

PISO DE CONCRETO

O piso de concreto é uma das mais importantes estruturas de uma obra visto sua grande utilização e visibilidade.

Temos diversas utilizações para piso de concreto, destacando-se:

- Indústrias
- Depósitos / Armazéns
- Pátios de carga e descarga
- Estradas
- Aeroportos
- Estacionamentos
- Quadras esportivas
- Postos de gasolina, etc

O piso de uma indústria é o local que merece uma atenção toda especial dentro do seu projeto e execução.

Por ser um local de trânsito intenso e sujeito a ataques de agentes agressivos, solicita um trabalho de qualidade em todas as etapas da obra (dosagem, aplicação, cura, juntas,...).

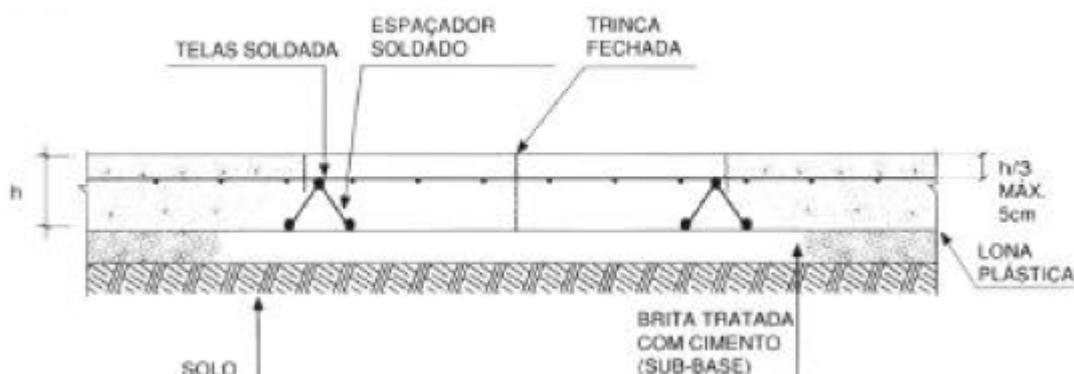
O concreto deve ter características de manter a consistência durante a aplicação, ter baixa permeabilidade, elevada resistência à abrasão, baixos níveis de fissuração e um tempo de pega conveniente.

Tais características proporcionam uma menor exsudação, melhor acabamento e maior durabilidade para os pisos.

PISO DE CONCRETO ARMADO (usualmente mais usados)

Pisos armados são estruturas constituídas por placas de concreto, armadura em telas soldadas posicionada a 1/3 da face superior, por juntas com barras de transferência, por uma sub-base normalmente de brita tratada com cimento e um solo de apoio.

Segundo as empresas fornecedoras de aço / tela soldada, o piso armado apresenta grandes vantagens técnicas e econômicas sobre os tradicionais em concreto simples ou asfáltico.

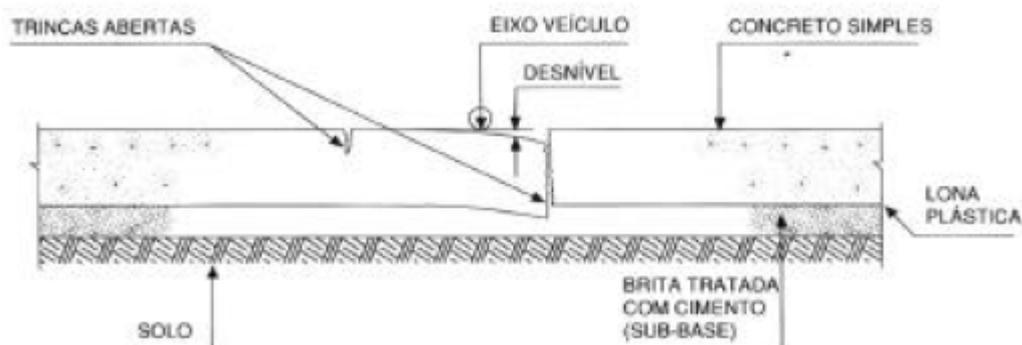


Principais benefícios do uso de pavimentos armados segundo as empresas fornecedoras de aço / tela soldada:

- .. Controle de fissuramento
- .. Placas com comprimento de até 30 metros
- .. Reduzido número de juntas
- .. Maior planicidade
- .. Maior segurança
- .. Grande durabilidade
- .. Facilidade de rolamento
- .. Pouca manutenção
- .. Menor espessura
- .. Menor custo global
- .. Menor distância de frenagem

Algumas dificuldades habitualmente encontradas nos pisos não armados segundo as empresas fornecedoras de aço / tela soldada:

- .. Fissuramento sem controle
- .. Placas de no máximo 5 metros
- .. Grande número de juntas
- .. Pouca durabilidade
- .. Dificuldade de rolamento
- .. Constante manutenção
- .. Espessura 20% maior



PISO DE CONCRETO NÃO ARMADO (Nova Tecnologia)

Para a obra da PRYSMIAN utilizamos uma nova tecnologia de piso de concreto Não Armado desenvolvida e patenteada pela empresa Scientific Pavement World Systems Ltda de Portugal, chamada “Laje-Fundação” ou “Concreto Semi-Contínuo”.

Com o desenvolvimento de estudos na área da mecânica de solos, o que permitiu melhorar o comportamento das fundações, desenvolveram-se também tecnologias na área da mecânica dos materiais, nomeadamente visando otimizar o comportamento e a constituição dos pavimentos.

H. M. Westergaard, em 1926, criou as bases de cálculo actualmente ainda utilizadas no dimensionamento das lajes de betão, aperfeiçoadas posteriormente por Bradbury (1938) e Pickett (1946), entre outros.

O desenvolvimento da engenharia geotécnica e da geotecnia, nomeadamente na melhoria dos estudos dos solos de fundação, também trouxeram benefícios à construção de estradas.

No entanto, a melhoria do terreno é economicamente inviável em muitos casos, como por exemplo garantir a estabilização do solo natural que apresente movimentos ao longo do tempo.

Também os processos construtivos evoluíram rapidamente no início do século XX, no sentido de se reduzirem os problemas devidos aos recalques diferenciais essencialmente nos pavimentos de concreto.

Os primeiros sistemas de que há registro de transmissão de cargas entre lajes contíguas em pavimentos de concreto datam dos anos 30.

No entanto, as técnicas de construção usadas durante décadas para garantir a continuidade das lajes, com juntas macho-fêmea, barras de transferência de cargas ou mesmo armaduras contínuas, nunca conseguiram impedir a fracturação das lajes devidas às tensões de retração, a recalques e a empolamentos do terreno natural.

Adicionalmente, a impermeabilização deficiente das juntas permite a infiltração de água com conseqüente contaminação dos solos e lavagem dos inertes finos da base, levando ao descalçamento das lajes.

No fim do século XX, nos anos 70, William Moot desenvolveu e patenteou um sistema de juntas que solucionava o problema dos recalques diferenciais.

Este sistema transfere a armadura do meio da junta para a base desta e transforma as barras de armação em chapas de apoio ancoradas apenas numa das lajes. Adicionalmente é aplicado um filme de polietileno sob a laje de forma a reduzir o seu atrito sobre a base.

Estas chapas transmitem, efetivamente, as tensões provocadas pelas cargas para as lajes contíguas, permitindo em simultâneo o movimento de translação (segundo perpendicular ao eixo da junta) e de rotação vertical; o filme de polietileno reduz significativamente o atrito da laje sobre a fundação. Assim tornou-se possível fazer lajes capazes de acompanhar pequenos recalques do terreno.

Esta junta foi aperfeiçoada e patenteada nos anos 90, tendo-lhe sido introduzido o “indutor de junta”, que consiste numa peça em chapa de aço galvanizado em forma de W montada sobre as placas no eixo da junta.

Este indutor permite localizar com exactidão a junta de retração, e simultaneamente garantir a impermeabilidade da mesma e impedir os fenómenos de “pumping”.

Não obstante todos estes desenvolvimentos, faltava, ainda, garantir a existência de uma fundação homogénea que permitisse o apoio contínuo do pavimento e com uma longevidade pelo menos idêntica à estimada no projecto para o pavimento de concreto.

Após diversos estudos e obras realizadas desde 1978 até ao presente, concluiu-se que o EPS (poliestireno expandido) se apresenta como o único material economicamente viável que mantém um comportamento neutro, durável e sem alterações significativas do seu comportamento mecânico, sendo ainda fácil e rápido de aplicar.

O EPS, colocado em forma de blocos directamente sobre o solo natural, substitui de forma muito mais eficaz as camadas de estabilização que correspondem à base e sub-base construídas nos pavimentos tradicionais.

Observação: Nesta técnica não é obrigatória a utilização de EPS para apoio do pavimento, podendo ser executado directamente sobre o solo compactado / lona)

Esta nova técnica da Laje-Fundação, patente SPWS, permite:

- Transmitir efetivamente as tensões de uma laje para as lajes contíguas.
- Obter um pavimento contínuo que acompanha os movimentos diferenciais do terreno.
- Aumentar o espaçamento entre juntas.
- Reduzir a largura das juntas.
- Impedir a infiltração de água e/ou contaminantes para a base, evitando os fenómenos de “pumping”.
- Obter excelentes rendimentos na fase de execução, relativamente aos sistemas tradicionais (armaduras contínuas ou barras de transferência, etc).
- Reduzir muito significativamente as tensões na fase de retração plástica do concreto, pois reduz o atrito com a base.

Apresentação da Técnica

Os pavimentos utilizados na construção de estradas são basicamente de 2 tipos: Rígidos e Flexíveis.

Pavimentos Rígidos - São constituídos por lajes em concreto hidráulico, munidas de juntas especiais ou armaduras contínuas.

Pavimentos Flexíveis - Representam estruturas diversificadas de terras soltas, constituídas por camadas estabilizadas mecanicamente ou por recurso a ligantes, em regra betuminosos.

Descrição

Pavimentos Rígidos Convencionais

São pavimentos normalmente constituídos por uma sub-base de solos seleccionados com 0,30m, uma base estabilizada com cimento à razão de 100 kg/m³ de 0,15 a 0,20 m e uma laje resistente de concreto com 4,5 MPa de resistência à flexão, com 0,25 a 0,30m de espessura, com ou sem armadura.

Dadas as extraordinárias vantagens sobre o ponto de vista energético e a teórica ausência de conservação constante dos pavimentos de concreto, assistiu-se a uma utilização generalizada destes pavimentos em substituição dos pavimentos flexíveis, sobretudo nos países europeus e na América do Norte (Estados Unidos e Canadá).

No entanto, a falta de garantia da sua boa construção tem criado dificuldades técnicas e económicas nunca totalmente resolvidas, nomeadamente a limitação do recalque no eixo das juntas, que excedendo uma tolerância máxima de 5 mm provoca um esforço de flexão/tração levando à ruptura do pavimento, bem como as tensões horizontais (retração/dilatação/contração) que criam fissuração nas lajes logo na fase de retração plástica do concreto.

No que diz respeito ao rendimento de execução, é semelhante ao dos pavimentos flexíveis.

Pavimentos Flexíveis

São pavimentos geralmente constituídos por uma sub-base granular de 0,30 a 0,40m, uma base em tout-venant (brita) compactado de 0,20 a 0,30m, uma camada de mistura betuminosa densa com a espessura de 0,16m e uma camada de desgaste de betuminoso com a espessura de 0,08m.

Estes pavimentos, dada a falta de coesão das camadas que os constituem (sub-base e base), são extremamente flexíveis e deformam-se sob a ação de cargas devidas ao tráfego, criando depressões de área reduzida com flechas relativamente importantes e provocam deformações permanentes nas camadas superficiais dos solos e a conseqüente destruição do pavimento.

A duração destes pavimentos, atendendo às características expostas, pode variar de 6 meses a 4 anos, entrando no fim deste período em conservação permanente.

No que diz respeito ao rendimento é semelhante ao dos pavimentos rígidos tradicionais.

Diferenças Constitutivas entre os Pavimentos Tradicionais em concreto e em Laje-Fundação

Pavimentos Rígidos Tradicionais

São pavimentos em concreto hidráulico munidos de apoios rígidos no eixo das juntas longitudinais e transversais.

Estes apoios nas juntas são formados essencialmente por barras de transferência de carga ou junta macho/fêmea, e armaduras contínuas.

A função destes tipos de junta consiste na transmissão de cargas entre lajes e garantir a inexistência de recalques diferenciais entre elas.

Decorridos cem anos de experiência, pode afirmar-se que as soluções técnicas tradicionais não cumpriram eficazmente esse objectivo, gerando conservações dispendiosas e ineficazes.

Pavimentos em Laje-Fundação

São pavimentos constituídos por uma base formada por blocos de EPS colocados diretamente sobre o terreno, e uma laje de concreto resistente, com um valor de 4,5 MPa de resistência à flexão/tração. Os elementos de transmissão de carga nas juntas entre lajes formam apoios rígido com rótula, permitindo a rotação no sentido vertical.

A base em EPS mantém todas as suas características ao longo do tempo, garantindo uma base durável durante toda a vida de projecto do pavimento. Simultaneamente, o atrito reduzido com a laje de concreto permite que os movimentos devidos a dilatação, contração ou retração plástica não intrudam esforços no concreto evitando assim a fissuração.

Observação: Nesta técnica não é obrigatória a utilização de EPS para apoio do pavimento, podendo ser executado diretamente sobre o solo compactado / lona)

O apoio rígido com rótula, executado em chapa e vergalhão de aço, permite a transmissão de tensões entre lajes contíguas, assegurando a continuidade estrutural do pavimento. As lajes ficam assim libertas dos momentos fletores e funcionam essencialmente à compressão.

O indutor de junta, executado em chapa de aço zincado, assegura a localização exata da junta, e em simultâneo impede a infiltração de líquidos para a base. Os fenómenos de “pumping” são assim eliminados.

O sistema laje-fundação, cuja patente foi registada em 2009, resolveu definitivamente todas as questões associadas com a instabilidade dos solos naturais, bem como a fissuração por retração ou por recalque das fundações naturais, segunda a SPWS.

Esta patente trouxe ainda várias vantagens técnicas das quais a SPWS salienta a criação da junta sem intervenção mecânica e, simultaneamente, o isolamento da mesma evitando os fenómenos de “pumping” (libertação de finos da fundação para a superfície através das juntas das lajes, criando um vazio por baixo das mesmas devido à erosão interna das fundações).

Outra grande inovação desta tecnologia é que permite o recurso a equipamento ligeiro (régua vibradora) na construção do pavimento, o que pode ser determinante em casos de estradas regionais.

Exemplo de diferenças de custos de construção

- Diferença entre Pavimento Flexível / Pavimento Rígido convencional = 15 %
- Diferença entre Pavimento Laje-Fundação / Pavimento Flexível = 19 %
- Diferença entre Pavimento em Betão Rígido convencional / Pavimento Laje-Fundação = 5 %

(Os valores são apenas indicativos e podem variar de região para região - estudo feito em Portugal pela SPWS).

A vida de projeto pode ser superior a 40 anos.

Poupança na conservação

- Pavimento Laje-Fundação em relação ao pavimento flexível: 300% a 40 anos
- Pavimento Laje-Fundação em relação ao pavimento rígido convencional: 100% a 40 anos

As técnicas patenteadas pela SPWS destinam-se a:

- Estradas e Rodovias
- Arruamentos
- Estacionamentos
- Armazéns
- Superfícies Industriais
- Portos
- Aeroportos
- Caminhos de Ferro e TGV

Metodologia Executiva

DESCRIÇÃO DO SISTEMA

- Apresentação do processo:

O pavimento, em “Concreto Semi-Contínuo”, consiste na colocação em obra de lajes em concreto, modeladas “in situ” e ligadas entre si por charneiras, as “Placas de Transferência de Carga”

Este dispositivo mecânico assegura o nivelamento de ambos os lados das juntas, com uma transferência efetiva das cargas entre elas e garantindo a sua continuidade.

· Princípio de funcionamento:

As “Placas de Transferência de Carga” contribuem por um lado, para a colocação em obras de juntas de retração ou de dilatação e, por outro lado, evitam o assentamento diferencial ao longo das arestas das juntas. As placas, colocadas em quincôncio de um lado e do outro do eixo das futuras juntas do pavimento, asseguram a transferência efetiva de um mínimo de 20% da carga de uma laje sobre a outra.

· Elementos constituintes:

- Complexo de escorregamento (filme de polietileno)

O “complexo de escorregamento” permite baixar o coeficiente de atrito sobre o solo até 0,15, reduzindo significativamente as tensões de retração na laje. A utilização do “complexo de escorregamento” que se coloca sob a laje permite reduzir o atrito lajes/solo de fundação quando se dá a retração hidráulica e térmica do concreto.

Assegura assim uma forte diminuição das fissuras de retração da laje.

O “complexo de escorregamento” é constituído por um filme de polietileno de 0,05 mm.

- Placas de transferência

Todas as juntas de retração do pavimento serão munidas de um dispositivo anti-assentamento diferencial, realizado por meio de “Placas de Transferência de Carga”.

Trata-se de elementos em aço, pré-fabricados em fábrica e tratados contra a corrosão e contra a aderência para permitir a retração plástica do concreto sobre metade da placa.

As “Placas de Transferência de Carga” são essencialmente constituídas por um alicerce retangular cujas dimensões são de 20 x 40 cm e de 5 mm de espessura.

Cada placa apresenta numa metade da sua face superior elementos de ancoragem ou vergalhões de espera que permitem fixar as placas a uma laje, permitindo o movimento horizontal e angular da laje contígua.

- Indutor de junta

O indutor de junta é um componente em forma de W que é montado sobre as placas de transferência de cargas, e asseguram a localização precisa da junta de retração bem como o perfeito alinhamento das placas, evitando ainda a infiltração de água pela junta.

PROCESSO CONSTRUTIVO

Capacidade portante do solo

A verificação da capacidade portante efetua-se por ensaios de placa de 0,75 m de diâmetro, sobre as diferentes camadas da fundação por forma a atingir o módulo de Westergaard (K) definido em projeto. Estes ensaios devem ser efetuados de acordo com o planeamento de obra definido em conjunto com o Dono de Obra e com a fiscalização.

Face aos valores obtidos, se as características do solo não forem satisfatórias face às cargas a tomar em consideração, será necessário obrigatoriamente encarar a construção, sob o pavimento, de uma camada de fundação.

Essa camada de fundação poderá ser realizada de 3 diferentes:

1ª - Uma camada de material granular compactado;

2ª - Uma camada de material estabilizado;

3ª - Uma camada de material granular compactado terminada na superfície por uma camada de material estabilizado (por exemplo, areia estabilizada com 6% de cimento, ou concreto magro com 100 Kg de cimento por m³).

Regularização da superfície

Os erros de nivelamento da superfície das camadas de fundação não devem ultrapassar os 2 cm numa régua de 3m.

O traçado do perfil longitudinal das camadas de fundação será garantido em obra por instrumentos topográficos de precisão e devem respeitar as cotas de projeto por forma a garantir a cota final da laje de acabamento.

Preparação

Colocação do complexo de escorregamento (filme de polietileno)

A fundação deverá ser limpa de todos os detritos antes da colocação do complexo de escorregamento. Não poderão existir pontos de ancoragem e deverá ser assegurada a drenagem de água de acordo com o projeto base.

Um filme de polietileno de 0,05 mm de espessura é desenrolado diretamente sobre a fundação estabilizada. As bandas de polietileno terão uma sobreposição de 10 cm entre elas.

Colocação das placas de transferência de carga

Todas as juntas transversais do pavimento serão munidas de um dispositivo anti-assentamento diferencial realizado por meio de “Placas de Transferência de Carga”. As placas são colocadas em quincôncio e alinhadas no local exato das juntas de tal forma que as ancoragens se distribuam alternadamente à esquerda e à direita do eixo da futura junta.

As juntas de construção serão sempre munidas de “ Placas de Transferência de Cargas”.

Colocação do indutor de junta

Após a colocação das placas de transferência de cargas, serão montados os indutores de junta no alinhamento pretendido para a junta de retração.

Formas

Só poderão ser admitidas Formas laterais tanto para espalhamento da camada de base em concreto pobre, como para acabamento da laje final em situações em que a utilização da espalhadora mecânica de concreto (slipform-paver) não seja viável. A preparação da caixa, a colocação, alinhamento, e nivelamento das Formas, devem preceder a colocação do concreto de forma a garantir uma execução contínua.

As Formas são ancoradas solidamente à fundação de maneira a garantir que não existem deformações durante o nivelamento do concreto. O nível das Formas é determinado pelas cotas do projeto. A tolerância no plano horizontal será de 0,7 cm no comprimento numa régua de 3 m.

As faces das Formas em contacto com o concreto são obrigatoriamente lisas e embebidas num produto desformante adequado.

As Formas serão ensaiadas com a régua vibradora antes da colocação do concreto, por forma a garantir a inexistência de deslocamentos laterais superiores a 5 cm em cada 3 m.

Se alguma deficiência for constatada, as Formas serão desmontadas e montadas novamente.

Lançamento do concreto

Estudo de composição

O concreto deverá ter uma resistência à flexo-tracção superior a 4,5 Mpa, usualmente com menos de 320kg de cimento por m³ de concreto e adição de sílica-ativa (adequada para cada projeto)

Lançamento do concreto

A zona de lançamento do concreto é constituída por uma única banda. Essa banda é uma sucessão de lajes separadas por juntas transversais de retração, dilatação ou construção. Essa banda é limitada lateralmente por uma junta longitudinal.

As características das lajes são as seguintes:

- Espessura nominal: 0,25 m (conforme projeto)
- Inclinação transversal (sempre que não seja definido outro em projeto): 2%

O concreto será aplicado por descarga direta, espalhado por espalhadora mecânica (slipform paver). Em caso algum serão admitidas recargas superficiais.

Acabamento superficial

O acabamento superficial será feito manualmente com réguas apropriadas (highway straight edge).

Juntas

As juntas deverão ser abertas na fase inicial da cura do concreto com equipamento adequado (cortador de concreto a fresco). Serão abertas na vertical do vértice do indutor de junta e terão uma profundidade mínima de 2 cm.

As juntas de construção são estabelecidas ao fim de cada produção diária, ou em caso de interrupção da aplicação do concreto.

A face da junta deverá ser plana e perpendicular à superfície.

Logo que se recomece a concretagem, esta será efetuada concreto contra concreto, devendo a face da laje anterior ser banhada com um produto anti-aderente para permitir uma separação efetiva da nova laje.

As juntas longitudinais serão consideradas na terceira faixa de rodagem e serão executadas automaticamente pela forma deslizante da espalhadora (slipform paver).

Proteção e cura

A cura será feita por molhagem superficial. Durante 7 dias após a colocação do concreto, a superfície deverá ser mantida úmida em permanência.

Em alternativa poderá ser utilizado produto de cura adequado (tipo Antisol). O produto de cura será utilizado de acordo com as preconizações do fabricante.

Condições atmosféricas

A concretagem não será autorizada em caso de chuva forte.

O concreto fresco terá que ser protegido contra a chuva.

Liberação ao serviço

A circulação não é autorizada sobre o revestimento antes de 28 dias após a concretagem.

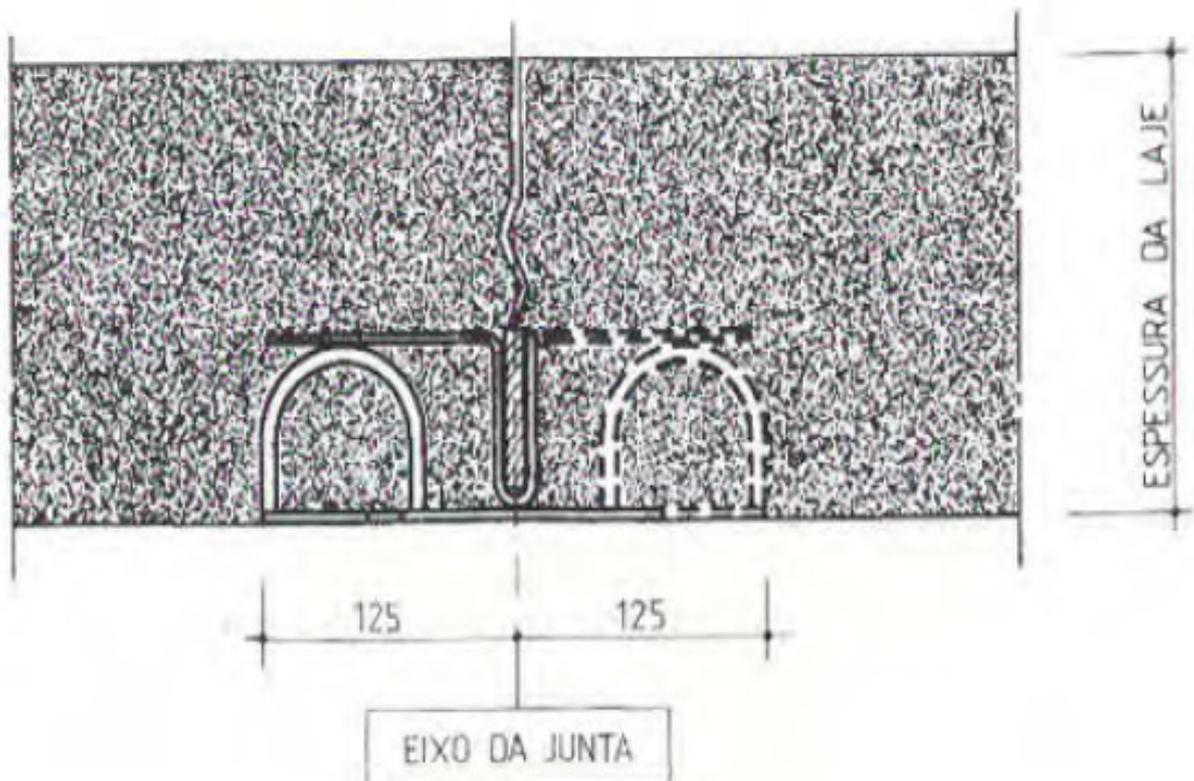
A abertura ao tráfego só se fará em função dos resultados dos ensaios do concreto.

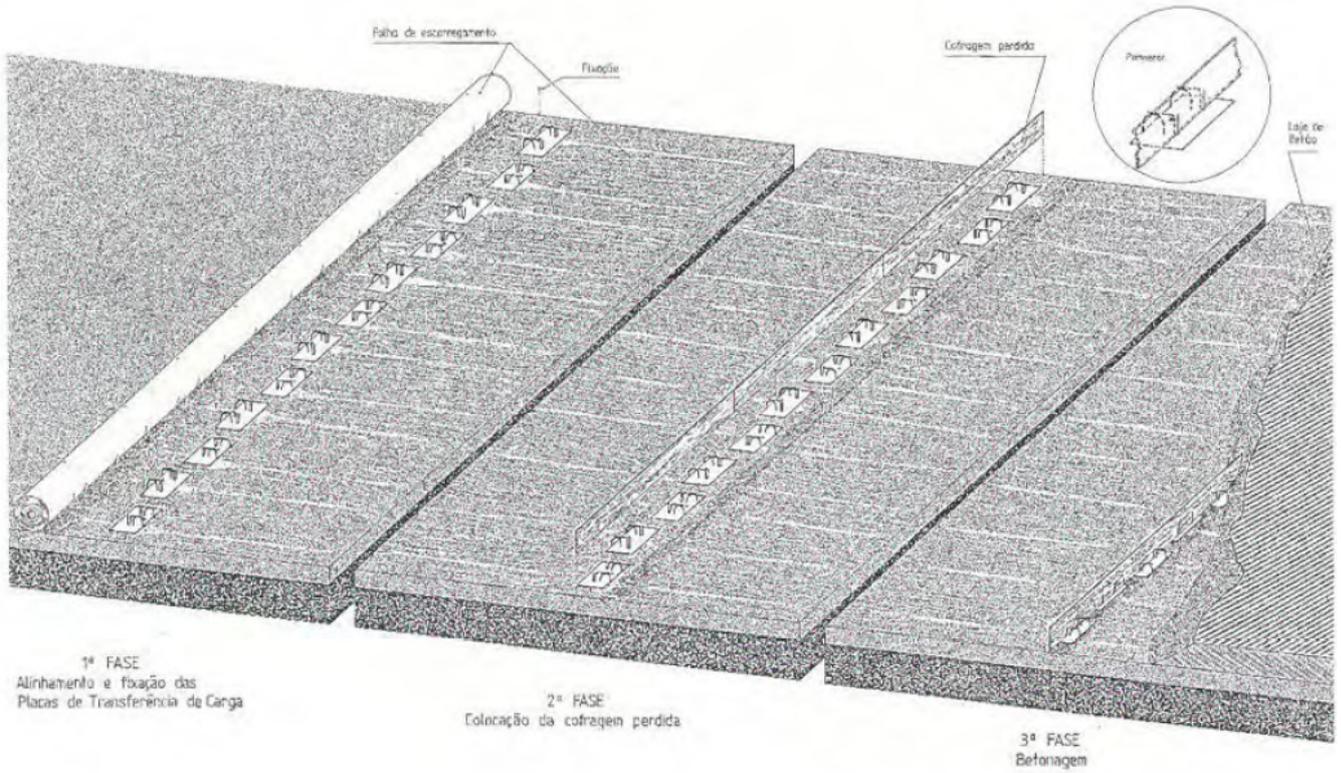
Nos cruzamentos, entradas particulares, e sempre que o empreiteiro tiver que assegurar a passagem aos usuários, este deverá tomar medidas para evitar a degradação da superfície ou causar danos à qualidade das lajes.

Vantagens que a obra PRYSMIAN verificou no sistema “Laje-Fundação” ou “Concreto Semi-Contínuo”.

- Não necessidade de armação em um período que o prazo de fornecimento de aço, principalmente tela soldada está muito longo;
- Grande velocidade na execução do sistema, necessitando apenas que o solo esteja nivelado e compactado conforme especificação de projeto;
- Custo relativamente menor comparado com a solução de Piso de Concreto Armado para a mesma carga.

VISTA EM CORTE DA LAJE





Fotos e Plantas do Piso de Concreto - Obra Prysmian



