel Deck	Sistema de laje nervurada com sistemas industrializados	Mesa voadora
Montagem de escoramento	3 dias	2 dias	2 dias	1 dia *
Arremates das fôrmas	1 dia	1 dia	1 dia	1 dia
Armação das lajes	2 dias	2 dias	2 dias	2 dias
Concretagem e tempo de início de desenforma	2 dias	2 dias	2 dias	2 dias
Desenforma, recuperando a fôrma	7 dias	1 dia	1 dia	1 dia **
Ciclo total entre concretagens	15 dias	8 dias	8 dias	7 dias

* Ciclo dentro do pavimento-tipo, sendo que o primeiro uso deve ser previsto com um prazo um pouco maior.

** Suscetível a variações, devendo-se levar em conta as seguintes condições: existência de laje protendida e número de jogos de escoramentos a ser usado.

Fonte: Fernando Rodrigues dos Santos, diretor da Abrasfe.

Atenção ao projeto

De acordo com Nilton Nazar, diretor da Hold Engenharia, empresa especializada em projetos de fôrmas, a especificação do melhor sistema está intrinsecamente atrelada ao prazo de execução da estrutura e deve ser pautada a partir da definição do partido estrutural do concreto, independentemente do tipo de fôrma. Detalhes como a existência ou ausência de vigas nas lajes e de lajes planas ou semiplanas, distância entre os pilares, dimensão do pé-direito e tipo de execução da laje (se armada ou protendida) são aspectos fundamentais do projeto estrutural que devem ser considerados na hora da decisão, sob pena de prejudicar a qualidade e a produtividade de cada solução.

"Para cada tipo de solução estrutural, seguramente haverá uma melhor adaptabilidade a um dos sistemas de fôrmas, que atenderá às exigências daquela obra específica", ressalta José Luiz Ary, sócio-diretor da Consultary Consultoria de Projetos e Obras. O engenheiro ainda lembra que o custo da fôrma representa cerca de 25% do custo global da estrutura e, por isso, a adoção de um projeto estrutural que possibilite a um sistema de fôrmas obter máxima produtividade, qualidade e economia deveria ser prioridade para as construtoras. "Mas, na prática, o que acontece é que mais de 90% das construtoras normalmente não opinam nem induzem a obtenção de um projeto estrutural conveniente, capaz de maximizar as características positivas dos sistemas de fôrmas", conta.

Além de um bom projeto estrutural em mãos, é imprescindível também contar com um projeto de fôrmas e escoramentos eficiente, já que esses elementos têm de resistir a grandes esforços de concretagens dentro dos limites de deformação normatizados. Nesse

documento, devem constar os carregamentos e pressões atuantes, bem como as deformações decorrentes, os detalhamentos de montagem e desmontagem e também os detalhes construtivos complementares que privilegiem a estanqueidade das fôrmas e o suporte de cargas para o escoramento residual. "Além de maior qualidade na superfície final, esses cuidados também ajudam a reduzir os desperdícios de tempo, de materiais e de mão de obra envolvidos na execução de lajes", completa Ary.

Sistemas simultâneos

Apesar da evolução do mercado, o uso de diferentes sistemas ditos convencionais em uma mesma obra ainda é uma alternativa comum para as construtoras. A Racional Engenharia, por exemplo, está utilizando um mix de três soluções (fôrmas prontas em chapas de compensado, fôrmas cilíndricas de papelão para diâmetro de pilar de até 1 m e fôrmas de painéis metálicos modulares) para a execução das lajes de um edifício corporativo. A escolha dos sistemas de fôrmas observou a configuração estrutural (blocos, pilares, vigas e lajes e lajes planas), as dimensões dos elementos, custo e velocidade de execução desejada. "Estamos sempre estudando novas opções, mas buscamos escolher aquele sistema que apresenta a melhor relação entre custo e benefício para o projeto", conta Mauro Martin Júnior, da Racional Engenharia.

De acordo com o engenheiro, as chamadas fôrmas convencionais em chapas de compensados ainda se mostram uma solução bastante interessante, sobretudo em obras com muitas mudanças na configuração estrutural de um pavimento para outro (como transições, trechos com pé-direito duplo e balanços, por exemplo), já que podem ser ajustadas, reformadas e reaproveitadas. Os painéis metálicos modulares, segundo ele, apresentam boa estabilidade, são rápidos para montar e possuem acessórios padronizados e pensados para obter o maior desempenho do conjunto como um todo. "Por outro lado, as vantagens da modularidade também se tornam sua desvantagem, pois nos casos em que as dimensões dos elementos estruturais não 'casam' com a modulação dos painéis de fôrma, há a necessidade de adaptações com complementos, geralmente em madeira. E são esses pontos que podem falhar mais facilmente, pois dependem da qualidade da mão de obra executora e da fiscalização da obra", observa.

Já os tubos de papelão, usados como fôrmas de pilares, apresentam a facilidade de execução e bom acabamento. "Mas a desvantagem é o cuidado maior com sua estocagem e montagem, pois os tubos podem ser facilmente danificados por ações mecânicas ou umidade excessiva", completa Martin Júnior, lembrando que, nos dois últimos casos (fôrma metálica e tubo de papelão para pilar) é possível ganhar em agilidade, prazo e acabamento em relação aos sistemas convencionais em chapas de compensado. "Contanto que se tenha mão de obra treinada, qualificada e, principalmente, consciente e engajada em relação ao nível de qualidade do produto", faz questão de ressaltar.

Sistemas de fôrmas

Hospital das Américas

O sistema steel deck foi escolhido pela Fator Engenharia para executar as quatro lajes planas do Bloco C do Hospital das Américas, localizado na Barra da Tijuca (RJ). De acordo com o engenheiro de produção Milton Pannaim, o fator produtividade foi fundamental na configuração da solução. "A solução oferece facilidade na etapa de desenforma, agilizando as etapas de concretagem da laje. Porém, deve ser prevista no projeto, pois em estruturas com muitos vigamentos perde-se muito tempo na execução dos arremates", conta.



Fôrmas modulares

O sistema steel deck é composto de painéis modulares estruturados em alumínio e revestidos com chapa compensada plastificada e é indicado para a execução de lajes lisas e com pouca incidência de vigas. Os painéis são sustentados por escoras com cabeças especiais drop-head, mecanismo que permite a desenforma da laje, sem a necessidade de retirar a escora, agilizando o ciclo de concretagem. Ideal para obras residenciais e comerciais, pode ser adaptado a quaisquer geometrias e permite a sua conjugação com os sistemas convencionais, garantindo produtividade de 0,25 Hh/m² a 0,30 Hh/m². Por outro lado, vale prestar atenção especial ao arremate entre as lajes e as vigas e pilares, etapa que normalmente é de difícil confecção.



Produtividade turbinada

O sistema de mesas voadoras é indicado para obras com cronograma curto ou de concepção estrutural com muitas repetições (verticais ou horizontais), grandes lajes planas - que podem ser maciças, nervuradas ou, preferencialmente, protendidas - e ainda sem interferências de vigas internas e de vigas de borda. Apresenta escoramento pré-montado, permitindo formar mesas totalmente prontas para execução da armação. Uma das maiores vantagens da solução é a economia de mão de obra nas operações, já que dispensa as etapas de desmontagem e montagem do escoramento a cada concretagem. O conjunto é içado por grua e posicionado no nível superior da laje (no caso de repetição vertical) ou deslizado para frente (no caso de repetição horizontal), garantindo produtividade de 0,15 Hh/m² a 0,35 Hh/m². Além da exigência de guias com capacidades de carga que devem ser estudadas caso a caso, outro limitante da solução é a



necessidade de condições propícias para o voo das mesas em todas as direções da obra. Ressalta-se que, em algumas obras, o voo das mesas sobre avenidas ou residências vizinhas é proibido.

Desenforma ágil

Sistema de escoramento e apoio de cubetas (fôrmas plásticas que configuram o formato das nervuras da laje nervurada) que possibilita a desenforma mantendo a laje escorada. É composto por guias metálicas para apoio das cubetas e cabeçais (do tipo drop-head) na cabeça das escoras, possibilitando desenformas mais rápidas sem necessidade de removê-las. Também proporciona vantagens como o travamento das cubetas - impedindo que se movimentem no decorrer da montagem das armações, aumentando a segurança -, elimina a utilização de madeira para apoio das fôrmas e ainda possibilita a reutilização das cubas, guias e escoramentos. Como solução estrutural, permite economia de concreto e aço, possibilitando vãos entre pilares maiores. A produtividade estimada é de de 0,5 Hh/m².



Lajes convencionais

Um dos sistemas mais tradicionais, as fôrmas de compensado de madeira, quando bem dimensionadas, são ótima opção para estruturas de concreto também convencionais, com estrutura composta por lajes finas e vigas de pequenas dimensões apoiadas em pilares. O seu cimbramento pode ser feito com vigas metálicas ou também com madeira industrializada, com boa relação entre custo e benefício, na opinião de especialistas. Também apresenta como vantagens a quantidade razoável de fornecedores disponíveis no mercado e o conhecimento da mão de obra sobre o sistema, o que pode interferir positivamente na produtividade, que pode chegar até 0,45 Hh/m². Vale ressaltar, no entanto, que a qualidade da execução só será garantida com o engajamento dos executores. O ponto negativo é a baixa produtividade de montagem e desmontagem em relação a sistemas de escoramento mais modernos.



Fontes: Nilton Nazar, da Hold Engenharia, e Avelino Garzoni, Horaldo Miller e Fernando Rodrigues dos Santos, da Abrasfe.

P&T

Mesas voadoras

Sistema de escoramento para lajes e vigas de borda, as mesas voadoras da Peri prometem aumentar a produtividade em obra. Podem ser encontradas em quatro medidas standard - 2,40 m, 3,60 m, 4,80 m e 6 m. Também oferece uma variedade de acessórios para o transporte horizontal e vertical.

Peri

(11) 4158-8188

www.peribrasil.com.br



Lajes mistas

A nova estrutura para lajes mistas nervurada da Tuper é fabricada com aço estrutural galvanizado de alto desempenho. Como benefício, a empresa promete a redução considerável do consumo de aço da laje (armaduras positivas).

Tuper

(47) 3631-5100

www.tupersc.com.br



Lajes nervuradas

As fôrmas Atex podem ser encontradas em 92 medidas diferentes, possibilitando, segundo o fabricante, que o projeto estrutural seja elaborado para obter o menor consumo de concreto e aço.

Atex Brasil

0800-979-3611

www.atex.com.br



Mesas com escoras

As mesas voadoras com escoras e com escoras basculantes permitem a saída do conjunto por cima de parapeitos e também a integração de plataformas e vigas de borda no sistema, oferecendo melhor relação custo-benefício para o cliente.

Doka

(11) 2088-5777

www.doka.com.br



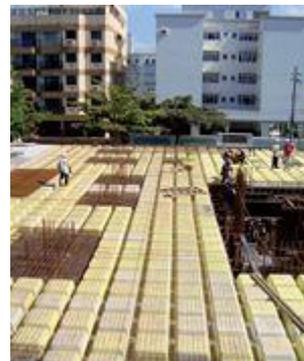
Fôrma recuperável

O sistema completo para execução de lajes nervuradas da Ulma oferece cubetas, escoramento e escoramento residual unidos em um só equipamento. A agilidade da desenforma das cubetas permite que se realizem ciclos rápidos, otimizando o reaproveitamento das fôrmas em outras áreas e reduzindo os custos de sua obra.

Ulma Construcción

(11) 3883-1300

www.ulma-c.com.br



Deck light

Composto de painéis modulares estruturados em alumínio e revestidos com chapa compensada plastificada, o Sistema Mills Deck Light é sustentado por escoras com cabeças especiais que permitem a desenforma dos painéis mantendo a laje escorada, viabilizando ciclos de concretagem mais rápidos.

Mills

(11) 3787-4177

www.mills.com.br



Escoramento de alumínio

O sistema de escoramento Alutop, da Rohr, é composto por vigas principais e secundárias de alumínio, montadas sobre cabeçal de rápido descimbramento (drophead) apoiados em escoras. Permite a execução de panos planos de laje com o uso de placas de compensado ou panos de lajes nervuradas com o uso de cubetas plásticas com leveza e alta produtividade.

Rohr

(11) 2185-1333

www.rohr.com.br



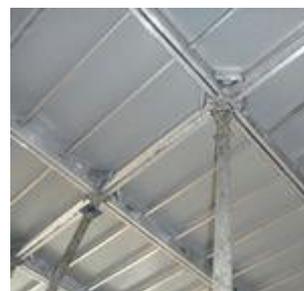
Painéis reforçados

O sistema Topec SH Premium tem painéis reforçados e forrados com chapa termoplástica que proporcionam, segundo a fabricante, maior durabilidade do painel e garantem a qualidade do acabamento do concreto.

SH Fôrmas

0800-282-2125

www.sh.com.br



Cubetas de polipropileno

O Jirautex, da Andaimes Jirau, é um sistema para execução de lajes nervuradas que permite a reutilização das cubetas de polipropileno. Também acelera o ciclo de desenforma das lajes e agiliza a montagem da estrutura metálica para utilização das cubetas, eliminando o uso de sarrafos ou compensados de madeira.

Andaimes Jirau

(11) 5068-3756

www.andaimesjirau.com.br



Maciça ou nervurada

A Impacto Protensão fornece um sistema modulado de fôrmas para estruturas de concreto armado e protendido. É composto por cimbramentos metálicos e pelos moldes plásticos Plasterit, painéis plásticos modulares de 61 cm x 61 cm que substituem o compensado de madeira na execução de lajes maciças e como assoalho de apoio de cubetas de lajes nervuradas.

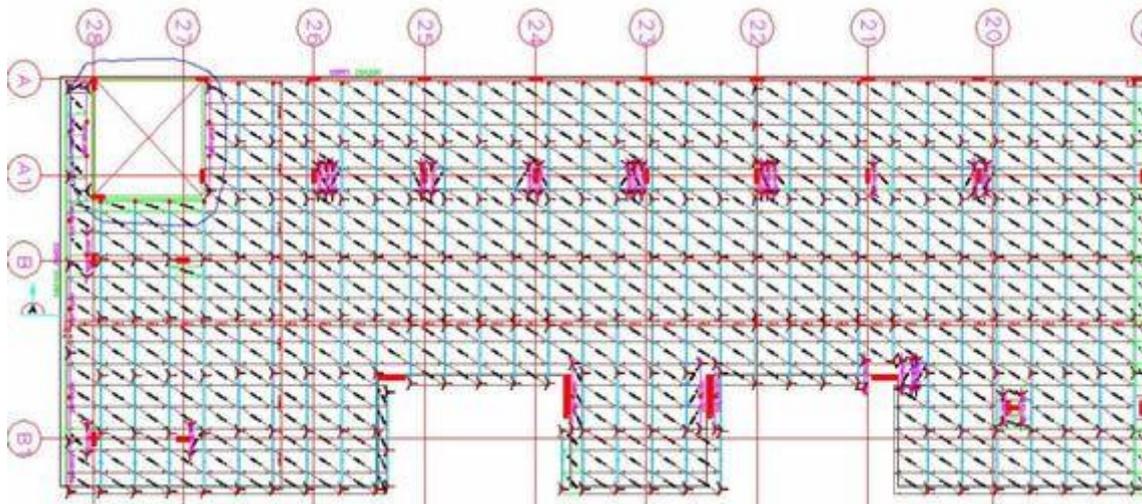
Impacto Protensão

(85) 3273-7676

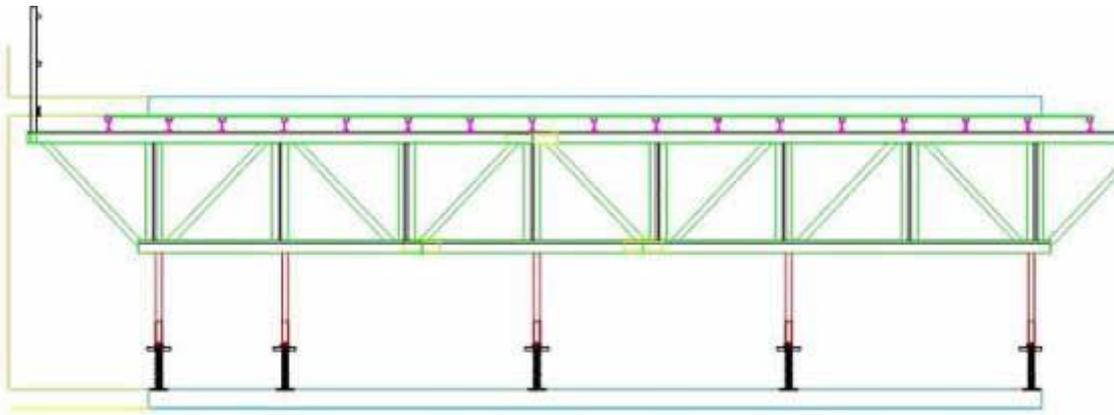
www.impactoprotensao.com.br



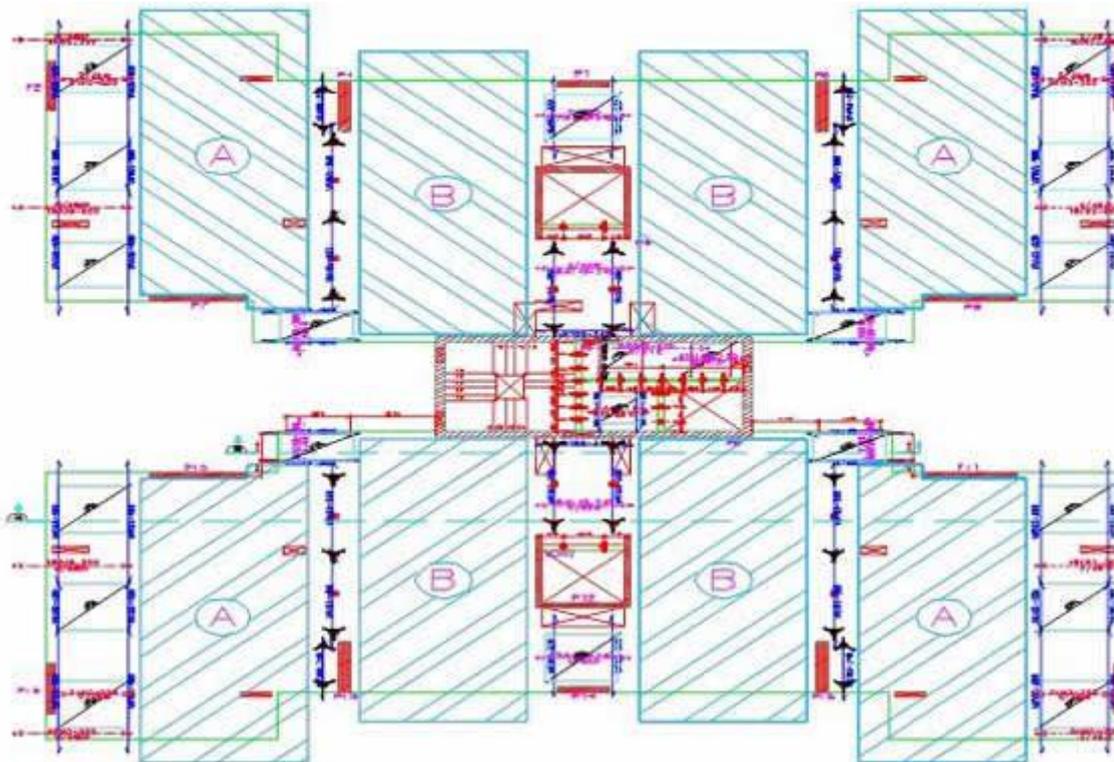
Confira desenhos de projetos de mesas voadoras



Planta de locação de mesas voadoras



Corte de projeto de fôrmas tipo mesa voadora



Planta de projeto de fôrmas tipo mesa voadora