

ser delimitados pelas vigas e pilares da estrutura e orientados segundo o caminho geral da concretagem.

Posicionamento das caixas de passagem e gabaritos

As caixas de passagem devem ser posicionadas com o auxílio de uma planta de furação, a qual deve possuir um sistema de cotas acumuladas partindo sempre dos mesmos eixos.

A posição dos gabaritos deve ser determinada através dos rebaixos indicados no projeto de formas, mostrados no detalhamento do projeto executivo do piso. Para tal, deve ser elaborado um projeto específico, contendo as cotas necessárias à sua locação na forma.

Definição da posição dos caminhos de concretagem

Este item é exclusivo para a opção de sistema de transporte constituído por elevador de obra e jericas, e compreende a definição dos caminhos necessários para a movimentação horizontal sobre a forma, levando em consideração: o comprimento dos panos e seu sentido de concretagem; a posição das referências de nível; a necessidade de relocação e retirada dos caminhos, prevendo-se a sequência de concretagem de todos os panos.

Transporte do concreto

Durante o transporte do concreto deve-se ter cuidado para manter a mistura inicial. O caminho a ser percorrido pelo concreto do local de amassamento, em que foi homogeneizado, até o local de lançamento junto às formas, deverá ser feito por meios que garantam a integridade da sua mistura, evitando segregação, isto é, a separação dos elementos constituintes do concreto.

O transporte de concreto pode ser feito por bombeamento, grua ou gerica.

Por bombeamento

Quando transportado por meio de bombas, o concreto deve ser dosado especialmente para esta finalidade. Caso contrário, o bombeamento será difícil ou impossível, comprometendo a concretagem e podendo causar acidentes pelo grande esforço realizado pela bomba (empuxo). Portanto, antes do início do bombeamento, o mestre deve verificar com a concreteira se a tubulação foi lubrificada com nata ou argamassa de cimento, se as juntas foram travadas e se existem dispositivos de segurança para impedir desconexão quando a tubulação estiver sob pressão. Assim, um concreto bombeável deverá apresentar um traço adequado e ser compatível com a resistência requerida.

Por grua

A grua é um equipamento de transporte vertical que vem ganhando espaço nos canteiros.

A utilização da grua requer do mestre alguns cuidados:

- verificar se a caçamba em que será depositada o concreto foi molhada para que não haja perda de água necessária à hidratação do cimento. Verificar, também, se a caçamba possui dispositivos de segurança que impeçam sua abertura acidental durante o transporte;
- verificar se a área de movimentação, carga e descarga da caçamba foi sinalizada e isolada para que nenhum trabalhador corra risco de acidente;
- verificar se não há obstáculo para qualquer posição de giro da ponta da lança.

Por gerica

A gerica é um carrinho de mão tradicional aperfeiçoado, usado especialmente para o transporte do concreto.

Assim como nas caçambas, a gerica deve ser molhada antes do transporte do concreto para evitar perda da água necessária à hidratação do cimento. Após o seu uso, lave a gerica, eliminando restos de concreto.

A gerica permite transporte no sentido horizontal. Para transporte vertical, deve-se utilizar o elevador de materiais (guincho). Nesse caso, não é permitido o transporte simultâneo do funcionário com a gerica no interior da cabine. A gerica deve ir sozinha.

Lançamento do concreto

O concreto é lançado no interior da fôrma. O mestre deve ficar atento para que o tempo decorrido entre o instante em que a água de amassamento entra em contato com o cimento e o final da concretagem não ultrapasse a 2 horas e 30min. Contudo, esse tempo poderá ser aumentado com a utilização de aditivos retardadores de pega. Nesse caso, deverão ser seguidas, rigorosamente, as recomendações do fabricante.

Muitos dos defeitos que aparecem nas estruturas decorrem da maneira inadequada de colocar o concreto nas fôrmas.

O lançamento do concreto de altura elevada pode separar a argamassa do agregado graúdo, provocando segregação. As bicheiras e os ninhos, presentes após a desforma, têm como uma das causas o lançamento inadequado do concreto. Portanto, é importante seguir os procedimentos corretos de concretagem para evitar retrabalho e, o que é mais grave, o comprometimento da estabilidade do elemento estrutural. Se a altura de lançamento for grande, um funil que alimente um tubo vertical pode evitar a segregação.

Para evitar a segregação, podem-se utilizar:

- Calha ou bica – o concreto desliza em uma canaleta de madeira revestida com chapa de alumínio;
- Funil – o concreto é colocado no interior da fôrma de modo a evitar a segregação do material.

Veja algumas recomendações quanto ao lançamento em elementos estruturais.

Pilares

Os pilares, por sua altura, merecem cuidados especiais.

Verifique se a altura de lançamento é superior a dois metros. Se for, é recomendável a utilização de funil ou calha para que o concreto não caia em queda livre, provocando segregação. A segregação acontece porque os agregados graúdos se descolam da mistura, atingindo a parte inferior do pilar antes dos demais constituintes. O mestre já deve ter observado que muitos pilares apresentam ninhos ou somente brita junto ao pé do pilar. Por isso, recomenda-se, antes do lançamento, executar uma argamassa no pé do pilar com o mesmo traço da utilizada na dosagem do concreto com, aproximadamente, 5cm de espessura.

Em pilares muito altos, podem-se abrir janelas intermediárias na forma do pilar a fim de que a altura de lançamento do concreto fique limitada a dois metros.

Para obter um bom adensamento, lance camadas de concreto de, no máximo, 40cm de altura.

Lajes

O lançamento de concreto em lajes deve ser iniciado no ponto mais distante da fonte de lançamento, de maneira que a concretagem termine na região das escadas ou na posição do elevador de materiais.

Não se deve lançar grande quantidade de concreto em um único ponto para evitar sobrecarga nas fôrmas. Ao arrastar o concreto, podemos segregá-lo.

Na utilização de concreto bombeável, deve-se verificar se a pressão com que o concreto estará sendo lançado na fôrma não irá danificá-lo.

O mestre deverá ficar atento ao posicionamento das armaduras, pois o movimento dos trabalhadores poderá deslocá-las, principalmente as armaduras negativas. Devem-se, antecipadamente, dispor plataformas de madeira sobre as armaduras para que sirvam de caminho para os trabalhadores e equipamentos. Isso evita trânsito direto sobre a armadura. A execução dessas plataformas de madeira é muito importante para evitar acidentes, principalmente nas periferias da laje, onde uma queda pode ser fatal.

Vigas

Deve-se lançar o concreto em camadas, tendo-se cuidado com o seu adensamento para não deslocar as ferragens nos pilares e lajes.

Adensamento

Assim que o concreto for colocado nas fôrmas, deve-se iniciar o processo de adensamento de modo a torná-lo o mais compacto possível, a partir da expulsão do ar aprisionado em seu interior.

Para adensamento do concreto, são muito utilizados os vibradores.

Vibradores de imersão

Os vibradores de imersão são equipamentos utilizados no adensamento do concreto e compõem-se das seguintes partes: acoplamento, mangueira operacional, eixo flexível e tubo vibratório.

Os vibradores são fabricados com diversos diâmetros para atender a todas as necessidades do adensamento do concreto. Os diâmetros normalmente encontrados são: 25, 35, 45 e 60mm.

Veja na tabela a seguir as principais aplicações dos vibradores de imersão.

Tabela 3.3. Tabela ilustrativa para uso de vibradores de imersão

Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Distância entre penetrações (mm)	Frequência (vibrações por minuto)	Aplicação
25	340	200	12000	Usado para adensamento de peças esbeltas e locais de difícil acesso.
35	380	400	12000	Usado para adensamento de paredes esbeltas, pilares, vigas, estacas pré-moldadas e ao longo das juntas de concretagem das lajes.
45	440	500	12000	Usado para adensamento de elementos de modo geral: paredes, pilares, vigas, estacas.
60	600	600	11000	Usado para adensamento de elementos de modo geral: paredes, pilares, vigas, estacas.

Os vibradores são acionados por motores elétricos, a gasolina ou a diesel, e dispõem de flange de acoplamento tipo "baioneta", chave elétrica e alça de transporte.

Para obter o máximo de desempenho do equipamento e um adensamento correto do concreto, alguns cuidados devem ser observados:

- aplicar a vibração no maior número possível de pontos;
- introduzir e retirar o vibrador lentamente, a fim de que a cavidade deixada pela agulha se feche lentamente;
- aplicar a agulha em distâncias iguais a uma vez e meia o raio de ação;

- as camadas devem ter, no máximo, 50cm de espessura e altura menor que o comprimento da agulha. Deve-se penetrar, pelo menos, 10cm na camada anterior;
- manter a distância das fôrmas em, pelo menos, 15cm;
- não vibrar em excesso. A vibração deve terminar quando a superfície se apresentar brilhante;
- não vibrar a armadura, pois, nesse caso, ela se descola do concreto, em consequência do surgimento de vazios ao redor do aço;

Réguas vibratórias

É um equipamento constituído por uma placa de aço e uma viga (régua) que vibra em contato com a superfície do concreto, produzindo seu adensamento.

A régua serve para adensar grandes áreas de lajes delgadas com baixa densidade de armadura. Possui comprimento de 3m. Podem-se utilizar régua duplas, com comprimento de 6m.

Vibrador de fôrma

É um tipo de vibrador que trabalha acoplado à fôrma. Transmite sua vibração às fôrmas que a propagam ao concreto, adensando-o.

O vibrador deve ser fixado nas fôrmas numa altura aproximada de 30cm abaixo da superfície do concreto a ser vibrado. Utiliza-se um vibrador a cada dois metros.

Os vibradores de fôrmas são usados nos casos em que não se pode usar vibrador de imersão, pela alta densidade das armaduras posicionadas no elemento estrutural.

Para utilizar esse vibrador, o concreto deve ser lançado em camadas máximas de 10cm. Acima desse limite, torna-se difícil a liberação de ar da mistura de concreto, comprometendo o adensamento.

Nesse processo, o mestre deve ficar atento à execução de reforços nas fôrmas, para que elas não sejam deslocadas durante a vibração, principalmente se forem de madeira.

É comum, em obras, os trabalhadores baterem fortemente nas fôrmas para adensar o concreto. O mestre não pode permitir esse procedimento porque a fôrma pode se deslocar de sua posição inicial, comprometendo a estabilidade do