

Abertura e Selagem de Juntas

1 - ABERTURA DE JUNTAS

1.1 - Introdução

O concreto simples do pavimento está sujeito ao aparecimento de fissuras transversais e longitudinais. As fissuras transversais ocorrem devido à retração volumétrica do concreto, principalmente à retração hidráulica ou por secagem, durante a passagem do estado fresco (estado plástico) para o estado endurecido. A retração térmica também é uma causa da fissuração transversal. Outros tipos de retração nem tanto, como a retração autógena e por carbonatação.

As fissuras longitudinais são causadas pela variação de temperatura (causando empenamento térmico), que também provoca algumas fissuras transversais adicionais no pavimento, e à variação de umidade (causando o empenamento higroscópico).

Portanto, para impedir a fissuração do concreto, é preciso dotar o pavimento de juntas transversais e longitudinais, fazendo com que as fissuras, caso ocorram, apareçam sob a junta, não afetando a estética nem o desempenho e a durabilidade do pavimento. Como constituem pontos fracos do pavimento, exigem precauções e precisão tanto no estabelecimento em projeto de seu tipo e localização, quanto quando da sua execução.

1.2 - Práticas recomendadas para abertura de juntas

1.2.1 – Juntas transversais de retração

Preferencialmente **serradas** no concreto semi-endurecido, com serra de disco diamantado, devendo ser retilíneas em toda a sua extensão, abrangendo toda a largura do pavimento e perpendiculares ao eixo longitudinal deste, exceto em situações particulares indicadas no projeto. Para o corte das juntas, verificar:

Para o corte das juntas, verificar:

■ O plano de corte diariamente

É boa prática executar uma placa-teste na lateral da pista, para definir o tempo exato de início de corte, que pode variar normalmente de 6 h a 12 h, dependendo dos materiais e das condições ambientais. A seqüência dos cortes transversais deverá ser de tal forma que reduza progressivamente a área concretada, aliviando, assim, as tensões decorrentes das variações volumétricas.

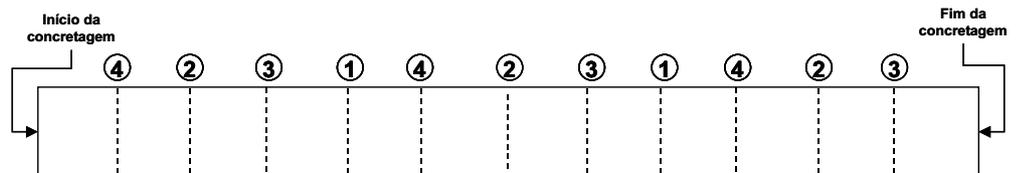


Figura 1 - Plano de corte de juntas transversais - seqüência de corte

■ A locação das seções onde serão executadas as juntas

Pode ser feita por medidas topográficas, determinando-se as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas laterais da pista. É também usual marcar as posições sobre as fôrmas estacionárias, caso o equipamento pavimentador as exija, ou diretamente sobre a sub-base.

No caso de fôrmas deslizantes, a locação pode ainda ser feita por medições sucessivas, cuidando-se para que ela coincida exatamente com a posição das barras de transferência, caso haja.

■ A serragem das juntas no concreto semi-endurecido

Antes que se inicie efetivamente o processo de fissuração hidráulica. Evitar que o corte se dê com o concreto ainda **verde**, causando esborcinamento da junta e soltura de partículas do agregado graúdo, o que prejudicará o acabamento e a durabilidade da junta. Já o corte atrasado pode provocar a ocorrência de fissura por retração hidráulica.

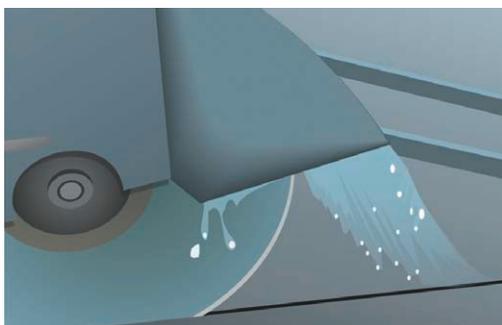


Figura 2 - Corte de junta transversal com serra de disco diamantado. Nota-se a haste-guia da serra



Figura 3 - Corte de junta transversal com serra de disco diamantado. Não se observa a haste-guia, o que dificulta a ação do operador

■ A profundidade de corte das juntas com gabarito metálico em toda a sua extensão

O corte transversal deverá ter profundidade pelo menos igual a 1/4 da espessura da placa, passando a 1/3 em *whitetopping*. Profundidade de corte insuficiente também possibilita o aparecimento de fissura por retração hidráulica.

■ A conformação do reservatório do selante

O primeiro corte é executado com 3 mm de largura. O segundo corte, para conformação do reservatório do selante, é executado com largura máxima de 6 mm e profundidade tal que, após a colocação do corpo de apoio, o reservatório fique com profundidade útil máxima de 12 mm. O fator de forma máximo do reservatório (relação profundidade/largura) é igual a 2, para o bom desempenho da futura selagem. Também pode-se executar a junta com um único corte, com dois discos de 3 mm acoplados, ou mesmo com um só disco de 5 mm, em toda a profundidade da junta, evitando-se o risco de danificar a junta por má operação da serra durante o 2º corte.

■ A limpeza das juntas

Feita com ferramentas com pontas em cinzel, capazes de penetrar na ranhura das juntas, e jateamento de ar comprimido.

1.2.2 – Juntas longitudinais

As **juntas longitudinais de seção enfraquecida**, com ou sem barras de ligação, serradas no concreto semi-endurecido, ocorrem quando a pavimentadora é capaz de executar, no mínimo, duas faixas de placas por vez. A profundidade de corte passa a ser 1/3 da espessura da placa, tanto para pavimento de concreto simples tradicional como para *whitetopping*.



Figura 4 - Corte de junta longitudinal para delimitar a faixa de segurança



Figura 5 - Corte de junta longitudinal delimitadora das faixas de tráfego (posterior ao das juntas transversais)



Figura 6 - Disco diamantado para corte de juntas

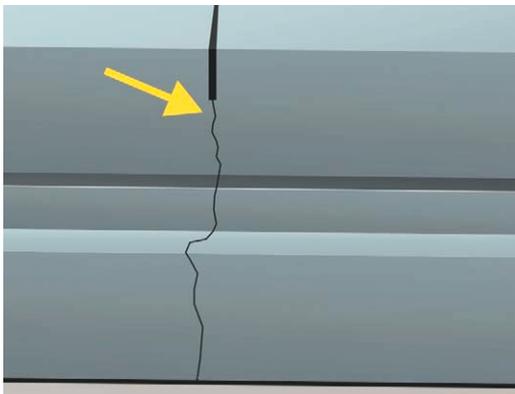


Figura 7 - Junta transversal de retração serrada. Nota-se a fissura induzida



Figura 8 - Equipamento de apoio para iluminação, no caso de programação noturna para corte de juntas

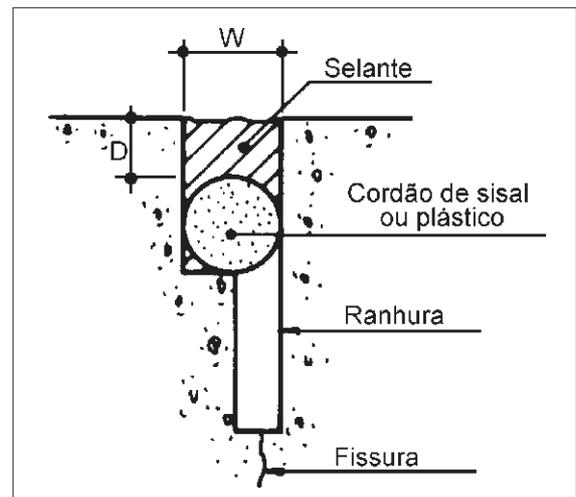
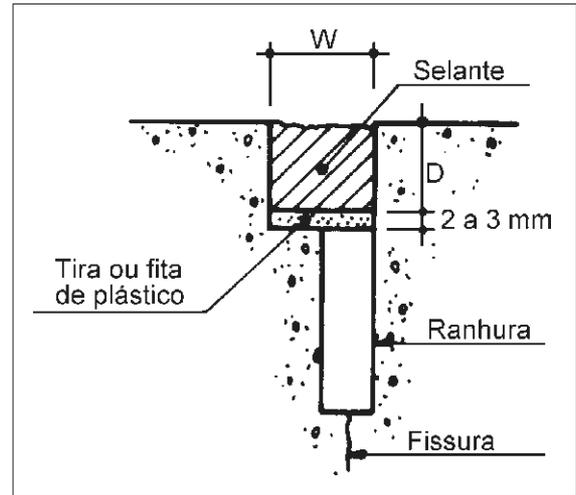


Figura 9 - Utilização de tira ou fita de plástico

Figura 9a - Utilização de cordão de sisal ou plástico

Detalhes de reservatórios de selante, configurados por meio de um segundo corte da serra de disco. Notam-se dois tipos de material para corpo-de-apoio

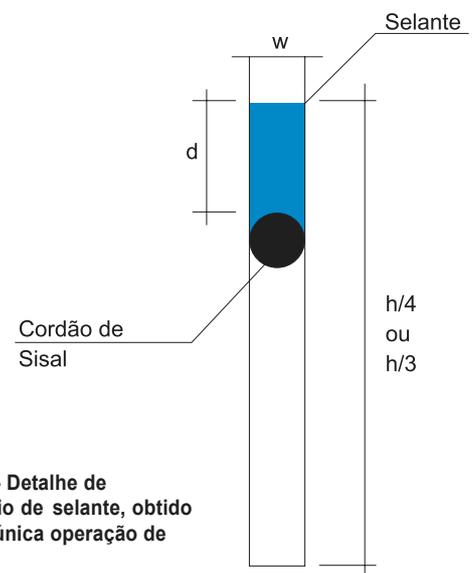


Figura 10 - Detalhe de reservatório de selante, obtido com uma única operação de serragem

O corte das juntas longitudinais é posterior ao das transversais, tendo em vista que a ação dos elementos causadores de fissura longitudinal é mais lenta do que a dos causadores de fissura transversal.

Caso haja programação para corte de juntas no período noturno, verificar se foram tomadas providências no sentido de se ter disponibilidade de material e equipamento de apoio para iluminação noturna, devendo ser testados previamente os geradores e todo o sistema de iluminação.

As **juntas longitudinais de construção, de encaixe (macho-fêmea) ou de topo (junta seca)**, receberão corte somente para conformação do reservatório do selante. O reservatório nessas juntas também poderá ser conformado artesanalmente no concreto fresco por meio do bico de colher de pedreiro ou outro gabarito apropriado, desde que esta operação seja feita com os devidos cuidados por pedreiro habilidoso.

Ressalta-se que a junta longitudinal de topo (junta seca) é admitida somente em pavimentos de pouca importância ou sob condições muito favoráveis de solicitação de tráfego, fundação e ambiência. Ela requer uma fôrma longitudinal de face interna retilínea e lisa; nas fôrmas deslizantes, elas mesmas já deixam a seção vertical desejada.

Durante a execução das juntas longitudinais, devem ser feitas as mesmas verificações referentes às juntas transversais quanto à correta locação, à operação de serragem, à profundidade de corte e à limpeza.

Embora não sejam recomendáveis para pavimentos importantes, as juntas transversais de retração e as juntas longitudinais de construção, de seção enfraquecida, podem ser moldadas pela inserção temporária de um perfil metálico ou de plástico rígido no concreto fresco, na posição indicada no projeto; posteriormente, quando o concreto perder o brilho superficial, retira-se essa ferramenta.

Deve-se ter cuidado tanto na inserção quanto na retirada do perfil. A inserção deve ser feita por vibração e não por choques sucessivos, enquanto que a retirada deve ser feita vagarosamente, sem arrancos, de modo que não haja alçamento

apreciável das bordas superiores das paredes verticais da junta. A seguir, essas bordas deverão ser conformadas com desempenadeira especial de aba curva, a fim de eliminar as quinas irregulares e dar acabamento satisfatório à junta pronta.

1.2.3 – Juntas transversais de construção

As **juntas transversais de construção planejadas** (ou de fim de jornada), cuja posição coincide com a de uma junta transversal de retração projetada (ou seja, a placa que esse tipo de junta termina é inteiramente concretada, tendo o comprimento previsto no projeto), receberão corte somente na parte superior para conformação do reservatório do selante, conforme já abordado anteriormente para as juntas longitudinais de construção. Essas juntas requerem uma fôrma transversal de face interna retilínea e lisa, dotada de furos espaçados de acordo com o projeto, para colocação das barras de transferência, se houver. No dia seguinte à concretagem, retira-se a forma cuidadosamente, sem choques.

As **juntas transversais de construção de emergência** também receberão corte somente na parte superior, semelhante ao descrito para as planejadas. Essas juntas de emergência não coincidem com uma junta de retração (ficam locadas no interior da placa, cujo comprimento é menor do que o projetado), sendo sua ocorrência em razão de interrupções da concretagem por motivos fortuitos, por um período de tempo que possa causar prejuízos à aderência entre o concreto já lançado e o que se lançará a seguir. Elas requerem, também, fôrma transversal de face interna retilínea, lisa ou com encaixe macho-fêmea, em concordância com detalhe de projeto.

A **máquina de corte**, dotada de disco diamantado, deve ser equipada com motor a diesel ou gasolina, haste-guia e ter refrigeração própria. O operador da máquina, preferencialmente um que tenha nível mínimo de pedreiro, deve ser instruído para manter o olhar fixo sobre a haste-guia, cuidando para que ela não se desvie da marcação da junta, o que proporcionará juntas satisfatoriamente retilíneas.

Para maior durabilidade do disco diamantado a velocidade tangencial do disco deve ser próxima a 50 m/s (entre 45 e 50 m/s) e a velocidade de avanço da serra deve estar entre 1 m e 1,5 m por minuto. Da mesma forma, a profundidade de corte é fator que afeta a durabilidade.

É importante para o desempenho do disco a análise conjunta da velocidade de avanço e da profundidade de corte. Para tal, criou-se o conceito de **taxa de corte**, definida como a área serrada na unidade de tempo. Pesquisas comprovaram ser de maior economia taxas de serragem em torno de 600 cm²/min.

O número de serras de disco disponível na obra deve ser suficiente para atender o plano de corte, bem como o número de discos.

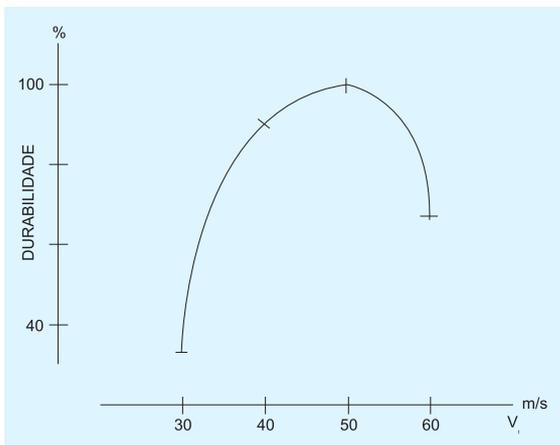


Figura 11 - Gráfico velocidade tangencial do disco x durabilidade

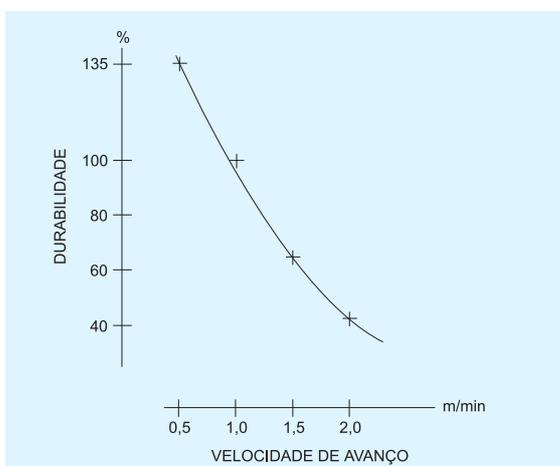


Figura 12 - Gráfico velocidade de avanço x durabilidade do disco

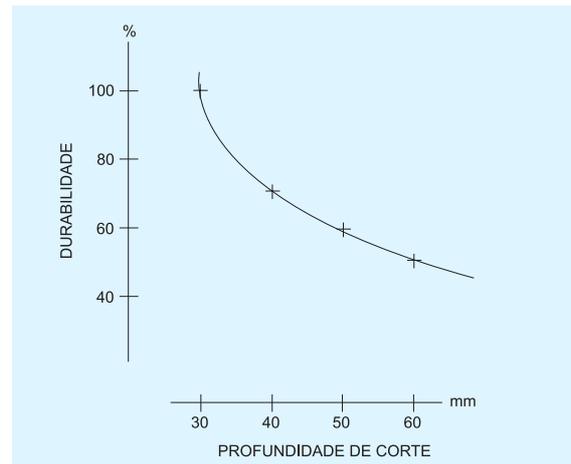


Figura 13 - Gráfico profundidade de corte x durabilidade do disco

1.2.4 – Juntas de expansão

As **juntas de expansão (ou dilatação)** não envolvem operação de corte. Têm a função de controlar a movimentação horizontal por dilatação do concreto em períodos de temperatura elevada, sendo empregadas essencialmente em locais e situações especiais, como no encontro do pavimento com pontes e viadutos, ou com outras estruturas. Acontecem também em cruzamentos de vias assimétricas ou de larguras muito diferentes.

Inicia-se a instalação das juntas de expansão, com ou sem barras de transferência, à frente do ponto de concretagem, com antecedência suficiente para sua perfeita execução, verificando-se sua perpendicularidade em relação à superfície do pavimento. Devem ter largura especificada em projeto e ser preenchidas na sua parte inferior com material compressível, conformado de modo a assentar completamente no fundo. O reservatório do selante da parte superior da junta será moldado com emprego de uma peça adicional, cujo topo deverá ficar nivelado com a superfície final do pavimento. Caso o material de enchimento seja isopor, basta cortar as folhas com altura apropriada para deixar o reservatório já delimitado, cujo fator de forma não poderá ultrapassar a 2, preferencialmente 1 em juntas de expansão.

O lançamento do concreto adjacente à junta será feito com pás, simultaneamente de ambos os lados, sem deslocar o dispositivo instalado para a confecção da junta. O adensamento será feito cuidadosamente ao longo de toda a junta, com vibra-

dores de imersão, os quais não podem entrar em contato com o material de enchimento, com as barras de transferência (se houver), nem com o fundo da caixa.

2 - SELAGEM DE JUNTAS

2.1 – Da necessidade

A selagem das juntas de um pavimento de concreto é uma prática que visa impedir a penetração de materiais incompressíveis (areia, pequenos pedregulhos e outros) e a infiltração de água através delas.

A presença de materiais sólidos impede a movimentação livre da junta, fato que, em períodos quentes de tempo, quando se estreita a abertura da junta por dilatação do concreto, provocará o desenvolvimento de tensões de compressão imprevistas. Estas tensões, dependendo de quão elevada seja a temperatura, da abertura da junta, da distância entre as juntas, do volume de tráfego e do tipo de sub-base, podem atingir valores altamente prejudiciais à integridade da junta, esborcinando-a, e, por extensão, à placa de concreto.

A infiltração de água traz prejuízos à durabilidade do pavimento como um todo, posto que, ao mover-se na interface placa de concreto/sub-base, é capaz de produzir a erosão da segunda e prejudicar a continuidade de suporte requerida para o bom desempenho do pavimento. Se atingir os acostamentos, pode passar ao subleito e provocar seu afundamento, seja por bombeamento, seja por amolecimento da camada. As placas, ficando descalçadas, terão sua capacidade estrutural afetada seriamente, pois não foram projetadas para ficar em balanço, e se romperão precocemente por fadiga acelerada do concreto.

Portanto, sem sombra de dúvida, torna-se primordial a vedação das juntas nos pavimentos atuais, já que apenas em casos muito raros a infiltração de água ou de sólidos incompressíveis deixa de apresentar os efeitos danosos mencionados.

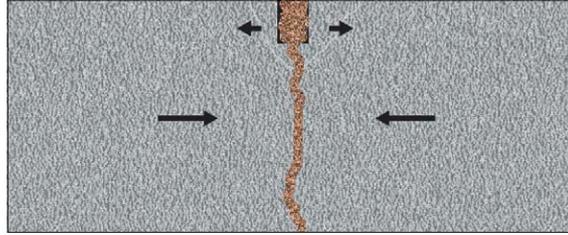


Figura 14 - Penetração de sólidos em junta não-selada

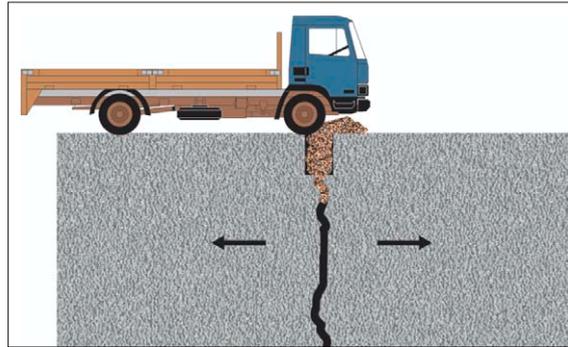


Figura 15 - Agravamento da penetração de sólidos em junta não-selada, pela ação do tráfego.

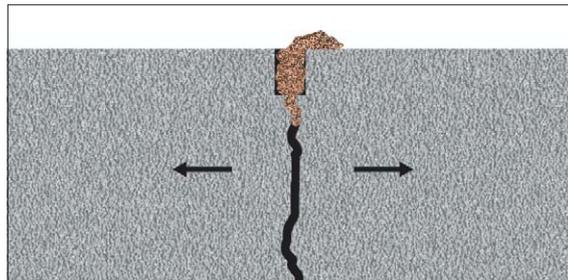


Figura 16 - Esborcinamento de junta, causado pelo impedimento de sua movimentação devido à presença de incompressíveis em seu interior

2.2 – Dos tipos de selante

Os selantes de juntas devem ter garantia do fabricante quanto às propriedades físico-químicas e mecânicas que lhe propiciarão vida longa de serviço, a saber: fluidez, período de cura, adesividade, viscosidade, dureza, resistência à oxidação, compressibilidade, elasticidade, resistência à fissuração e coesão.

Os selantes para juntas de pavimentos de concreto dividem-se em **selantes vazados no local** e **selantes pré-moldados**. Os primeiros se subdividem em **selantes vazados a quente** e **selantes vazados a frio**.

Por sua dificuldade de aplicação e baixa durabilidade, requerendo manutenção pesada a cada 2-4 anos, os selantes a quente, mormente os termoplásticos, não são recomendáveis para vedação de juntas dos pavimentos modernos de concreto. A desvantagem maior é sua baixa resistência ao calor, a óleos e combustíveis, que os amolecem e fazem com que extravasem da junta, sendo facilmente extrudados pelo tráfego. A seu favor, somente o custo inicial mais baixo. Os selantes vazados a frio compõem-se de uma base (resina epóxica, polissulfeto orgânico, uretano, silicone ou polimercaptano) e de um agente de cura, que reagem e formam o selante propriamente dito, um elastômero, ou polímero. São produtos industrializados, monocomponentes ou bicomponentes, aplicáveis à temperatura ambiente. Os monocomponentes, preferenciais, geralmente são auto-adesivos e normalmente mais caros que os bicomponentes, que necessitam de um produto adicional de imprimação da junta.

Os selantes a frio têm a desvantagem aparente do custo inicial, compensado pela baixíssima necessidade de manutenção e, como consequência, mínimo custo de conservação ao longo da vida útil do pavimento.

Os selantes pré-moldados são o tipo mais requintado de material selante de juntas. Antes, de custo mais elevado que o próprio selante a frio, mas com vida de serviço maior do que todos os outros materiais. Hoje, com a mesma qualidade, custo competitivo e perfis fabricados com menores espessuras, capazes de vedar juntas de abertura igual a 5 mm, estão sendo muito procurados no mercado para utilização em pavimentos de concreto. São excelentes para evitar a penetração de incompressíveis e, por sua alta compressibilidade e elasticidade, têm excepcional atuação em juntas de expansão. Há várias espécies de selantes pré-moldados, citando-se como exemplo o poliuretano, o polietileno e as cortiças. Os perfis pré-fabricados possuem saliências laterais, em estrias, para receber aplicação de produto adesivo e propiciar melhores condições de aderência com as paredes da junta.

Em síntese, pelo exposto, recomendam-se selantes vazados a frio ou selantes pré-moldados para vedação de juntas de pavimentos rígidos.

2.3 - Das práticas recomendadas para selagem

As práticas obedecerão à seguinte seqüência:

- Verificação do selante especificado e das recomendações do fabricante;
- Verificação da conformação do reservatório do selante;
- Jateamento com areia nas paredes das juntas e limpeza com jatos de ar comprimido para retirar resíduos soltos nas juntas. As juntas devem estar sãs, limpas e secas. Juntas porventura esborcinadas deverão ser recuperadas antes de serem seladas;



Figura 17 - Limpeza de juntas; as juntas deverão estar secas e limpas.



Figura 18 - Limpeza de junta com ferramenta com ponta em cinzel

- Colocação do corpo de apoio no fundo do reservatório do selante com auxílio de ferramenta com ponta em roldana (tipo cortador de pizza) ou com gabarito metálico apropriado;



Figura 19 - Limpeza de junta com jateamento de ar comprimido



Figura 20 - Colocação de corpo-de-apoio nas juntas, por meio de apetrecho tipo cortador de pizza

■ No caso de selante a frio, aplicá-lo com bisnaga própria do fabricante, caso fornecida, ou com apetrecho similar para tal finalidade, cuidando-se para que não extravase da junta e suje suas laterais, o que obrigará uma limpeza a mais, removendo-se todo o material nela derramado.

Para evitar esse inconveniente, é boa prática colocar fita crepe de ambos os lados da junta, deixando apenas o entalhe do reservatório à mostra. Em seguida, executar a selagem, rasar o selante com uma espátula e retirar o crepe no qual estará o selante em excesso, resultando uma junta perfeitamente selada e limpa. O nível do selante deve ser ligeiramente inferior ao nível da superfície do pavimento, com concavidade de cerca de 1 mm, evitando-se, assim, sua extrusão pelo tráfego.

A operação de selagem deve ser executada nos períodos mais frios do dia, quando o concreto estará mais retraído e, por conseguinte, as juntas mais abertas, garantindo-se a colocação de quantidade suficiente de selante e sua aderência às paredes da junta, pois estará praticamente todo o tempo sendo comprimido. De igual modo, recomenda-se que a selagem seja executada com o concreto nas idades mais avançadas (mínimo de 7 dias, quando o cimento não for de alta resistência inicial, cujo prazo cairia para 3 dias), pois sua massa estará mais seca devido ao tempo maior para a hidratação do cimento.

No caso de cimento pozolânico, a idade mínima deve ser 28 dias. Salienta-se também que umidade relativa do ar mais baixa é importante para o sucesso da selagem, posto que concreto úmido e ambiência úmida são desfavoráveis à aderência do material selante às paredes da junta, da qual se exige que esteja limpa e **seca**.

■ No caso de utiliza

Figura 21 - Aplicação de selante a frio, com bisnaga apropriada



Figura 22 - Junta esborcinada. Para sua selagem é preciso recuperá-la primeiro

deverá ser contratada empresa especializada, que detenha a tecnologia de aplicação deste tipo de material.

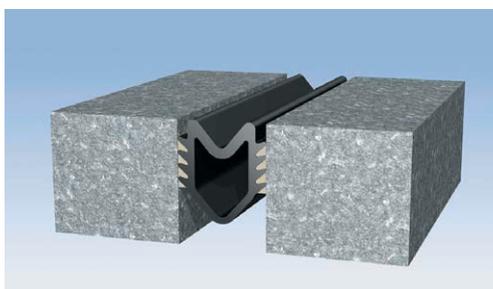


Figura 23 - Selante pré-moldado para junta

Autoria: Grupo de Especialistas em Pavimentação da ABCP