

CAT® PAVING PRODUCTS

GUIA PARA A COMPACTAÇÃO DE ASFALTO

CATERPILLAR®





CAT® PAVING PRODUCTS

GUIA PARA A COMPACTAÇÃO DE ASFALTO

GUIA PARA A COMPACTAÇÃO DE ASFALTO

CATERPILLAR®

O *Guia para a Compactação de Asfalto* é publicado pela Cat® Paving Products. Foram feitas todas as tentativas no sentido de assegurar que as especificações e informações contidas neste livro sejam corretas. As informações sobre o desempenho têm apenas o objetivo de estimativas. Devido às muitas variáveis específicas aos trabalhos individuais de pavimentação de asfalto inclusive o projeto e as características da mistura as especificações do projeto, as preferências de aplicação do proprietário do equipamento, a eficiência do operador do equipamento, as condições do solo, a altitude, etc., nem a Caterpillar Inc. nem os revendedores garantem que as máquinas e metodologias descritas nesta publicação apresentarão o desempenho calculado. Como as especificações e os materiais do equipamento estão sujeitos a mudanças sem prévio aviso, verifique com seu Revendedor Cat quais são as informações e opções mais recentes sobre o produto. As máquinas mostradas podem incluir equipamentos opcionais e/ou adicionados. CAT, CATERPILLAR, seus respectivos logotipos, o "Amarelo Caterpillar" e a configuração comercial POWER EDGE, bem como a identidade corporativa e de produtos usadas nesta publicação são marcas registradas da Caterpillar e não podem ser usadas sem permissão.

Nota: Consulte sempre o Manual de Operação e Manutenção da Caterpillar apropriado para obter informações específicas sobre o produto.

QPBO1583

© 2012 Caterpillar Inc. - Todos os direitos reservados.

ISBN: 978-1-939945-03-7

ÍNDICE

Unidade 1: PRINCÍPIOS BÁSICOS DE COMPACTAÇÃO	6
Unidade 2: AS FORÇAS DA COMPACTAÇÃO	12
Unidade 3: FATORES QUE AFETAM A COMPACTAÇÃO	28
Unidade 4: MÉTODOS E ESPECIFICAÇÕES	50
Unidade 5: PADRÕES DE ROLAGEM	78
Unidade 6: COMPACTAÇÃO DAS JUNTAS	96
Unidade 7: QUESTÕES DE COMPACTAÇÃO	116
GLOSSÁRIO DE TERMOS	136



INTRODUÇÃO

O *Guia de Compactação de Asfalto* da Cat Paving Products é um manual prático de referência que deve estar sempre à mão para ser usado pelos operadores de máquinas, pelo pessoal do controle de qualidade e pelos supervisores. Ele cobre os princípios básicos da compactação de asfalto e oferece exemplos específicos sobre como usar esses princípios da maneira mais eficiente.

Neste guia, a palavra “asfalto” será usada para descrever o que pode ser chamado de “material betuminoso” ou “concreto asfáltico” em algumas partes do mundo. As fórmulas individuais do projeto do asfalto são mencionadas na Unidade 3 e serão referidos com o uso da terminologia comumente aceita.

O projeto e a produção do asfalto variam muito ao redor do mundo. As fontes de agregados são diferentes. Da mesma forma os cimentos asfálticos usados na produção do asfalto têm uma variabilidade química significativa. Finalmente, os tipos de equipamentos de pavimentação usados para aplicar o asfalto são diferentes em distintas localizações. Portanto, com toda essa variabilidade, é impossível desenvolver técnicas de compactação de asfalto específicas e detalhadas que possam ser empregadas em todas as situações.

No entanto, os princípios da compactação do asfalto permanecem as mesmas para todas as aplicações. Os operadores dos equipamentos e o pessoal do controle de qualidade devem ter um bom entendimento desses princípios. Eles devem saber como reagir às muitas variáveis.





Unidade 1

PRINCÍPIOS BÁSICOS DE COMPACTAÇÃO

Sua equipe pode desenvolver aptidões analíticas que garantem uma bem sucedida compactação do asfalto. Tudo começa com um comprometimento com as melhores práticas fundamentais e com um planejamento adequado.



[O QUE É A COMPACTAÇÃO?]

A compactação asfáltica é um processo mecânico. Várias forças são usadas para fazer com que a camada do asfalto fique mais densa depois que a pavimentadora o aplicou. O objetivo da compactação é reduzir a quantidade de vazios de ar na camada asfáltica e aproximar o agregado na camada. A resistência criada na camada do asfalto com a remoção da maior parte dos vazios de ar e com o desenvolvimento de um contato de pedra contra pedra.

Normalmente a compactação começa na temperatura mais alta possível. Depois que a camada asfáltica estiver esfriado abaixo de uma determinada temperatura, uma densidade adicional é difícil ou impossível de se obter. Portanto, somente uma pequena janela de oportunidade é normalmente disponível para criar a densidade desejada. Planejamento e preparação são extremamente importantes para a compactação do asfalto para que o trabalho seja completado em tempo e da melhor maneira.

Por exemplo, a densidade de uma camada asfáltica depois de ser submetida a uma mesa-alisadora vibratória pode ser 85% da Densidade Máxima Teórica. Em outro projeto usando uma mistura diferente e o mesmo equipamento de pavimentação, a densidade da camada asfáltica pode ser de até 78% da Densidade Máxima Teórica. Ou, usando equipamento de pavimentação com mesa-alisadoras

com tamper e vibratórias que transmitem mais energia para a camada asfáltica, a densidade de espalhamento da mesa-alisadora pode chegar a 93% da Densidade Máxima Teórica.

É óbvio que o processo de compactação será diferente em cada um desses projetos, embora a densidade especificada possa ser a mesma. Os operadores, o pessoal do controle de qualidade e os supervisores do projeto devem planejar cada projeto de forma diferente. É provável que o tipo e o número de compactadores sejam diferentes. Os padrões de rolamento também serão diferentes.

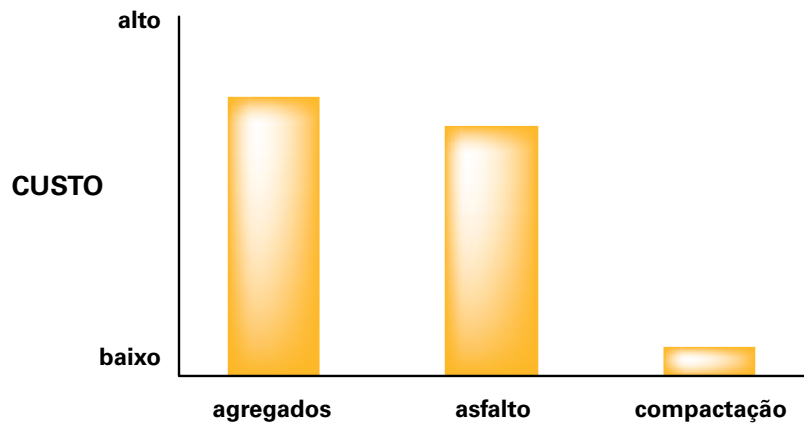
Em alguns lugares, funcionários de obras públicas criaram especificações de métodos para o processo de compactação. Nessas situações, a equipe de compactação deve seguir o procedimento específico.

Em outros lugares, no entanto, o departamento de obras públicas oferece uma especificação relativa ao resultado final nessas situações. Nessas situações, a equipe de compactação tem liberdade para desenvolver seu próprio método de compactação. Na maior parte deste guia, partimos do princípio de que a equipe está trabalhando na busca de um resultado final. Uma especificação de um método típico é mostrada na Unidade 4.



A compactação do asfalto começa com a mesa-alisadora da pavimentadora e termina com os compactadores trabalhando imediatamente atrás da pavimentadora. Os membros da equipe monitoram frequentemente o processo de compactação.

COMPARAÇÃO DE CUSTOS RELATIVOS ENTRE OS COMPONENTES DO PAVIMENTO DE ASFALTO



Os custos do processo de compactação variam pouco em comparação com o custo dos agregados e do cimento asfáltico.

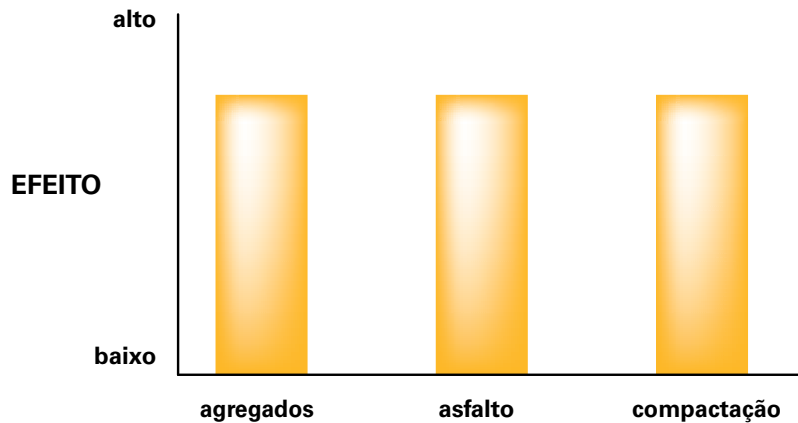
[O VALOR DA COMPACTAÇÃO]

Há muitos anos, a compactação do asfalto era considerada um mal necessário e o processo na verdade não agregava valor à estrutura do pavimento. Em muitos casos, os operadores de compactadores eram considerados como pertencentes ao nível mais baixo de aptidão de operação e normalmente recebiam pouco treinamento.

Nos anos mais recentes, o custo de agregados de qualidade aumentou ao mesmo tempo em que sua disponibilidade sofreu um declínio. O preço do cimento asfáltico aumentou ainda mais. Assim a relação de custo entre os materiais e o processo de compactação dá mais ênfase à produção do material e ao espalhamento. Na verdade, a compactação custa muito pouco por tonelada de material betuminoso.

No entanto, sem a densidade especificada, o material betuminoso produzido e espalhado é praticamente inútil. O processo de compactação deve ser visto como igualmente importante tanto quanto a produção e o espalhamento do material. Os operadores de compactadores precisam de treinamento para desenvolver as necessárias aptidões. O pessoal do controle de qualidade deve ser capaz de planejar o processo de compactação e solucionar os problemas quando houver uma densidade inadequada ou quando o processo de compactação criar irregularidades na camada superficial.

COMPARAÇÃO DO CUSTO RELATIVO ENTRE A CONTRIBUIÇÃO DE CADA COMPONENTE PARA A VIDA ESTENDIDA DO PAVIMENTO



A compactação tem o mesmo valor do material que está sendo produzido.

[A COMPACTAÇÃO AJUDA NA SUSTENTABILIDADE]

As estruturas asfálticas adequadamente compactadas contribuem para a sustentabilidade de várias maneiras.

Primeiro, uma estrutura de asfalto é projetada para suportar o volume de tráfego e de carga durante certo período de tempo. O engenheiro projetista calcula o tipo de material, as espessuras das camadas e a densidade específica em cada camada para criar a resistência geral necessária.

Quando as camadas de asfalto têm densidade consistentemente altas, a estrutura normalmente oferece a vida útil especificada ou mesmo uma vida útil que excede o plano.

Quando a manutenção do pavimento é retardada porque o pavimento continua em boas condições, poupa-se energia (menos emissões) e há uma menor interrupção do tráfego (inconveniência e níveis mais altos de emissões) durante toda a vida

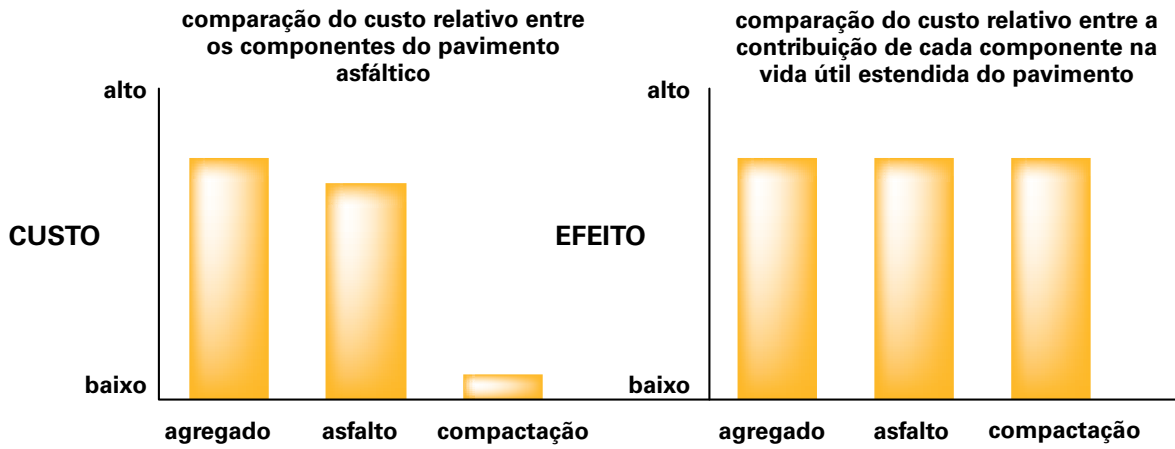
útil da estrutura. É possível que um procedimento de manutenção seja eliminado durante a vida útil da estrutura.

Segundo, operadores de compactadores altamente treinados sabem como criar densidade na camada asfáltica com o mínimo de influência no alisamento da camada superficial. Além disso, a alta densidade ajuda a minimizar defeitos da superfície tais como desgaste e trincamentos.

Uma superfície lisa reduz a resistência ao rolamento e exige menos energia para o acionamento de um determinado veículo sobre a superfície em certa velocidade.

E mesmo que o consumo de combustível melhore apenas 1% devido ao alisamento do pavimento, o impacto global será enorme.

CUSTO DO COMPONENTE VS O IMPACTO NA VIDA ÚTIL DO PAVIMENTO



Uma comparação exata entre custo e impacto na vida útil do pavimento.

Resumo: Com tantos detalhes sobre a criação da densidade específica em camadas asfálticas, é importante que os operadores sejam treinados, que o pessoal do controle de qualidade tenha aptidões para a solução de problemas, e que seja usado o equipamento com a tecnologia mais avançada.

Problemas ou questões de compactação normalmente são solucionáveis quando a equipe planeja bem e aplica as melhores práticas fundamentais. O objetivo deste guia é ajudar a todo o pessoal envolvido no processo de compactação para desenvolver as aptidões analíticas e um bom conhecimento das melhores práticas do trabalho.

A Unidade 2 começa com uma explicação sobre as forças que impactam a compactação do asfalto.



Unidade 2

AS FORÇAS DA COMPACTAÇÃO

Equipes bem sucedidas entendem a relação entre as forças da compactação – e como uma camada de pavimentação aceita essas forças.



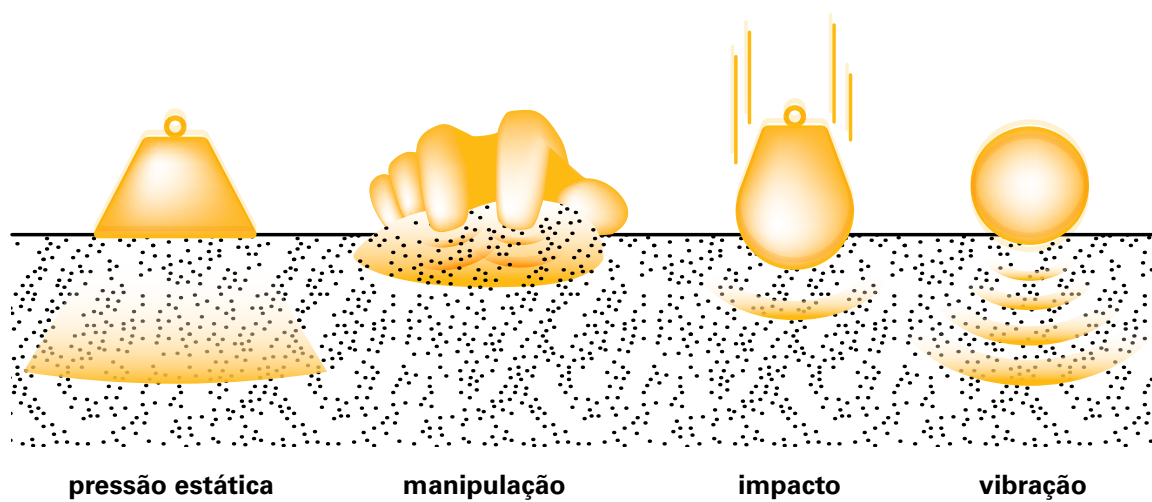
FORÇAS

Quatro forças são usadas para extrair os vazios de ar e criar suporte nas camadas de asfalto: carga estática, manipulação, impacto e vibração. Os operadores de máquinas e o pessoal do controle de qualidade devem entender como usar as quatro forças para criar a densidade necessária em uma maneira produtiva, mantendo, ao mesmo tempo, a suavidade da camada asfáltica.

Carga estática e manipulação normalmente envolvem forças mais baixas e são mais fáceis

de entender. A carga estática é criada por um compactador de rolo de aço operado no modo estático ou por um compactador de rodas pneumáticas.

Impacto e vibração são forças dinâmicas e normalmente geram forças de compactação mais altas. Os compactadores vibratórios com rolos de aço desenvolvem forças de impacto e vibração e tipicamente recebem a maior parte da atenção.



[PRESSÃO ESTÁTICA DO ROLO DE AÇO]

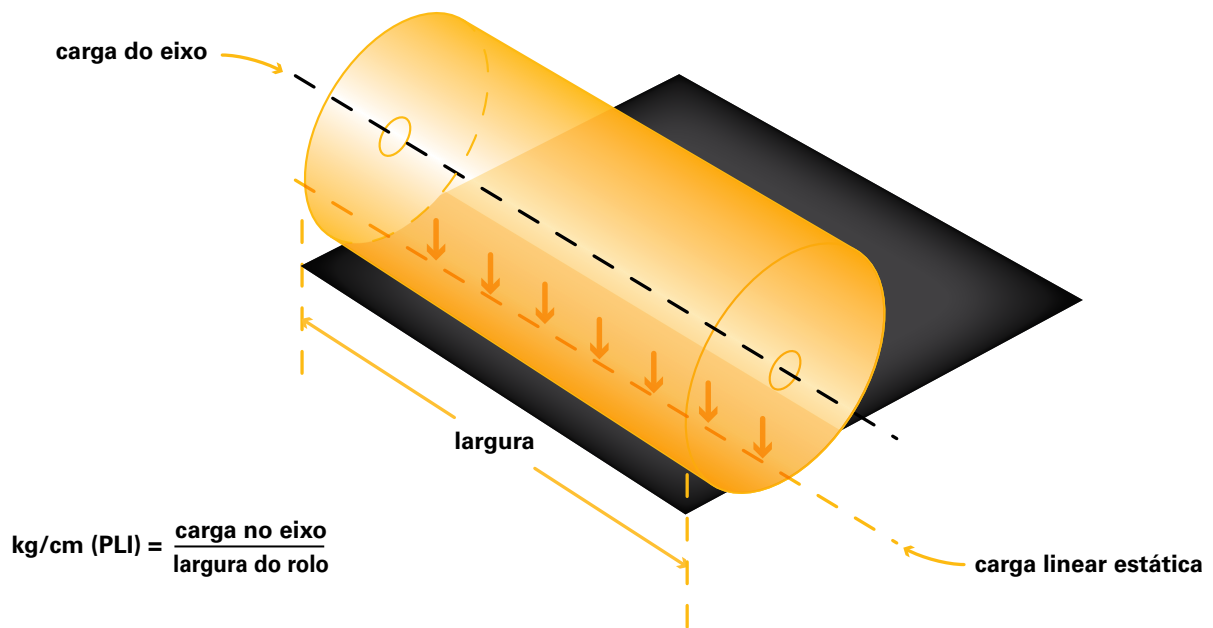
Os compactadores de rolo de aço operados no modo não-vibratório aplicam pressão estática na camada pavimentada do asfalto. A quantidade de pressão estática depende do peso do rolo e da área em que o rolo realmente entra em contato com a camada de pavimentação. Um peso mais alto no rolo produz pressão estática mais alta. Por outro lado, uma área menor de contato produz pressão mais alta. A pressão estática é classificada em bar ou libras por polegada quadrada (pounds per square inch - psi).

Uma forma mais simples de considerar a força estática é dividir o peso do rolo por sua largura.

Esse resultado é expresso como quilos por centímetro ou libras por polegada. É importante lembrar que a máquina com peso mais alto nem sempre produz a carga estática mais alta.

A tabela abaixo mostra três Compactadores Vibratórios em Tandem Cat. A máquina mais pesada é a CB64, uma unidade com rolos de 213 cm (84 pol.). A próxima unidade, a CB54XW pesa menos e tem rolos com largura de 200 cm (79 pol.). A máquina mais leve é a CB54 com rolos de 170 cm (67 pol.).

	CB64	CB54XW	CB54
Peso no rolo	6490 kg	5949 kg	5402 kg
Largura do rolo	213 cm	200 cm	170 cm
Carga estática linear	31 kg/cm	30 kg/cm	32 kg/cm



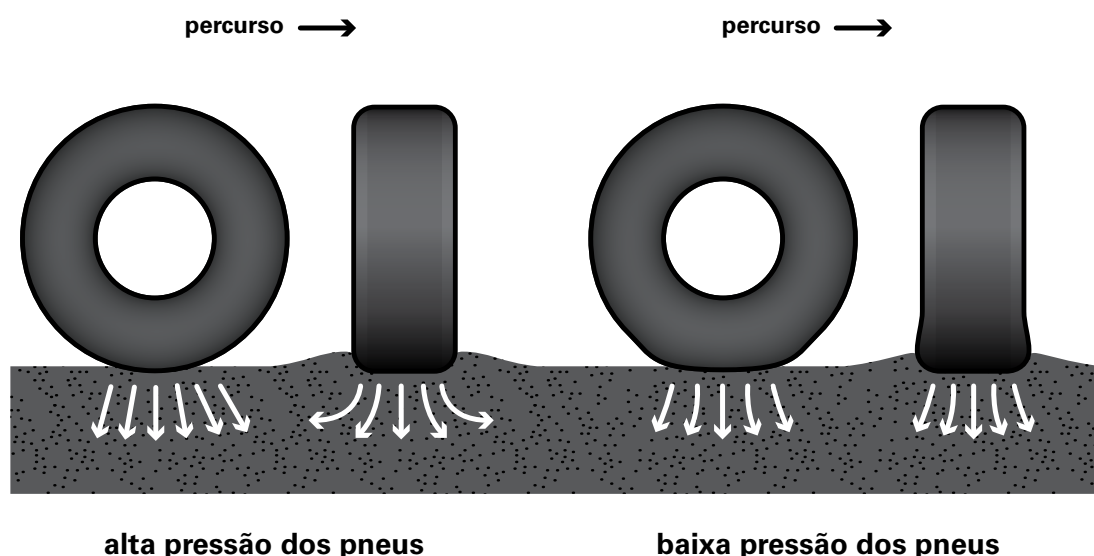
O que é interessante notar é que a unidade mais leve, a CB54, tem a carga linear estática mais alta. Isso acontece frequentemente porque os rolos são mais estreitos.

Portanto, se você estiver trabalhando em um projeto e precisar que um compactador entregue uma força estática relativamente alta, então provavelmente você irá querer usar o modelo com o rolo mais estreito disponível, que ainda possa adequar-se às exigências da produção.

Assim, para resumir, classifique todos os seis compactadores de rolo de aço pela carga linear estática. Esse conhecimento vai ajudá-lo a selecionar o equipamento certo para as aplicações estáticas.

Sugestão para o usuário: A fase final de compactação normalmente é realizada por um compactador de rolo de aço ajustado no modo estático. Um compactador com rolos relativamente estreitos e que tenha uma carga linear mais alta vai atingir as marcas do limite de compactação melhor que um compactador com rolos mais largos e menos carga linear. O compactador com rolos mais estreitos e carga linear mais alta pode até alcançar uma densidade um pouco maior na fase do acabamento.

EFEITO DA PRESSÃO VARIÁVEL DOS PNEUS NA FORÇA DE COMPACTAÇÃO



[PRESSÃO ESTÁTICA DO COMPACTADOR DE RODAS PNEUMÁTICAS]

O outro tipo de compactador que exerce força estática é o compactador de rodas pneumáticas ou de rodas de borracha. A quantidade de pressão no solo depende do peso de cada pneu e da área em que o pneu entra em contato com a camada de pavimentação.

É possível mudar o peso de cada pneu mudando a quantidade de lastro no compactador. O acréscimo de peso aumenta a carga por pneu e a força estática vai penetrar mais profundamente na camada de pavimentação.

A maioria dos compactadores pneumáticos tem tanques de lastro que ficam cheios de água, ou areia

molhada ou outro material. Alguns compactadores pneumáticos são oferecidos com pesos de aço removíveis opcionais. Depois que o compactador pneumático foi entregue no canteiro de obras, o peso de seu lastro raramente é mudado. No canteiro de obras, a forma mais comum de mudar a quantidade da força estática é pelo ajuste da pressão dos pneus.

Quando a pressão dos pneus é reduzida, ele fica mais largo e a área de contato é maior. Portanto, menor pressão estática é aplicada na camada de pavimentação.

CW34 LASTREADO COM 2000 KG E 3000 KG

Pressão do pneu	Pressão de Contato com o Solo	
	com 2000 kg	com 3000 kg
300 kpa (44 psi)	260 kpa (38 psi)	397 kpa (58 psi)
500 kpa (73 psi)	357 kpa (52 psi)	386 kpa (56 psi)
700 kpa (102 psi)	498 kpa (72 psi)	457 kpa (66 psi)
900 kpa (131 psi)	764 kpa (111 psi)	573 kpa (83 psi)



A opção air-on-the-run, que infla os pneus com a máquina em movimento, facilita o ajuste da pressão de inflação dos pneus.

Quando a pressão do pneu é aumentada, ele fica mais estreito e a área de contato com a camada de pavimentação é menor. Uma área de contato menor resulta em uma forma estática mais alta aplicada à camada de pavimentação.

Segundo, nunca exceda a pressão de inflação máxima recomendada pelo fabricante. Uma pressão exageradamente alta pode resultar em falha prematura do pneu.

Há duas coisas que devemos considerar quando aumentamos a pressão do pneu. Primeiro a força estática mais alta vai deixar cortes mais profundos na superfície de pavimentação. Essas marcas de cortes profundos podem ser difíceis de eliminar durante a fase de acabamento da compactação.

Sugestão para o usuário: Quando verificar e ajustar a pressão dos pneus, certifique-se de inflar cada pneu com a mesma pressão. Se as pressões forem variáveis, a densidade em vários pontos da camada de pavimentação também será variável. Além disso, você pode notar que o asfalto quente gruda mais rapidamente no pneu ou nos pneus com inflação insuficiente. A manutenção e a inspeção dos pneus são críticas nos compactadores com rodas pneumáticas.

Sugestão para o usuário: A força estática exercida por um compactador de rolo de aço ou por um compactador pneumático é afetada pela velocidade de trabalho da máquina. Quanto maior a velocidade de deslocamento, menor será a densidade. Portanto, se você precisa de uma densidade mais alta atrás de um compactador estático, sua primeira mudança deverá ser uma velocidade de trabalho mais lenta. Você pode acrescentar mais passadas, também, mas uma velocidade de trabalho mais lenta deverá ser a primeira variável que você deve considerar.

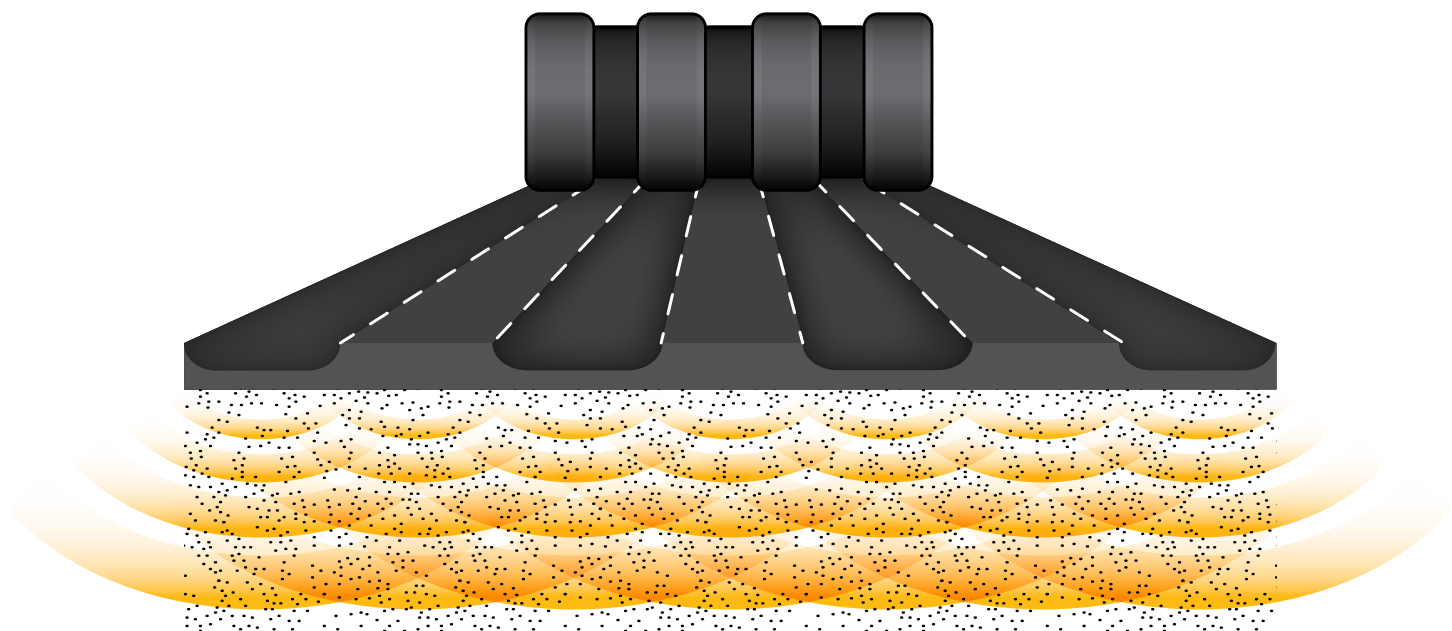
[MANIPULAÇÃO]

A manipulação, que também é uma força estática, ocorre quando as forças exercidas na camada de pavimentação não são inteiramente verticais. Em vez disso, as linhas de força são enviadas em muitas direções. O benefício da manipulação é essa força muda a textura da superfície deixando-a mais rígida. A manipulação é associada com compactadores pneumáticos e compactadores oscilatórios.

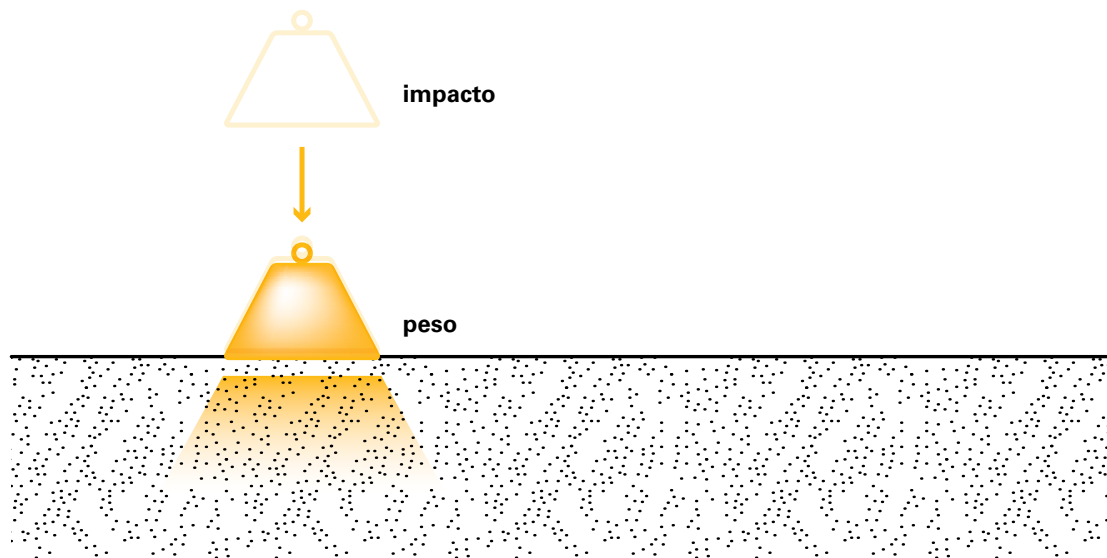
Os pneus oscilantes e com cursos sobrepostos nos eixos dos compactadores pneumáticos manipulam a camada de pavimentação sob e entre os pneus em uma maneira confinada. As linhas de força não são apenas verticais, mas também se movem

lateralmente. As forças verticais empurram para baixo os grandes agregados para aumentar a densidade enquanto que as forças laterais criam um acabamento mais rígido da superfície que ajuda a prevenir a penetração de umidade.

Alguns compactadores têm rolos oscilatórios. Os rolos oscilatórios criam linhas de força tangenciais ou de ida e volta que trabalham primordialmente na superfície da camada de pavimentação. A força oscilatória produz o mesmo benefício da manipulação. Ela enrijece e veda a superfície da camada de pavimentação.



Os pneus sobrepostos desenvolvem áreas sobrepostas de pressão de contato, criando forças de manipulação.



[IMPACTO]

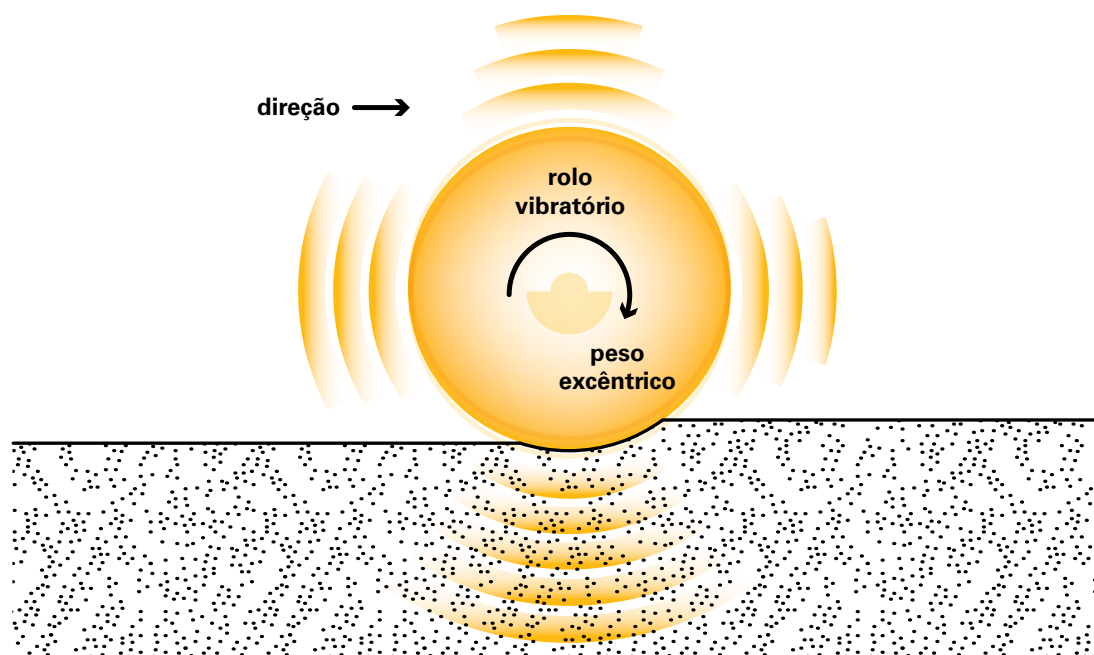
O impacto, a próxima força de compactação, é dinâmico e cria mais força na camada de pavimentação do que uma carga estática equivalente. Você já aprendeu que o peso no rolo dividido por sua largura produz uma carga estática linear.

Nos compactadores de rolos vibratórios de aço, o rolo na verdade se movimenta penetrando na camada de pavimentação. A força estática do rolo é aumentada por seu movimento ou impacto. O impacto do rolo gera mais energia. A energia do impacto é mais forte na superfície da camada de pavimentação e diminui à medida que ela penetra mais fundo na camada de pavimentação.

As forças de impacto criam densidade na camada de pavimentação mais rapidamente do que as forças estáticas. Uma maior produção é o benefício do uso de compactadores de rolos vibratórios de aço.

O risco de usar força de impacto é que muita energia pode danificar os agregados na camada. É possível compactar em excesso o tapete usando muita força de impacto; na verdade, a densidade do tapete pode diminuir quando é aplicada muita força. O que é necessário para compactação eficiente é um equilíbrio entre forças de impacto e outras características da máquina, como peso, velocidade de trabalho e frequência de vibração.

VIBRAÇÃO



[VIBRAÇÃO]

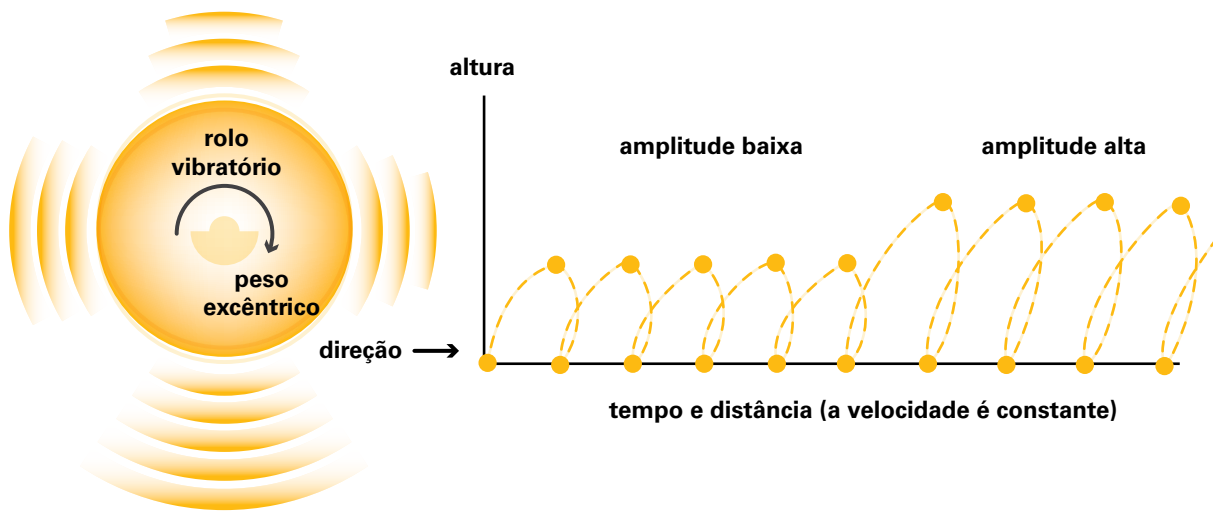
A força da vibração é a mais complexa das quatro forças de compactação. As forças vibratórias aumentam a energia desenvolvida pelo peso e o impacto.

Há um eixo vibratório dentro do rolo de aço. No centro do eixo vibratório, há um peso excêntrico. Quando o sistema vibratório é ativado, o eixo vibratório começa a girar rapidamente. A rotação do eixo do peso excêntrico faz com que o motor se movimente, ou vibre, em todas as direções.

A vibração provoca uma série de ondas de pressão que são liberadas na camada de pavimentação. As ondas de pressão vibratória fazem com que os agregados na camada de pavimentação se movam. O movimento dos agregados ajuda a reorientar os agregados maiores e assim a força de impacto pode reduzir mais facilmente os vazios de ar entre os agregados, travando-os na posição de contato.

Sugestão para o usuário: Em geral, selecione a amplitude mais alta que seja aceita pela camada de pavimentação sem deixar que os rolos saltem ou criem marcas de impacto. Lembre-se, a seleção da amplitude tem o maior impacto na criação de densidade e, portanto, na taxa de produção do compactador.

AMPLITUDE



[IMPACTO IGUAL AMPLITUDE]

Em um compactador vibratório de rolo de aço você aprendeu que os rolos se movimentam para cima e para baixo rapidamente para criar impacto e vibração. A força de impacto causada pelo rolo se movimentando sobre a camada de pavimentação é classificada pelo termo conhecido como amplitude.

Amplitude é a distância que o rolo se move penetrando na camada de pavimentação. Amplitude é o fator mais significativo quando se fala de eficiência da compactação.

A maioria dos compactadores vibratórios oferece uma grande variedade de ajustes de amplitude. Quando a amplitude é mudada pelo operador, a configuração do peso excêntrico dentro do rolo

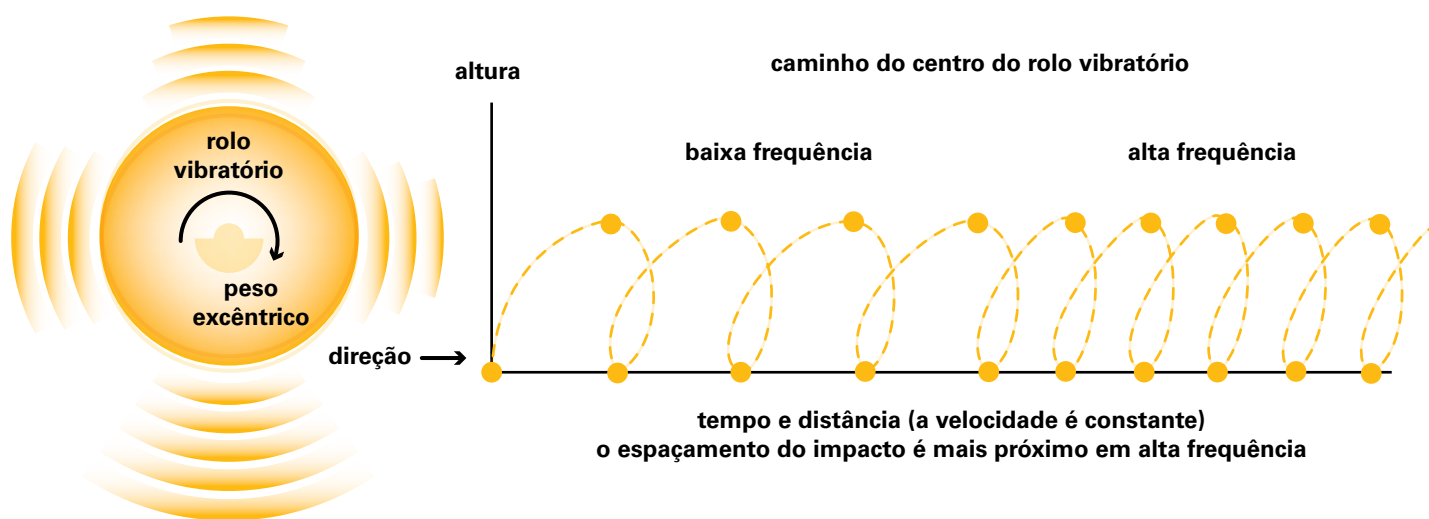
é mudada. Quando o peso excêntrico está mais distante do centro, a amplitude é mais alta e a força de impacto é aumentada. Quando o peso excêntrico está mais equilibrado, a amplitude é reduzida e a força de impacto é menor.

Todo pessoal envolvido no processo de compactação deve conhecer as capacidades de amplitude de cada compactador na obra. Todos devem ser capazes de desenvolver uma lista de verificação, para ajuda-los a selecionar a amplitude correta se necessário.

Em geral, existem três faixas de amplitude: baixa, média e alta.

Faixa de Amplitude Baixa	0,2 mm a 0,4 mm (0,01 pol. – 0,02 pol.)
Faixa de Amplitude Média	0,4 mm a 0,8 mm (0,02 pol. – 0,03 pol.)
Faixa de Amplitude Alta	Acima de 0,8 mm (0,03 pol.)

FREQUÊNCIA



[VIBRAÇÃO IGUAL FREQUÊNCIA]

A força vibratória é conhecida como frequência. Frequência é definida como o número de vezes que o rolo atinge a camada de pavimentação e é classificada em Hertz, ou vibrações por minuto.

O efeito primário da frequência vibratória é seu relacionamento com a velocidade de trabalho do compactador. Como o rolo está penetrando na camada de pavimentação, é preciso ter certeza de que esses impactos estão espaçados adequadamente. Se o espaçamento dos impactos for muito amplo será possível ver as marcas dos

impactos na superfície da camada de pavimentação. Se o espaçamento dos impactos for muito estreito, será possível ver ressaltos na superfície da camada de pavimentação. O espaçamento correto para os impactos ocorre quando 26 a 46 impactos por metro (8 a 14 impactos por pé) são aplicados.

Muitos compactadores modernos têm duas frequências vibratórias, ou às vezes têm frequências que são variáveis. As frequências são classificadas como baixa, média ou alta.

Frequência baixa	40 a 47 Hz (2.400 a 2.800 vibrações por minuto)
Frequência média	47 a 57 Hz (2.800 a 3.400 vibrações por minuto)
Frequência alta	Acima de 57 Hz (acima de 3.400 vibrações por minuto)

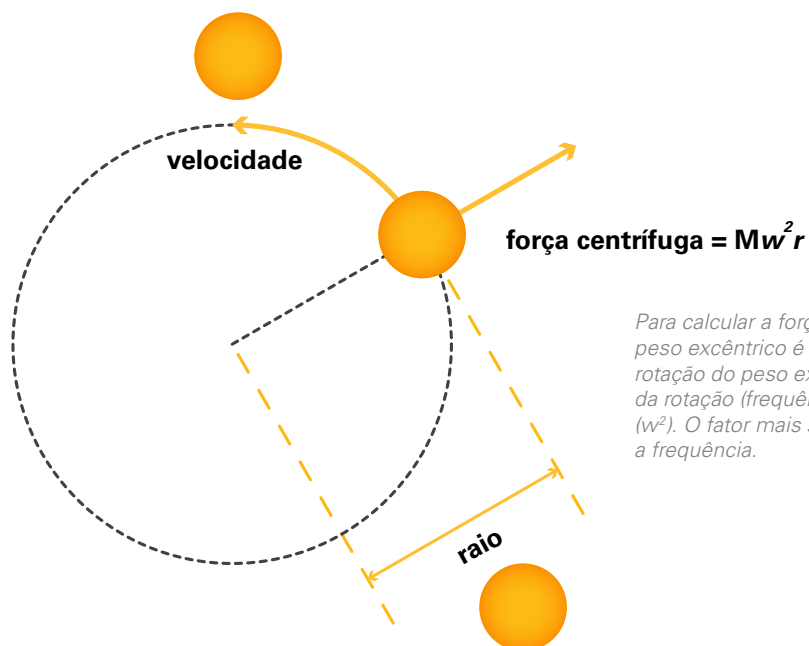
[CONECTANDO AMPLITUDE E FREQUÊNCIA]

A seguir, você deve entender a relação entre amplitude e frequência. Alta amplitude é criada quando o peso excêntrico está na configuração mais afastada do centro. Quando o peso excêntrico está mais descentralizado ou na configuração fora de equilíbrio, o eixo do excêntrico deve girar lentamente para evitar calor e desgaste excessivos no mancal do eixo do peso. Portanto, alta amplitude só pode ser associada com baixa frequência vibratória.

Baixa amplitude é criada quando o peso excêntrico está em uma configuração mais equilibrada. Quando o eixo do peso excêntrico está mais equilibrado, ele pode girar mais rapidamente

sem danificar os componentes do rolo vibratório. Portanto, baixa amplitude pode ser associada com frequência vibratória tanto alta quanto baixa.

Na obra, a equipe de compactação deve determinar quais são as características vibratórias corretas para que a densidade seja alcançada de maneira efetiva e eficiente. Se a camada de pavimentação exigir muita força ou energia para chegar à densidade especificada, então a equipe deve selecionar uma amplitude média ou alta. Quando amplitudes mais altas são selecionadas, uma frequência mais baixa deverá sempre ser usada.



Para calcular a força centrífuga, a massa (M) do peso excêntrico é multiplicada pelo raio (r) da rotação do peso excêntrico e pela velocidade da rotação (frequência) elevada ao quadrado (w^2). O fator mais significativo nesta equação é a frequência.

[O QUE É A FORÇA CENTRÍFUGA?]

Força centrífuga é um cálculo que ajuda os projetistas de compactadores a estabelecer o equilíbrio correto entre o peso do rolo, a massa do peso excêntrico e a velocidade de rotação do peso excêntrico. Força centrífuga não tem qualquer significado prático para o operador do compactador ou para o pessoal do controle de qualidade.

Ocorre frequentemente uma confusão sobre o significado de força centrífuga mostrado no material de especificação dos compactadores. Muita gente acha que quanto mais alta for a força centrífuga, mais alta será a energia de compactação. Essa é uma conclusão incorreta. Uma olhada na fórmula

para o cálculo da força centrífuga vai ajudar a esclarecer o problema.

Para calcular a força centrífuga, a massa do peso excêntrico é multiplicada pelo raio da rotação do peso excêntrico e pela velocidade da rotação (frequência) elevada ao quadrado. O fator mais significativo nesta equação é a frequência. Se a frequência aumentar, a força centrífuga será elevada significativamente. Esse conceito é ilustrado ao consultarmos as especificações do sistema vibratório do Compactador Vibratório Cat com dois rolos equipado com duas frequências e quatro amplitudes.

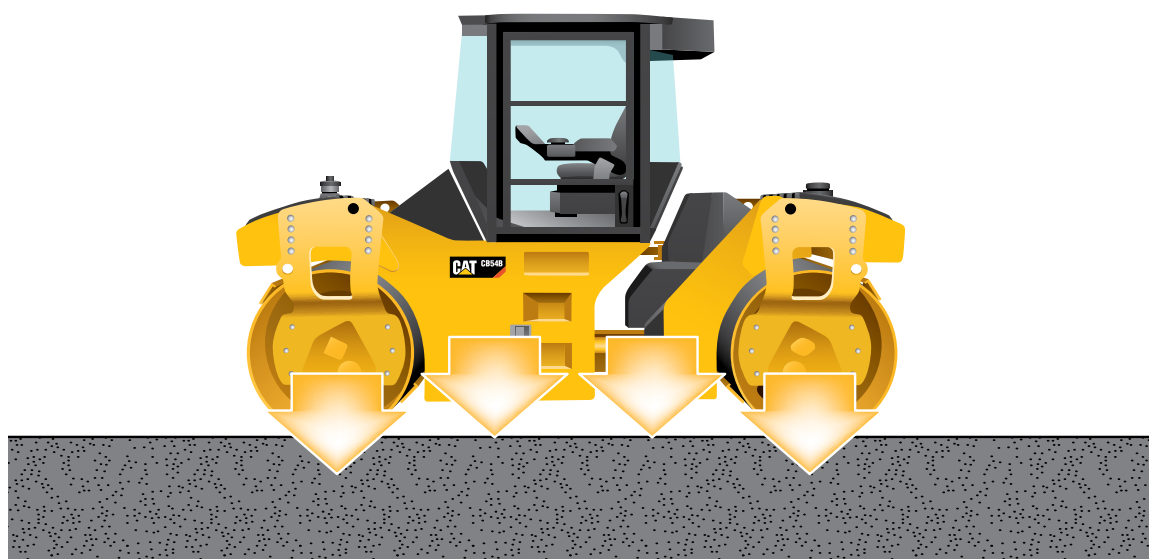
SISTEMA VIBRATÓRIO CAT

Frequência	Amplitude	Força Centrífuga
42 Hz (2520 vpm)	Alta: 0,86 mm (0,034")	89 kN (19.980 lb)
42 Hz (2520 vpm)	Baixa: 0,73 mm (0,029")	75 kN (16.965 lb)
63 Hz (3800 vpm)	Alta: 0,44 mm (0,017")	103 kN (23.243 lb)
63 Hz (3800 vpm)	Baixa: 0,33 mm (0,013")	78 kN (17.438 lb)

Nesta máquina, os números da força centrífuga mais alta resultam quando é selecionada a alta frequência. Na alta frequência, a amplitude, ou a força de impacto, é relativamente pequena.

Os números da força centrífuga mais baixa resultam quando é selecionada a baixa frequência. Conforme foi mostrado anteriormente, as amplitudes são sempre mais altas quando é

selecionada uma baixa frequência. Assim, como o gráfico mostra força centrífuga mais alta não corresponde necessariamente a energia mais alta de compactação. Força centrífuga mais alta frequentemente significa energia mais baixa de compactação. Os operadores dos compactadores e o pessoal do controle de qualidade são aconselhados a ignorar a força centrífuga quando consideram as características do sistema vibratório.



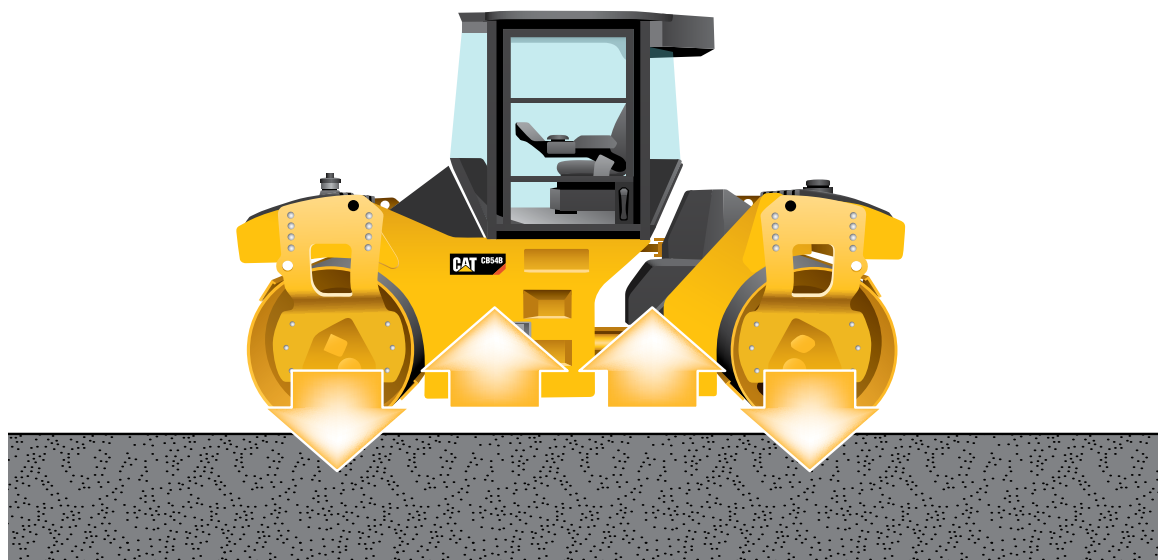
Quando a compactação é equilibrada, a maior parte da força vibratória é transmitida para a camada de pavimentação.

[VIBRAÇÃO EQUILIBRADA DO COMPACTADOR]

Quando tudo está em equilíbrio – amplitude, frequência, velocidade da máquina e peso do rolo – então as forças de impacto e vibração são aceitas pela camada de pavimentação. Todas as características vibratórias estão trabalhando junto com o que é chamado de sistema de ressonância e a máquina opera suavemente. Nessa condição, a maior parte da força vibratória é transmitida para a camada de pavimentação. A força de compactação transmitida é maximizada para uma operação mais produtiva.

Usando a mesma máquina na mesma camada de pavimentação, você pode selecionar a mesma

amplitude, mas aumentando a frequência. A força centrífuga aumenta com o aumento da frequência. A máquina poderá deixar de ter a ressonância correta do sistema. Nessa condição, uma parte da energia de compactação não é aceita pela camada de pavimentação, e é enviada de volta para a máquina. Os rolos começam a perder contato com a camada de pavimentação. Quando os rolos saltam, o operador perde o controle da direção. Uma vibração desbalanceada resulta em compactação menos efetiva, pode danificar a camada de pavimentação, e é desconfortável para o operador.



Uma parte da energia de compactação será transferida de volta para a máquina se a compactação não estiver equilibrada.

Sugestão para o usuário: *Se ocorrer saltos dos rolos, tente uma das soluções a seguir para restaurar uma operação suave:*

- *Verifique a velocidade de trabalho para certificar-se de que você está operando na faixa que produz de 26 a 46 impactos por metro (8 a 14 impactos por pé).*
- *Mude para um ajuste de amplitude mais baixa.*
- *Se for disponível na máquina, mude para uma frequência mais alta.*
- *Opere com um rolo vibrando e um rolo estático.*
- *Opere no modo estático.*

Resumo: *As forças de compactação e outras características da máquina estão relacionadas. É importante que a equipe entenda a relação entre as forças de compactação e como uma camada de pavimentação aceita essas forças. Quando as forças de compactação e outras características estão alinhadas apropriadamente, o resultado é uma compactação eficiente.*



Unidade 3

FATORES QUE AFETAM A COMPACTAÇÃO

Compactação é mais do que experiência – é mais do que aconteceu na última obra. Seu processo de compactação será mais bem sucedido quando aprender que informações você deve reunir, e como interpretá-las.



FATORES

Na Unidade 2 você aprendeu sobre as forças de compactação e outros fatores que afetam a compactação do asfalto.

Fatores como, por exemplo, frequência, amplitude, velocidade de trabalho e largura do rolo, podem ser controlados pela equipe de compactação.

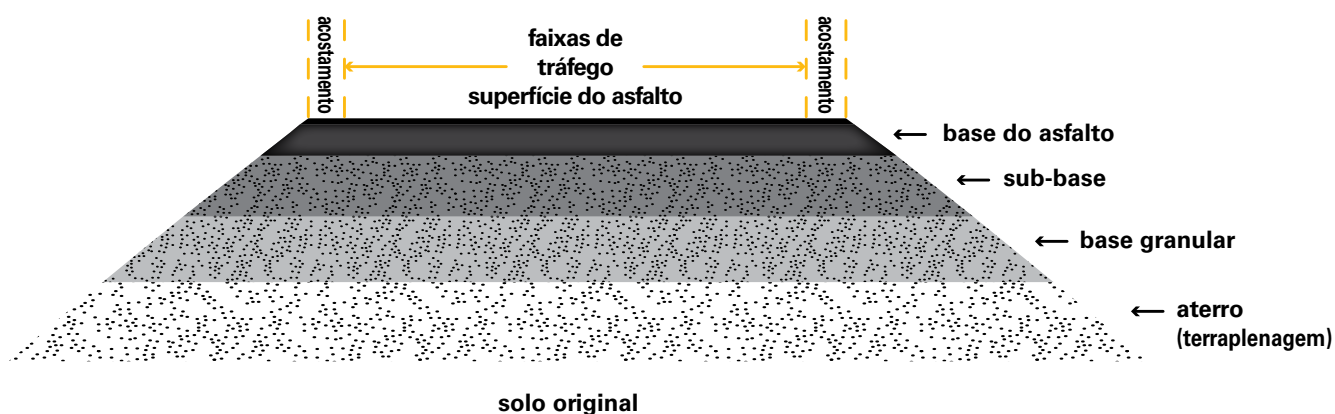
Muitos outros fatores que afetam a compactação do asfalto não podem ser controlados pelos operadores dos compactadores, pelo pessoal de controle de qualidade no canteiro de obras e pelos supervisores.

Esses fatores incluem:

- Desenho do projeto
- Projeto da mistura
- Espessura da camada asfáltica
- Temperatura da mistura
- Condições climáticas

É importante que os operadores e o pessoal do controle qualidade tenham informações sobre esses fatores porque devem considerá-las durante o desenvolvimento das técnicas de compactação mais adequadas para cada projeto.

SEÇÃO DA ESTRADA



[DESENHO DO PROJETO]

O desenho do projeto de pavimentação afeta as técnicas de compactação. Na construção de uma estrada nova ou em projetos de reconstrução total, camadas múltiplas de asfalto são tipicamente aplicadas. Cada camada é formada por materiais diferentes e tem uma espessura diferente.

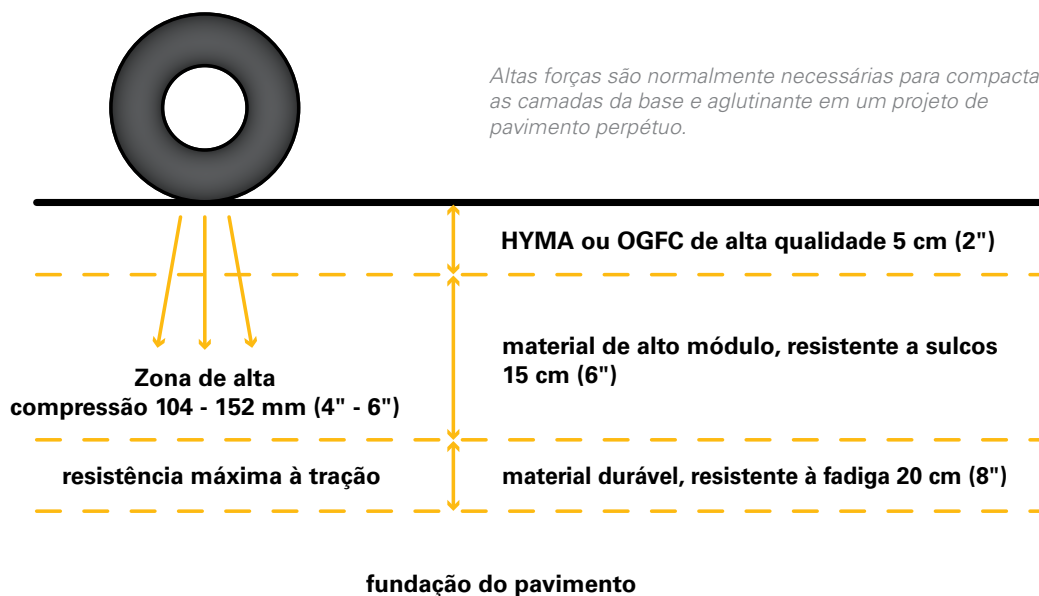
A primeira camada, chamada de base, é espalhada na base dos agregados ou do aterro estabilizado e normalmente consiste de mistura com uma quantidade razoavelmente grande de agregados. Essa normalmente é a camada mais espessa. Ela está sendo espalhada sobre uma base flexível assim uma alta energia de compactação normalmente é necessária para que se atinja a densidade exigida.

Sugestão para o usuário: Sempre que estiver compactando o asfalto espalhado em uma base granular, você precisa lembrar que uma parte da força de impacto, ou amplitude, do compactador será absorvida pela base de certa forma flexível. Ao criar uma lista de verificação para selecionar a amplitude, considere sempre o tipo de base sob a camada asfáltica. Se for uma base rígida como uma superfície fresada, é preciso tomar cuidado para não usar muita amplitude. Se a base for flexível, haverá menos preocupação sobre o uso de amplitudes média ou alta.

Frequentemente é usada uma segunda camada asfáltica chamada de aglutinante (binder) ou camada intermediária. A camada aglutinante é usualmente mais fina que a camada da base e utiliza agregados menores. A camada aglutinante normalmente exige menos energia de compactação para se conseguir a densidade desejada. As camadas de base e aglutinante contribuem para o suporte estrutural. O curso intermediário pode contribuir para a drenagem juntamente com cursos de desgaste em grades abertos.

Finalmente, é aplicada uma camada da superfície, algumas vezes chamada de camada de desgaste ou de atrito. A camada da superfície é ordinariamente a camada mais fina de todas e é formada pelos menores agregados. A camada da superfície é projetada para ser a mais dura e para contribuir mais para a resistência do pavimento. Como a camada da superfície costuma ser relativamente fina e espalhada sobre uma superfície rígida, é necessária menor energia de compactação.

PROJETO DE PAVIMENTO PERPÉTUO



Pavimento perpétuo é um termo usado para descrever outro projeto estrutural de longa vida útil. Pavimento perpétuo é designado para suportar um número quase infinito de cargas axiais sem deterioração estrutural. Espessas camadas de asfalto, muitas vezes totalizando até 60 cm (22"), limitam o nível de tensão induzida pela carga na parte inferior das camadas asfálticas.

O projeto de pavimento perpétuo normalmente usa misturas de alta qualidade, resistentes à deformação. A maioria das camadas inferiores no projeto de camada perpétua exige um algo grau de energia de compactação para atingir a densidade especificada.

Outra aplicação muito comum de compactação de pavimento é compactar uma ou duas camadas relativamente finas sobre uma superfície fresada. A maior parte do trabalho sobre estruturas asfálticas agora consiste de manutenção através da remoção parcial da parte mais profunda e repavimentação.

Depois da fase de fresagem, pode haver uma camada niveladora e então uma camada da superfície. Raramente essas camadas excedem 50 mm (2"). Portanto, normalmente é usada uma energia mais baixa de compactação para essa aplicação.



A compactação de camadas finas em superfícies fresadas normalmente exige menos força de compactação.

[PROJETO DA MISTURA]

Asfalto é um termo genérico que inclui muitos tipos diferentes de misturas de agregados, finos, modificadores e cimento asfáltico produzidos em uma usina de asfalto em temperaturas entre 145°C e 190°C (300-350°F). Uma variação do tradicional asfalto de mistura à quente é o asfalto de mistura morna (WMA). A tecnologia de asfalto de mistura morna permite a produção da mistura e o espalhamento em temperaturas de até 40°C (100°F) mais baixas do que o asfalto de mistura à quente convencional sem sacrificar o desempenho. Neste manual, os projetos de compactação de asfalto com mistura quente e com mistura morna são abordados da mesma maneira.

Misturas de graus densos são produzidas com agregados continuamente graduados. Em outras

palavras, há uma grande variedade de tamanhos de agregados no projeto. A fórmula do projeto inclui cimento asfáltico e finos. Tipicamente, os agregados maiores são envolvidos por uma película de betume composta de cimento asfáltico e finos. O cimento asfáltico pode ser modificado por materiais como polímero ou pó de borracha para desenvolver resistência adicional.

Como os agregados maiores são envolvidos pela mistura de cimento asfáltico e finos, há menos perigo de danificar os agregados através do uso de força alta de compactação. Dependendo da espessura da camada, normalmente é selecionada uma amplitude média ou alta durante a compactação de misturas mais densas.

Sugestão para o usuário: Quando continuar a aumentar a lista de verificação para a seleção da amplitude, deve ser considerado o tipo de cimento asfáltico. Se o cimento asfáltico tiver modificadores como polímeros, fibras ou pó de borracha, a viscosidade do cimento asfáltico será alta. Acomodar os agregados durante o processo de compactação será mais difícil devido à alta viscosidade do cimento asfáltico modificado. Portanto, você sempre deverá pensar em amplitudes mais altas quando souber que existe cimento asfáltico modificado na camada que está sendo compactada. Informações sobre o tipo de cimento asfáltico podem ser encontradas na fórmula da mistura feita no canteiro de obras, que deverá estar disponível para os supervisores e para o pessoal do controle de qualidade.

MISTURA DE GRADUAÇÃO DENSA

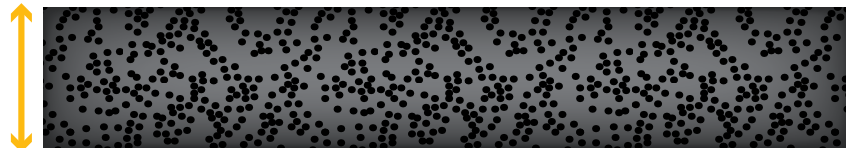


Misturas de graduação densa são frequentemente classificadas como ásperas ou finas. As misturas ásperas têm agregados com tamanho máximo de 19 cm (3/4") ou mais. As misturas ásperas normalmente são espalhadas em camadas bastante espessas de 75 mm (3") ou mais. As camadas de

pavimentação que consistem de mistura áspera são menos prováveis de movimentação sob energia pesada de compactação. Você pode usar compactadores vibratórios em faixas mais altas de amplitude e compactadores pneumáticos com pressões mais elevadas no solo.

MISTURA ÁSPERA

Camada de
pavimentação
de 13 cm (5")



tamanho do agregado de até 38 mm (1,5")

Misturas com graduações mais densas com agregados grandes são mencionada como misturas ásperas.

MISTURAS FINAS

Camada de
pavimentação
de 5 cm (2")



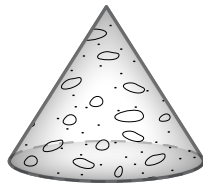
tamanho do agregado de até 13 mm (1/2")

Misturas com graduações densas com agregados menores são mencionadas como misturas finas.

Algumas misturas de graduação densa são classificadas como misturas finas. As misturas finas têm um agregado máximo de até 13 mm (1/2") e tipicamente um percentual relativamente grande de finos e cimento asfáltico. Algumas misturas finas podem ser instáveis durante o processo de compactação, especialmente se a espessura da

camada exceder 50 mm (2"). Pode ser necessária uma compactação estática para ajudar a estabilizar as misturas finas antes das passadas vibratórias. Uma alta energia de compactação pode danificar as camadas da mistura fina. Compactadores mais leves, tanto com rolos de aço quanto de rodas pneumáticas, são recomendados para uso em misturas finas.

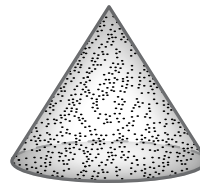
MISTURA DE GRADUAÇÃO ABERTA



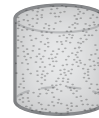
**agregado
máximo
nominal**



**agregado
pequeno**



finos

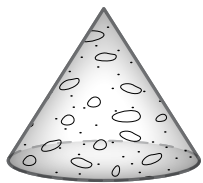


**cimento
asfáltico**

As misturas de graduação aberta têm agregados com tamanho relativamente uniforme, tipificado por uma ausência de partículas de tamanho intermediário. Os projetos de mistura típicos dessa estrutura são camadas de atrito permeáveis e bases permeáveis tratadas com asfalto. Devido à sua estrutura aberta, devem ser tomadas precauções

para minimizar a quantidade de cimento asfáltico drenando para a parte inferior da camada, com o uso de cimento asfáltico modificado, usualmente pó de borracha ou fibras. O contato de pedra contra pedra com um revestimento pesado de partículas de cimento asfáltico é típico para misturas de graduação aberta.

MISTURA DE GRADUAÇÃO SEM TAMANHOS INTERMEDIÁRIOS DE FINOS



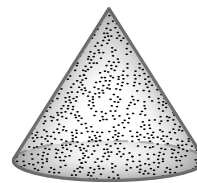
**agregado
máximo
nominal**



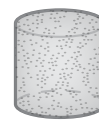
**agregado
intermediário**



**agregado
pequeno**



finos

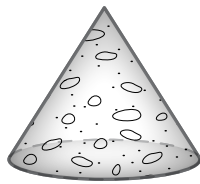


**cimento
asfáltico**

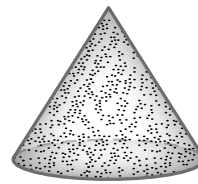
As misturas de graduação sem tamanhos intermediários finos usam uma graduação de agregados com partículas que variam de grandes a finas, com a falta de alguns tamanhos

intermediários. Esse tipo de mistura também é tipificado pelo contato de pedra contra pedra e é mais permeável que as misturas de graduação densa.

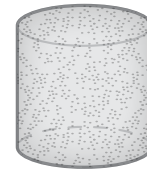
ASFALTO COM MATRIZ DE PEDRA



**agregado
máximo
nominal**



finos



**cimento
asfáltico**

O asfalto com matriz de pedra (Stone-matrix asphalt ou SMA), assim como outras misturas de graduação aberta, não tem a maioria dos tamanhos intermediários de agregados. No entanto, o SMA

tem uma proporção mais alta de finos. O cimento asfáltico modificado combina com esses finos para produzir um revestimento de betume espesso ao redor e entre as grandes partículas de agregado.

Sugestão para o usuário: As misturas de graduação aberta e ao asfalto com matriz de pedra (SMA) têm mais contato de pedra contra pedra do que as misturas de graduação densa. Por causa do alto contato de pedra contra pedra há uma maior probabilidade de que os agregados ficarão danificados durante o processo da compactação. Ajustes mais baixos de amplitude nos compactadores vibratórios ou a compactação estática normalmente são recomendados para esses tipos de misturas. Podem ser aplicadas especificações do método que controla o processo de compactação quando essas misturas são usadas. Além disso, algumas misturas de SMA que são muito modificadas podem ser extremamente rígidas e podem exigir mais força de compactação.

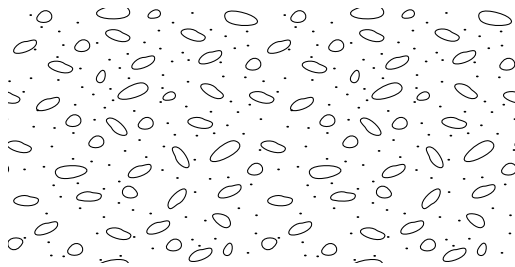
[FORMA DO AGREGADO]

A forma do agregado também afeta a compactação. A forma do agregado determina a quantidade de atrito interno entre as partículas.

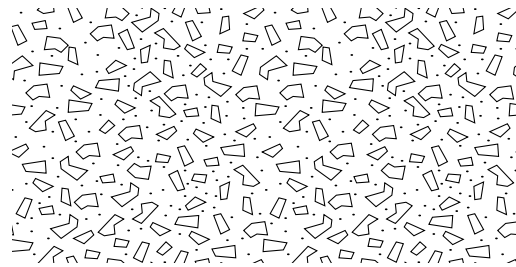
Agregados arredondados têm baixo atrito interno e movem-se mais juntos dentro da camada sob menos energia de compactação. No entanto, misturas com agregados arredondados tendem a ser instáveis e movem-se sob o peso do compactador. Portanto, quando você souber que o formato do agregado é arredondado, selecione uma baixa amplitude vibratória ou um compactador estático leve.

Agregados angulares, por outro lado, têm alto atrito interno. Quando entram em contato uns contra os outros, os agregados angulares produzem alta resistência no pavimento. Mais força e compactadores mais pesados são necessários para superar o atrito interno entre as faces fraturadas do agregado de pedra britada. A maioria dos projetos de alto tráfego especifica o uso de agregados de pedra britada com um certo número de formas de faces fraturadas.

AGREGADOS ARREDONDADOS **baixo atrito interno**



AGREGADOS ANGULARES **alto atrito interno**



[ESPESSURA DA CAMADA / TAMANHO DO AGREGADO]

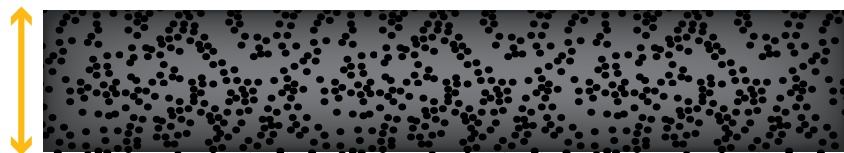
Independentemente do tipo de mistura ou do tipo do projeto, um fator muito importante é a relação entre o tamanho do maior agregado na mistura e a espessura da camada. Essa relação afeta em muito a habilidade da camada de pavimentação em aceitar a energia da compactação e alcançar a densidade especificada.

Com uma relação de 4:1, há um amplo espaço para o movimento dos agregados, permitindo que eles se reorientem. Muitos departamentos de obras públicas especificam uma relação de 3:1 como mínimo para projetos de misturas para alto tráfego.

Por exemplo, uma camada com espessura de 100 mm (4") e um tamanho máximo de agregado de 25 mm (1") é relativamente fácil de compactar. Você pode usar altas forças de compactação e não se preocupar em danificar os agregados.

CAMADA COM UMA RELAÇÃO DE ESPESSURA DE 4:1 PARA O TAMANHO DOS AGREGADOS

Camada de
pavimentação
de 100 mm (4")



agregado com tamanho de até 25 mm (1")

CAMADA COM UMA RELAÇÃO DE ESPESSURA DE 2:1 PARA O TAMANHO DOS AGREGADOS

Camada de
pavimentação
de 50 mm (2")



agregado com tamanho de até 25 mm (1")

Quando a relação entre a espessura da camada e o tamanho do agregado for menor que 3:1, o processo de compactação é muito mais difícil. Em particular, quando houver agregados angulares na camada, é provável que esses agregados não se movam na orientação compactada apropriada sem serem danificados. É mais provável que o operador do compactador

perceba os rolos saltando ou a aparência de rochas não revestidas na superfície da camada de pavimentação. A falta de densidade e agregados danificados resultam em falha prematura da camada de pavimentação. Quando a relação entre a espessura da camada e o tamanho do agregado for inferior a 3:1, será necessária baixa energia de compactação.



A espessura da camada de pavimentação pode ser variável quando for usado controle da inclinação pela equipe de trabalho.

Sugestão para o usuário: Embora o projeto possa exigir a relação mínima de 3:1, existem casos em que a relação entre a espessura da camada e o tamanho do agregado será menor. A situação mais comum ocorre quando é usado controle da inclinação no equipamento de pavimentação para criar o perfil. O controle de inclinação da mesa-alisadora pavimentadora significa que a espessura da camada de pavimentação provavelmente será variável em toda a largura da camada de pavimentação. A metade esquerda da camada de pavimentação pode ter uma espessura de 75 mm a 50 mm (3-2") e a metade direita pode ter uma espessura de 50 mm a 25 mm (201"). O lado esquerdo da camada vai ser compactado normalmente, mas os rolos provavelmente vão começar a saltar quando o compactador passar sobre o lado direito. Menos energia de compactação é necessária no lado direito. A solução mais fácil para o problema é operar o compactador com um rolo vibrando e um rolo estático, ou com ambos os rolos estáticos. A mudança da operação do sistema vibratório pode ser feita facilmente com o acionamento de um interruptor no compartimento do operador. Ele não precisa descer da máquina para mudar o ajuste da amplitude para superar os saltos do rolo.

[TEMPERATURA DA MISTURA]

O fator a seguir, temperatura da camada asfáltica, tem um importante efeito na compactação. Criar densidade em qualquer camada asfáltica é normalmente mais fácil com a temperatura mais alta possível. Em alta temperatura, o cimento asfáltico que é uma parte da mistura fica na viscosidade mais baixa. Os agregados na mistura movem-se mais juntos facilmente quando o cimento asfáltico é fluido, ou em sua viscosidade mais baixa. O cimento asfáltico fica mais rígido quando esfria. Os agregados na mistura ficam firmes na posição e não é possível retirar mais ar.

Dependendo do desempenho de uma mistura em altas temperaturas, o limite superior que permite a compactação é de aproximadamente 160°C (320°F).

Alguns tipos de misturas podem ser instáveis em altas temperaturas e movimentam-se na frente do rolo em vez de se consolidar sob o rolo. Misturas que são instáveis em altas temperaturas normalmente têm uma alta porcentagem de agregados pequenos, finos e cimento asfáltico. Quando uma mistura se deforma devido a altas temperaturas, a solução é ficar em uma distância maior atrás da pavimentadora para permitir que a camada de pavimentação fique suficientemente arrefecida para permitir uma compactação normal.



A maioria, se não a totalidade, da densidade da camada deverá ser completada quando a camada de pavimentação tiver esfriado para cerca de 90°C (190°F). Nessa temperatura o asfalto fica tão rígido que não é possível qualquer movimento adicional dos agregados. Embora você possa ser capaz de limpar as marcas da superfície da camada de pavimentação, não é provável que você possa conseguir uma densidade adicional. Se a camada esfriar antes que a densidade necessária seja alcançada:

- Trabalhe mais perto da pavimentadora
- Aumente a energia de compactação
- Acrescente mais compactadores

Há exceções às regras gerais no que se refere aos limites superior e inferior para a compactação. Algumas misturas têm uma zona intermediária que fica entre os limites tradicionais superiores e inferiores de temperatura. Então elas se tornam instáveis em uma faixa intermediária de temperatura, normalmente chamada de "tender zone".



Um sinal de que o compactador está trabalhando em uma zona com baixa sustentação (tender) é uma marca de corte formada por uma borda saliente e rachada feita pelo rolo.

Se um compactador operar na camada de pavimentação durante a zona de baixa sustentação, você normalmente verá a camada de pavimentação se movendo à frente do rolo ou das rodas pneumáticas. Outro sinal de que você está operando na zona de baixa sustentação será a aparência de uma marca de corte formada por uma borda saliente e rachada feita pelo rolo. Normalmente, a extremidade do rolo deixa uma marca reta de corte. Provavelmente o operador vê mais facilmente a marca de corte sobreposta que indica que o compactador está trabalhando na zona de baixa sustentação.

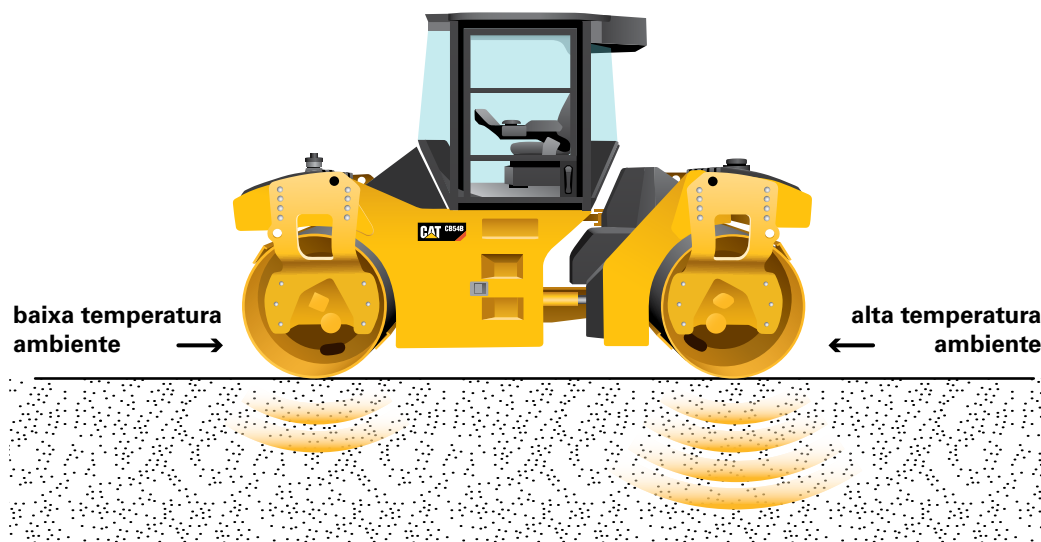
Quando compactar uma mistura que tenha uma zona de baixa sustentação, você precisa obter o máximo de densidade possível na zona de alta temperatura. A compactação deverá normalmente ser interrompida quando a camada de pavimentação entrar na zona de baixa sustentação. Quando a zona de baixa sustentação termina, a camada de pavimentação normalmente volta a ser estável e é possível obter uma densidade adicional. A camada de pavimentação deve ficar próxima à densidade final antes do início da zona de baixa sustentação. Quando a zona de baixa sustentação termina e a compactação recomeça, selecione baixa amplitude para evitar que o rolo salte na camada de pavimentação mais fria e densa.

[CONDIÇÕES CLIMÁTICAS]

O fator final que influencia a compactação é o clima, principalmente a temperatura ambiente e as condições do vento. Em dias quentes e ensolarados com altas temperaturas ambientes a camada de pavimentação retém seu calor por mais tempo, assim o período de trabalho é aumentado.

Em dias de temperatura amena e com ventos, a camada de pavimentação perde calor mais depressa. Na verdade pode ser formada uma crosta sobre a superfície da mistura que evita que as forças de compactação penetrem uniformemente na camada.

A verificação da temperatura da camada é feita de duas maneiras. A mais comum é usar um scanner de temperatura infravermelho. O scanner oferece uma verificação rápida da temperatura da superfície em certo ponto. O operador ou o técnico do controle de qualidade pode rapidamente monitorar as temperaturas da camada em vários locais. A outra maneira de verificar a temperatura da camada é com o uso de um termômetro de sonda. A sonda mostra a temperatura interna da camada e é um indicador melhor de como a mistura vai reagir às forças de compactação.



Sugestão para o usuário: Os operadores de compactadores podem precisar ajustar seus padrões de rolamento de acordo com a mudança das condições ambientes durante o dia. Pela manhã, quando a temperatura normalmente é mais baixa, um padrão curto de rolamento pode ser usado para ficar bem perto da pavimentadora. À medida que a temperatura ambiente aumenta e a camada fica quente por mais tempo, os operadores dos compactadores podem aumentar o comprimento de seus padrões de rolamento sem se preocupar muito em permanecer perto da pavimentadora.

FATORES

Todos esses fatores de temperatura e projeto da mistura são importantes porque determinam de quanto tempo você precisa para obter a densidade necessária antes que a camada esfrie abaixo de 90°C (190°F). Você também pode usar essa informação para determinar quanto tempo você tem antes do início de uma nova zona com baixa sustentação, se ainda existir alguma.

No passado, o pessoal do controle de qualidade precisava usar gráficos de engenharia para determinar

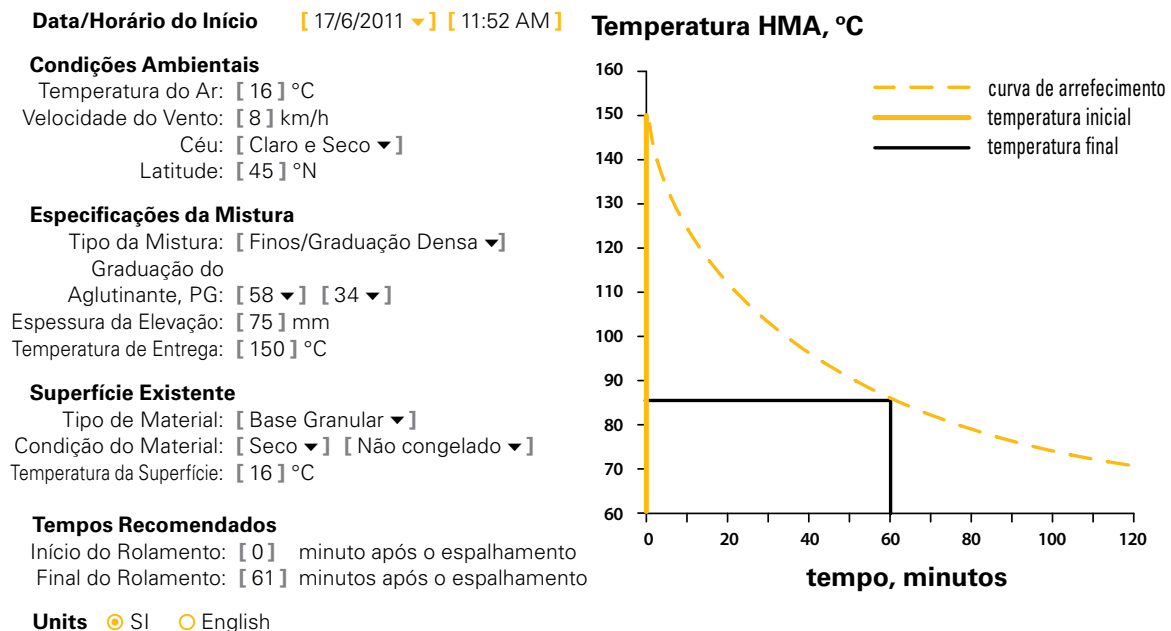
o tempo disponível para a compactação com base na espessura da camada, na temperatura da camada atrás da pavimentadora e nas condições ambientes. Hoje, existem vários programas de software disponíveis para calcular o tempo com mais precisão e mais rapidamente. Um tipo de software é chamado PaveCool (PaveCoolVersuib 2,499 copyright 2001-2005 Minnesota Department of Transportation). Mostramos a seguir uma série de cálculos com o PaveCool.

Sugestão para o usuário: A temperatura na superfície é sempre mais baixa que a temperatura interna da camada de pavimentação. Se for disponível, use uma sonda para verificar a temperatura interna. Em seguida, use o scanner infravermelho para verificar a temperatura da superfície no mesmo local. Você poderá descobrir que a temperatura da superfície é até 15°C (30°F) mais fria que a temperatura interna. Conhecendo o diferencial das temperaturas você poderá correlacionar a temperatura da superfície mostrada pelo scanner com a temperatura interna real.

Sugestão para o usuário: A Caterpillar recomenda que o pessoal do controle de qualidade desenvolva uma série de curvas de arrefecimento antes de iniciar um projeto. As curvas de arrefecimento devem representar quaisquer mudanças na espessura da camada e devem antecipar mudanças na temperatura do mistura e nas condições ambientes.

Sugestão para o usuário: As curvas de arrefecimento também são extremamente úteis na compactação de misturas que têm uma zona com baixa sustentação. É possível ajustar o software PaveCool para mostrar quanto tempo você tem antes do início de uma zona de baixa sustentação e por quanto tempo essa baixa sustentação vai persistir.

[CURVAS DE ARREFECIMENTO]



O software PaveCool exige a informação das condições ambientais, especificações da mistura, e a superfície existente. Nesse exemplo, a temperatura do ar é 16°C (60°F), e o vento é leve, o dia está ensolarado e o projeto fica nas proximidades de Paris, França (latitude de 45° norte). A camada de asfalto consiste de material de graduação densa espalhado com uma espessura de 75 mm (3") e passando sob a mesa-alisadora da pavimentadora a 150°C (302°F). A camada asfáltica está sendo espalhada em material granular que também tem uma temperatura de 16°C (61°F). A curva de arrefecimento resultante mostra que existem 61 minutos para a compactação antes que a camada de pavimentação seja arrefecida até a temperatura mínima que foi estabelecida em 85°C (185°F).

Data/Horário do Início [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Condições Ambientais

Temperatura do Ar: [16] °C
 Velocidade do Vento: [8] km/h
 Céu: [Claro e Seco ▼]
 Latitude: [45] °N

Especificações da Mistura

Tipo da Mistura: [Finos/Graduação Densa ▼]
 Graduação do Aglutinante, PG: [58 ▼] [34 ▼]
 Espessura da Elevação: [50] mm
 Temperatura de Entrega: [150] °C

Superfície Existente

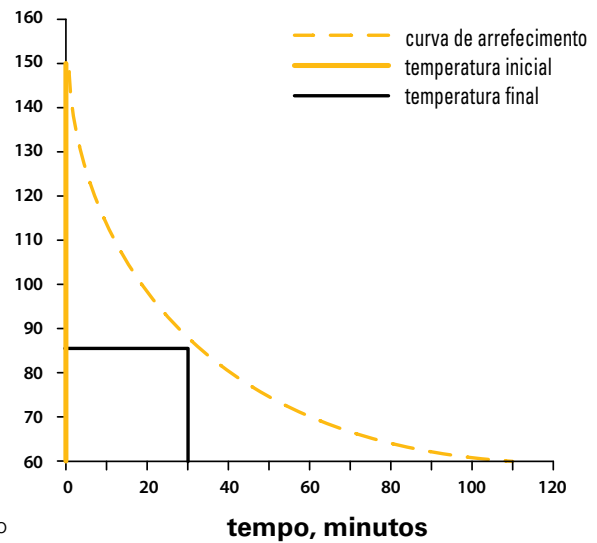
Tipo de Material: [Base Granular ▼]
 Condição do Material: [Seco ▼] [Não congelado ▼]
 Temperatura da Superfície: [16] °C

Tempos Recomendados

Início do Rolamento: [0] minuto após o espalhamento
 Final do Rolamento: [31] minutos após o espalhamento

Units SI English

Temperatura HMA, °C



Neste exemplo, todas as informações são as mesmas exceto a espessura da camada, que foi mudada para 50 mm (2"). Quando a nova curva de arrefecimento foi calculada, o tempo disponível para a compactação havia diminuído 50%. O tempo disponível para compactação agora é de 31 minutos.

Data/Horário do Início [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Condições Ambientais

Temperatura do Ar: [16] °C
 Velocidade do Vento: [8] km/h
 Céu: [Claro e Seco ▼]
 Latitude: [45] °N

Especificações da Mistura

Tipo da Mistura: [Finos/Graduação Densa ▼]
 Graduação do Aglutinante, PG: [58 ▼] [34 ▼]
 Espessura da Elevação: [38] mm
 Temperatura de Entrega: [150] °C

Superfície Existente

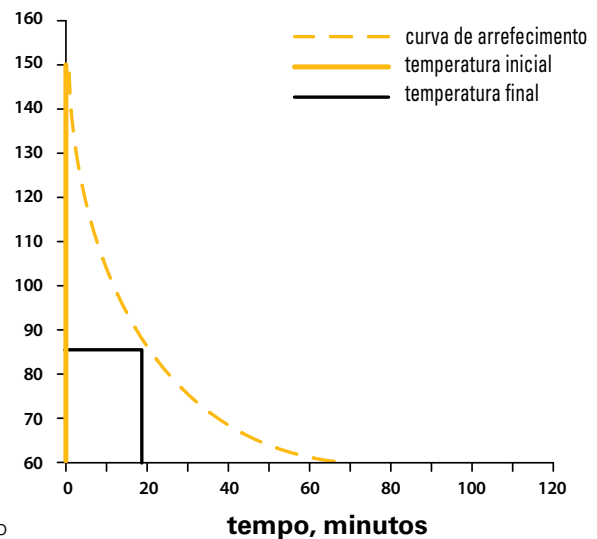
Tipo de Material: [Base Granular ▼]
 Condição do Material: [Seco ▼] [Não congelado ▼]
 Temperatura da Superfície: [16] °C

Tempos Recomendados

Início do Rolamento: [0] minuto após o espalhamento
 Final do Rolamento: [19] minutos após o espalhamento

Units SI English

Temperatura HMA, °C



Em seguida, parta do princípio de que você está espalhando uma camada com superfície relativamente fina, com uma espessura de 38 mm (1,5"). Todo o resto continua igual. A curva de arrefecimento mostra que apenas 19 minutos são disponíveis para a compactação.

A espessura da camada tem um importante impacto no tempo disponível para a compactação. Quanto mais fina for a camada, mais difícil será o processo de compactação. Se você souber quanto

tempo é disponível para se obter a densidade em camadas finas de pavimentação isso irá ajudá-lo a determinar os padrões de rolamento e o número de compactadores necessários para o projeto.



A capacidade de usar os rolos descentralizados facilita uma cobertura mais ampla para uma compactação mais rápida em camadas finas de pavimentação que perdem calor rapidamente.

Sugestão para o usuário: Alguns compactadores oferecem a capacidade de deslocar os rolos dianteiro e traseiro para quase duplicar a largura da cobertura de compactação. Portanto, geralmente são necessários menos passes sobrepostos para cobrir a largura da camada de pavimentação. Com os rolos deslocados, a quantidade da força de compactação entregue à camada de pavimentação é reduzida. No entanto, camadas finas exigem menos força de compactação e o compactador pode trabalhar mais perto da pavimentadora onde a camada é mais quente e mais suscetível de compactação.

Data/Horário do Início [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Condições Ambientais

Temperatura do Ar: [16] °C
 Velocidade do Vento: [8] km/h
 Céu: [Claro e Seco ▼]
 Latitude: [45] °N

Especificações da Mistura

Tipo da Mistura: [Finos/Gradação Densa ▼]
 Gradação do Aglutinante, PG: [58 ▼] [34 ▼]
 Espessura da Elevação: [38] mm
 Temperatura de Entrega: [140] °C

Superfície Existente

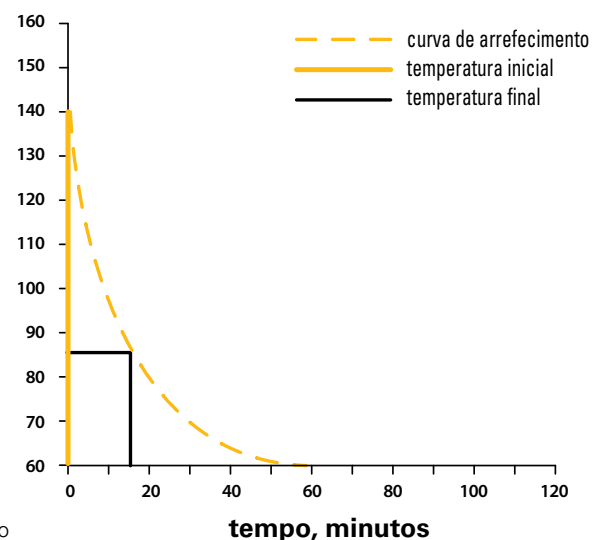
Tipo de Material: [Base Granular ▼]
 Condição do Material: [Seco ▼] [Não congelado ▼]
 Temperatura da Superfície: [16] °C

Tempos Recomendados

Início do Rolamento: [0] minuto após o espalhamento
 Final do Rolamento: [16] minutos após o espalhamento

Units SI English

Temperatura HMA, °C



Em seguida, considere como a temperatura da camada de pavimentação afeta o tempo disponível para compactação. Neste exemplo, a espessura da camada é 38 mm (1,5"), mas a temperatura da camada que passa sob a mesa-alisadora é reduzida para 140°C (284°F). Em comparação com uma camada de pavimentação com temperatura de 150°C (302°F) onde foram disponíveis 19 minutos para a compactação, a camada ligeiramente mais arrefecida reduz o tempo disponível para compactação para 16 minutos.

Data/Horário do Início [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Condições Ambientais

Temperatura do Ar: [16] °C
 Velocidade do Vento: [8] km/h
 Céu: [Claro e Seco ▼]
 Latitude: [45] °N

Especificações da Mistura

Tipo da Mistura: [Finos/Graduação Densa ▼]
 Graduação do
 Aglutinante, PG: [58 ▼] [34 ▼]
 Espessura da Elevação: [38] mm
 Temperatura de Entrega: [130] °C

Superfície Existente

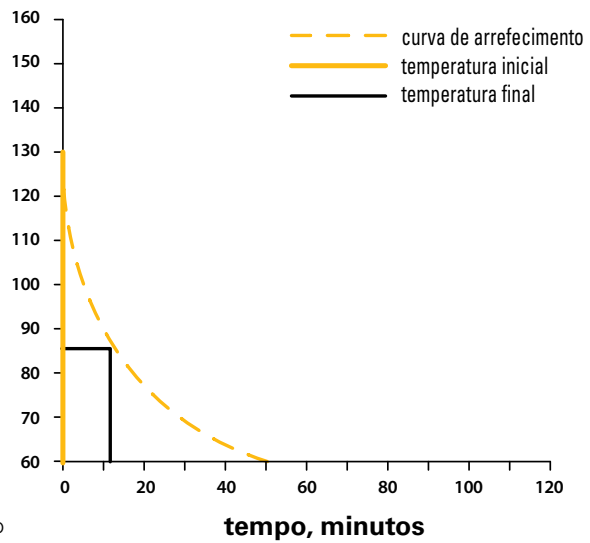
Tipo de Material: [Base Granular ▼]
 Condição do Material: [Seco ▼] [Não congelado ▼]
 Temperatura da Superfície: [16] °C

Tempos Recomendados

Início do Rolamento: [0] minuto após o espalhamento
 Final do Rolamento: [12] minutos após o espalhamento

Units SI English

Temperatura HMA, °C



Finalmente, quando a temperatura da camada de pavimentação é reduzida para 130°C (266°F), o tempo disponível para compactação cai para 12 minutos. A redução da temperatura da camada reduz o tempo disponível para compactação, mas não na mesma proporção em que a espessura da camada afeta o tempo disponível para compactação.

Data/Horário do Início [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Condições Ambientais

Temperatura do Ar: [10] °C
 Velocidade do Vento: [8] km/h
 Céu: [Claro e Seco ▼]
 Latitude: [45] °N

Especificações da Mistura

Tipo da Mistura: [Finos/Graduação Densa ▼]
 Graduação do
 Aglutinante, PG: [58 ▼] [34 ▼]
 Espessura da Elevação: [75] mm
 Temperatura de Entrega: [150] °C

Superfície Existente

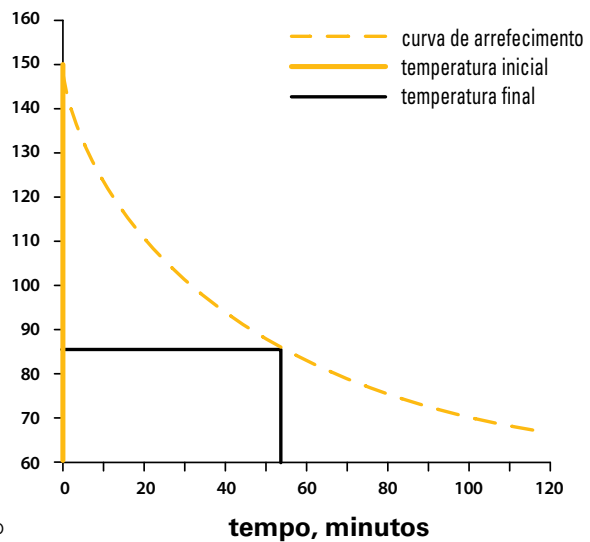
Tipo de Material: [Base Granular ▼]
 Condição do Material: [Seco ▼] [Não congelado ▼]
 Temperatura da Superfície: [10] °C

Tempos Recomendados

Início do Rolamento: [0] minuto após o espalhamento
 Final do Rolamento: [54] minutos após o espalhamento

Units SI English

Temperatura HMA, °C



Agora considere o efeito da temperatura ambiente no tempo disponível para compactação. Neste exemplo, a espessura da camada de pavimentação reverte para 75 mm (3"). Quando a temperatura ambiente era 16°C (61°F), havia 61 minutos disponíveis para compactação. Quando a temperatura ambiente é reduzida para 10°C (50°F) o tempo disponível para compactação é reduzido em cerca de 10%, para 54 minutos.

FATORES

Data/Horário do Início [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Condições Ambientais

Temperatura do Ar: [5] °C
Velocidade do Vento: [8] km/h
Céu: [Claro e Seco ▼]
Latitude: [45] °N

Especificações da Mistura

Tipo da Mistura: [Finos/Gradação Densa ▼]
Graduação do
Aglutinante, PG: [58 ▼] [34 ▼]
Espessura da Elevação: [75] mm
Temperatura de Entrega: [150] °C

Superfície Existente

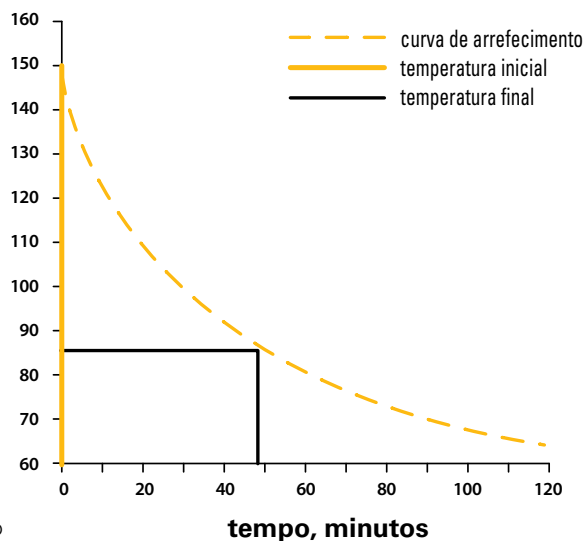
Tipo de Material: [Base Granular ▼]
Condição do Material: [Seco ▼] [Não congelado ▼]
Temperatura da Superfície: [5] °C

Tempos Recomendados

Início do Rolamento: [0] minuto após o espalhamento
Final do Rolamento: [49] minutos após o espalhamento

Units SI English

Temperatura HMA, °C



Finalmente a temperatura ambiente é reduzida para 5°C (41°F). O tempo disponível para compactação é reduzido novamente para 49 minutos. É evidente que a redução da temperatura ambiente reduz o tempo disponível para compactação, porém não na mesma proporção resultante da menor espessura da camada de pavimentação.

Data/Horário do Início [17/6/2011 ▼] [11:52 AM]

Condições Ambientais

Temperatura do Ar: [16] °C
Velocidade do Vento: [8] km/h
Céu: [Claro e Seco ▼]
Latitude: [45] °N

Especificações da Mistura

Tipo da Mistura: [Finos/Gradação Densa ▼]
Graduação do
Aglutinante, PG: [58 ▼] [34 ▼]
Espessura da Elevação: [65] mm
Temperatura de Entrega: [150] °C

Superfície Existente

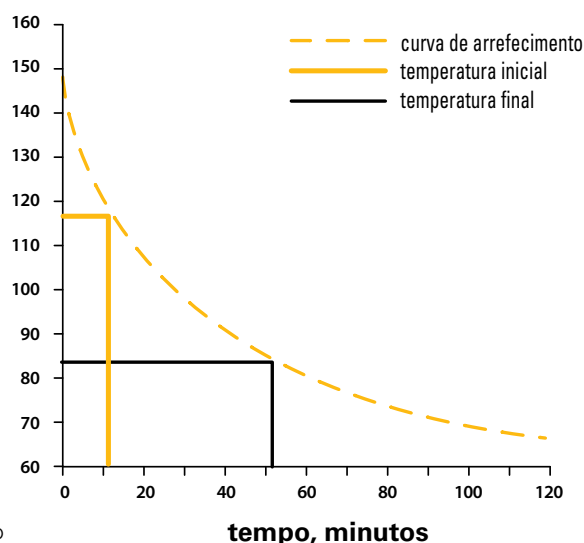
Tipo de Material: [Base Granular ▼]
Condição do Material: [Seco ▼] [Não congelado ▼]
Temperatura da Superfície: [16] °C

Tempos Recomendados

Início do Rolamento: [12] minutos após o espalhamento
Final do Rolamento: [52] minutos após o espalhamento

Units SI English

Temperatura HMA, °C



Neste exemplo, a temperatura ambiente é 16°C (61°F). Estamos espalhando uma mistura de graduação densa a uma profundidade de 65 mm (2,5"). A mistura está passando sob a mesa-alisadora a 150°C (302°F). A documentação indica que a mistura começa a mostrar baixa sustentação a 115°C (239°F) e que a camada de pavimentação torna-se estável novamente a 85°C (185°F). A curva de arrefecimento mostra que existem 12 minutos disponíveis para a compactação antes do início da zona de baixa sustentação. Você vai querer obter o máximo de densidade possível durante esse período de 12 minutos e então ficar fora da camada por 40 minutos. Depois que a zona de baixa sustentação desaparecer, normalmente é usada alta frequência com baixa amplitude para ganhar densidade adicional, se for necessária. Ou, um rolamento estático para eliminar quaisquer marcas dos rolos pode ser a única coisa necessária. Novamente, conhecer o tempo disponível para compactação antes da zona de baixa sustentação vai ajudá-lo a ajustar o padrão de rolamento e determinar o número e os tipos dos equipamentos de compactação.

[LISTA DE VERIFICAÇÃO DA AMPLITUDE]

Na Unidade 2, você aprendeu que a amplitude é definida como a distância que o rolo se move na camada de pavimentação e que a força de impacto criada pelo movimento do rolo é o principal fator para a criação de densidade em uma camada asfáltica. Você aprendeu também que o excesso de amplitude pode danificar uma camada asfáltica. A seleção da amplitude correta é um passo vital durante o processo de planejamento para qualquer aplicação de compactação de asfalto.

O operador do compactador, o técnico do controle de qualidade ou o supervisor precisa criar uma lista de verificação dos fatores cobertos na Unidade 3. Quer seja uma lista de verificação mental ou um formulário impresso, cada fator deve ser considerado. Veja a seguir um exemplo de lista de verificação.

LISTA DE VERIFICAÇÃO DA AMPLITUDE

Fator	Força Baixa	Força Alta
Espessura da Camada	< 50 mm (2")	>50 mm (2")
Suporte da Base	Rígido	Flexível
Viscosidade do Óleo	Baixa	Alta
Formato do Agregado	Arredondado	Angular
Temperatura Ambiente	Alta	Baixa

Esta lista de verificação ajuda a reunir todos os fatores da compactação que foram cobertos na Unidade 3 e vai ajudar a determinar quanta força de compactação é necessária para uma aplicação em particular. No lado esquerdo estão os fatores da aplicação que tendem a resultar na seleção dos ajustes de uma amplitude média. No lado direito estão os fatores de aplicação que tendem a levar à seleção de ajustes de amplitudes médias ou altas.

Como uma regra, espessuras de camada com menos de 50 mm (2") não aceitam alta energia de compactação. Portanto, ajustes de amplitude na faixa de 0,25 mm a 0,6 mm (0,01 – 0,025") tipicamente seriam selecionados. Quando a camada asfáltica for mais espessa que 50 mm (2"), a camada de pavimentação pode aceitar mais energia de compactação e você terá tendência a selecionar uma amplitude que seja 0,6 mm (0,025") ou mais alta.

O tipo de base que está sendo pavimentada tem um efeito na seleção da amplitude. Se a base for rígida, como uma superfície fresada ou uma superfície asfáltica já existente, uma energia de compactação muito alta vai fazer com que o rolo salte mais facilmente. Se você estiver pavimentando sobre material granular ou sub-base estabilizada, esse tipo de base é mais flexível. Você terá a tendência de selecionar amplitudes mais altas para essa aplicação porque a base flexível vai absorver uma parte da energia de compactação.

Você também precisa levar em consideração o tipo de cimento asfáltico usado em um projeto de mistura em particular. Se o cimento asfáltico tiver sido modificado com fibras ou pó de borracha, por exemplo, o asfalto terá alta viscosidade, a mistura será considerada rígida e serão necessárias forças mais altas. O cimento asfáltico não modificado tem uma viscosidade mais baixa e essa mistura vai precisar de energia mais baixa de compactação para que seja obtida a densidade necessária.

FATORES

Considere sempre o formato do agregado no projeto da mistura. A maioria das estruturas asfálticas de alto tráfego de classe de rodovia usa misturas com todas as faces fraturadas.

Os agregados angulares produzem alto atrito interno. Você vai ter a tendência de selecionar ajustes mais altos de amplitude para movimentar as rochas e remover os vazios de ar.

A maioria das misturas para ruas e estacionamentos tem agregados com algumas faces arredondadas. Como o agregado se move mais facilmente, essas misturas exigem energia mais baixa de compactação.

As condições climáticas são o fator final na lista de verificação. Em dias quentes e ensolarados, as camadas asfálticas tendem a reter seu calor por mais tempo e, como você tem mais tempo, pode usar forças mais baixas.

Quando a temperatura ambiente é baixa com ventos fortes, a camada asfáltica vai arrefecer rapidamente. Para atingir a densidade antes que a camada de pavimentação perca muita temperatura, você deve selecionar o ajuste mais alto de amplitude para tentar atingir a densidade rapidamente. A seguir vamos ver dois exemplos de como o uso da lista de verificação pode ser benéfico.

[LISTA DE VERIFICAÇÃO DA AMPLITUDE, EXERCÍCIO I]

LISTA DE VERIFICAÇÃO DA AMPLITUDE

Fator	Força Baixa	Força Alta
Espessura da Camada	< 40 mm (1,6")	-
Suporte da Base	Sup. Fresada	-
Viscosidade do Óleo	-	Alta
Formato do Agregado	-	Triturado
Temperatura Ambiente	-	10°C (50°F)

Neste projeto, a pavimentadora está espalhando uma camada com espessura de 40 mm (1,6") de asfalto de graduação densa com cimento asfáltico modificado por polímero, sendo o maior tamanho do agregado 12,5 mm (1/2") e agregado com todas as faces fraturadas. Esta é uma camada única de asfalto que está sendo assentado em uma superfície fresada. Olhando para a lista de verificação da amplitude, você verá que dois dos fatores estão no lado da força mais baixa, enquanto que três dos fatores indicam que será necessária uma força mais alta.

Isso significa que você deveria selecionar uma amplitude média a alta?

Nesta aplicação, você provavelmente selecionará uma amplitude de baixa a média. A espessura da camada, inferior a 50 mm (2") e a base rígida não aceitariam uma energia de amplitude alta. Às vezes certos fatores, especialmente a espessura da camada, são mais importantes que outros fatores na lista de verificação da amplitude. Selecionar a amplitude correta nem sempre é fácil. Lembre-se da regra geral quando selecionar a amplitude. Selecione a amplitude mais alta que a camada de pavimentação pode aceitar, sem fazer com que os rolos saltem ou danifiquem a camada de pavimentação.

[LISTA DE VERIFICAÇÃO DA AMPLITUDE, EXERCÍCIO 2]

LISTA DE VERIFICAÇÃO DA AMPLITUDE

Fator	Força Baixa	Força Alta
Espessura da Camada	-	75 mm (3")
Suporte da Base	-	Granular
Viscosidade do Óleo	-	Alta
Formato do Agregado	-	Triturado
Temperatura Ambiente	32°C (90°F)	-

Para este projeto, a opção de amplitude é relativamente fácil. Você está espalhando 75 mm (3") de asfalto com graduação densa como a primeira camada de material granular. O projeto da mistura usa cimento asfáltico com alta viscosidade e 19 mm (3/4") de agregado triturado com faces fraturadas. É um dia quente. Quatro fatores estão

no lado da força alta. Somente a temperatura alta está do lado da força baixa. Essa camada asfáltica vai aceitar amplitude alta por vários motivos. Primeiro, a camada é bastante espessa. Segundo, e muito importante, a relação entre a espessura da camada e o tamanho máximo do agregado é 4:1.

Resumo: Conhecer os fatores que afetam a compactação do asfalto é uma aptidão vital para os operadores, os técnicos do controle de qualidade e os supervisores. Grande parte das informações sobre o projeto da mistura está contida na fórmula da mistura no canteiro de obras que deverá disponibilizada pela usina de asfalto. Itens tais como espessura da camada e tipo de base para cada camada serão mostrados em planos de seção cruzada. Somente as condições climáticas precisam ser analisadas para cada turno.

Se você reunir informações suficientes e souber como interpretá-las, você e sua equipe podem tomar decisões melhores durante o ajuste do processo de compactação. Se você confiar somente no desempenho anterior ou na experiência, correrá o risco de ignorar novas informações valiosas.

O que você aprendeu sobre as forças de compactação e os fatores que afetam a compactação, irá ajudá-lo a ajustar o conjunto de compactação. Este é o assunto da Unidade 4.



Unidade 4

MÉTODOS E ESPECIFICAÇÕES

O ajuste apropriado do processo de compactação é a chave para o sucesso do seu projeto. Veremos a seguir os procedimentos apropriados, tanto usando as especificações do método ou do resultado final.





Compactador CD54 Cat trabalhando na fase inicial da compactação.

As Unidades 2 e 3 cobriram as forças de compactação e outros fatores que afetam a compactação do asfalto. A Unidade 4 trata do ajuste de um trem de compactação que atenda às necessidades do projeto no que se refere a produção, densidade e uma superfície de acabamento.

A Unidade 4 tem duas seções distintas. A primeira trata do ajuste do processo de compactação com a orientação de uma especificação do método

que dita o tipo de equipamento, a velocidade de trabalho, o número de passadas, e outros fatores. A segunda seção trata do ajuste do trem de compactação partindo do princípio de que está sendo observada a especificação do resultado final. Em outras palavras, os membros da equipe e o pessoal do controle de qualidade determinam os tipos de equipamento e os padrões de rolagem que produzirão a densidade desejada e atenderão também às exigências da produção.

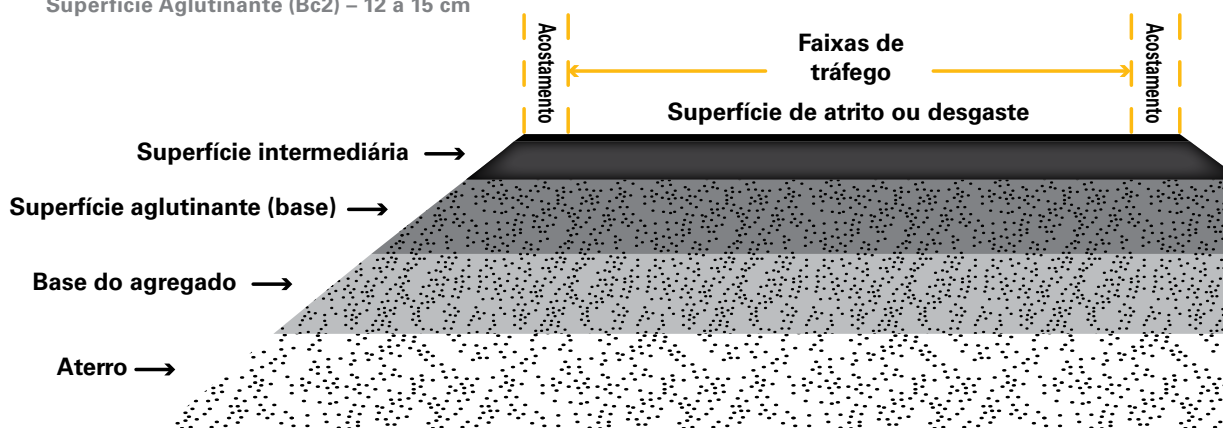
Seção I: ESPECIFICAÇÕES DO MÉTODO

As informações na Seção I são baseadas em pesquisa feita pelo Laboratório Central para Pontes e Estradas em Paris, França. Com base nessa pesquisa mundialmente aceita, o tipo

do equipamento de compactação, o número de passadas, e a velocidade de trabalho são especificados para vários tipos de camadas de pavimentos betuminosos.

SEÇÃO DA ESTRADA

- Superfície de desgaste fina (Wc1) – 3 a 5 cm
- Superfície de desgaste padrão (Wc2) 6 a 9 cm
- Superfície Intermediária (Ic) 6 a 9 cm
- Superfície Aglutinante (Bc1) – 8 a 12 cm
- Superfície Aglutinante (Bc2) – 12 a 15 cm



[TIPOS DE CAMADAS]

Existem cinco categorias de camadas (superfícies) nesta especificação. Uma superfície de desgaste fina (Wc1) tem uma espessura que varia de 3 a 5 cm. Há uma superfície de desgaste padrão (Wc2) com uma espessura que varia de 6 a 9 cm.

Uma categoria de superfície aglutinante (intermediária) é baseada em uma espessura que varia de 6 a 9 cm.

Há duas classificações de superfícies de base. A superfície padrão (Bc1) tem uma espessura que varia de 8 a 12 cm. A base opcional (Bc2) varia de 12 a 15 cm.

Conforme foi explicado na Unidade 2, cada tipo de camada usa tipicamente um tipo diferente de mistura e é espalhado com espessuras diferentes. Portanto, a quantidade da força de compactação será diferente para cada camada.

[COBERTURA BASEADA NA LARGURA DO ROLO]

A relação entre a largura do rolo e a largura da camada é uma consideração importante. Para adequar a produção do processo de pavimentação, a largura do rolo deve ser tal que um compactador possa cobrir a largura da camada com não mais de três passadas sobrepostas. Parta do princípio de que a sobreposição deverá ter um mínimo de 15 cm. se o compactador disponível não puder cobrir a largura da camada em três passadas sobrepostas, então devem ser acrescentados mais compactadores.

O gráfico é usado como um guia para ajudar a determinar quantos compactadores de certa largura de rolo serão necessários para cobrir várias larguras de pavimentação. As áreas sombreadas indicam a necessidade de pelo menos mais um compactador, ou um compactador com rolos mais largos, para atender às exigências da produção. Por exemplo, um compactador com rolos de 170 cm de largura será eficiente em larguras de pavimentação de até 4,5 m.

NÚMERO DE COMPACTADORES NECESSÁRIOS DE ACORDO COM A LARGURA DA ESTRADA (COBERTURA)

Largura de Pavimentação (metros)	Largura do Rolo				
	150 mm	170 mm	200 mm	210 mm	300 mm
3,3	1	1	1	1	1
3,6	1	1	1	1	1
3,9	1	1	1	1	1
4,2	2	1	1	1	1
4,5	2	1	1	1	1
4,8	2	2	1	1	1
5,1	2	2	1	1	1
5,4	2	2	1	1	1
5,7	2	2	2	1	1
6	2	2	2	2	1
7	2	2	2	2	1
8	2	2	2	2	1
9	3	2	2	2	2

Nota: Compactadores com rolos deslocados na largura máxima são recomendados somente na compactação de superfícies de desgaste finas.

[CLASSIFICAÇÕES DE COMPACTADORES]

No sistema francês, os compactadores vibratórios de rolos de aço são classificados de acordo com a carga linear estática por rolo e pela amplitude do rolo.

A fórmula da classificação é expressa como carga linear em quilogramas por centímetro, multiplicada pela raiz quadrada da amplitude nominal.

A maioria dos compactadores vibratórios tem mais de uma amplitude. Portanto, a classificação pode mudar quando a amplitude é mudada em um compactador.

Exemplo de um Compactador Vibratório

$4680 \text{ kg (peso no rolo)} / 170 \text{ cm (largura do rolo)} = 27,5 \text{ kg/cm}$

$27,5 \text{ kg/cm} \times \text{raiz quadrada de } 0,62 \text{ mm} = 21,7$

$21,7 = \text{Classe V1}$

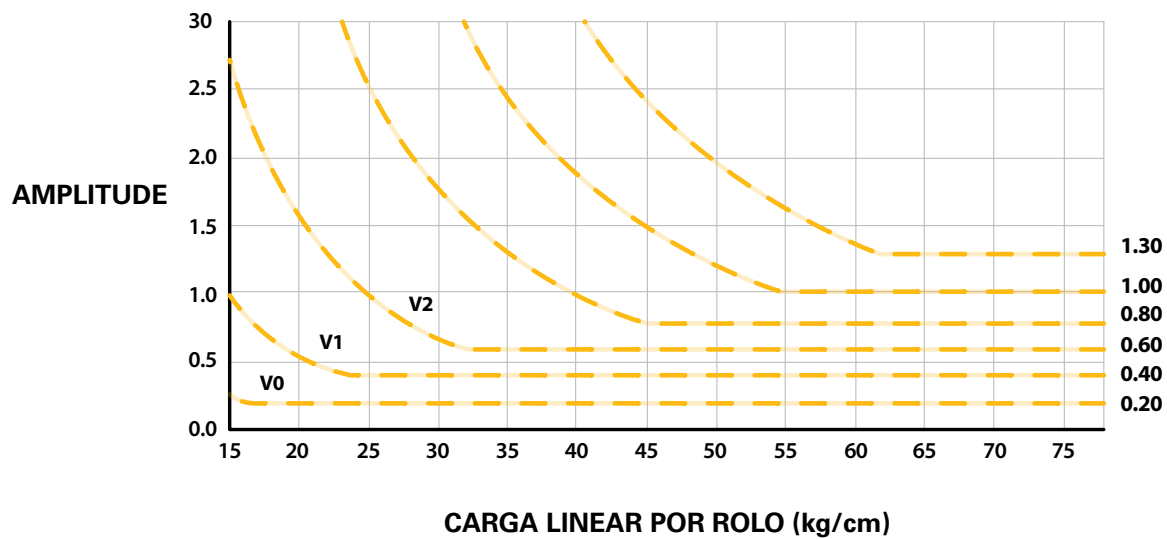
[CLASSES DE COMPACTADORES VIBRATÓRIOS]

O compactador no gráfico a seguir tem três opções de amplitudes. A mudança da amplitude resulta na mudança da classificação do compactador. A classe V0 terá uma quantidade relativamente baixa de energia de compactação. A classe V1 terá uma

quantidade média de energia de compactação. A classe V2 entregará uma quantidade alta de energia de compactação.

Faixa	Baixa	Média	Alta
amplitude (AO) (mm)	0,34	0,80	1,05
peso no rolo (kg/cm)	27,50	27,50	27,50
peso x raiz quadrada de AO =	16,04	24,60	28,18
classificação	V0	V1	V2

MÉTODOS



Este gráfico mostra as faixas das várias classificações de compactadores com base na carga linear por roló e amplitude. Por uma questão prática, somente três faixas de classificações são usadas na especificação do método: V0, V1 e V2.

Existem duas classificações para os compactadores de rodas pneumáticas. A fórmula para a classificação dos compactadores de rodas pneumáticas é descrita como peso total em toneladas dividido pelo número de rodas.

Exemplo de Compactador de Rodas Pneumáticas

21 toneladas (peso da máquina) ÷ 7 (número de rodas) = 3 toneladas/roda
3 toneladas / roda = Classe P1

Classes de Compactadores de Rodas Pneumáticas

Classe

P0
P1

Peso Por Roda

Superior a 1,5 tonelada e menos de 2,5 toneladas
Superior a 2,5 toneladas e menos de 4,0 toneladas

	Wc1		Wc2		Ic		Bc1		Bc2	
	passes	velocidade	passes	velocidade	passes	velocidade	passes	velocidade	passes	velocidade
classe P0	18	6								
classe P1	14	6	20	6						
classe V2			4	4	5	4	15	4	25	3
classe V1	4	4	8	4	7	4				
classe V0	7	4								

Nota: Velocidades mostradas em km/h.

[COMO SELECIONAR AS CLASSIFICAÇÕES DAS MÁQUINAS]

O objetivo da especificação deste método é combinar as informações relativas à classificação da máquina com o tipo de camada em um gráfico de referência que vai orientar o usuário na seleção do tipo de máquina, número de passadas e velocidade de trabalho. Na parte superior do gráfico estão os cinco tipos de camadas: superfície fina de desgaste (Wc1); superfície espessa de desgaste (Wc2); superfície intermediária (Ic); superfície básica padrão (Bc1); e superfície básica espessa (Bc2).

As classes de máquinas são mostradas no lado esquerdo do gráfico. O compactador leve de rodas pneumáticas é P0. O compactador pesado de rodas pneumáticas é P1. As três classes de compactadores vibratórios variam desde a energia vibratória mais alta (V2) passando pela energia vibratória intermediária (V1) terminando na energia vibratória mais baixa (V0).

Para superfícies finas de desgaste (Wc1), o compactador de rodas pneumáticas da classe P0 deverá fazer 18 passadas a uma velocidade de 6 km/h. Se for usado um compactador de rodas pneumáticas da classe P1, essa máquina deverá

fazer 14 passadas a 6 km/h. um compactador vibratório da classe V1 deve completar quatro passadas a 4 km/h. Um compactador vibratório da classe V0 deve completar sete passadas a 4 km/h. Note que os compactadores da classe V2 não é permitido em superfícies finas de desgaste.

Em superfícies espessas de desgaste (Wc2), não são permitidos compactadores de rodas pneumáticas da classe P0. Os compactadores de rodas pneumáticas P1 completarão vinte passadas e 6 km/h. Os compactadores vibratórios da classe V2 são direcionados para completar quatro passadas a 4 km/h. Os compactadores da classe V1 devem completar oito passadas a 4 km/h. O gráfico oferece indicações específicas para cada classe de máquina em cada tipo de camada do pavimento.

Outras ferramentas, como Cat® Interactive Production Calculator, podem ajudar a determinar o número de compactadores que serão necessários com base na velocidade de pavimentação, na largura da camada e na largura do rolo do compactador.

CALCULADORA DE COMPACTAÇÃO

Modelo
Velocidade da pav.
Compactação
Material Usado
Inclinação
Espessura
Resumo da Obra
Legal

Compactador de rolos: [*Clique para selecionar outro modelo*] [**CB534D**]
 Tipo da superfície: [*Clique para selecionar o tipo*] [**Superfície std 0/10 6 a 9 cm**]

Informações Gerais

Taxa de Produção de acabamento a quente:	[160] t.amer./hr
Espessura da pavimentação:	[65] mm
Largura da pavimentação:	[4,00] metros
Largura Real do Rolo:	[170] cm
[<i>Clique para mudar a taxa de eficiência do compac.</i>]	[77] %
Velocidade Real do Compactador:	[4] km/h
Número Total de Passadas:	[4]

Nº de Compac. Necessários (baseado na largura): [**1**]

Nº de Compac. Necessários (baseado na veloc.): [**1**]

Nº de Compactadores Necessários: [**1**]

Sair

Uma versão do Cat Interactive Production Calculator foi programada com as fórmulas e exigências na especificação do método do Laboratório Central para Pontes e Estradas em Paris, França para a seleção dos compactadores e os padrões de rolamento. No primeiro exemplo, a taxa de produção é 160 toneladas por hora. O projeto tem uma superfície de desgaste com espessura padrão que está sendo pavimentada a uma profundidade de 65 mm e uma largura de 4 metros. O número de passadas e a velocidade de trabalho são selecionados automaticamente com base nas tabelas da especificação do método. O programa calculou que um compactador com uma largura de rodo de 170 cm será capaz de atender às exigências de cobertura e as exigências da produção. O que aconteceria se a taxa de produção fosse aumentada?



CALCULADORA DE COMPACTAÇÃO

Modelo	Compactador de rolos: [Clique para seleccionar outro modelo] [CB534D]
Velocidade da pav.	Tipo da superfície: [Clique para seleccionar o tipo] [Superfície std 0/10 6 a 9 cm]
Compactação	
Material Usado	
Inclinação	
Espessura	
Resumo da Obra	
Legal	
Sair	

Informações Gerais	
Taxa de Produção de acabamento a quente:	[200] t.amer./hr
Espessura da pavimentação:	[65] mm
Largura da pavimentação:	[4,00] metros
Largura Real do Rolo:	[170] cm
[Clique para mudar a taxa de eficiência do compac.]	[77] %
Velocidade Real do Compactador:	[4] km/h
Número Total de Passadas:	[4]
Nº de Compac. Necessários (baseado na largura):	[1]
Nº de Compac. Necessários (baseado na veloc.):	[2]
Nº de Compactadores Necessários:	[2]

Quando a taxa de produção horária é aumentada de 160 toneladas por hora para 200 toneladas por hora, o cálculo mostra que serão necessários dois compactadores para alcançar a produção aumentada. Lembre-se, a calculadora é programada para seleccionar a velocidade de trabalho e o número de passadas com base o tipo e na espessura da superfície.



CALCULADORA DE COMPACTAÇÃO

Modelo	Compactador de rolos: [<i>Clique para selecionar outro modelo</i>] [CB534D]
Velocidade da pav.	Tipo da superfície: [<i>Clique para selecionar o tipo</i>] [Superf std 0/12 (Bc2) 12 a 15 cm]
Compactação	Informações Gerais
Material Usado	Taxa de Produção de acabamento a quente: [200] <i>t.amer./hr</i>
Inclinação	Espessura da pavimentação: [125] <i>mm</i>
Espessura	Largura da pavimentação: [4,00] <i>metros</i>
Resumo da Obra	Largura Real do Rolo: [170] <i>cm</i>
Legal	[<i>Clique para mudar a taxa de eficiência do compac.</i>] [77] %
	Velocidade Real do Compactador: [4] <i>km/h</i>
	Número Total de Passadas: [25]
	Nº de Compac. Necessários (baseado na largura): [1]
	Nº de Compac. Necessários (baseado na veloc.): [4]
Sair	Nº de Compactadores Necessários: [4]

É interessante notar quantos compactadores serão necessários quando o tipo da superfície é mudado para uma superfície espessa (B2c) espalhada a uma profundidade de 125 mm. A velocidade de compactação permanece a mesma de acordo com a especificação, mas o número de passadas aumenta para 25. O cálculo mostra que serão necessários 4 compactadores com rolos de largura para atingir a taxa de produção. É importante lembrar também que os compactadores devem ser da classe V2.

As especificações do método são usadas em muitas áreas e são baseadas em pesquisas e experiência de projetos. Se forem necessárias especificações do método, esse fato deverá ser incluído nos planos do projeto ou nas orientações publicadas pela entidade que controla as obras públicas. Consulte sempre os responsáveis pelas obras públicas para obter esclarecimentos, caso você tenha qualquer pergunta sobre as especificações do método.

As especificações do resultado final dão mais opções para as equipes que estão realizando o trabalho. A segunda seção da Unidade 4 trata dos passos para o ajuste do processo de compactação para satisfazer as especificações de um resultado final.

Seção II: ESPECIFICAÇÕES DO RESULTADO FINAL

[LARGURA DO ROLO]

Na seleção de compactadores para um projeto, uma regra geral determina que os rolos devem ser suficientemente largos para cobrir a largura da camada da pavimentação em não mais de três passadas sobrepostas. Em algumas situações, o compactador vai precisar de mais de três passadas. Se esse for o caso, outro compactador deverá ser acrescentado. Essa regra geral aplica-se a projetos como rodovias, estradas e grandes pavimentações de ruas onde

a produção normalmente é um fator importante. A regra tipicamente não se aplica a projetos como estacionamentos ou produtos de produção baixa. O gráfico a seguir é uma referência usada para ajudar a selecionar a largura correta do rolo com base unicamente na cobertura da camada de pavimentação em não mais de três passadas sobrepostas. As larguras mostradas dos rolos são a mínima e a máxima que são tipicamente disponíveis para projetos de produção mais alta.

Número Necessário de Passadas Sobrepostas Por Largura do Rolo

Largura da pavimentação Larguras dos Rolos

Metros / Pés	140 cm (55")	150 cm (59")	170 cm (67")	200 cm (79")	213 cm (84")
2,5 / 8	2	2	2		
2,75 / 9	3	3	2		
3,00 / 10	3	3	3	2	2
3,35 / 11	3	3	3	2	2
3,70 / 12	(4)	3	3	2	2
4,00 / 13			3	3	2
4,25 / 14			3	3	3
4,50 / 15				3	3
4,80 / 16				3	3
5,20 / 17				3	3
5,50 / 18					3

Nota 1: Os modelos com rolos mais largos não são recomendados em larguras de pavimentação mais estreitas (menos de 3 m / 10) porque pode ocorrer a deformação da camada de pavimentação com o uso de rolos largos em camadas estreitas.

Nota 2: Alguns compactadores de asfalto com dois rolos podem posicioná-los de maneira deslocada. O uso dos rolos deslocados aumenta significativamente a largura de cobertura pelo compactador. Por exemplo, o modelo CD54 Cat tem uma largura de rolo de 170 cm (67"). No deslocamento máximo, a largura de compactação do CD54 é de 300 cm (118").

A Caterpillar recomenda que o deslocamento dos rolos seja usado somente em camadas de pavimentação com menos de 50 mm (2") de espessura se você estiver tentando atingir uma especificação de densidade durante a fase inicial de compactação.

A largura do rolo é muito importante para o primeiro compactador que opera atrás da pavimentadora. Em geral, o processo de compactação é dividido em três fases: inicial, intermediária e acabamento. São usados tipos diferentes de equipamentos e técnicas de compactação em cada fase.

[COMPACTAÇÃO INICIAL]

A compactação inicial é o primeiro passo no processo de compactação e deve produzir a maioria da densidade alvo na camada de pavimentação.

Por exemplo, se a densidade alvo para a compactação final for 95% da densidade máxima teórica, a fase inicial deverá produzir pelo menos 91% a 93% do máximo teórico.

A compactação inicial deve começar na temperatura mais alta possível da camada de pavimentação que suporte o peso do compactador sem deformar a camada. Lembre-se assim que a camada de pavimentação começa a esfriar, o cimento asfáltico

na mistura fica mais rígido e a densidade é mais difícil de ser alcançada.

Por esse motivo, a fase de compactação inicial deve ocorrer em uma zona muito próxima da pavimentadora. A pavimentadora e o(s) compactador(es) da fase inicial devem ter a mesma taxa de produção.

Nota: As velocidades de pavimentação mencionadas nesta seção partem do princípio do uso de mesa-alisadoras vibratórias e não de mesa-alisadoras que incluem tampers e vibração.



Na fase inicial o compactador trabalha perto da pavimentadora.



Compactadores vibratórios com rolo de aço são comumente usados para a compactação inicial.

Os compactadores vibratórios com rolos de aço são comumente selecionados para a fase inicial da compactação. Como os compactadores vibratórios combinam peso e impacto, eles normalmente têm as taxas mais altas de produção. Os compactadores de rodas pneumáticas são às vezes usados na fase de compactação inicial na base ou nas camadas aglutinantes.

Os compactadores vibratórios têm características vibratórias diferentes bem como larguras diferentes de rolos. A forma pela qual você ajusta o sistema vibratório afeta a maneira mais fácil ou mais difícil com que o compactador da fase inicial vai acompanhar a produção da pavimentadora. Vamos ver alguns exemplos do Cat Interactive Production Calculator.

CALCULADORA DE COMPACTAÇÃO

Compactação	Informações Gerais		
Veloc. da Pavimentadora	Espessura da pavimentação:	[2,00] in	[50,8] mm
Compactação	Largura da pavimentação:	[12,00] pés	[3,658] metros
Produção da Leira	Densidade do Material Não Compactado:	[130] lbs/pé ³	[2082] kg/m ³
Produção	Velocidade da Pavimentadora à Taxa Dada de Produção		
Inclinação	Taxa de Produção de acabamento a quente:	[200] ton.métr./hr	[181] t.amer./hr
Espessura	Veloc. de Paviment. Calculada 100% Efic.:	[25,6] pés/min	[7,81] m/min
Resumo da Obra	Veloc. de Paviment. Calculada 95% Efic.:	[26,9] pés/min	[8,20] m/min
Legal	Veloc. de Paviment. Calculada 90% Efic.:	[28,2] pés/min	[8,59] m/min
	Veloc. de Paviment. Calculada 85% Efic.:	[29,4] pés/min	[8,98] m/min
	Veloc. de Paviment. Calculada 80% Efic.:	[30,7] pés/min	[9,37] m/min
	Veloc. de Paviment. Calculada 75% Efic.:	[32,0] pés/min	[9,76] m/min
Sair	Velocidade Efetiva de Pavimentação:	[25,6] pés/min	[7,81] m/min

Neste exemplo, a taxa de produção é 181 toneladas americanas por hora (200 toneladas métricas por hora). A largura de pavimentação é 3,66 m (12") e a espessura de pavimentação é 50 mm (2"). O peso do material (apenas o que passa sob a energia vibratória da mesa-alisadora de pavimentação) é 2082 kg/m³ (130 lb/pé³). Se for usado um dispositivo no projeto para a transferência do material a velocidade real de pavimentação poderá ser reduzida para 7,8 m por minuto (25,6 pés por minuto). Se a mistura for transferida diretamente das unidades de transporte para a pavimentadora, a velocidade real de pavimentação será calculada em 9,8 metros por minuto (32 pés por minuto). A uma taxa de eficiência de 75%, a velocidade efetiva é de 7,8 metros por minuto (25,6 pés por minuto). Portanto, a taxa de produção do compactador inicial deve ser suficientemente alta para adequar-se à velocidade efetiva de pavimentação.



CALCULADORA DE COMPACTAÇÃO

Modelo	Compactador de rolos: [Clique para selecionar outro modelo] [CB54]		
Velocidade da pav.	Informações Gerais		
Compactação	Largura de pavimentação:	[12,00] pés	[3,658] metros
Leira	Largura Real do Rolo:	[67] pol	[170,18] cm
Produção	Quantidade de sobreposição:	[6,0] pol	[15,2] cm
Inclinação	Velocidade do vibrador:	[2520] VPM	[2520] VPM
Espessura	Impactos (recomendados):	[11] por pé	[36] por m
Resumo da Obra	Nº de passes para cobrir a camada uma vez:	[3]	
Legal	Nº de passes repetidos (em trechos de teste):	[2]	
	Número total de passes:	[7]	
	Eficiência do compactador (recomend. 75 a 85%):	[80] %	
	Velocidade real do compactador:	[229] pés/min	[70] m/min
	Veloc. efetiva do compactador*:	[26] pés/min	[8] m/min
Sair			Velocidade efetiva da pavimentadora [25,6] pés/min
			[7,81] m/min

* A velocidade efetiva do compactador deverá ser de pelo menos 100%, porém não mais de 115% da Velocidade Efetiva da Pavimentadora. [**% = 102**]

Neste exemplo, um Compactador de Asfalto Cat CB54 está disponível. O CB54 possui rolos largos de 170 cm (67") que podem cobrir a camada em três passadas sobrepostas. A baixa frequência, 42 Hz (2520 vibrações por minuto), foi selecionada. A partir de trabalhos com mistura semelhante em faixas de teste, estima-se que duas passadas repetidas vão produzir a densidade desejada para a fase inicial. Três passadas sobrepostas com duas passadas repetidas criam um padrão de sete passadas. Uma taxa de eficiência de 80% conta para paradas de recarga de água e paradas do compactador para reversão. Uma velocidade real de trabalho de 70 metros por minuto (229 pés por minuto) vai corresponder à velocidade efetiva de pavimentação. A calculadora de produção também mostra que o espaçamento de impacto está no intervalo desejado, que é 26 a 46 impactos por metro (8-14 impactos por pé).



CALCULADORA DE COMPACTAÇÃO

Modelo	Informações Gerais		
Velocidade da pav.	Espessura da pavimentação:	[2,00] in	[50,8] mm
Compactação	Largura da pavimentação:	[12,00] pés	[3,658] metros
Leira	Densidade do Material Não Compactado:	[130] lb/pé ³	[2082] kg/m ³
Produção	Velocidade da Pavimentadora à Taxa Dada de Produção		
Inclinação	Taxa de Produção de acabamento a quente:	[276] t.am/h	[250] t.met/h
Espessura	Veloc. de Paviment. Calculada 100% Efic.:	[35,4] pés/min	[10,80] m/min
Resumo da Obra	Veloc. de Paviment. Calculada 95% Efic.:	[37,2] pés/min	[11,34] m/min
Legal	Veloc. de Paviment. Calculada 90% Efic.:	[38,9] pés/min	[11,88] m/min
	Veloc. de Paviment. Calculada 85% Efic.:	[40,7] pés/min	[12,42] m/min
	Veloc. de Paviment. Calculada 80% Efic.:	[42,5] pés/min	[12,96] m/min
	Veloc. de Paviment. Calculada 75% Efic.:	[44,2] pés/min	[13,50] m/min
Sair	Velocidade Efetiva de Pavimentação:	[35,4] pés/min	[10,80] m/min

E se a taxa de produção fosse mais alta, digamos 250 toneladas americanas por hora (276 toneladas métricas por hora)? O cálculo da velocidade da pavimentadora mostra que a velocidade de pavimentação aumenta com o incremento da tonelagem horária, o que nos leva a assumir que a espessura e a largura da pavimentação não mudam. Depois de aumentar a produção horária para 250 toneladas americanas por hora (276 toneladas métricas por hora), a velocidade efetiva aumenta para 10,8 metros por minuto (35,4 pés por minuto).



CALCULADORA DE COMPACTAÇÃO

Modelo
Velocidade da pav.
Compactação
Leira
Produção
Inclinação
Espessura
Resumo da Obra
Legal

Compactador de rolos: [*Clique para selecionar outro modelo*] [**CB54**]

Informações Gerais

Largura da pavimentação:	[12,00] pés	[3,658] metros
Largura Real do Rolo:	[67] pol	[170,18] cm
Quantidade de sobreposição:	[6,0] pol	[16,5] cm
Velocidade do vibrador:	[2520] VPM	[2520] VPM
Impactos (recomendados):	[8] por pé	[26] por m
Nº de passes para cobrir a camada uma vez:	[3]	
Nº de passes repetidos (em trechos de teste):	[2]	
Número total de passes:	[7]	
Eficiência do compactador (recomend. 75 a 85%):	[80] %	

Sair

Velocidade real do compactador:	[315] pés/min	[96] m/min	Velocidade efetiva da pavimentadora	[35,4] pés/min
Veloc. efetiva do compactador*:	[36] pés/min	[11] m/min	[10,80] m/min	

* A velocidade efetiva do compactador deverá ser de pelo menos 100%, porém não mais de 115% da Velocidade Efetiva da Pavimentadora. [**% = 102**]

A seguir, é importante determinar se a fase inicial do compactador pode manter a produção mais alta. A velocidade real de trabalho do compactador deve ser aumentada para 96 metros por minuto (315 pés por minuto) para alcançar a velocidade efetiva de pavimentação. A manutenção da frequência vibratória de 42 Hz (2520 vibrações por minuto) ao mesmo tempo em que a velocidade de trabalho é aumentada para 96 metros por minuto (315 pés por minuto) cria um espaçamento do impacto do rolo de 26 impactos por metro (8 impactos por pé). Esse espaçamento dos impactos é o mínimo permitido. Se possível, seria melhor utilizar um espaçamento mais próximo dos impactos. Uma maneira de afetar o espaçamento dos impactos é aumentar a frequência, mantendo a mesma velocidade de trabalho.



CALCULADORA DE COMPACTAÇÃO

Modelo	Compactador de rolos: <input type="text" value="Clique para selecionar outro modelo"/> [CB54]		
Velocidade da pav.	Informações Gerais		
Compactação	Largura da pavimentação:	[12,00] pés	[3,658] metros
Leira	Largura Real do Rolo:	[67] pol	[170,18] cm
Produção	Quantidade de sobreposição:	[6,5] pol	[16,5] cm
Inclinação	Velocidade do vibrador:	[3800] VPM	[3800] VPM
Espessura	Impactos (recomendados):	[12] por pé	[39] por m
Resumo da Obra	Nº de passes para cobrir a camada uma vez:	[3]	
Legal	Nº de passes repetidos (em trechos de teste):	[2]	
	Número total de passes:	[7]	
	Eficiência do compactador (recomend. 75 a 85%):	[80] %	
	Velocidade real do compactador:	[317] pés/min	[97] m/min
	Veloc. efetiva do compactador*:	[36] pés/min	[11] m/min

Velocidade efetiva da pavimentadora

[**35,4**] pés/min

[**10,80**] m/min

* A velocidade efetiva do compactador deverá ser de pelo menos 100%, porém não mais de 115% da Velocidade Efetiva da Pavimentadora. [**% = 102**]

O CB54 é frequentemente equipado com duas frequências. A alta frequência no CB54 é de 63,3 Hz, (3800 vibrações por minuto). Com a alta frequência selecionada e com a velocidade de trabalho ajustada a 97 metros por minuto (317 pés por minuto), o espaçamento dos impactos é de 39 impactos por metro (12 impactos por pé). Esse espaçamento dos impactos é mais provável de produzir densidade e suavidade uniformes. Outra solução deste exemplo seria aumentar a largura do rolo para que o compactador possa cobrir a camada de pavimentação com duas passadas sobrepostas em vez de três passadas.



CALCULADORA DE COMPACTAÇÃO

Modelo	Compactador de rolos: [<i>Clique para selecionar outro modelo</i>] [CB54 XW]		
Velocidade da pav.	Informações Gerais		
Compactação	Largura da pavimentação:	[12,00] pés	[3,658] metros
Leira	Largura Real do Rolo:	[79] pol	[200,66] cm
Produção	Quantidade de sobreposição:	[6,5] pol	[16,5] cm
Inclinação	Velocidade do vibrador:	[2520] VPM	[2520] VPM
Espessura	Impactos (recomendados):	[11] por pé	[36] por m
Resumo da Obra	Nº de passes para cobrir a camada uma vez:	[2]	
Legal	Nº de passes repetidos (em trechos de teste):	[2]	
	Número total de passes:	[5]	
	Eficiência do compactador (recomend. 75 a 85%):	[80] %	
	Velocidade real do compactador:	[229] pés/min	[70] m/min
	Veloc. efetiva do compactador*:	[37] pés/min	[11] m/min
Sair			Velocidade efetiva da pavimentadora [35,4] pés/min
			[10,80] m/min
			[% = 105]

* A velocidade efetiva do compactador deverá ser de pelo menos 100%, porém não mais de 115% da Velocidade Efetiva da Pavimentadora.

Um compactador com um rolo de 200 cm (79") de largura, se disponível, vai cobrir a camada de pavimentação de 3,66 m (12") com duas passadas sobrepostas em vez de três passadas. Essa largura extra do rolo muda o padrão de rolagem de sete passadas para cinco passadas. A velocidade de trabalho diminui para 70 metros por minuto (229 pés por minuto). A frequência vibratória é reduzida para 42 Hz (2520 vibrações por minuto). A velocidade de trabalho produz um espaçamento de impactos mais aceitável, 36 impactos por metro (11 impactos por pé).

Lembre-se que as baixa frequência é sempre associada com amplitude mais alta. Geralmente você consegue a densidade desejada mais depressa usando baixa frequência e amplitude de média a alta em camadas de pavimentação que são mais espessas em 50 mm (2").

A seleção do compactador correto para a fase inicial da compactação é crítica para se alcançar uma densidade consistente e aceitável. O planejamento antes do projeto é necessário para confirmar que o compactador será capaz de atender à velocidade de pavimentação.

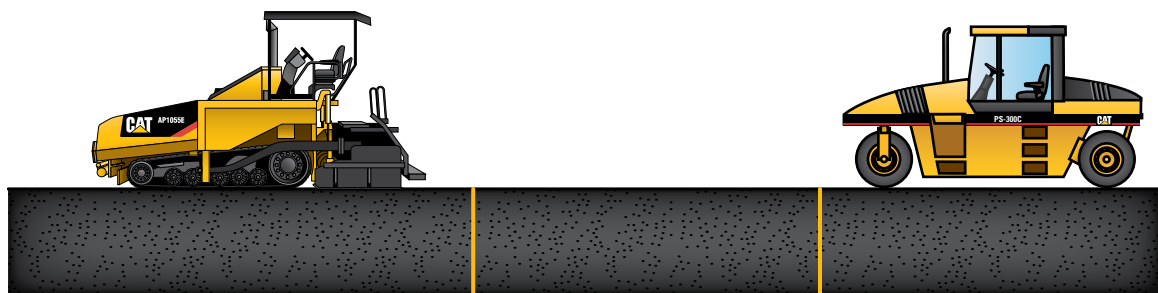
[COMPACTAÇÃO INTERMEDIÁRIA]

A compactação intermediária acontece imediatamente depois da fase inicial com a maioria das misturas. As metas da compactação intermediária são criar a densidade final desejada na camada de pavimentação e iniciar o processo de remoção das marcas deixadas pelo compactador da fase inicial.

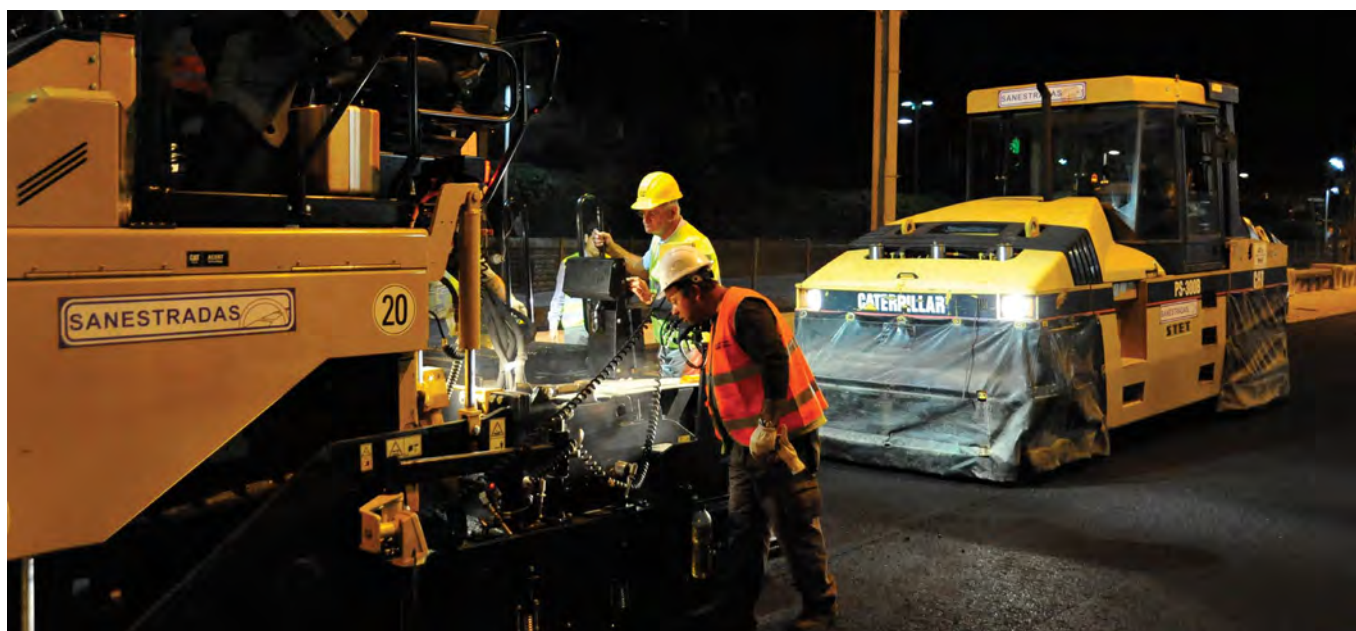
A camada de pavimentação não deve ser suficiente para permitir algum movimento de agregados para que os compactadores intermediários normalmente trabalhem na zona de temperatura pouco atrás da zona de temperatura da fase inicial. Dependendo da espessura da camada de pavimentação,

é preciso tomar cuidado com o tipo e a quantidade de força aplicada. Lembre-se de que a camada de pavimentação na fase inicial já está perto da densidade final desejada, e você está atentando aumentar a densidade em 1 a 3%.

Os compactadores de rodas pneumáticas são uma opção comum para a compactação intermediária porque podem exercer alta pressão estática sem oferecer forças de impacto. O tipo de compactador de rodas pneumáticas selecionado para a fase intermediária depende na espessura da camada de pavimentação e da fórmula da mistura do asfalto.

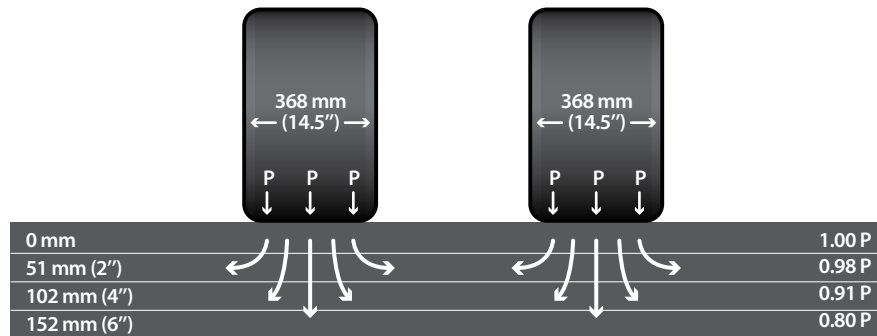


A compactação intermediária acontece imediatamente após a fase inicial.



Os compactadores de rodas pneumáticas podem exercer altas forças sem empregar forças de impacto.

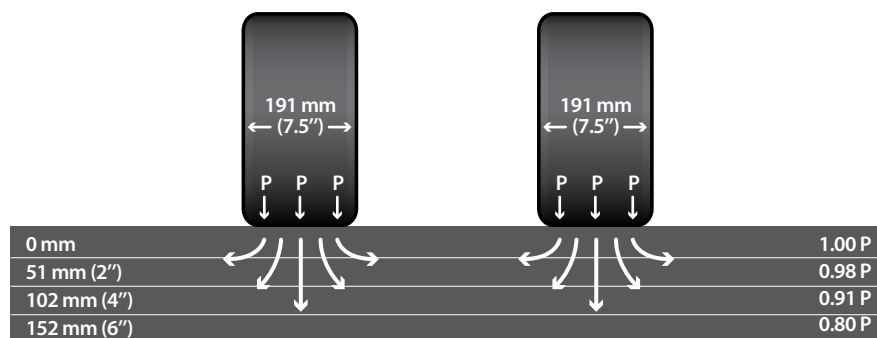
DISTRIBUIÇÃO DA PRESSÃO DE PNEUS COM BANDA DE RODAGEM LARGA



Para a compactação de camadas de pavimentação espessas e duras um compactador de rodas pneumáticas com pneus de banda de rodagem larga é a melhor opção. Os pneus largos podem suportar as cargas bem mais altas que são necessárias para se obter a densidade final em misturas duras que são caracterizadas por agregados grandes.

Note que mesmo em uma profundidade de 100 mm (4") a pressão de compactação ainda é 90% efetiva. Os compactadores com pneus largos são uma boa opção para as camadas de base e aglutinantes que são, normalmente, as camadas mais espessas na estrutura dos pavimentos.

DISTRIBUIÇÃO DA PRESSÃO DE PNEUS COM BANDA DE RODAGEM ESTREITA



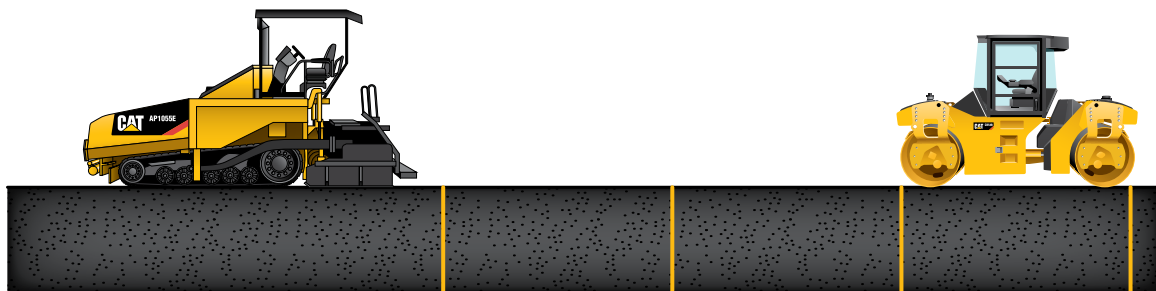
Os compactadores de rodas pneumáticas com pneus estreitos exercem alta pressão de contato com o solo, mas essa pressão é mais efetiva em camadas de pavimentação mais finas e compactadas. Note que a pressão diminui rapidamente quando a profundidade da

camada de pavimentação excede 50 mm (2"). Os compactadores de rodas pneumáticas com pneus estreitos são uma boa opção para camadas de desgaste que são tipicamente as mais estreitas e feitas para material mais compactos.

Se forem selecionados compactadores de rolo vibratório para a fase intermediária da compactação, tome cuidado em não usar uma força de impacto muito grande. A camada de pavimentação já está perto da densidade final, assim alta frequência combinada com a amplitude mais baixa provavelmente vai ser a melhor escolha. Além disso, a temperatura da camada de pavimentação na zona intermediária já terá resfriado para cerca de 110°C (230°F). Uma vibração muito agressiva em camadas mais frias pode resultar em marcas de impacto que não serão eliminadas durante a fase do acabamento ou podem resultar em agregados fraturados na superfície da camada de pavimentação.



Os compactadores vibratórios usados na fase intermediária são ajustados com amplitude baixa.



O compactador do acabamento pode ficar uma hora atrás da pavimentadora, onde a camada de pavimentação estiver arrefecida.

[COMPACTAÇÃO DE ACABAMENTO]

A fase final é a compactação de acabamento. A meta principal da fase do acabamento é remover quaisquer marcas de paradas do rolo ou as marcas das rodas pneumáticas. Pode haver pequenos ganhos na densidade durante a fase final, mas se você depender em obter mais densidade durante a fase do acabamento, estará correndo um risco.

A fase do acabamento normalmente acontece quando a camada da pavimentação ainda está suficientemente aquecida para permitir a remoção das marcas na superfície. Se o compactador

do acabamento estiver deixando suas próprias marcas de interrupção de movimento, a camada de pavimentação ainda está muito quente e a compactação do acabamento deverá ser retardada ainda mais. É comum que o compactador do acabamento fique até uma hora atrás da pavimentadora. Os operadores dos compactadores de acabamento são beneficiados com sensores de temperatura a bordo da máquina ou scanners manuais de temperatura para ajudá-los a se manter na zona de temperatura correta.

Compactadores com dois rolos em tandem operados no modo estático são os equipamentos de acabamento mais comuns. Lembre-se que quanto mais estreita for a largura do rolo, maior será a força estática exercida. É comum vermos compactadores menores usados na posição de acabamento.

Não deve ser usada vibração na fase de acabamento. Se for necessária densidade adicional, o problema precisa ser solucionado nas fases inicial e intermediária. A meta da fase de acabamento é uma superfície lisa, não ganhos de densidade. O compactador do acabamento deve fazer passadas longas e lentas para deixar a camada de pavimentação mais lisa. Se a fase de acabamento em um trecho da camada de pavimentação for completada e o compactador do acabamento precisar estacionar e esperar, estacione a máquina apenas em uma parte da camada ou em uma superfície adjacente que esteja suficientemente arrefecida para suportar o peso da máquina sem deformar a camada de pavimentação.

[TRECHOS DE TESTE]

Em muitos projetos, o departamento de obras públicas encarregado vai exigir que seja completado um teste bem sucedido em um trecho, antes do início da produção total. As exigências para os trechos de teste variam muito de um local para outro. Em geral, o trecho de teste verifica se a produção asfáltica atende à fórmula da mistura para o trabalho, se o equipamento de pavimentação espalha uma camada satisfatória, e se o equipamento de compactação selecionado alcança a densidade especificada.

Um trecho de teste pode ser um elemento separado ou uma parte do projeto de pavimentação. Consiste de uma tonelagem adequada para que sejam completados os testes exigidos. Neste manual, a única preocupação é sobre o teste da densidade.

Para completar o trecho do teste, o técnico do controle de qualidade ou o supervisor vai necessitar de um dispositivo para medir a temperatura com precisão e um gabarito calibrado para testar a densidade. O equipamento de compactação usado no trecho de teste deve ser o mesmo equipamento que será usado para o projeto.



Os compactadores com dois rolos em tandem operados no modo estático são comuns durante a fase de compactação do acabamento.

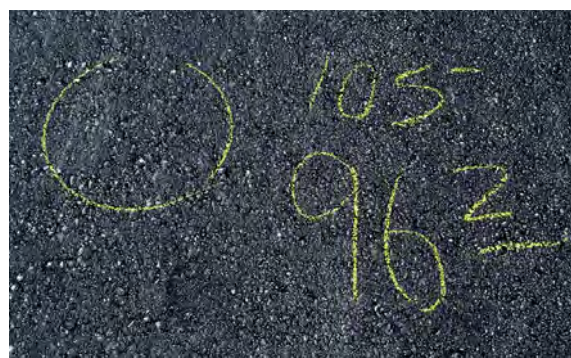
O técnico do controle de qualidade ou o supervisor deve ter planejado um padrão de rolagem para cada fase da compactação, e deve ter selecionado a amplitude vibratória, a frequência vibratória e a velocidade de trabalho para a compactação da fase inicial. As características vibratórias são determinadas pelo tipo de mistura e pela espessura da camada asfáltica e pela velocidade de trabalho da pavimentadora.

Assim que a pavimentadora inicia a operação na junta inicial, comece a coletar dados. Quando a pavimentadora tiver alcançado a velocidade planejada de pavimentação e a espessura correta da camada de pavimentação tiver sido estabelecida, verifique a temperatura da camada de pavimentação diretamente atrás da mesa-alisadora da pavimentadora. Durante toda a extensão do trecho do teste, continue a verificar e documentar a temperatura da camada de pavimentação. Uma temperatura consistente da camada é uma das chaves para se criar uma densidade consistente da camada de pavimentação. Se a mistura usada no projeto tiver uma zona mais instável ou mole, você poderá documentar a temperatura para o início desta zona e a temperatura quando esta instabilidade da camada desaparecer.



Verifique a densidade da camada de pavimentação espalhada pela mesa-alisadora antes de iniciar o processo de compactação. Conhecer a densidade da camada espalhada pela mesa-alisadora vai ajudá-lo a selecionar a amplitude e o número de passadas que poderão ser necessárias para você obter a densidade exigida.

Verifique a densidade da camada espalhada pela mesa-alisadora em vários lugares em toda a largura da camada de pavimentação. Verifique a densidade da camada depois de cada passada feita pelo compactador da fase inicial.



Algumas vezes, não é feita a verificação da densidade da camada antes da compactação inicial (foto superior) no trecho do teste. Os valores de densidade e temperatura escritos na própria camada da pavimentação (foto acima) ajudam os operadores dos compactadores.

Sugestão para o usuário: Quando você colocar o gabarito para teste da densidade na camada de pavimentação para fazer a primeira checagem da densidade, desenhe uma linha ao redor da base do gabarito com giz. O círculo feito com giz vai ajudá-lo a por o gabarito exatamente no mesmo local após cada passada.

MÉTODOS

Continue a marcar as passadas com o compactador da fase inicial até ter alcançado a densidade programada para a fase inicial. Vamos ver um exemplo de trecho de teste criado em um projeto de rodovia.

[ESPECIFICAÇÕES DA DENSIDADE]

Densidade mínima:	92% da densidade máxima teórica
Densidade alvo:	93,5 a 95,5 da densidade máxima teórica

[CONDIÇÕES DO PROJETO]

Mistura asfáltica:	25 mm (1") densamente graduada
Cimento asfáltico:	5,8% de óleo modificado por polímero
Espessura de pavimentação:	80 mm (3,1")
Largura de pavimentação:	3,66 m (12")
Densid. espalhada pela mesa-alisadora:	80% da densidade máxima teórica
Temperatura da camada:	149°C (300°F)

[CARACTERÍSTICAS VIBRATÓRIAS, FASE INICIAL]

Largura do rolo:	200 cm (79")
Força estática por rolo:	29,7 kg/cm (166 lb/pol.)
Amplitude:	0,78 mm (0,031")
Frequência:	42 Hz (1520 vibrações por minuto)

[RESULTADOS DO TRECHO DE TESTE, FASE INICIAL]

Passada Um:	84%
Passada Dois:	87%
Passada Três:	90%
Passada Quatro:	92%

[CARACTERÍSTICAS VIBRATÓRIAS, FASE INTERMEDIÁRIA]

Largura do rolo:	200 cm (79")
Força estática por rolo:	29,7 kg/cm (166 lb/pol.)
Amplitude:	0,30 mm (0,012")
Frequência:	53,3 Hz (3800 vibrações por minuto)

[RESULTADOS DO TRECHO DE TESTE, FASE INTERMEDIÁRIA]

Passada Cinco:	93%
Passada Seis:	94%

[CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS, FASE DE ACABAMENTO]

Largura do Rolo:	170 cm (67")
Força estática por rolo:	31,8 kg/cm (178 lb/pol.)

[RESULTADOS DO TRECHO DE TESTE, FASE DE ACABAMENTO]

Passada Sete:	94,5%
Passada Oito:	95,0%

Resumo: Este trecho de teste exigiu quatro passadas na fase inicial para se atingir o nível de aceitação da densidade mínima. Mais duas passadas intermediárias acrescentaram densidade suficiente para atender à especificação alvo. A compactação de acabamento acrescentou mais um por cento. O processo de compactação atendeu às exigências de densidade, mas conseguiu atender à exigência da produção? Podemos usar o Cat Interactive Production Calculator para confirmar que a produção da compactação está de acordo com a produção da pavimentação.

CALCULADORA DA VELOCIDADE DA PAVIMENTADORA

Modelo	Informações Gerais		
Velocidade da pav.	Espessura da pavimentação:	[3,15] pol.	[80,0] mm
Compactação	Largura da pavimentação:	[12,00] pés	[3,658] metros
Leira	Densidade do Material Não Compactado:	[127] lb/pé ³	[2034] kg/m ³
Produção	Velocidade da Pavimentadora @ taxa de produção dada		
Inclinação	Taxa de Produção a Quente:	[220] ton.métr./hr	[200] t.amer./hr
Espessura	Veloc. de Paviment. Calculada 100% Efic.:	[18,3] pés/min	[5,58] m/min
Resumo da Obra	Veloc. de Paviment. Calculada 95% Efic.:	[19,2] pés/min	[5,86] m/min
Legal	Veloc. de Paviment. Calculada 90% Efic.:	[20,1] pés/min	[6,14] m/min
	Veloc. de Paviment. Calculada 85% Efic.:	[21,0] pés/min	[6,42] m/min
	Veloc. de Paviment. Calculada 80% Efic.:	[22,0] pés/min	[6,70] m/min
	Veloc. de Paviment. Calculada 75% Efic.:	[22,9] pés/min	[6,97] m/min
Sair	Velocidade Efetiva de Pavimentação:	[18,3] pés/min	[5,58] m/min

A taxa de produção planejada para este projeto é 200 toneladas americanas por hora (220 toneladas métricas por hora). Você verificou a densidade espalhada pela mesa-alisadora e pode, portanto, calcular com precisão o peso do material espalhado pela mesa-alisadora. Neste projeto, o peso espalhado pela mesa-alisadora é 2034 kg/m³ (127 lb/pé³). A profundidade de pavimentação é 80 mm (3,15") e a largura da pavimentação é 3,66 m (12"). A velocidade efetiva da pavimentação é portanto 5,58 metros por minuto (18,3" por minuto). Você agora deve confirmar que o compactador da fase inicial pode acompanhar a produção da pavimentadora.

CALCULADORA DE COMPACTAÇÃO

Modelo
Velocidade da pav.
Compactação
Leira
Produção
Inclinação
Espessura
Resumo da Obra
Legal

Sair

Compactador de rolos: [*Clique para selecionar outro modelo*] [**CB54 XW**]

Informações Gerais

Largura da pavimentação:	[12,00] pés	[3,658] metros
Largura Real do Rolo:	[79] pol	[200,66] cm
Quantidade de sobreposição:	[6,0] pol	[15,2] cm
Velocidade do vibrador:	[2520] VPM	[2520] VPM
Impactos (recomendados):	[12] por pé	[38] por m
Nº de passes para cobrir a camada uma vez:	[2]	
Nº de passes repetidos (em trechos de teste):	[4]	
Número total de passes:	[9]	
Eficiência do compactador (recomend. 75 a 85%):	[80] %	

Velocidade real do compactador:	[210] pés/min	[64] m/min	Velocidade efetiva da pavimentadora	[18,3] pés/min
Veloc. efetiva do compactador*:	[19] pés/min	[6] m/min	[5,58] m/min	

* A velocidade efetiva do compactador deverá ser de pelo menos 100% porém não mais de 115% da Velocidade Efetiva da Pavimentadora. [**% = 104**]

O compactador selecionado para a fase inicial tem rolos com 200 cm (79") de largura. O compactador pode cobrir a camada de pavimentação em duas passadas sobrepostas. No trecho de teste, foram necessárias quatro passadas para atingir a densidade mínima de aceitação. Essa calculadora mostra que o padrão será de nove passadas. Em uma velocidade de trabalho real de 64 metros por minuto (210 pés por minuto), o compactador da fase inicial vai estar de acordo com a velocidade de pavimentação. A frequência vibratória foi estabelecida em 42 Hz (2520 vibrações por minuto). Esse espaçamento de impactos é ideal para uma densidade consistente e uma superfície lisa.

O trecho de teste foi completado com sucesso a partir do ponto das medições da densidade feitas no campo. Pedacos extraídos da camada de asfalto e analisados em um laboratório vão confirmar as densidades e permitir que você calibre ainda mais o gabarito de testes da densidade, se necessário.



O corte de pedacos e a análise de laboratório oferecem a confirmação final de que a densidade do trecho de teste está de acordo com a meta.

[COMO OBTER MAIS DENSIDADE NO TRECHO DE TESTE]

Se o compactador da fase inicial usando os ajustes vibratórios e o padrão de rolagem selecionado não atingir a densidade necessária, serão necessárias mudanças. Algumas vezes você pode continuar trabalhando na mesma área do trecho de teste se a camada de pavimentação ainda estiver suficientemente quente. Veja a seguir uma lista de maneiras de aumentar a densidade:

- **Acrescente mais passadas.** Você pode acrescentar mais passadas somente se puder continuar a se adaptar à velocidade de pavimentação.
- **Aumente a amplitude.** Se for disponível um ajuste mais alto da amplitude e se a camada asfáltica aceitar a força adicional sem fazer com que o rolo fique saltando, selecione a amplitude mais alta.
- **Aumente a pressão dos pneus ou o peso do lastro.** Se um compactador de rodas pneumáticas for usado para a compactação inicial, você deverá ser capaz de aumentar a força de compactação sem danificar a camada de pavimentação.
- **Use um compactador de produção mais alta.** Se for disponível, um compactador com rolos mais largos ou com amplitude mais alta pode ser usado em substituição. Um compactador com rolos mais largos pode cobrir a camada de pavimentação com menos passadas sobrepostas e criar um padrão mais rápido que facilita a inclusão de novas passadas.
- **Trabalhe mais perto da pavimentadora.** Mantendo o compactador inicial bem perto da pavimentadora, você estará trabalhando com o asfalto mais quente. Talvez você precise reduzir o comprimento do padrão de rolagem para conseguir isso.
- **Reduza a velocidade de trabalho do compactador.** Uma velocidade mais lenta de trabalho entrega mais força para a área que está sendo coberta porque o espaçamento dos impactos é menor. Isso parte do princípio de que uma velocidade mais lenta ainda vai permitir que o compactador mantenha a produção da pavimentadora.

Resumo: *O ajuste do processo de compactação e a realização bem sucedida dos trechos de teste exigem planejamento e a coleta de dados. Imaginar que um processo que tenha sido bem sucedido em um projeto será bem sucedido também em outro projeto é muito arriscado. É verdade que a experiência é uma boa professora, porém existem muitas variáveis que afetam a densidade. Cada projeto parece uma análise completa antes do início do trabalho.*



Unidade 5 PADRÕES DE ROLAGEM

Com o uso do Cat® Interactive Production Calculator e com a criação de curvas de resfriamento, você pode planejar padrões bem sucedidos antes de iniciar seu projeto.



PADRÕES

Um padrão de rolagem é uma série de movimentos feitos por um compactador ou por compactadores em uma camada de asfalto estendida recentemente e ainda não compactada. O padrão de rolagem deve ser consistentemente repetido para produzir uma densidade uniforme na camada asfáltica.

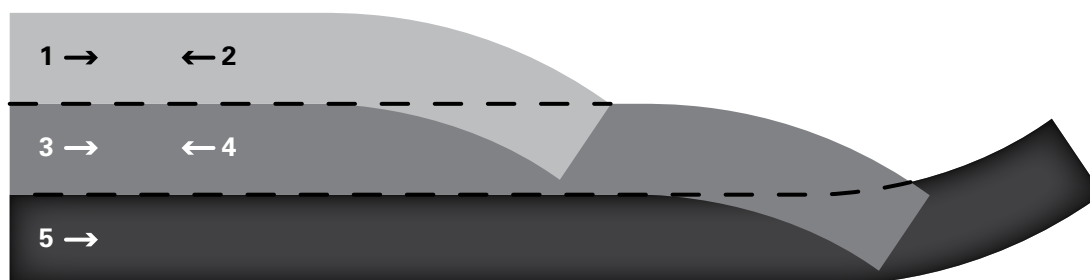
O padrão de rolagem cobre uma área de um número determinado de metros quadrados (pés quadrados) definidos pelo comprimento e pela largura do padrão. Partimos do princípio de que a espessura da camada asfáltica é relativamente consistente desde uma borda da camada de pavimentação até a outra dentro do padrão. A temperatura da mistura do asfalto dentro do padrão de rolagem também será razoavelmente consistente, desde que a área coberta pelo padrão tenha sempre a mesma relação com a pavimentadora à medida que ela se movimentava à frente. Portanto, um padrão de rolagem com um número consistente de passadas,

uma velocidade de trabalho consistente e forças consistentes de compactação deve produzir uma densidade uniforme.

Nota: Neste manual, o termo “passada ou passe” significa o movimento do compactador em uma direção. Em outras palavras, quando o compactador inicia um padrão movendo-se à frente a partir de um ponto inicial até um ponto mais perto da pavimentadora, esse movimento é considerado uma passada. Quando o compactador inverte o sentido de direção para voltar ao ponto de partida do padrão, esse movimento é considerado outra passada.

Uma vez estabelecido o padrão de rolagem, ele não deverá ser alterado a menos que existam mudanças no processo de pavimentação na frente do compactador, mudanças na fórmula da mistura ou mudanças nas condições climáticas.

INVERSÃO



[PADRÃO BÁSICO DE ROLAGEM]

Existem certas técnicas que são comuns em qualquer padrão de rolagem. Uma técnica é parar e inverter um compactador com dois rolos em tandem no final de uma passada.

No desenho mostrado acima, partimos do princípio de que a camada da pavimentação tem duas bordas não confinadas ou que existe uma camada adjacente fria por onde o compactador pode rolar. O operador do compactador deve parar e inverter o sentido na camada quente.

Note que as duas primeiras passadas são feitas ao longo da borda da camada. No final da Passada Um,

o operador vira na direção do centro da camada e para lentamente com os dois rolos virados em pelo menos 30°m deixando a marca da parada em um ângulo em relação à direção da compactação. O operador inverte o sentido no mesmo caminho para a Passada Dois.

A Passada Três passa pelo centro da camada com alguma sob reposição na cobertura das Passadas Um e Dois. A Passada Três é mais longa que a Passada Um para manter a produção da pavimentadora e para remover a marca de parada deixada no final da Passada Um.



Dois compactadores da fase inicial invertendo a direção atrás da pavimentadora. Note o ângulo da parada.

No final da Passada Três, o operador vira na direção da borda não compactada, tomando cuidado para não levar com a máquina a borda da camada de pavimentação. Novamente, a marca de parada é deixada em um ângulo em relação à direção da compactação. O operador volta no mesmo caminho para a Passada Quatro.

A Passada Cinco é feita ao longo da outra borda não confinada com alguma sobreposição da cobertura das Passadas Três e Quatro. A Passada Cinco continua além da marca de parada deixada no fim da Passada Três. No fim da Passada Cinco, o operador segue em direção ao centro da camada de pavimentação deixando uma marca de parada em ângulo onde o próximo padrão vai limpar. O operador volta pelo mesmo caminho para a Passada Seis.

A Passada Sete vai reposicionar o compactador para iniciar outro padrão. Este é chamado de um

padrão de sete passadas. Esse padrão resulta quando são necessárias três passadas sobrepostas para cobrir a largura da camada de pavimentação e precisa de duas passadas para a cobertura para criar a densidade necessária.

Os compactadores da fase inicial estão sempre parando para inverter o sentido de direção na proximidade da traseira da pavimentadora. Não existem regras absolutas que dizem a que distância o compactador deverá parar atrás da pavimentadora. A segurança no local de trabalho deverá ser a principal consideração. Uma orientação razoável seria o compactador fazer uma parada a pelo menos 5 m (16") atrás da pavimentadora. Lembre-se pode haver operários ou operadores da mesa-alisadora trabalhando na camada de pavimentação atrás da pavimentadora.

Sugestão para ao usuário: Quando parar um compactador de rolo de aço para inverter a direção, em uma camada de pavimentação quente ou em uma camada adjacente fria, desligue sempre o sistema vibratório assim que começar a reduzir a velocidade. Lembre-se que é importante manter o espaçamento dos impactos do rolo. Quando a velocidade da máquina diminui, os impactos poderão ficar muito pertos uns dos outros. Você pode desativar manualmente o sistema vibratório ou pode selecionar a característica "AutoVibe" que interromperá automaticamente e ligará o sistema vibratório quando a velocidade de trabalho atingir os níveis programados.



Os compactadores de rodas pneumáticas podem parar diretamente na camada de pavimentação.

Diferentemente dos rolos de aço, as rodas de borracha nos compactadores com rodas pneumáticas não devem ser viradas quando o compactador se preparar para reverter a máquina. Viradas agressivas com compactadores de rodas pneumáticas danificam a camada de pavimentação.

O compactador com rodas pneumáticas deve parar lentamente sem mudança de direção. Haverá uma leve marca da parada na camada, mas normalmente o compactador do acabamento acaba com essas marcas completamente.

[**PADRÃO PARA DUAS BORDAS NÃO CONFINADAS**]

Neste exemplo, imagine que a camada de pavimentação tenha duas bordas não confinadas, que a borda da esquerda seja a linha central da estrutura e que exista uma inclinação de 2% a partir da linha central até a borda não confinada da direita.

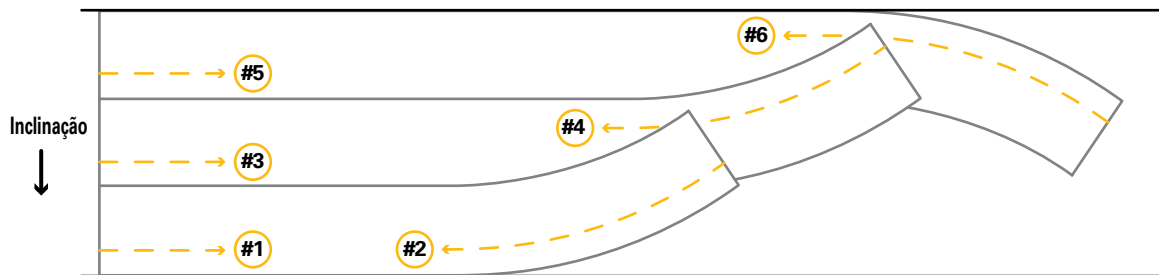
Quando a estrutura a ser compactada tem duas bordas não confinadas e uma superfície inclinada, a Caterpillar recomenda fazer as primeiras passadas ao longo da borda mais baixa da estrutura. A série seguinte deverá ser feita no centro da camada de pavimentação. As passadas finais deverão ser ao longo da borda não confinada superior.

A compactação a partir do lado mais baixo para o lado mais alto tende a formar resistência na camada da pavimentação e reduz a quantidade de deformação.

Em geral, a Primeira Passada ao longo de qualquer borda não confinada deve ser feita com a borda do rolo a uma distância de pelo menos 15 cm (6") da borda. A Segunda Passada, tipicamente a passada de retorno na mesma área de cobertura da primeira passada, deve ser feita com o rolo ligeiramente sobreposto à borda. Essa sequência também ajuda a minimizar a distorção da camada de pavimentação.

DUAS BORDAS NÃO CONFINADAS

Direção da pavimentação →



Quando compactar bordas não confinadas, observe se há rachaduras na camada de pavimentação ao longo da borda do rolo quando ela está afastada da borda não confinada. Algumas misturas, com grandes agregados e baixo teor de cimento asfáltico, mostram rachaduras profundas se a borda não for sobreposta durante a primeira passada.

Quando as rachaduras aparecem mude imediatamente o padrão de rolagem para sobrepor

a borda não confinada com toda passada ao longo da borda da camada de pavimentação.

Os compactadores de rodas pneumáticas não devem sobrepor bordas não confinadas. As rodas de borracha devem ficar a uma distância de pelo menos 15 cm (6") da borda não confinada para evitar passar por cima ou distorcer a borda da camada.



Rachadura da camada de pavimentação ao longo da borda do rolo afastada da borda não confinada.



Os compactadores de rodas pneumáticas sempre ficam a uma distância de 15 cm (6") das bordas não confinadas.

[PADRÃO PARA UMA BORDA CONFINADA]

Neste exemplo, imagine que a borda da esquerda da camada de pavimentação combine com uma camada adjacente ao longo da linha central da estrutura. A camada adjacente está compactada e está fria. Cones de tráfego são colocados adjacentes à borda da linha central na camada fria e o tráfego está presente na camada fria. Uma inclinação de 2% vai desde a linha central até a borda não confinada. Você tem dois padrões de rolamento aceitáveis para esta aplicação.

Se houver uma especificação sobre a densidade da junta no projeto, então a primeira passada deverá ser feita pela borda esquerda da camada para aproveitar a temperatura mais alta resultante da densidade mais alta da junta. Os dois rolos deverão ficar completamente na camada quente a uma distância de aproximadamente 15-30 cm (6-12") da camada fria. Durante a Passada Dois, a passada de retorno ao longo da borda da esquerda, os rolos deverão ser posicionados para uma sobreposição da junta quente / fria em cerca de 15 cm (6"). A sobreposição vai iniciar o processo de vedação da junta da linha central longitudinal.

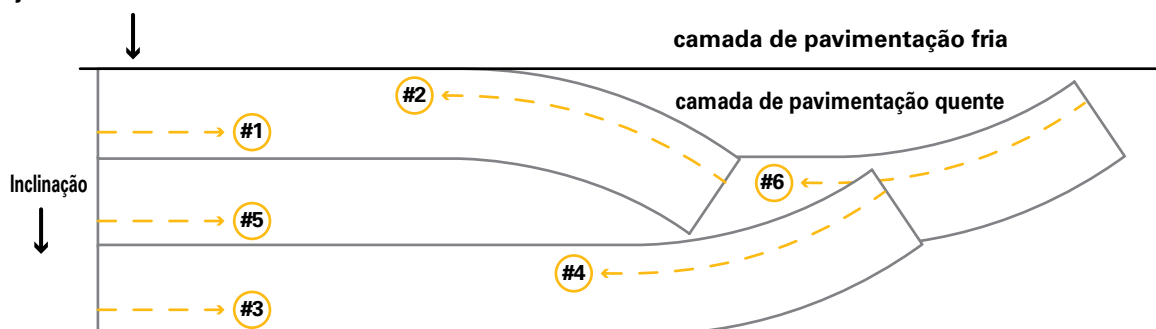
As Passadas Três e Quatro devem ser feitas ao longo da borda não confinada para aumentar a resistência e minimizar a deformação da camada de pavimentação na borda não confinada.

As Passadas Cinco e Seis são feitas no centro da camada. Essa porção da camada será a mais fria nesse momento, mas a porção central da camada de pavimentação terá, na verdade, duas bordas confinadas para ajudar na compactação.

Se não houver especificação sobre a densidade da junta, então as Passadas Um e Dois podem ser feitas ao longo da borda direita do lado mais baixo da camada de pavimentação inclinada, conforme é mostrado na ilustração para duas bordas não confinadas. O centro da camada é compactado pelas Passadas Três e Quatro. Finalmente, a junta da linha central é compactada com a Passada Cinco ligeiramente fora da junta e a Passada Seis deve ser sobreposta à junta.

UMA BORDA NÃO CONFINADA

junta da linha central





Os compactadores de rodas pneumáticas na fase intermediária são efetivos na vedação de juntas longitudinais quentes / frias.



Não há marcas da parada dos rolos na camada fresca quando o compactador pode passar para uma camada fria e compactada.

Todos os outros compactadores durante as fases intermediária e de acabamento podem fazer uma sobreposição à junta longitudinal. As rodas de borracha dos compactadores de rodas pneumáticas são particularmente eficientes em “alisar” as juntas. O operador do compactador de rodas pneumáticas deve tentar passar por cima da junta com um dos pneus.

Em alguns projetos, a borda da camada de pavimentação que está combinando com uma junta fica adjacente a uma junta fria e compactada. Sempre que possível, os operadores dos compactadores devem sair da camada quente e ir para a camada fria para parar e inverter a direção. Ao fazer a reversão da direção na camada fria, não haverá marcas de parada na camada asfáltica quente e a suavidade da superfície será melhorada.

O operador do compactador deve ter conhecimento de várias questões de segurança quando sair da camada quente para parar e inverter a direção. Primeiro, pode haver tráfego usando a pista adjacente. Veículos pilotos podem estar liderando o tráfego através da zona de trabalho. O operador nunca deve passar para a camada adjacente se houver a presença de tráfego.

Segundo, pode haver trabalhadores ao redor da pavimentadora. Em particular, operários podem estar passando rastelos na junta atrás da pavimentadora. Certifique-se de sair da camada de pavimentação a uma distância segura atrás da pavimentadora se houver a presença de trabalhadores.

[PADRÃO QUE USA UMA FAIXA DE EMERGÊNCIA PARA VOLTAR DE RÉ]

Em alguns projetos, o plano exige que a largura de pavimentação inclua uma faixa de emergência (também chamada de acostamento ou faixa de análise) juntamente com a faixa de deslocamento. Normalmente, se a faixa de emergência tiver menos de 1,5 m (5"), ela será incluída no padrão convencional usado pelo compactador da fase inicial. Ou, se a faixa de emergência tiver uma inclinação separada, às vezes a faixa de emergência será compactada por um compactador de serviços gerais e não será incluída no padrão com a faixa de deslocamento.

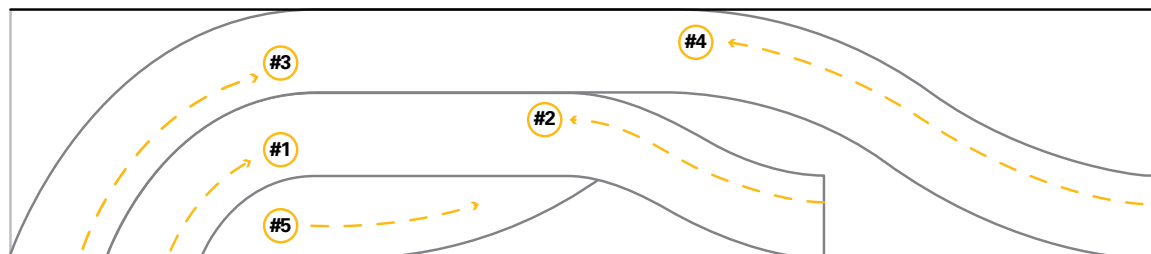
No entanto, se a faixa de emergência tiver uma largura de pelo menos 1,5 m (5"), a faixa de emergência pode ser incluída no padrão da fase inicial, e poderá ser usada para todas as paradas e inversões do compactador.

O padrão de rolagem vai parecer uma série de semicírculos. Depois de cada passada, para frente e para trás, o operador do compactador vai passar lentamente pela faixa de deslocamento e vai seguir para a faixa de emergência com os dois rolos nesta mesma faixa. O operador do compactador vai poder parar em linha reta. A parada em linha reta é geralmente permitida em faixas de emergência porque não existe especificação de suavidade da superfície para as faixas de emergência.

Se um compactador de rodas pneumáticas fizer parte do trem de compactação, o compactador de rodas pneumáticas vai continuar a parar em linha reta na faixa de deslocamento e não vai sair para a faixa de emergência. O compactador do acabamento deverá usar a faixa de emergência para parar e fazer a inversão, também.

INVERSÃO NA FAIXA DE EMERGÊNCIA

rolo com uma largura de 213 cm (84")



[PADRÕES ESCALONADOS DE COMPACTAÇÃO]

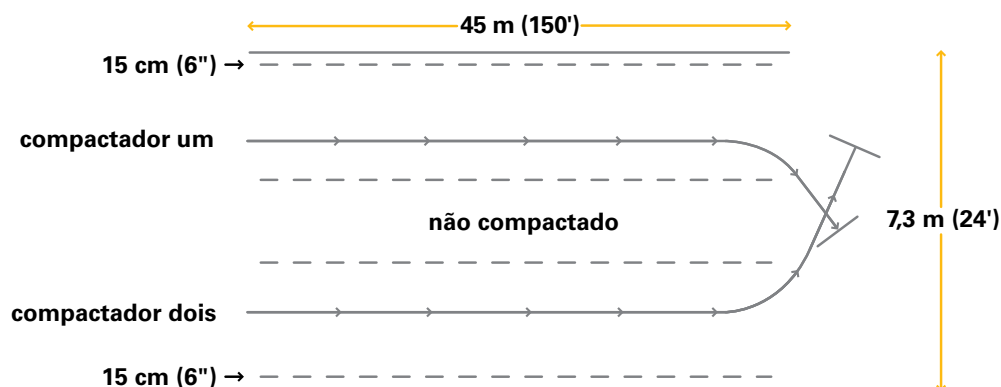
Em alguns projetos, dois ou mais compactadores podem operar na posição de compactação inicial diretamente atrás da pavimentadora. Pelos motivos mostrados a seguir, deverá ser selecionado um padrão escalonado.

- **Pavimentação de uma pista larga.** Quando a pista a ser pavimentada tem mais de 6 m (20”), é improvável que um só compactador possa ser capaz de cobrir a largura a ser pavimentada com três passadas ou menos. Portanto, em geral, um compactador inicial não consegue acompanhar a produção da pavimentadora.
- **Mistura dura que exige muitas passadas.** Alguns projetos de mistura, especialmente aqueles que incluem cimento asfáltico

modificado, são muito duros e exigem muitas passadas para que a densidade atinja os níveis desejados. Nessa situação, o padrão necessário para um compactador vai fazer com que ele fique atrás da pavimentadora.

- **Tempo limitado para a compactação inicial.** O tempo disponível para a compactação inicial pode ser limitado pela espessura da camada de pavimentação, pela temperatura ambiente, ou pela aparência de uma zona mais macia da camada. Às vezes, é necessário mais de um compactador inicial para compensar a rápida queda da temperatura e uma oportunidade muito curta de obter a densidade inicial.

FASE INICIAL – PASSADA UM

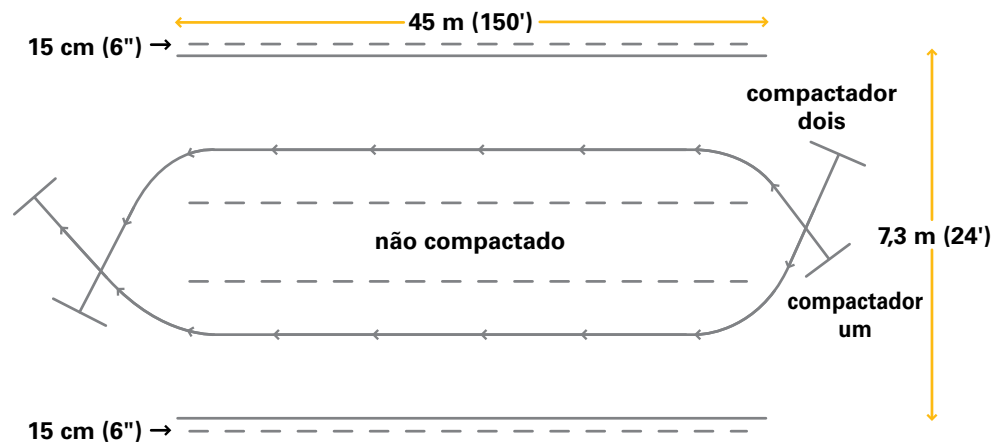


No primeiro exemplo, imagine que a pavimentadora está espalhando 275 toneladas americanas por hora (300 toneladas métricas por hora) em uma largura de 7,3 m (24”) e a uma profundidade de 50 mm (2”). A velocidade efetiva de pavimentação é 6 metros por minuto (20 pés por minuto). Há dois compactadores com rolos duplos com 200 cm (79”) de largura disponíveis para a compactação inicial. São necessárias duas passadas para atingir a densidade desejada na compactação da fase inicial.

O Compactador 1 começa primeiro ao longo da borda da esquerda com a borda externa do rolo a aproximadamente 15 cm (5”) de distância da borda não confinada. O Compactador 2 começa logo depois do Compactador 1 e opera ao longo da borda da direita, também se mantendo afastado da borda não confinada. O Compactador 1 para lentamente em um ângulo no centro da camada de pavimentação e faz a inversão. O Compactador 2 segue até um pouco depois do ponto em que o Compactador 1 parou e também vira para o centro e faz a inversão.

Sugestão para o usuário: Quando empregar um padrão escalonado, o compactador que lidera deverá ficar suficientemente longe na frente do segundo compactador para que o operador possa parar completamente e fazer a manobra de reversão antes que o segundo compactador comece a virar e voltar de ré.

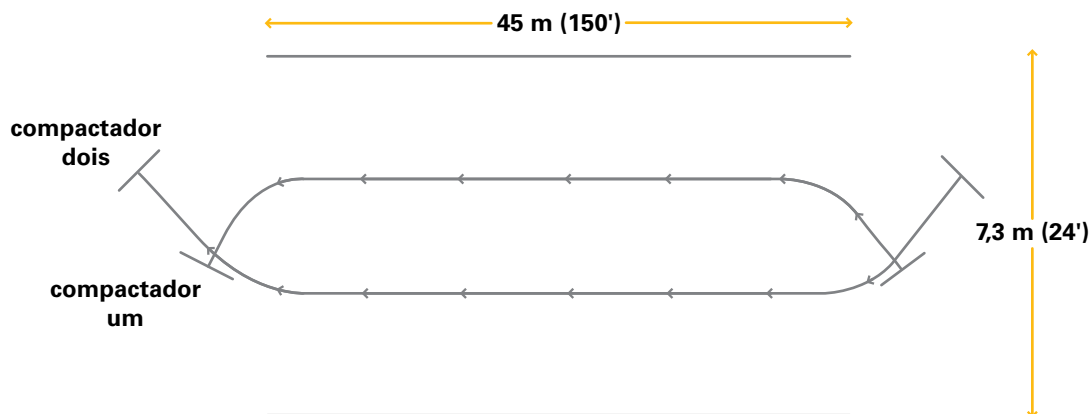
FASE INICIAL – PASSADA DOIS



Durante a Passada Dois, no retorno para o ponto de partida o Compactador 1 está na frente e o Compactador 2 vem logo atrás. Durante a Passagem Dois, os rolos externos ficam ligeiramente sobrepostos às bordas não confinadas. Novamente, os dois compactadores viram em

direção ao centro da camada de pavimentação para fazer a parada e voltar de ré. Nesse ponto, as bordas externas da camada de pavimentação já foram compactadas duas vezes. Há um trecho no centro da camada que tem uma largura de aproximadamente 3,5 m (11,5").

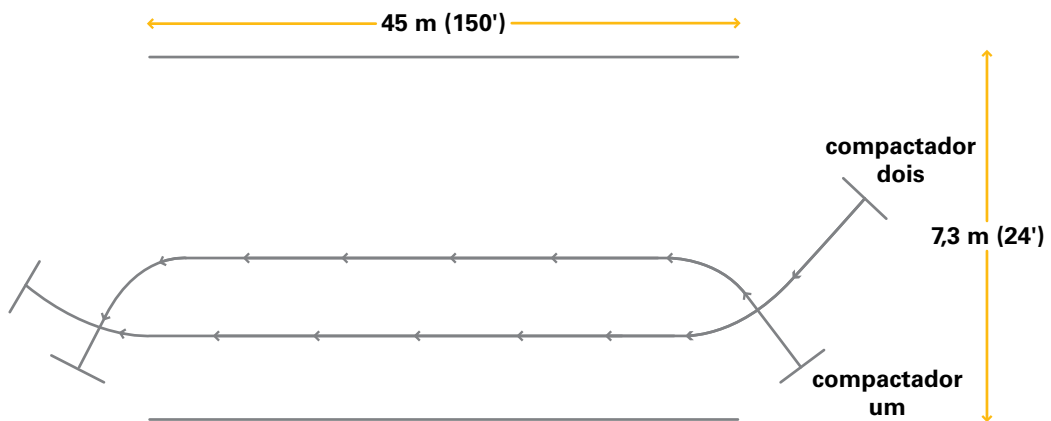
FASE INICIAL – PASSADA TRÊS



Para a Passada Três, o Compactador 1 vai primeiro e opera no centro esquerdo da camada de pavimentação com uma pequena sobreposição da borca do rolo esquerdo na área coberta nas duas primeiras passadas. O Compactador 1 vai passar diretamente sobre a marca de parada do rolo deixada pelo Compactador 2, seguindo em frente por aproximadamente 8 m (25") depois da marca de parada antes de virar na direção da borda da esquerda para parar e fazer a inversão.

O Compactador 2 fica logo atrás e opera na porção central da direita da camada de pavimentação com a borda do rolo da direita ligeiramente sobreposta à área coberta nas duas primeiras passadas. O Compactador 2 vai limpar a primeira marca de parada deixada pelo Compactador 1, vai continuar à frente por mais 8 m (25") depois da marca de parada e vai virar na direção da borda da esquerda para parar e fazer a inversão.

FASE INICIAL - PASSADA QUATRO



Durante a Passada Quatro, os dois compactadores retornam na mesma área de volta ao ponto de partida com o Compactador 1 ligeiramente à frente do Compactador 2. Recomenda-se que eles

passem diretamente através das marcas de parada que deixaram no final da Passada Dois antes de parar e fazer a inversão.



Parar e fazer a inversão repetidas vezes na mesma área vai trabalhar em excesso o asfalto fresco.

Sugestão para o usuário: Sempre que possível, use um padrão que limpe as marcas de parada do compactador. Não pare para fazer a inversão na mesma área. As paradas para inversão na mesma área podem deformar a camada de pavimentação e criar depressões que não podem ser eliminadas posteriormente. Embora seja muito importante evitar parar na mesma área quando os compactadores se movem para frente e para trás na camada quente atrás da pavimentadora, é também uma boa prática eliminar as marcas de parada no fim das passadas de retorno.

PADRÕES

A Passada Cinco será uma passada estática em que os compactadores se movem à frente em direção à pavimentadora. Os operadores dos dois compactadores devem posicionar suas máquinas ao longo das bordas da camada fresca

de pavimentação e acionar os sistemas vibratórios quando os compactadores entrarem nas zonas não compactadas. Deve haver uma nova área de padrão com um comprimento de aproximadamente 36 m (120") na frente do padrão antigo.

Sugestão para o usuário: Se o novo padrão for muito curto, em outras palavras, se a pavimentadora não se movimentou suficientemente à frente, os operadores dos compactadores deverão reduzir suas velocidades de trabalho durante a Passada Cinco. A Passada Cinco é feita no modo estático para que não haja preocupação com o espaçamento dos impactos dos rolos. Reduza a velocidade do compactador, mas nunca estacione sobre a camada de pavimentação fresca.

Sugestão para o usuário: Algumas vezes a área deixada sem compactação no centro da área de pavimentação é relativamente estreita. Nessa situação, haverá uma grande sobreposição entre os rolos dos dois compactadores no centro da camada. Como uma grande superfície do rolo estará vibrando em uma camada já densa, existe a probabilidade de que os rolos comecem a saltar. Os operadores deverão estar prontos para reduzir a quantidade de força que está sendo entregue, operando com um rolo vibrando e um rolo estático.



[PADRÃO ESCALONADO COM DOIS COMPACTADORES]

Em seguida, vamos ver um padrão escalonado que usa dois compactadores em uma camada de pavimentação com uma largura de 4,6 m (15"). A pavimentadora está espalhando 360 toneladas americanas por hora (400 toneladas métricas por hora) a uma profundidade solta de 76 mm (3"). Um dispositivo de transferência do material está alimentando a mistura para a pavimentadora e a velocidade de pavimentação é 9 metros por minuto (29 pés por minuto). A densidade da camada de pavimentação que passa sob a mesa-alisadora vibratória é 80% da densidade máxima teórica.

No trecho de teste, você verificou que são necessárias quatro passadas vibratórias em uma

amplitude média-alta para se alcançar a densidade desejada para a fase inicial. A velocidade de trabalho dos compactadores é 70 metros por minuto (230 pés por minuto). A frequência vibratória é 42 Hz (2520 vibrações por minuto). O espaçamento dos impactos é, portanto, de 36 impactos por metro (11 impactos por pé).

A temperatura da camada asfáltica que passa sob a mesa-alisadora é consistentemente de aproximadamente 150°C (300°F). Quando a camada é arrefecida para aproximadamente 115°C (240°F), ela fica mais suave. A suavidade persiste até a camada ter arrefecido para 80°C (185°F).

Data/Horário do Início [7/3/2011 ▼] [7:08 AM]

Condições ambientais

Temperatura do Ar: [15,6] °C
 Velocidade do Vento: [8] km/h
 Céu: [Claro e Seco ▼]
 Latitude: [45] °N

Especificações da Mistura

Tipo da Mistura: [Fina/Graduação Densa ▼]
 Grau do Aglutinante, PG: [64 ▼] [-28 ▼]
 Espessura da Camada: [76] mm
 Temperatura de Entrega: [149] °C

Superfície Existente

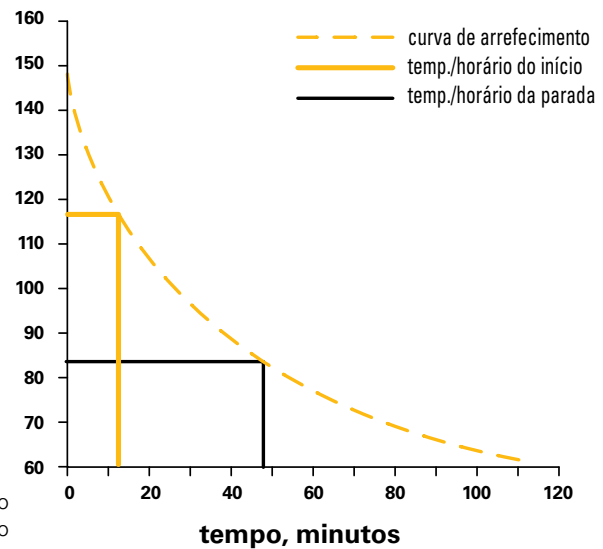
Tipo do Material: [AC ▼]
 Condição do Material: [- ▼] [- ▼]
 Temperatura da Superfície: [15,6] °C

Tempos Recomendados

Início da Rolagem: [13] minutos após o espalhamento
 Final da Rolagem: [45] minutos após o espalhamento

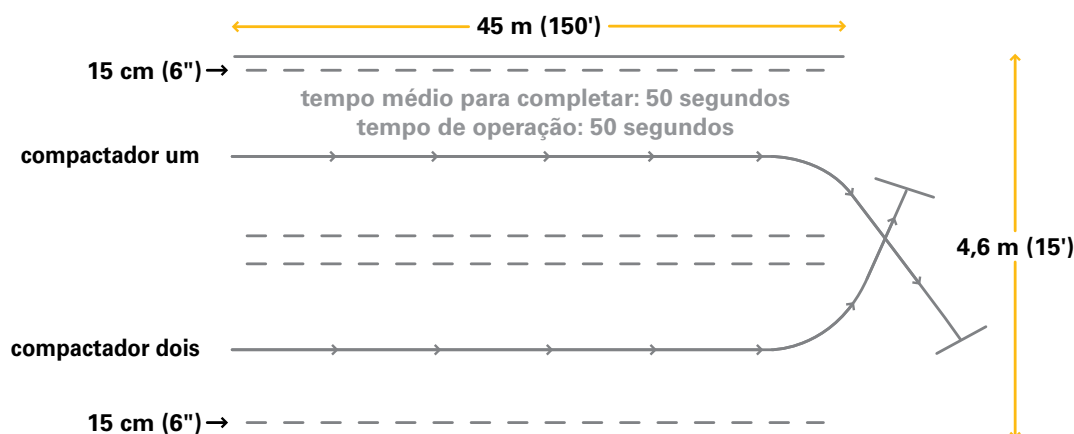
Units SI English

Temperatura HMA, °C



A curva de esfriamento mostra que no início do turno com uma temperatura ambiente de aproximadamente 16°C (61°F) há 13 minutos disponíveis para a compactação atrás da pavimentadora na fase inicial antes que a camada de pavimentação fique mais estável. A estabilidade da camada dura mais 32 minutos. As fases intermediária e de acabamento da compactação podem começar 45 minutos atrás da pavimentadora. O problema mais importante é determinar se a fase inicial pode ser realizada em menos de 13 minutos usando dois compactadores.

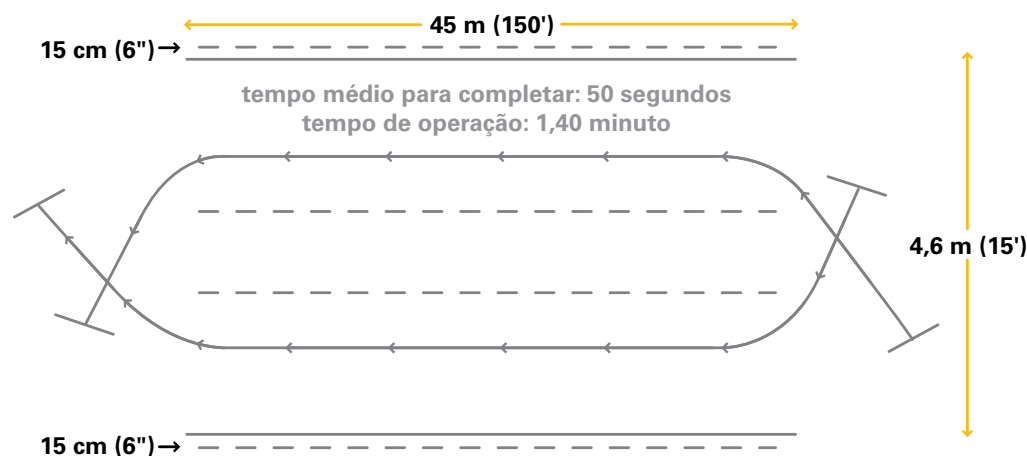
FASE INICIAL – PASSADA UM



A primeira passada na fase inicial de compactação é de aproximadamente 45 m (150"). O Compactador 1 começa primeira e compacta a área ao longo da borda da esquerda com a borda do rolo afastada 15 cm (6") da borda. O Compactador 2 vem logo atrás e compacta a área ao longo do lado direito da camada de pavimentação com o rolo igualmente afastado da borda. Os dois compactadores viram em direção ao centro da camada para parar e inverter as direções. Assim que o Compactador 2 completar sua manobra de reversão, os dois compactadores iniciam a segunda passada. A uma velocidade de trabalho de 70 metros por minuto (230 pés por minuto), a Passada Um consome 50 segundos.

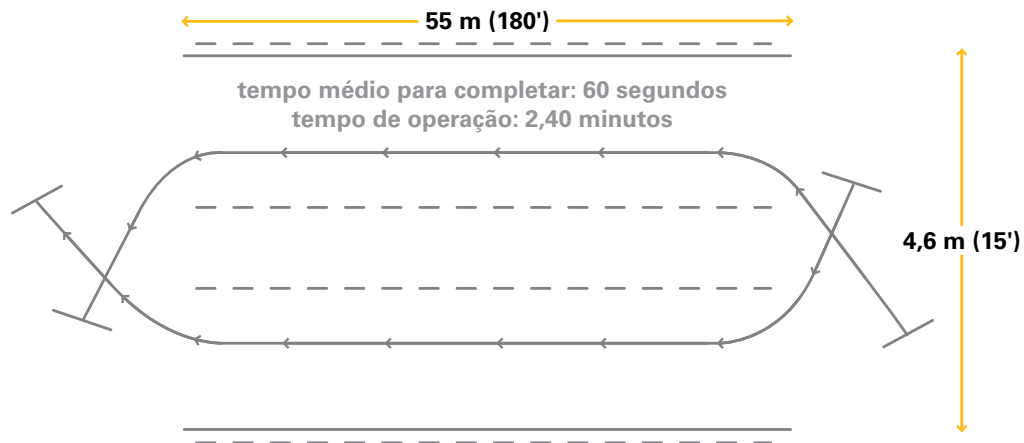
Nota: Quando calcular o tempo necessário para que um compactador complete uma passada, use um fator de eficiência de 75%. Ele leva em consideração o tempo necessário para reduzir a velocidade do compactador e a parada em ângulo antes da reversão.

FASE INICIAL – PASSADA DOIS



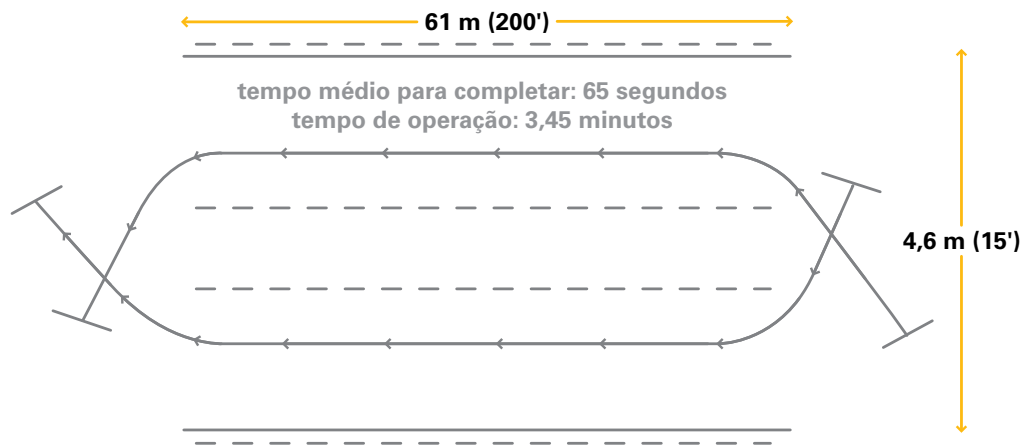
Durante a segunda passada, os rolos dos dois compactadores são ajustados para uma pequena sobreposição das bordas. O compactador 2 segue na frente na passada do retorno e os dois compactadores viram para o centro na direção da reversão. A segunda passada demora mais 50 segundos. O tempo total de operação é 1 minuto e 40 segundos.

FASE INICIAL - PASSADA TRÊS



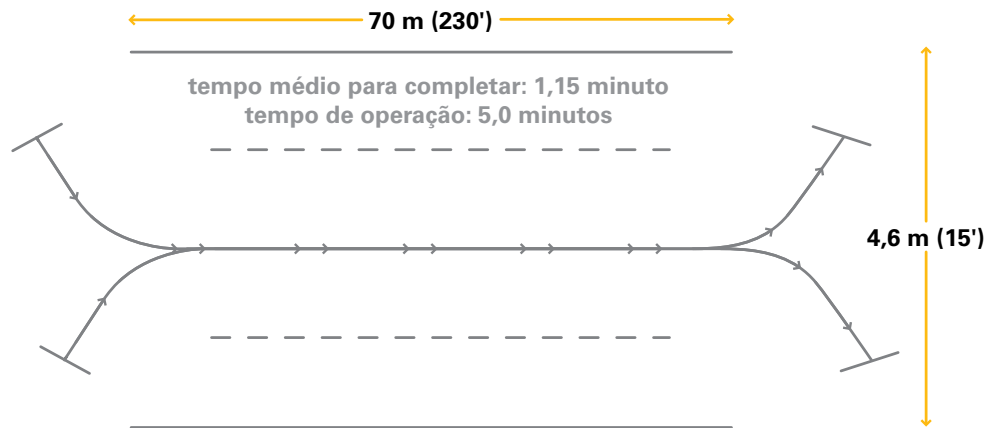
Durante a Passada Três, o Compactador 1 volta na frente e estende o comprimento do padrão em mais 10 m (30"), para passar além das marcas anteriores de parada e levar o padrão mais para perto da pavimentadora. Essa assada vai consumir cerca de 60 segundos e o tempo total de operação é de 2 minutos e 40 segundos.

FASE INICIAL - PASSADA QUATRO



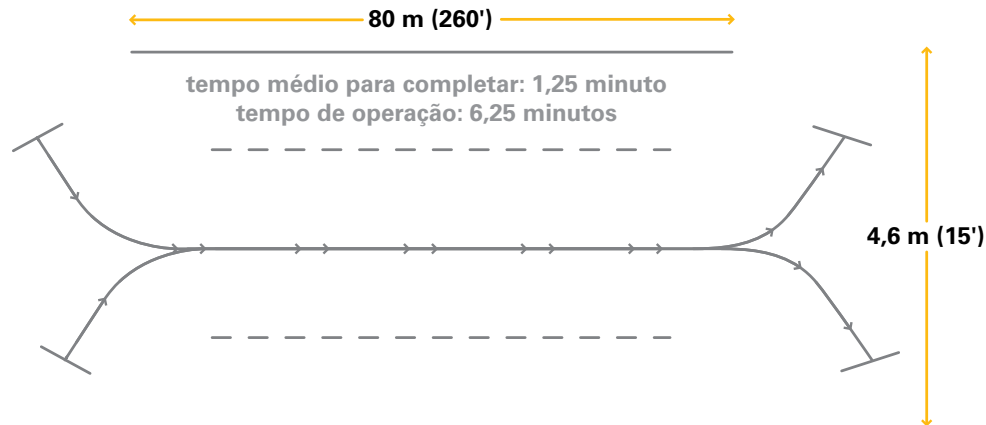
Durante a Passada Quatro, os dois compactadores voltam ao longo das bordas. O comprimento do padrão aumenta um pouco porque os dois compactadores trabalham além das marcas anteriores de paradas. Agora a borda da direita e a borda da esquerda da camada de pavimentação já receberam quatro passadas, o número de passadas verificado pelo trecho de teste. O tempo de operação é de 3 minutos e 45 segundos um trecho com uma largura de aproximadamente 1,3 m (52") continua no centro da camada da pavimentação. Como a largura do rolo dos dois compactadores é de 1,7 m (67"), os dois compactadores agora podem operar em uma fila única para completar a cobertura da camada de pavimentação.

FASE INICIAL - PASSADA CINCO



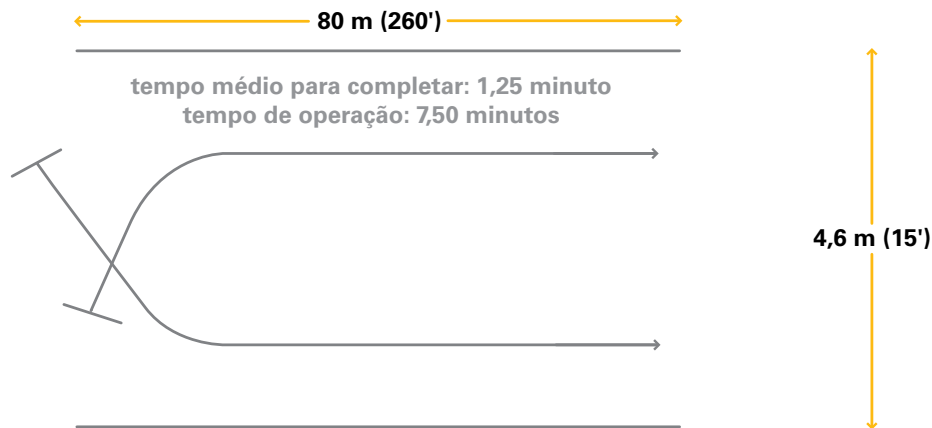
A largura da área não compactada é ligeiramente menor que a largura dos rolos assim há uma pequena sobreposição em ambos os lados do rolo. Como há uma pequena sobreposição, existe menos necessidade de preocupação de saltos dos rolos na parte mais densa da camada da pavimentação. O Compactador 1 e o Compactador 2 seguem em direção às bordas da camada no fim da passada. Essa passada é novamente um pouco mais comprida para acompanhar o progresso da pavimentadora. A Passada Cinco vai demorar 1 minuto e 15 segundos para um tempo de operação de 5 minutos nesse ponto.

FASE INICIAL - PASSADA SEIS



Os dois compactadores voltam para o centro da camada da pavimentação em fila única durante a Passada Seis. Eles seguem um pouco mais longe na volta, além de suas marcas de paradas. Nesse ponto, cada parte da camada asfáltica já recebem quatro passadas vibratórias. A densidade deverá ser consistente em toda a largura e o comprimento do padrão. O tempo de operação é de 6 minutos e 25 segundos.

FASE INICIAL – PASSADA SETE



A última passada. A Passada Sete será completada no modo estático porque os dois compactadores estão se reposicionando ao longo das bordas da camada da pavimentação para iniciar um novo padrão. Pouco menos de 8 minutos foram usados pelos dois compactadores designados para a fase inicial de compactação. O padrão deles vai ficar bem à frente da zona mais suave.

Nota: Os exemplos mostrados nesta seção ilustram padrões escalonados com dois compactadores. Padrões escalonados com três compactadores são usados menos frequentemente, porém ele pode ser necessário em aplicações de pavimentação em áreas muito largas usando misturas duras e compactas.

Resumo: Os operadores de compactadores e o pessoal do controle de qualidade devem entender como ajustar os padrões de rolagem para alcançar essas metas. A primeira é alcançar a densidade especificada. A segunda é acompanhar a taxa de produção da pavimentadora. A terceira é criar padrões que aproveitem as oportunidades de assegurar a suavidade da superfície da camada da pavimentação. Usando o Cat Interactive Production Calculator e criando curvas de arrefecimento, você pode planejar com sucesso os padrões, antes do início do projeto.



Unidade 6

COMPACTAÇÃO DAS JUNTAS

A criação de juntas de qualidade exige os melhores esforços tanto da equipe de pavimentação quanto da equipe de compactação. Certifique-se de que sua equipe desempenhe a contento sua parte da obra.





Uma junta transversal bem construída e adequadamente compactada deve ser plana e lisa.

Existem dois tipos de juntas, longitudinal e transversal. As juntas longitudinais são formadas na interseção paralela de duas camadas de asfalto. As juntas longitudinais podem existir entre uma camada quente e uma fria, entre uma camada quente e uma aquecida, ou duas camadas quentes estendidas simultaneamente.

As juntas transversais são formadas na interseção perpendicular de duas camadas de asfalto. Mais comumente, uma junta transversal é criada quando a pavimentação começa como uma continuação de uma camada de pavimentação formada previamente. A primeira parte da Unidade 6 vai tratar da construção e da compactação de juntas transversais.

[PADRÕES DE COMPACTAÇÃO DE JUNTAS TRANSVERSAIS]

Uma junta transversal é criada quando a pavimentação começa em um ponto onde a camada nova de asfalto encontra uma camada de asfalto compactado que foi previamente espalhada. A junta transversal será então perpendicular à direção da pavimentação e à direção da compactação.

Existem diversas técnicas usadas para compactar juntas transversais, porém a meta é sempre a mesma. A junta deverá ser compactada até ficar plana e a área em frente à junta, devendo ser plana e lisa sem pontos altos ou depressões. Antes de pavimentar e compactar uma junta transversal existem as melhores práticas fundamentais que a equipe deverá seguir.

Primeiro, certifique-se sempre de que a junta transversal está em boas condições antes da pavimentação e da compactação. Nunca inicie com uma borda arredondada ou irregular na junta transversal.

Uma fresadora, uma minicarregadeira com um acessório para fresar, ou uma serra circular deve ser usada para cortar uma superfície reta vertical na junta transversal. A área onde a junta é cortada deverá ter a espessura correta e deve ser paralela à linha da pavimentação.

Sugestão para o usuário: Quando pavimentar uma faixa e se preparar para parar no fim de um turno de trabalho, a equipe de pavimentação comumente muda o controle do sistema de alimentação para o modo manual para poder usar toda a mistura e evitar deixar uma grande pilha de mistura quando a mesa-alisadora for aberta. Consequentemente, a cabeça de material na frente da mesa-alisadora começa a mudar e a espessura da camada de pavimentação torna-se variável. A Caterpillar recomenda que a equipe marque a camada de pavimentação assim que o controle do sistema de alimentação for mudado para manual. A junta transversal deverá ser cortada no ponto onde a camada estiver marcada para evitar que o corte seja feito em um local onde a profundidade esteja diminuindo ou aumentando.



Exemplo de uma referência de início inadequado. Superfície arredondada com um corte profundo com uma compactação obstruída.



O corte ou fresa de uma superfície vertical é uma exigência para uma junta transversal.

Um bom ponto de partida deverá ter uma superfície vertical e a camada de asfalto deverá ser plana, não arredondada, inclinada para cima ou para baixo. A superfície da junta deverá ser revestida com pintura de ligação para ajudar a criar um vínculo entre a camada do asfalto frio e a camada do asfalto quente. Limpe a área da camada fria logo atrás da junta para que a referência de altura para a mesa-alisadora da pavimentadora seja eficiente.

Outro fator importante na construção e compactação de uma junta transversal é colocar as tábuas corretas do início sob a mesa-alisadora da pavimentadora quando ela for ajustada no ponto de partida. As tábuas do início oferecem

a espessura para a pré-compactação da camada de quando a equipe de pavimentação retirar a mesa-alisadora no início da junta. Por uma questão de estimativa, você pode calcular que a camada de pavimentação espalhada por uma mesa-alisadora vibratória vai compactar em uma média de aproximadamente 6 mm (1/4") por 25 mm (1") de espessura solta da camada de pavimentação. Portanto, se a profundidade solta for 50 mm (2"), as tábuas do início devem ter uma espessura de 12 mm (1/2"). Se a pavimentadora tiver uma mesa-alisadora vibratória equipada com Tamper, a taxa de compactação será muito menor, tipicamente ao redor de 10% e a espessura da tábua do início também será menor.



Exemplo de uma junta bem fresada que recebeu pintura de ligação antes do início da pavimentação.



A verificação da espessura da junta do início ajuda a equipe a selecionar a espessura correta da tábua do início.



Depois que a pavimentadora se afastar do início da junta transversal, um mínimo de trabalho manual será necessário.

Se a equipe de pavimentação tiver feito um bom trabalho de formar a junta transversal do início, a junta deverá precisar apenas de pouco trabalho manual. Se a junta for muito alta ou muito baixa, um trabalho manual substancial talvez precise ser feito antes do início do processo de compactação da junta. A compactação da junta deverá começar assim que todas as correções, se houver, tiverem sido completadas.

A técnica de compactação da junta transversal recomendada pela Caterpillar é projetada para deixar plana a junta transversal quente / fria, mantendo a suavidade da camada de pavimentação à frente da junta.

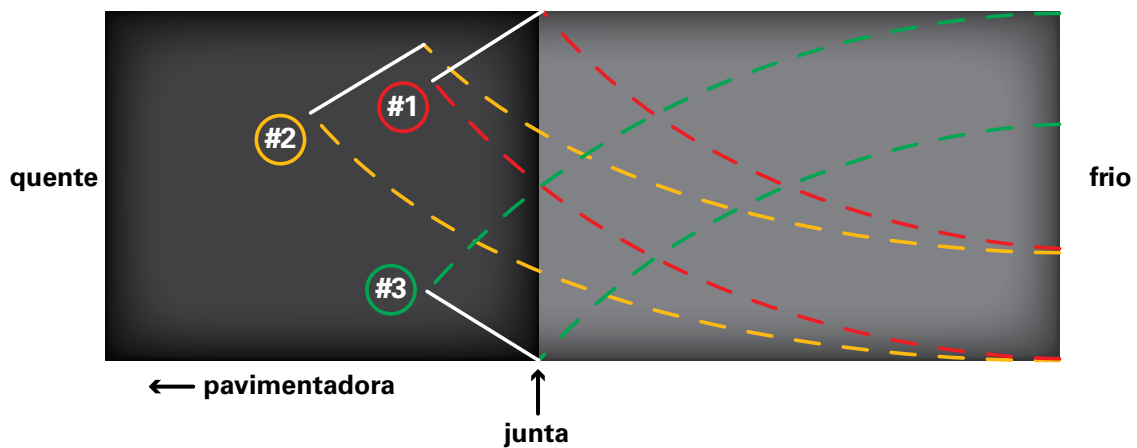


Sugestão para o usuário: A Caterpillar recomenda que a equipe meça a altura da junta compactada do início. Então, subtraia o número da espessura da camada solta que estava sendo estendida anteriormente. O resultado será uma espessura precisa da tábua do início. Por exemplo, se a altura da junta transversal compactada for 40 mm (1,6") e se a espessura da camada solta espalhada pela mesa-alisadora for de 50 mm (2"), então as tábuas do início deverão ter uma espessura o mais próximo possível de 10 mm (0,4").

O operador do compactador pode começar no centro da camada de pavimentação fria, compactada ou ao longo de um lado da camada compactada. Continue avançando, começando a virar os rolos em um ângulo quando o primeiro rolo se aproximar da junta. Passe o rolo dianteiro sobre a porção externa da junta em um ângulo com os dois rolos estáticos, tomando cuidado para não distorcer a borda da camada fresca se a borda não for confinada. Volte de ré seguindo o mesmo trajeto.

Mova a máquina até uma borda da camada fria, compactada. Siga em frente no modo estático e passe o rolo dianteiro pela junta ano centro da camada. Volte de ré seguindo o mesmo trajeto.

Mova a máquina para ao centro da camada fria. Siga em frente a passe o rolo dianteiro em um ângulo pela porção externa restante da camada. Use uma borda reta para verificar se a superfície da junta compactada ficou plana em toda a largura. Repita passadas no modo estático, se necessário.



O padrão de rolagem da junta transversal oferece dois benefícios. Primeiro, a abordagem à junta transversal quente / fria é feita em um ângulo. A abordagem em ângulo ajuda a deixar plana a superfície da mistura quente, minimizando a tendência do rolo em empurrar a mistura para longe da junta.

Segundo, todas as marcas de parada do rolo na camada fresca na frente da junta são deixadas em um ângulo em relação à direção da compactação. Quando o compactador da fase inicial começar seu primeiro ciclo, as marcas de parada serão eliminadas e o acabamento da superfície será melhor na área da junta. Note, também, como o operador fez questão de ficar mais longe em direção ao final da segunda passada para não deixar marcas de parada na mesma área.



O compactador inicial começando o primeiro ciclo e eliminando as marcas de parada deixadas durante o padrão de compactação da junta.

Quando todos os elementos de pavimentação e compactação da junta transversal tiverem sido feitos corretamente, o operador do compactador da fase inicial deverá ser capaz de iniciar o padrão de rolagem estabelecido.

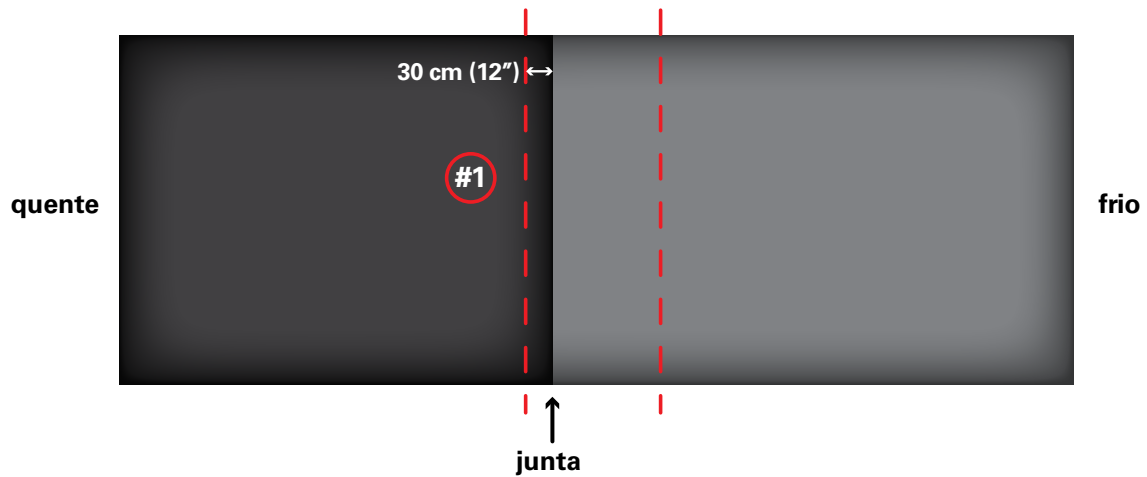
A pavimentadora não deverá precisar ficar esperando até que a junta transversal seja compactada, mas deverá ser capaz de pavimentar na velocidade calculada e ainda se manter a uma distância razoável da junta quando a compactação inicial começar.

Outro padrão de rolagem sobre a junta transversal algumas vezes é usada exigindo um espaço adequado para que o compactador se aproxime da junta pelo lado.

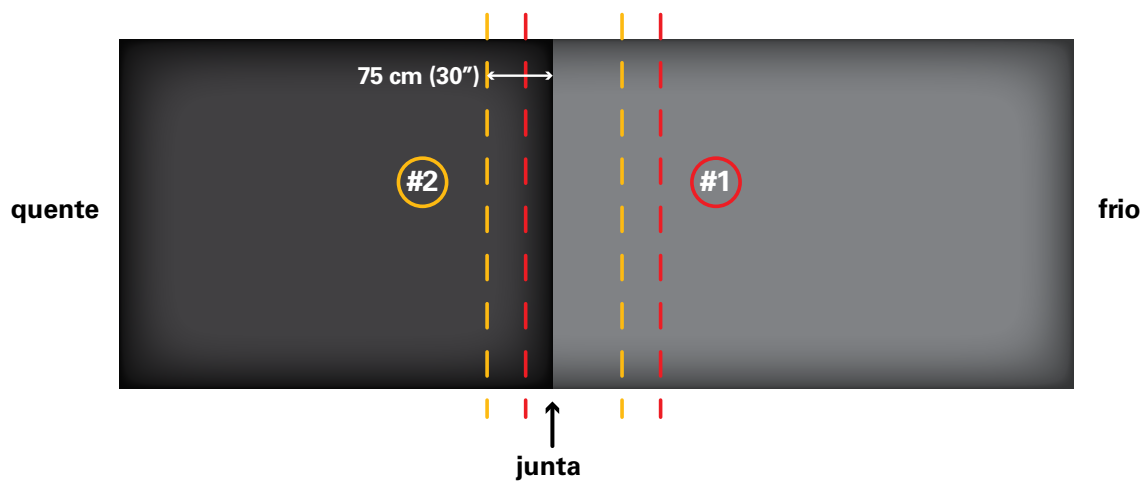
Algumas equipes preferem, quando possível, compactar uma junta transversal compactando a junta, vindo pela lateral. Essa técnica é muito eficiente para fazer com que a superfície da junta fique plana, mas deixa marcas de corte da borda do rolo que são perpendiculares à direção da compactação.



Quando o espaço permite, pode ser feita a compactação de uma junta transversal pela lateral.

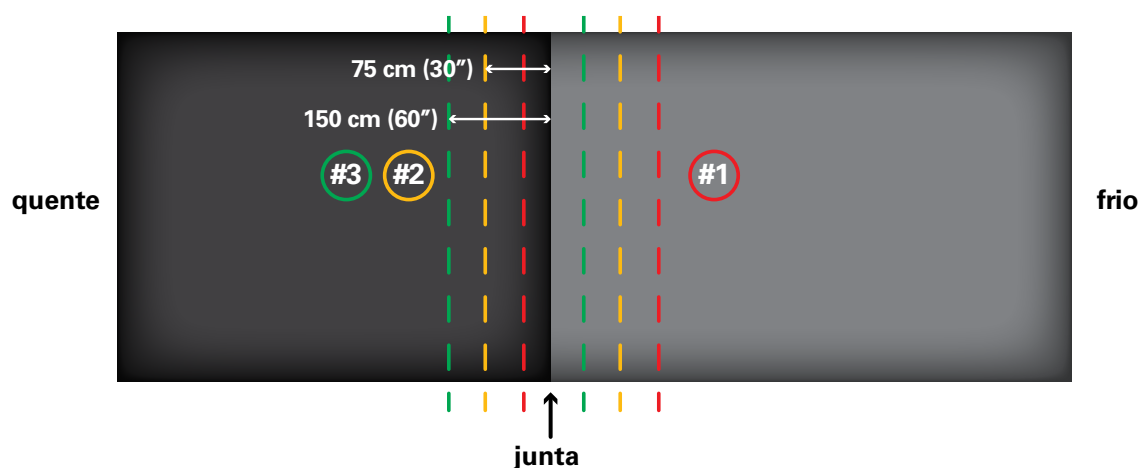


Quando compactar uma junta transversal a partir da lateral, faça a primeira passada com a maior parte dos rolos na camada fria com uma sobreposição de 30 cm (12") na camada quente. Verifique se a superfície da junta está plana.



Se for necessária outra passada para deixar plana a superfície da junta transversal, passe uma parte maior dos rolos na camada quente. A sobreposição maior vai ajudar a eliminar a marca da borda do primeiro rolo.

JUNTAS



Se for necessária outra passada, passe sobre a junta com a maior parte do rolo na camada quente para eliminar a marca da borda do segundo rolo. A marca de corte da borda do rolo deixada pela terceira passada é perpendicular à direção da compactação. Quando o compactador inicial começa seu primeiro padrão, ele tende a passar por cima da marca da borda do rolo e pode criar um ressalto em uma curta distância à frente já junta transversal. A Caterpillar não recomenda esse padrão para qualquer projeto que seja medido pela regularidade e acabamento da superfície.

Todas as passadas sobre a junta transversal, independentemente do padrão usado, deverão ser feitas no modo estático. Não deverá ser necessário ativar o sistema vibratório do rolo para deixar plana a superfície da junta. Se um compactador de uso geral for usado para a compactação da junta transversal, poderá usada uma vibração de baixa amplitude, se for necessária.

Se a construção de uma junta for mal feita, poderá ser necessária muita mão de obra antes que a compactação possa começar. Nunca use o compactador para tentar alisar uma junta que tenha recebido uma mistura quente muito espessa pela pavimentadora.

Lembre-se, a camada de pavimentação só pode ser compactada até certo ponto. Se você continuar a vibrar na junta, vai fraturar agregados, compactar demasiadamente a camada naquela área e vai acabar perdendo densidade devido à compactação exagerada.

Finalmente, a Caterpillar não recomenda compactar uma junta transversal passando diretamente sobre a junta, vindo pelo lado frio para o lado quente.

Se um compactador passar diretamente sobre a junta transversal, o rolo tende a saltar sobre a camada quente em vez de comprimir a mistura sob o rolo. Além disso, o rolo está movimentando a mistura para longe da superfície da junta, uma ação que pode contribuir para a formação de grandes vazios de ar e falha prematura da junta.

Sumário: *A compactação da junta transversal depende de um verdadeiro esforço de equipe. Primeiro a equipe de pavimentação deve construir a junta corretamente, deixando a altura correta de pré-compactação e a superfície lisa sem ressaltos ou pontos baixos. Então, a equipe de compactação deve alisar e vedar a junta sem distorcer a camada de pavimentação ou criar ressaltos. A observação das melhores práticas é a chave para a pavimentação e compactação de juntas transversais.*

[PADRÕES DE COMPACTAÇÃO DE JUNTAS LONGITUDINAIS]

A construção e pavimentação de juntas longitudinais envolvem outro processo de várias fases, que exige fazer muitos pontos fundamentais corretamente. A forma pela qual a equipe de compactação aborda o trabalho nas juntas longitudinais depende dos objetivos do projeto.

Se a aparência for o principal objetivo, então o processo de compactação deverá focalizar fazer a junta menos aparente possível. A aparência da junta é normalmente mais importante para estacionamentos e ruas urbanas.

Se a densidade da junta for o principal objetivo, então o processo de compactação deverá focalizar em alcançar uma alta densidade na junta longitudinal e ao redor dela. A densidade da junta é normalmente mais importante em estradas de alto volume e aeroportos. O processo de criar a mais alta densidade na junta longitudinal é o primeiro tópico a ser abordado.



Ter uma borda reta para a combinação da junta é uma parte importante na construção de uma junta longitudinal de qualidade.

Sugestão para o usuário: Uma opção útil para algumas aplicações é um cortador de bordas. O cortador de bordas é instalado nos Compactadores de Asfalto Cat para fazer o acabamento de bordas não confinadas. As bordas acabadas oferecem uma melhor superfície vertical e uma linha melhor para a combinação.

[JUNTAS LONGITUDINAIS DE ALTA DENSIDADE]

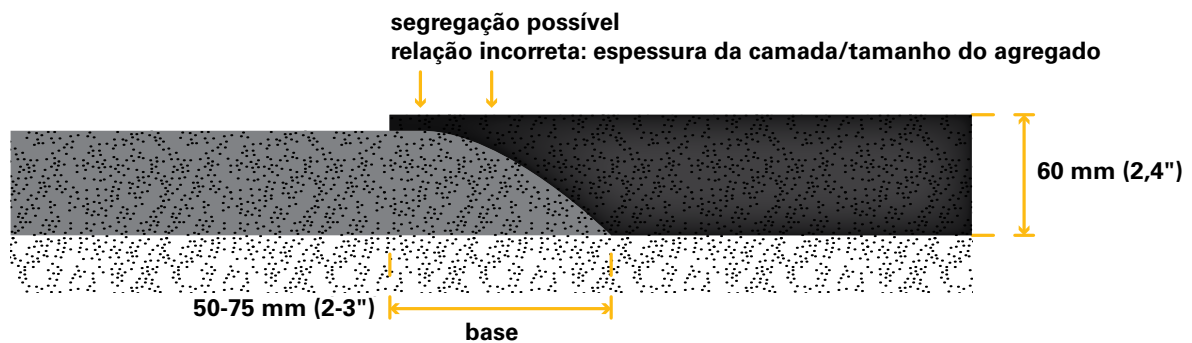
O primeiro passo na criação de uma junta longitudinal de qualidade e alta densidade é construí-la corretamente durante o processo de pavimentação. O operador da pavimentadora deverá ter um guia de direção, uma faixa pintada ou uma linha para seguir. A borda da junta deverá ser o mais reta possível para fazer com que facilite a combinação da junta o máximo possível.

Em seguida, a equipe da pavimentação deverá ter o ski deslizante da comporta traseira em contato com o solo que está sendo pavimentado. A parte deslizante da comporta traseira deverá flutuar no solo e criar uma borda vertical uniforme que vai oferecer uma boa superfície aglutinante para a combinação da junta.



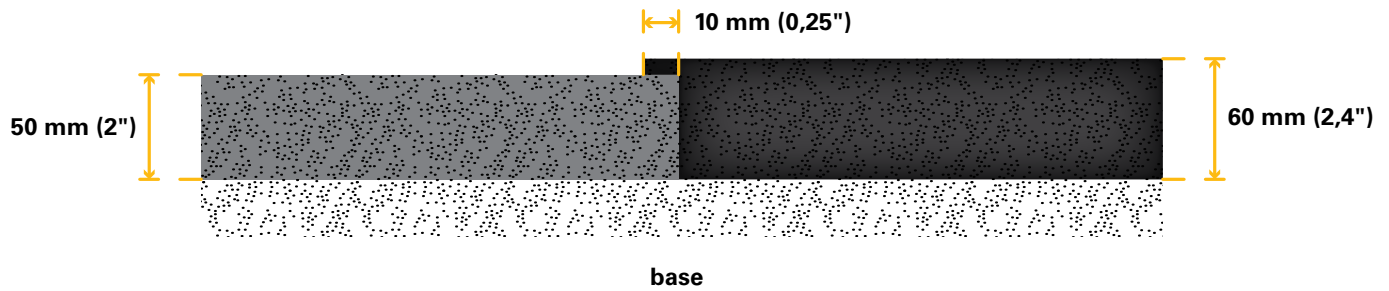
Crie uma borda vertical não confinada acionando a comporta traseira da mesa-alisadora na posição de flutuação sobre o solo que está sendo pavimentado.

JUNTA QUADRADA INCORRETA – COMPORTA TRASEIRA LEVANTADA



Quando a equipe de pavimentação opera a mesa-alisadora com as comportas traseiras na posição levantada, a borda não confinada é rolada, especialmente quando está sendo compactada. A borda irregular faz com que os agregados maiores sejam arrastados para baixo da mesa-alisadora quando a junta está sendo combinada pela operação de pavimentação seguinte. Você provavelmente vai ver agregados quebrados ao longo da junta longitudinal quando a junta for compactada. A Caterpillar recomenda sempre manter as comportas traseiras baixadas na posição de flutuação quando criar uma borda não confinada que tiver de ser combinada com a próxima faixa.

JUNTA QUADRADA CORRETA – COMPORTA TRASEIRA ABAIXADA

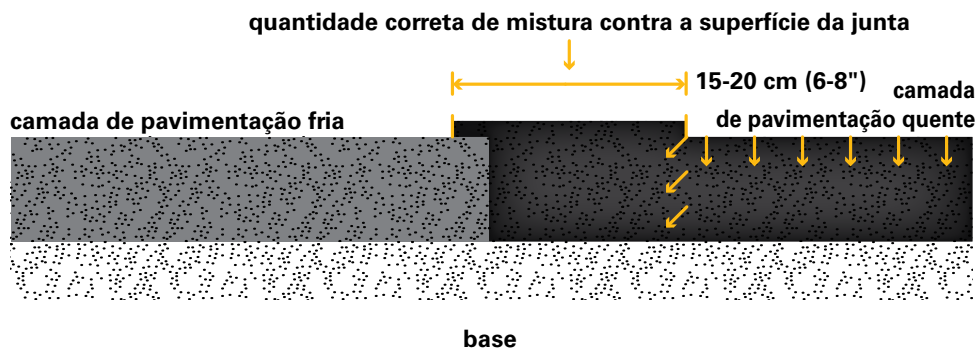


Finalmente, quando a equipe de pavimentação combinar a borda não confinada para criar uma junta longitudinal, a camada fria de asfalto deverá ser sobreposta em aproximadamente 10 mm (0,25"). A sobreposição é necessária para que a equipe tenha certeza de que há material suficiente na junta para oferecer uma boa vedação, para evitar a penetração de umidade. A altura da camada quente de asfalto deverá ser suficiente para permitir sua taxa de compactação. No exemplo acima, a camada fria compactada tem uma espessura de 50 mm (2"). A camada quente de asfalto é espalhada a 60 mm (2,4"). Depois da compactação a camada quente de asfalto vai combinar com a altura da camada fria, desde que a equipe tenha calculado corretamente a taxa de compactação. Lembre-se, a taxa de compactação, como regra geral, tem aproximadamente 6 mm (1/4") por 25 mm (1") de espessura estendida pela mesa-alisadora quando é usada uma mesa-alisadora vibratória e cerca de 5 mm (1/5") por 25 mm (1") quando é usada uma mesa-alisadora com Tamper e vibratória. Verifique sempre a taxa de compactação da camada fresca quando construir uma junta longitudinal.

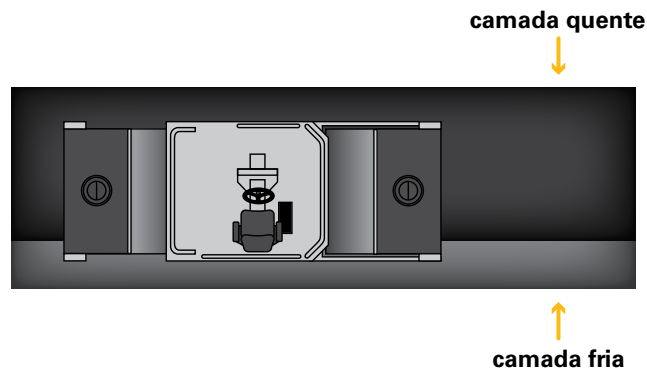
O uso de rastelo para raspar a junta longitudinal deverá ser evitado. Se a sobreposição da junta e a altura da camada quente estiverem corretas, a junta não precisará ser raspada. Saltos pequenos ou alguma

correção manual são permissíveis. A equipe de pavimentação deverá corrigir imediatamente a técnica de pavimentação se for necessário o uso excessivo do ancinho para raspar a junta antes da compactação.

PRIMEIRA PASSADA PARA JUNTA COM DENSIDADE MAIS ALTA



Quando a densidade da junta for o principal objetivo do processo de compactação, a primeira passada feita pelo compactador da fase inicial deverá ser feita com os dois rolos na camada quente a aproximadamente 15-20 cm (6-8") de distância da junta. Mantendo os rolos ligeiramente afastados da junta quente / fria, a mistura do asfalto é empurrada para frente em direção à superfície vertical da junta. Empurrar a mistura em direção à junta ajuda a assegurar que haverá um número menor de vazios de ar na camada de pavimentação depois que a compactação tiver sido completada.



Durante a passada de retorno ao longo da junta longitudinal, os rolos deverão ficar ligeiramente sobrepostos à camada fria. A pequena sobreposição vai iniciar o processo de criar densidade na junta, vai vedar a junta e vai nivelar a camada quente para que sua altura seja a mesma da camada fria.



Compactador de rodas pneumáticas vedando uma junta longitudinal quente / fria.

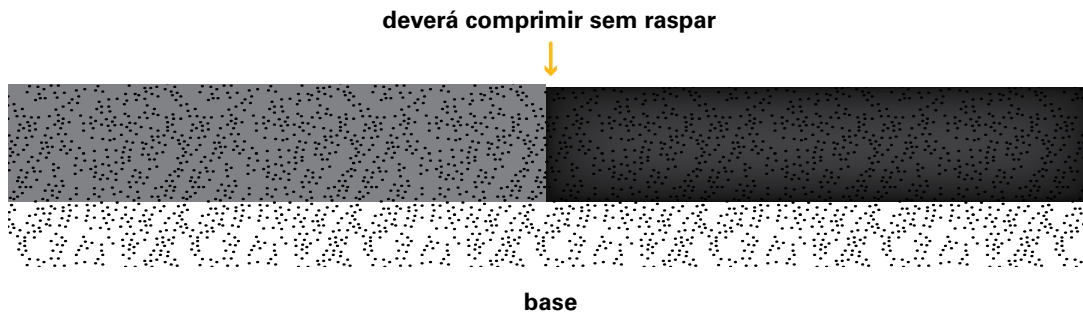
Durante todas as fases da compactação e com todos os tipos de equipamentos de compactação, a junta longitudinal pode ser sobreposta depois que a passada inicial tiver sido feita.

Os compactadores de rodas pneumáticas são especialmente bons para compactar a camada quente para equalizar a altura das duas camadas de asfalto.

Sugestão para o usuário: Se um compactador vibratório for usado para fazer uma sobreposição na junta, tome cuidado para não sobrepor mais de aproximadamente 16 cm (6"). Se uma parte muito grande do rolo vibratório ficar sobre a camada fria e compactada, é provável que os rolos comecem a saltar. Você poderá ver ondulações na camada fresca e agregados fraturados aparecendo no lado frio da junta.

Sugestão para o usuário: Se houver uma diferença de altura entre a camada fria e a camada quente, tome cuidado para não passar por cima da junta. Duas alturas diferentes criam um formato abaulado ao longo da junta. Esse formato abaulado é especificado para drenagem. Passar por cima da junta vai eliminar o formato abaulado, interferindo com a drenagem da água.

JUNTA QUADRADA CORRETA – COMPORTA TRASEIRA ABAIXADA



A junta longitudinal compactada deverá resultar em combinação da altura entre as duas camadas e um alto grau de densidade. A junta deverá ser vedada e impermeável para resistir à penetração da água. Lembre-se, existem três chaves para se alcançar uma boa densidade na junta longitudinal.

- As superfícies da junta são verticais, com a altura correta na pré-compactação
- Não se deve usar o rastelo para raspar – leves saltos são permitidos
- Primeira passada 15-20 cm (6-8") de distância da junta

[COMPACTAÇÃO DA JUNTA PELA APARÊNCIA]

Em alguns projetos, a meta principal é fazer a junta longitudinal desaparecer o máximo possível. A tarefa fica mais fácil se a junta longitudinal estiver entre camadas quentes que estão sendo espalhadas simultaneamente por pavimentadoras

múltiplas trabalhando em conjunto. Criar uma melhor aparência também fica mais fácil se a junta estiver entre uma camada quente e uma camada aquecida, cuja superfície ainda esteja maleável.



A vedação da junta longitudinal durante a primeira passada melhora sua aparência.

Para criar uma junta longitudinal com a melhor aparência final, faça a primeira passada ao longo da junta com a maior parte dos rolos no lado frio da junta e uma pequena sobreposição no lado quente. O compactador deve ser operado no modo estático durante essa passagem para evitar saltos dos rolos no lado frio.

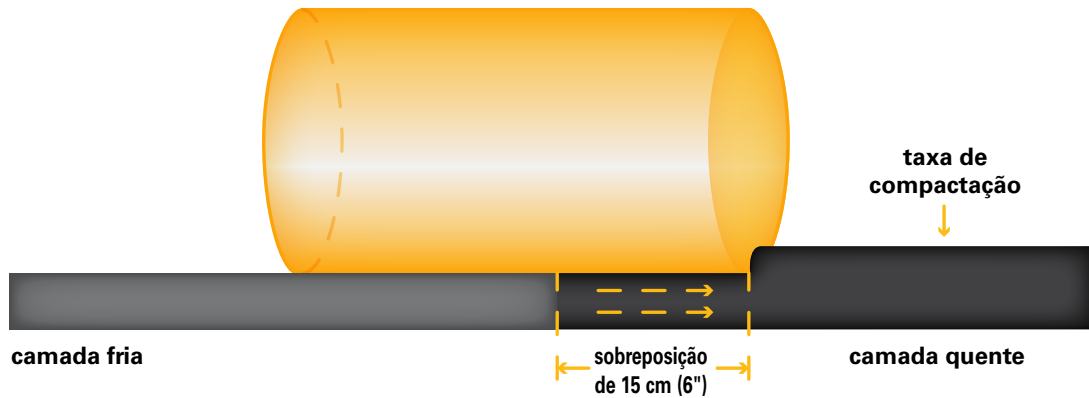
Antes de determinar um padrão para incluir uma primeira passada para vedar a junta, certifique-se de ter considerado os seguintes fatores:

- Há tempo suficiente para incluir essa passada no ciclo de compactação? Como você faz essa passada no modo estático com a maior parte dos rolos na camada fria, não vai haver aumento da densidade na camada quente. Talvez você precise aumentar a velocidade de trabalho do compactador para acompanhar a produção da pavimentadora. Use o Cat Interactive Production Calculator para verificar se a passada extra é possível.
- Quanta temperatura da camada será perdida com o acréscimo da passada extra? A temperatura da camada asfáltica é crítica para se atingir a densidade desejada. Quando a temperatura ambiente é baixa e a camada de pavimentação é fina, a perda de calor ocorre rapidamente. Pode não ser possível usar o compactador da fase inicial para a passada que veda a junta. Talvez você precise acrescentar outro compactador para completar essa passada extra.
- Há espaço suficiente no lado frio da junta para acomodar a largura do compactador? Se você estiver trabalhando no projeto de uma estrada ou de uma rua, pode haver cones de tráfego ou algum tipo de barreira perto da junta longitudinal que vai impedir que você trabalhe no lado frio. Talvez você precise usar um compactador com rolo mais estreito, mais adequado para operar em espaços confinados.

Se você estiver pavimentando e compactando um pátio de estacionamento ou trabalhando em uma nova área residencial, provavelmente não precisará se preocupar com tráfego ou espaço.

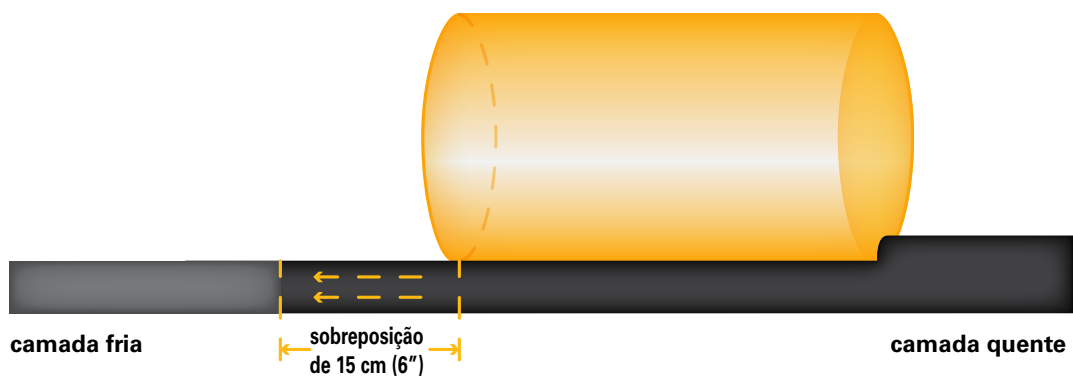
No entanto, você sempre deverá confirmar quais são as exigências da produção e as temperaturas das camadas de pavimentação quando planejar incluir uma passada para vedar a junta.

JUNTA LONGITUDINAL – PRIMEIRA PASSADA



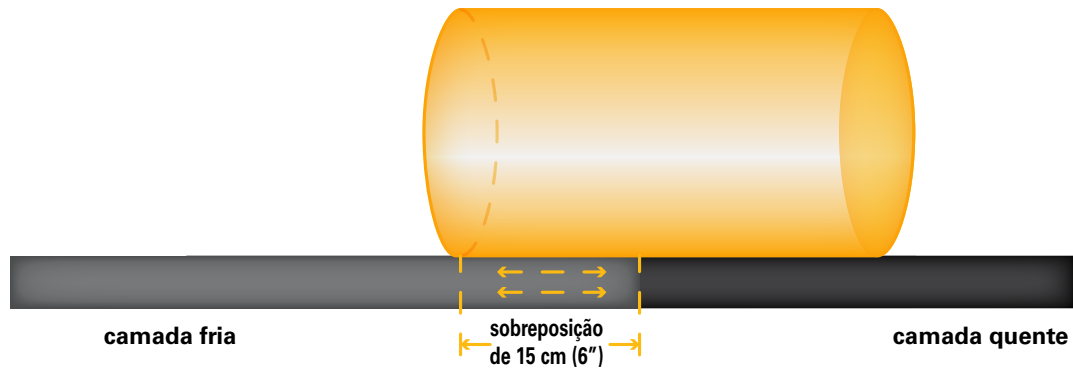
Durante a Passada Um, os rolos fazem uma pequena sobreposição no lado quente. Do ponto de vista da aparência, os rolos efetivamente empurram a mistura quente para fazer com que a altura da junta fique igual em ambos os lados. Do ponto de vista da densidade, uma parte da mistura é empurrada para longe da junta porque não há qualquer confinamento perto da borda do rolo.

JUNTA LONGITUDINAL – SEGUNDA PASSADA



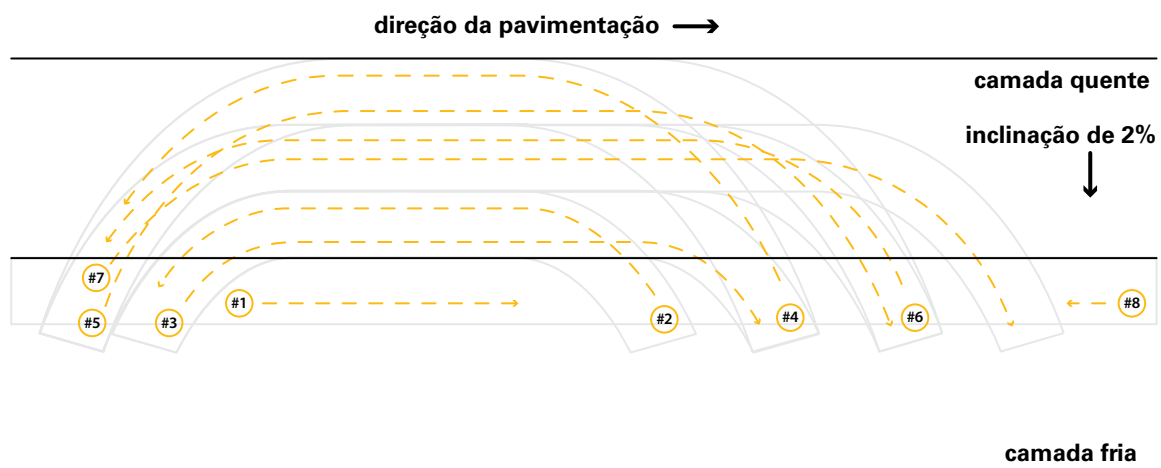
Durante a Passada Dois, posicione o compactador com os dois rolos vibratórios completamente na camada quente com a borda do rolo a aproximadamente 15 cm (6") de distância da superfície da junta. Essa passada vibratória começa a criar a densidade desejada e tenta a empurrar um pouco da mistura de volta, em direção à junta longitudinal.

JUNTA LONGITUDINAL – TERCEIRA PASSADA



Durante a Passada Três, posicione o compactador para que os rolos façam uma pequena sobreposição na junta longitudinal com a maior parte dos rolos na camada quente. Como a sobreposição na camada fria é pequena, você pode operar com os rolos vibrando. Todas as outras passadas se houver alguma, com todos os outros compactadores podem fazer uma sobreposição à junta durante as passadas adjacentes à junta longitudinal.

PADRÃO DE ROLAGEM COMPLETO



Considerando que duas passadas resultam na densidade desejada, o padrão de rolagem parece um pouco diferente por causa da primeira passada para vedar a junta. Neste padrão, você também aproveita a camada fria para parar e inverter o sentido do compactador. Note que durante as Passadas Quatro e Cinco o operador passou para a borda não confinada. A borda não confinada deverá ser compactada depois da junta, quando a camada tiver uma inclinação a partir da junta no sentido da borda não confinada. As Passadas Seis e Sete completam a cobertura da camada de pavimentação compactando o centro da camada.

No final da Passada Sete, o operador do compactador parou para inverter o sentido na camada fria e está localizado em alguma distância à frente do ponto onde a junta já havia sido vedada. Portanto, a Passada Oito é uma passada de retorno no modo estático, com a maior parte dos rolos na camada fria. Depois da Passada Oito, o operador pode posicionar o compactador para começar um novo padrão. Por causa da passada de vedação da junta, os padrões de rolagem terminam com o compactador inicial em locais diferentes.

Se você usar um padrão de rolagem como o mostrado acima, o mapa de contagem das passadas é uma boa opção para ajudar o operador a desenvolver consistência.

[COMPACTAÇÃO DE JUNTAS ESPECIAIS]

Além das juntas de superfícies verticais, existem juntas em forma de cunha e juntas com entalhes. Esses tipos de juntas podem ser especificados em projetos de rodovias por uma questão de segurança do tráfego.

Alguns departamentos de obras públicas exigem a construção de uma junta com uma cunha chanfrada sempre que houver a possibilidade de que uma borda não confinada possa ser aberta ao tráfego e que essa borda não confinada tenha uma altura de 50 mm (2") ou mais. O objetivo da cunha chanfrada é facilitar o cruzamento dos veículos pela borda vertical aberta.

Como um auxílio à compactação de juntas de cunhas chanfradas, roletes rebocados são às vezes anexados à mesa-alisadora da pavimentadora. O rolete rebocado é normalmente usado quando a camada asfáltica inclui um chanfro que tenha uma altura de pelo menos 50 mm (2") e uma cunha que tenha uma espessura de pelo menos 50 mm (2"). A construção apropriada de cunhas chanfradas é importante para se conseguir uma densidade desejada na junta chanfrada.

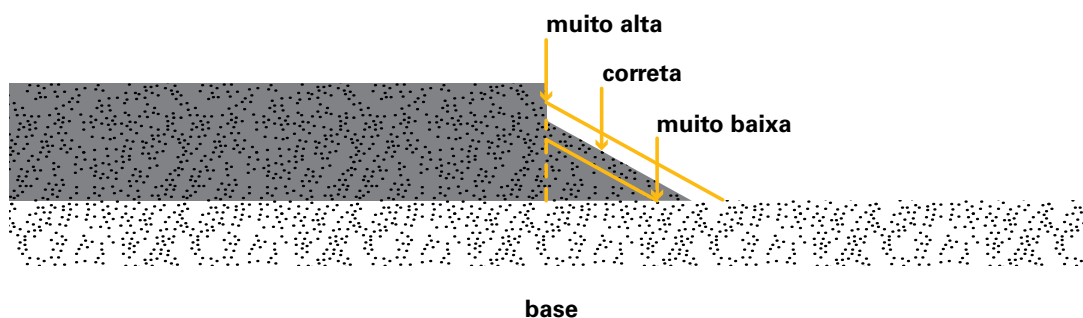


Uma junta chanfrada sendo espalhada pela pavimentadora.



Roletes rebocados podem ser usados em conjunto com juntas chanfradas.

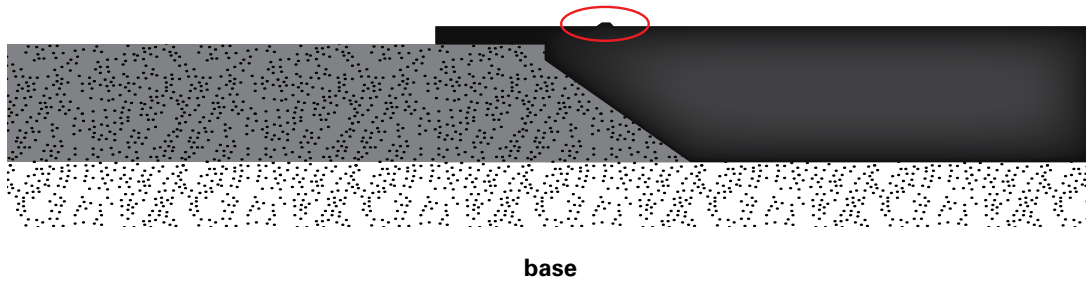
CUNHA CHANFRADA



O planejamento da altura correta da altura do chanfro e da espessura correta da cunha é crítico na pavimentação de cunhas chanfradas. Da altura do chanfro deverá ser pelo menos o dobro do tamanho do maior agregado na mistura asfáltica. Igualmente, a espessura da cunha deverá ser pelo menos o dobro do tamanho do maior agregado. Se o chanfro for muito curto, o agregado será levado ao longo da superfície do chanfro. Se a cunha for muito fina, o agregado será levado ao longo da borda da cunha.

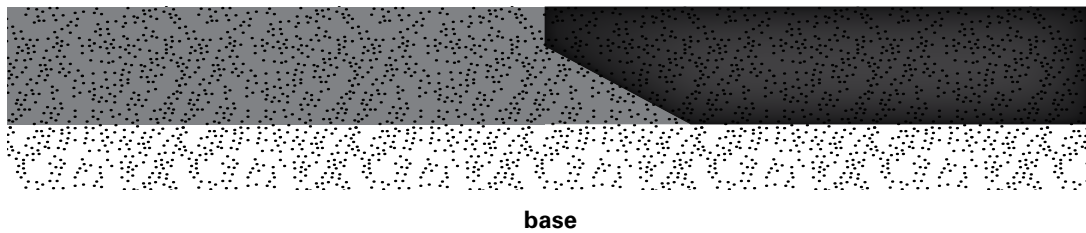
CUNHA CHANFRADA INCORRETA

o chanfro não é suficientemente profundo



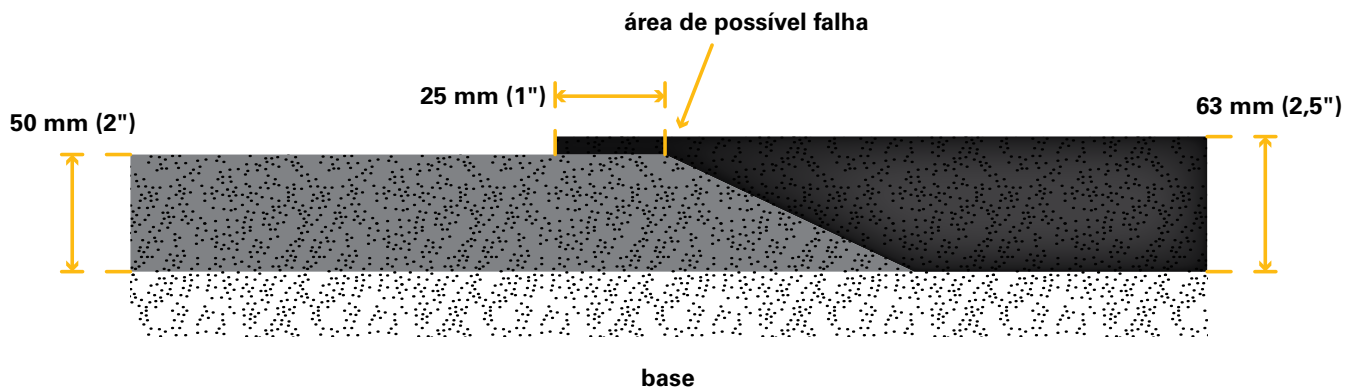
Um chanfro de pouca profundidade vai resultar em uma linha de grandes agregados segregados ao longo da superfície do chanfro. Você pode ver superfícies de pedras não revestidas nessa área, um sinal de que os agregados estão sendo fraturados porque a camada é muito fina. Com o tempo, a água vai penetrar através do material segregado e a junta vai começar a se separar, causando falha prematura da junta.

CUNHA CHANFRADA CORRETA

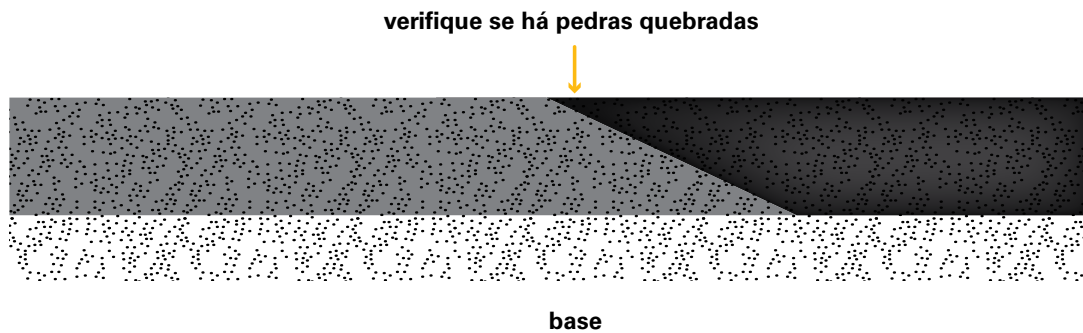


Quando a cunha chanfrada é construída corretamente, ela pode ser compactada adequadamente. Siga os mesmos procedimentos como se você estivesse compactando uma junta com uma superfície vertical. Mantenha uma distância de 15-20 cm (6-8") da junta com os rolos inteiramente na camada quente durante a primeira passada ao longo da junta longitudinal. A maioria das pesquisas mostra que as juntas de cunha chanfrada têm uma densidade tão alta ou até mais alta em comparação com as densidades de juntas verticais. As juntas chanfradas são outra opção que às vezes é especificada pelos departamentos de obras públicas pelo mesmo motivo pelo qual as cunhas chanfradas são especificadas para a segurança do tráfego.

JUNTA CHANFRADA



JUNTA CHANFRADA



As juntas chanfradas têm um problema inerente devido à falta de espessura da camada de pavimentação na área próxima à interseção das camadas quente e fria. Não existe um chanfro vertical. Existe apenas uma superfície em ângulo, ou uma cunha, sobre o qual o asfalto fresco é colocado. Portanto, há sempre uma possibilidade de segregação na parte superior da cunha. Antes da compactação, você pode ver uma faixa de segregação dentro da junta. Depois da compactação, você pode ver uma faixa de pedras não revestidas dentro da junta. As juntas em forma de cunha são mais adequadas quando o maior agregado na fórmula da mistura tem 9 mm (3/8"). Misturas com agregados maiores têm tendência à segregação na junta em forma de cunha.

Sumário: Assim como acontece com as juntas transversais, a construção de juntas longitudinais de qualidade exige os melhores esforços tanto da equipe de pavimentação quanto da equipe de compactação. O processo de compactação não pode corrigir erros cometidos durante o processo de pavimentação. Para solucionar problemas com a junta longitudinal, comece olhando a borda das camadas frias. Em seguida, verifique se a sobreposição e a altura da camada quente estão corretas. Finalmente, ajuste seu padrão de rolagem para adaptar-se às exigências da densidade da junta ou da aparência da junta.



Unidade 7

QUESTÕES DE COMPACTAÇÃO

As questões de compactação tipicamente resultam da variabilidade. Comece seus esforços de solução de problemas observando a variabilidade no processo de pavimentação, na temperatura da mistura, nos padrões de rolagem, e na velocidade de deslocamento.





Stone Matrix Asphalt com cimento asfáltico modificado por polímero grudado no rolo de aço.

Esta unidade faz uma revisão de algumas das questões de compactação mais comuns que são enfrentadas pelos operadores, pelo pessoal do controle de qualidade e pelos supervisores da obra.

Não há qualquer significado na ordem em que as questões são apresentadas. Quando possível, questões similares são agrupadas para maior facilidade de entendimento.

[**ASFALTO GRUDADO NAS SUPERFÍCIES DO ROLO SECO**]

A causa mais comum de tempo parado em compactadores para asfalto com dois rolos é o mau funcionamento do sistema de aspersão de água dos rolos.

Se alguma parte do rolo de aço não tiver um filme de água na superfície, é provável que o asfalto quente grude na superfície do rolo. Quanto mais pegajosa

for a mistura asfáltica, mais severo será o problema. Uma pequena quantidade de asfalto grudado no rolo rapidamente se transforma em um grande problema. Com cada rotação do rolo, a quantidade grudada aumenta e a camada da pavimentação começa a mostrar pedaços arrancados.



Pedaços arrancados da mistura fresca devido ao asfalto grudado no rolo.



Os bicos de aspersão de água operam apropriadamente quando as orientações da manutenção são seguidas e é usada água limpa.

Quando o asfalto começa a grudar na superfície de um rolo, a operação desse compactador deve ser interrompida até que o rolo fique completamente limpo e qualquer problema com o sistema de aspersão de água do rolo seja reparado. Se você continuar a operar o compactador, o resultado será um severo dano à camada da pavimentação, o que vai exigir muita mão de obra para preencher

e nivelar os buracos deixados pelos pedaços arrancados.

A causa principal de áreas secas na superfície do rolo é a existência de um bico de aspersão entupido. A boa manutenção e o fornecimento de água limpa são a chave para prevenir contra o entupimento dos bicos de aspersão.

- **Use água limpa.** Sempre que possível, abasteça os reservatórios do sistema de aspersão com água de fontes aprovadas e confiáveis. Se precisar usar água de uma lagoa, por exemplo, aumente a frequência dos passos de manutenção.
- **Troque os filtros principais do sistema de aspersão.** Siga o intervalo de troca de filtros mostrado no Manual de Operação e Manutenção da máquina. Quando o filtro principal do sistema de aspersão entope, a água é desviada do filtro e as barras de aspersão recebem água não filtrada. A água não filtrada tem mais probabilidade de entupir os bicos de aspersão. Tenha sempre um filtro de reserva armazenado no compactador ou no veículo de manutenção.
- **Faça a manutenção dos filtros de entrada.** A maioria dos reservatórios de água tem um filtro de entrada, dentro do bocal de reabastecimento. O filtro de entrada é o primeiro estágio de filtragem da água. Não descarte o filtro de entrada. Coloque a mangueira de fornecimento da água dentro do filtro de entrada.
- **Limpe os bicos de aspersão.** O sistema de bicos de aspersão têm telas de metal ou plástico. As telas dos bicos devem ser examinadas diariamente para ver se há contaminação. Limpe as telas dos bicos cuidadosamente sempre que for necessário. Se você usar água contaminada, aumente

a frequência da manutenção dos bicos. Se apenas um lado do bico estiver entupido, o padrão da aspersão será menor e pode deixar seca uma parte do rolo, e o asfalto vai começar a grudar.

- **Faça a manutenção dos tapetes de distribuição da água.** O rolo deve ter algum tipo de tapete de distribuição da água para ajudar a espalhar o filme de água por igual na superfície do rolo. Com o desgaste dos tapetes de distribuição, você deve ajustá-los para manter um bom contato com o rolo. Substitua os tapetes de distribuição de acordo com os indicadores do desgaste.
- **Entenda as capacidades do sistema de aspersão.** A maioria dos sistemas de aspersão de água oferece spray constante ou intermitente. Nunca sacrifique a cobertura da água para fazer economia. É melhor parar mais frequentemente para os reabastecimentos de água do que parar para limpar o rolo.
- **Proteja o sistema de aspersão da água nos climas frios.** É disponível um kit sistema de aspersão de água opcional anticongelante. Ele inclui um reservatório separado para o líquido anticongelante. Ao final do turno de trabalho, o operador pode circular o líquido anticongelante através do sistema para evitar o congelamento durante a noite.

Sugestão para o usuário: Procure saber como operar o sistema de aspersão de água no caso de uma falha na bomba de água. A maioria dos sistemas de aspersão de água inclui duas bombas de água e muitos sistemas têm a capacidade de fornecer spray de água para as duas barras de aspersão com apenas uma bomba. Procure saber o que deve ser feito para operar com uma bomba enquanto espera a entrega da bomba de substituição.



O asfalto quente pode grudar nas rodas pneumáticas e os pedaços podem se soltar dos pneus, criando uma perda substancial da suavidade da superfície e da aparência cosmética.

[ASFALTO GRUDADO NAS RODAS DE BORRACHA]

O asfalto também pode grudar nas rodas de borracha. A severidade do problema do asfalto grudado nas rodas de borracha depende primordialmente da aderência do asfalto. A aderência também é afetada pela diferença de temperatura entre a superfície da camada asfáltica e as rodas de borracha.

Quando o asfalto começar a grudar nas rodas de borracha de um compactador pneumático, o operador deve parar imediatamente e corrigir o problema.

- Use um agente biodegradável para limpar os pneus afetados. Aplique uma nova quantidade do agente biodegradável nos pneus antes de reiniciar o processo de compactação.
- Certifique-se de que os tapetes de distribuição e os raspadores dos pneus estejam apropriadamente posicionados e em boa condição de trabalho.
- Movimente o compactador de rodas pneumáticas na camada asfáltica até uma área onde a temperatura da superfície é relativamente baixa.
- Aqueça os pneus operando na camada de pavimentação aquecida antes de seguir em frente para uma zona com temperatura mais alta.



Coberturas para as rodas são uma característica importante em compactadores de rodas pneumáticas e devem ser instaladas para ajudar a evitar a perda de calor nas rodas de borracha.

O aquecimento das rodas de borracha e mantê-las na temperatura correta são providências muito importantes. Coberturas para as rodas ajudam a manter o calor confinado ao redor dos eixos dianteiro e traseiro. A Caterpillar recomenda o uso de coberturas nos compactadores de rodas pneumáticas para todas as aplicações de compactação de asfalto. As coberturas são especialmente importantes na compactação de asfalto que contenha cimento asfáltico modificado. Se não forem instaladas as coberturas para as rodas, os pneus ficarão expostos às condições ambientes e podem perder calor rapidamente.

Agentes biodegradáveis são usadas algumas vezes para ajudar a evitar que o asfalto quente grude nas rodas de borracha. Você deve sempre confirmar com o departamento de obras públicas quais os agentes que são permitidos.

A maioria dos compactadores tem um sistema de aspersão de água nas rodas que normalmente é abastecido com água e um aditivo. Os aditivos mais comuns incluem detergentes, emolientes para a água ou aditivos especialmente projetados para esse objetivo, que aumentam a espessura do filme da água aspergida nos pneus.

Sugestão para o usuário: *Quando colocar um compactador de rodas pneumáticas em um transporte, certifique-se de enrolar para cima as coberturas das rodas e prendê-las na posição de transporte. Se você as deixar abaixadas, os pneus podem passar por cima das coberturas e danificá-las.*



Os agentes biodegradáveis podem ser aplicados com o uso de um tanque de armazenamento com bomba de aspersão ou com o uso do próprio sistema de aspersão do compactador.

Em algumas áreas, a água é substituída por óleo vegetal natural no reservatório do sistema de aspersão. Não use destilados de petróleo porque são prejudiciais ao asfalto e ao meio ambiente.

- Antes de iniciar o processo de pavimentação e compactação, opere o compactador de rodas pneumáticas em uma superfície pavimentada atrás do ponto inicial. Opere em alta velocidade para aquecer as rodas de borracha.
- Quando usar um agente biodegradável, molhe bem os pneus quando o compactador estiver pronto para iniciar seu primeiro padrão.
- Verifique a temperatura da camada asfáltica e oriente o operador do compactador de rodas pneumáticas sobre a zona correta de temperatura.
- Fique alerta a qualquer sinal de excesso de asfalto grudado nos pneus. Observe especialmente os pedaços de asfalto que se soltam dos pneus quando o compactador pára e volta de ré.

Para preparar o compactador de rodas pneumáticas para sua colocação na posição desejada atrás da pavimentadora, planeje sua abordagem aquecendo os pneus. Aplique um agente biodegradável (se necessário), e mantenha os pneus quentes.

- Se notar um excesso de asfalto grudado nos pneus, limpe-os imediatamente. Movimente o compactador de volta para uma zona de temperatura mais amena. Movimente gradativamente o compactador à frente permitindo que os pneus se aqueçam antes de chegar à zona de temperatura desejada.
- Quando os pneus estiverem aquecidos, mantenha-os assim. Se houver uma interrupção no processo de pavimentação e compactação, não estacione o compactador de rodas pneumáticas. Movimente o compactador até um lugar na camada asfáltica onde ele poderá continuar rodando para manter as rodas de borracha aquecidas.

[MARCAS PROFUNDAS DOS PNEUS]

O uso de um compactador de rodas pneumáticas em camadas de asfalto quente, especialmente em camadas com espessura de 75 mm (3") ou mais pode resultar em profundas marcas dos pneus que são difíceis de eliminar, particularmente atrás de mesa-alisadoras vibratórias.

Ordinariamente, um compactador de rodas pneumáticas é usado durante a fase intermediária da compactação em uma camada asfáltica que já esteja perto da densidade final desejada. As marcas dos pneus que ele deixa na camada de pavimentação são normalmente de pouca profundidade e podem ser alisadas pelo compactador da fase de acabamento.

No entanto, se o compactador for usado durante a fase inicial da compactação ou se o compactador de rodas pneumáticas se deslocar em uma área onde a mistura está mais espessa e mais quente que o normal, os pneus de borracha podem deixar marcas profundas que não são facilmente eliminadas durante a compactação de acabamento.

O uso de um compactador de rodas pneumáticas durante a fase inicial é normalmente feito quando a base ou a camada aglutinadora vai ter outra camada espalhada sobre ela. Nesse caso, as marcas dos pneus e a perda da suavidade deixam de ser um grande problema.

O uso de um compactador de rodas pneumáticas durante a fase inicial na camada final (camada de desgaste) do asfalto não é comum porque a camada final é frequentemente medida na regularidade de sua superfície. Um compactador de rodas pneumáticas normalmente está na posição intermediária durante a compactação da camada asfáltica final.

Se surgirem marcas profundas de pneus durante a compactação da camada final:

- Movimento o compactador de rodas pneumáticas mais atrás e para longe da pavimentadora onde a camada asfáltica está mais fria, ou
- Diminua a pressão do pneu para que eles fiquem mais largos e reduzam a pressão de contato com o solo.



As marcas de pneus deixados pelo compactador de rodas pneumáticas normalmente podem ser eliminadas pelo compactador da fase de acabamento.



As marcas profundas dos pneus, criadas pela operação em uma camada espessa composta de uma mistura mais macia, são difíceis de eliminar.

[MARCAS DE IMPACTOS DO ROLO VIBRATÓRIO]

Quando uma energia exagerada da compactação vibratória é aplicada em uma camada asfáltica, as marcas de impactos que não são eliminadas durante a fase de acabamento podem aparecer na superfície da camada do asfalto.

Na Unidade 2, “Forças de Compactação” você aprendeu os efeitos do peso e da amplitude. Na Unidade 3 você ficou sabendo de outros fatores, como a velocidade de trabalho e a espessura da camada, que influenciam o processo de compactação. Na foto inferior esquerda, é óbvio o motivo pelo qual a camada asfáltica tem marcas de impacto do rolo.

O compactador fez inúmeras passadas vibratórias em baixa velocidade sobre a junta entre a camada do asfalto e a sarjeta de concreto, na tentativa de compactar a camada asfáltica para uma melhor equiparação da altura. É evidente que os rolos estavam saltando nessa área. Você pode inclusive ver a superfície porosa e branca resultante, que indica agregados fraturados. Nesse caso, o problema foi criado pela equipe de pavimentação,

que pavimentou a junta com uma altura exagerada. O compactador só pode reduzir a espessura da camada até certo ponto. Quando a camada fica densa, os rolos começam a saltar e deixam marcas dos impactos.

Por uma questão de revisão, se você começar a sentir que os rolos estão saltando ou se começar a ver marcas dos impactos na superfície da camada asfáltica, você deveria ajustar uma ou mais das seguintes variáveis:

- Verifique a velocidade de trabalho para certificar-se de que está operando na faixa que produz de 26 a 46 impactos por metro (8-14 impactos por pé)
- Mude para um ajuste mais baixo da amplitude
- Se a máquina contar com esse recurso, mude para uma frequência mais alta.
- Opere com um rolo vibrando e um rolo estático
- Opere no modo estático.



Marcas de impactos do rolo, acima. À direita, estabeleça um padrão que não distorça o asfalto quente quando voltar de ré.



[VOLTA DE RÉ SOBRE A CAMADA ASFÁLTICA]

A maioria dos padrões de rolagem usados pelos compactadores vibratórios de rolo de aço exige que o compactador pare e volte de ré sobre a camada de asfalto quente. A Unidade 5 cobre os padrões de rolagem em detalhes. Nesta unidade, vamos rever os problemas potencialmente significativos causados pela parada sobre uma camada nova de asfalto.

Um compactador de rolo de aço sempre para em um ângulo na camada de asfalto “fresco” quando faz a reversão no final de uma passada. Ao deixar uma marca de parada que fique a um ângulo mínimo de 30° fica mais fácil para o próximo compactador eliminar a marca de parada. Certifique-se de usar um compactador com uma largura de rolo que possibilite completar uma volta em ângulo na hora de parar para voltar de ré.

O operador terá dificuldade em parar e voltar de ré em uma camada de pavimentação relativamente estreita quando usar um compactador com rolos

que tenham uma largura de 200 cm (79”) ou mais. Antes de iniciar um projeto, certifique-se de conhecer todas as larguras de pavimentação que a equipe da compactação vai encontrar. Use uma ferramenta como o Cat Interactive Production Calculator para adaptar a produção do compactador com a produção da pavimentadora.

Como regra geral, selecione compactadores com larguras de rolos que cubram a camada de pavimentação em três passadas sobrepostas. Esses compactadores terão mais espaço para fazer paradas em ângulo na camada de asfalto fresco. Quando a produção exigir que você selecione compactadores com rolos mais largos que cubram uma camada de pavimentação em duas passadas sobrepostas, certifique-se de ajudar os operadores dos compactadores a estabelecer um padrão que não distorça o asfalto quente.



[ESTACIONAMENTO SOBRE A CAMADA DE ASFALTO]

Um compactador de asfalto de qualquer tipo nunca deverá parar para ficar esperando sobre uma camada de asfalto até a camada ficar completamente compactada e tenha esfriado abaixo de 20°C (70°F). É especialmente importante

evitar parar e esperar sobre uma camada de asfalto que será medida pela regularidade de sua superfície. Faça todo esforço no sentido de parar o compactador em um local que não danifique a camada que foi espalhada recentemente.



Parado e estacionado parcialmente no acostamento.



Afastado depois de uma parada de seis minutos.

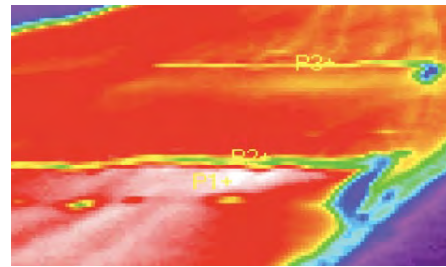


Imagem térmica mostra áreas mais frias.

A qualquer momento que um compactador pára e estaciona sobre uma camada de asfalto fresco, os rolos ou pneus fazem uma marca na camada de pavimentação. As fotos ilustram o efeito de uma parada de seis minutos sobre a camada asfáltica. Nesse exemplo, a pavimentadora havia parado enquanto esperava mais unidades de transporte. O compactador da fase inicial completou seu padrão e o operador estacionou com os rolos em um ângulo e com uma parte dos rolos na faixa de emergência de 90 cm (3") e uma parte dos rolos sobre a pista de rolamento que vai ser medida pela suavidade de sua superfície.

Depois de uma parada de seis minutos, o processo de pavimentação foi reiniciado e o operador do compactador começou um novo padrão. Uma visão da camada de pavimentação onde o compactador havia estacionado revela que a água formou uma poça onde os rolos ficaram e onde a mistura foi danificada.

Uma imagem térmica mostra que os rolos de aço causaram uma significativa perda de calor na camada onde os rolos estiveram parados. A temperatura da camada de pavimentação é 65°C (150°F) onde os dois rolos de aço ficaram localizados. Ainda faltam duas fases de compactação para a camada, a intermediária e a de

acabamento. No entanto, a temperatura da camada nessa área agora é muito mais baixa do que a encontrada nos padrões normais.

No final do turno, a faixa de deslocamento que recebeu a compactação de acabamento foi medida pela regularidade de sua superfície com o uso de um gráfico que mede o perfil. O Índice do Perfil no local onde o compactador ficou estacionado por seis minutos mostra duas depressões e saliências causadas pelos rolos de aço e que não foram eliminadas durante as fases de compactação intermediária e de acabamento. O Índice do Perfil é uma prova de que estacionar sobre uma camada quente por qualquer período de tempo e em qualquer ângulo tem a probabilidade de deixar marcas permanentes no asfalto.

Se o processo de pavimentação for interrompido, a Caterpillar recomenda o estacionamento de qualquer compactador em uma superfície que seja fria e completamente densa ou que não faça parte de uma pista de deslocamento. Se não existir uma área adequada de estacionamento, os compactadores deverão desativar o sistema vibratório seguir para uma área da camada asfáltica que fique longe de um padrão ativo de rolagem e continuar a operar em baixa velocidade sobre a mistura até o reinício do processo de pavimentação.

[INTERRUPTÃO PARA REABASTECIMENTO DE ÁGUA]

Dependendo do tamanho dos reservatórios do sistema de aspersão de água e das condições climáticas, um compactador de rolo de aço deve parar para o reabastecimento de água uma ou mais vezes por turno. É importante que a equipe planeje as paradas para o reabastecimento para evitar longas interrupções no processo de compactação e para evitar parar o compactador em qualquer parte da camada asfáltica que faça parte da pista de deslocamento. A seguir vamos ver algumas recomendações para minimizar os inconvenientes durante as paradas para reabastecimento de água.

Estacione o compactador sobre uma superfície fria e compactada, ou no acostamento quando parar para reabastecer de água os reservatórios do sistema de aspersão. Frequentemente, isso significa que o caminhão com reservatório de água deve ter uma mangueira comprida. Em algumas situações, o caminhão do suprimento da água deve estacionar sobre uma superfície fria e a mangueira deve se estender sobre a faixa de deslocamento com uma largura de 3,65 m (12") para chegar até o compactador estacionado no acostamento oposto. Planeje com muita antecedência sabendo qual é o comprimento máximo da mangueira que será necessária para os reabastecimentos de água em cada projeto. Certifique-se de que a mangueira do suprimento da água seja suficientemente comprida para todas as situações.

Em alguns projetos, a camada de pavimentação terá duas bordas não confinadas sem um acostamento onde o compactador possa parar. Ou a camada pode ter uma borda não finada sem espaço no lado oposto para que o compactador possa sair da camada de pavimentação. Nessas situações, planeje para providenciar tábuas resistentes para colocar ao longo da borda não confinada da camada. O compactador pode sair e entrar na camada usando as tábuas como suporte e não esmagar a borda não confinada.

É importante minimizar as paradas para o reabastecimento da água. O processo de pavimentação pode precisar ser temporariamente interrompido até que os compactadores possam reiniciar os padrões. Ou, dependendo do projeto e dos tipos de compactadores, você pode movimentar o compactador intermediário até a fase inicial enquanto que o compactador da fase inicial estiver parado para o reabastecimento de água.

Independentemente das providências que você tomar durante o processo de reabastecimento de água, há uma probabilidade de que a temperatura da camada de pavimentação varie e é possível que a densidade varie de acordo com a severidade da perda de temperatura. Uma maneira de poupar tempo durante as paradas para reabastecimento de água é posicionar o caminhão do suprimento da água em um local conveniente para um reabastecimento rápido dos compactadores.



Compactador estacionado no acostamento durante o reabastecimento de água (esquerda) para evitar fazer marcas na camada de pavimentação na pista de deslocamento. Providencie uma maneira para que o compactador possa sair da camada de pavimentação com bordas não confinadas, se necessário.

CALCULADOR DA COMPACTAÇÃO

Transporte
Veloc. da Pavimentadora
Compactação
Leira
Yield
Inclinação
Espessura
Resumo da Obra
Legal

Informações Gerais

Espessura da Pavimentação:	[2,95] pol	[75,0] mm
Largura da Pavimentação:	[12,00] pés	[3,658] metros
Densidade do Material Não compactado:	[130] lb/pé ³	[2082] kg/m ³
Capacidade do caminhão ou ton. total:	[881,8] t.met.	[800,0] t.am.
Comp. da camada em 100% de capacid.:	[4598,70] pés	[1402] metros
Comp. real de camada produzida:	[4691,60] pés	[1430] metros

% de Prod. para um determinado: [102]

Saída

Espessura:	[2,95] pol	[75] mm
Comprimento de camada produzida:	[4691,6] pés	[1430] metros
Largura:	[12] pés	[3,658] metros

O uso da característica "Yield" no Cat Interactive Production Calculator pode ajudá-lo a posicionar o caminhão de reabastecimento da água.

Um exemplo do uso do Cat Interactive Production Calculator demonstra a importância de planejar o posicionamento do caminhão de reabastecimento da água. Nesse projeto, a taxa de produção é 200 toneladas americanas (220 toneladas métricas) por hora. A largura de pavimentação é 3,65 m (12"). A espessura da pavimentação é 75 mm (3"). O peso da mistura espalhada pela mesa-alisadora é 2082 kg/cm³ (130 lb/pé³). Uma faixa do projeto da rodovia está sendo pavimentada continuamente durante todo o turno.

Com base na capacidade do reservatório de água e nas condições climáticas, o compactador deve parar para o reabastecimento a cada quatro horas. Em quatro horas, a pavimentadora deverá ter espalhado 800 toneladas americanas (880 toneladas métricas). Quando todos os

dados tiverem sido lançados no calculador da produção (yield), o resultado é 1402 m (4598") de pavimentação em quatro horas. Você deverá procurar um local no projeto que fique perto da distância calculada pela característica yield, que é um lugar conveniente para estacionar o caminhão de suprimento da água, e que seja apropriado para o estacionamento do compactador. Se não houver um lugar assim para o estacionamento do compactador sem marcar a camada de pavimentação, planeja tirar o compactador da camada usando tábuas.

Ter o caminhão do suprimento de água em posição e o pessoal pronto para reabastecer os reservatórios do sistema de aspersão reduz a interrupção da produção e minimiza as variações de temperatura da mistura.

[COMPACTAÇÃO EM UMA CURVA LIMITADA]

Em algumas aplicações, principalmente em ruas e estacionamentos, existem áreas onde o compactador deverá trabalhar em superfícies curvas como becos sem saída e ao redor de

divisores e outras obstruções. O equipamento correto e as técnicas adequadas devem ser usados para evitar distorções na camada de asfalto fresco durante a compactação de superfícies curvas.



Compactador convencional com rolo de 170 cm (67") passando continuamente ao redor da curva.



A borda externa do rolo esticou e distorceu o asfalto fresco.

Sempre que a camada de pavimentação tiver uma curva limitada, ela será distorcida se um compactador convencional de rolo de aço de alta produção fizer uma passada contínua ao redor da curva. A borda externa do rolo está cobrindo uma distância mais longa que a borda interna do rolo. Conseqüentemente, a borda externa estica a camada de pavimentação em um esforço de contornar a curva na mesma velocidade da borda interna.

Se o único compactador disponível for um modelo convencional de alta produção, então deverá ser usado um padrão de rolagem exclusivo para evitar a distorção da camada de pavimentação.

O operador deverá trabalhar na direção da curva ao longo de uma borda da camada de pavimentação. Rolar à frente (1) em direção à curva, parando em um ângulo perto da borda externa da curva. Voltar ao longo do mesmo caminho.

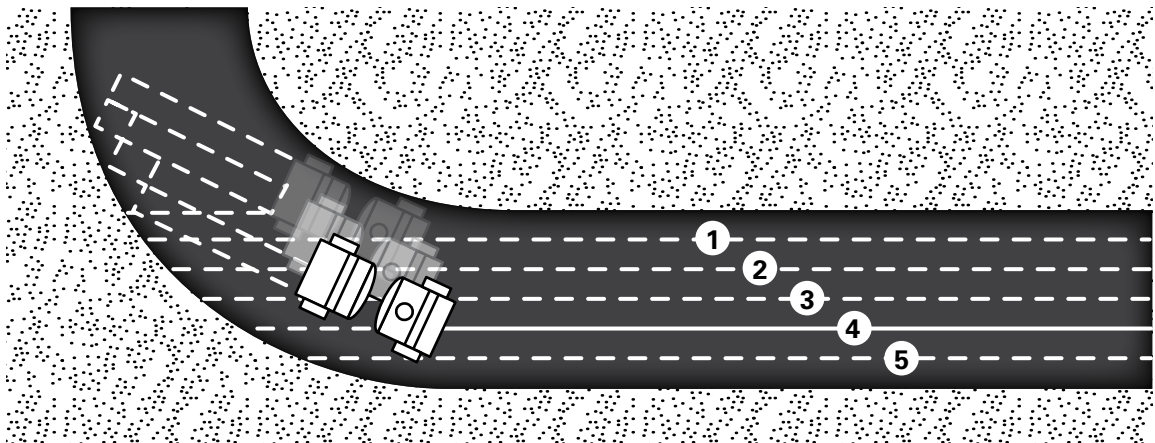
Mover-se em direção ao centro da camada (2) sobrepondo ligeiramente a primeira passada e seguir em frente em direção à curva, parando novamente em um ângulo perto da borda externa. Voltar ao longo do mesmo caminho.

Esse padrão deve ser repetido tantas vezes quando forem necessárias (3, 4, 5) para cobrir a largura da mistura.

O operador deve reposicionar o compactador no início da curva para que a máquina fique em ângulo em relação às passadas já completadas na área da curva. O compactador deve ser movimentado para frente e para trás para terminar o restante da área da curva.

O compactador deverá ser reposicionado para começar passadas em linha reta seguindo em frente, a partir do meio da curva.

CURVAS OU JUNTAS



Padrão de rolagem para a compactação em uma curva usando um compactador convencional com rolo de aço.

QUESTÕES



Compactadores do tamanho de serviços gerais facilitam compactar ao redor de obstáculos sem danificar o asfalto fresco.



Compactadores com rolo dividido podem realizar a compactação em curvas sem danificar o asfalto fresco.

Em obras de produção baixa, outra solução é usar um compactador do tamanho de serviços gerais para a compactação em curvas.

Os compactadores da classe de serviços gerais com rolos com largura inferior a 1 m (40") podem contornar curvas mais fechadas em uma mistura fresca sem danificar a camada de pavimentação. Para becos sem saída, ruas urbanas, estacionamentos e outros projetos de produção mais baixa, um compactador do tamanho de serviços gerais oferece versatilidade e normalmente tem uma capacidade produtiva suficiente para dar conta do processo de pavimentação.

Outra opção em algumas áreas é o compactador de asfalto com rolo dividido. Essas unidades têm sistemas de propulsão exclusivos que sincronizam

a direção e a velocidade dos rolos para movimentar metade do rolo em uma velocidade mais alta que a outra metade. Quando o volante da direção é virado, a metade externa do rolo (ao longo do arco maior da curva) gira mais depressa em comparação com a metade interna do rolo (ao longo do arco menor da curva). Quanto mais o volante da direção é virado, maior é a diferença nas velocidades das duas metades do rolo. Assim, as metades do rolo cobrem distâncias diferentes, mas ao mesmo tempo. A mistura fresca atinge a densidade desejada sem distorção.

Se forem distribuídos modelos com rolo dividido em sua área e se você trabalhar em projetos com compactação em curvas, a Caterpillar recomenda a inclusão de um ou mais modelos de rolo dividido em sua frota de compactadores.

Sugestão para o usuário: *Esse padrão de curva aumenta o número de passadas e exige um posicionamento cuidadoso do compactador. Todo esse movimento demora algum tempo e significa que a pavimentadora provavelmente deverá mover-se mais à frente para que a mistura perca mais calor antes que o compactador da fase inicial possa começar a produção. A Caterpillar recomenda que a pavimentadora faça diversas paradas curtas, de três minutos, por exemplo, quando completar a pavimentação da curva. As curtas paradas da pavimentadora não vão afetar seriamente a temperatura da mistura e vão permitir que o compactador inicial acompanhe o ritmo de produção da pavimentadora.*

[**DENSIDADE INCONSISTENTE**]

Muitos departamentos de obras públicas agora exigem não apenas uma alta densidade da camada, mas também uma densidade constante. Pode haver fatores vantajosos, associados ao desvio padrão, derivado de medições ou porcentagens múltiplas do núcleo dentro dos limites de engenharia resultantes de medições múltiplas do núcleo.

Uma das responsabilidades da equipe de pavimentação é apresentar uma camada asfáltica uniforme para o compactador da fase inicial. Após a pavimentadora, até onde seja possível, a mistura deverá ter:

- Uma densidade uniforme espalhada pela mesa-alisadora
- Uma espessura uniforme
- Uma temperatura uniforme



A operação consistente da pavimentadora e do compactador da fase inicial são as chaves para se obter uma densidade consistente.

Sugestão para o usuário: A Caterpillar recomenda verificações periódicas da densidade espalhada pela mesa-alisadora em toda a largura da camada de pavimentação e verificações da temperatura da superfície em toda a largura da camada. O departamento de obras públicas pode ter especificações por escrito com relação à uniformidade da densidade espalhada pela pavimentadora e à temperatura da superfície da camada de pavimentação. Como norma, a densidade da mistura não deverá variar em mais de 60 kg/m³ (5 lb/pé³) em toda a largura da camada de pavimentação. A temperatura da superfície não deverá variar em mais de 10°C (23°F) em toda a largura da mistura.

QUESTÕES

Cada compactador no processo de compactação, especialmente o compactador da fase inicial, também deve ser consistente na abordagem para obter uma densidade consistentemente alta. Cada compactador deve trabalhar de tal maneira para criar:

- Padrão uniforme
- Força de compactação uniforme
- Velocidade de trabalho uniforme
- Zona de temperatura uniforme



A manutenção de um padrão consistente e uma densidade consistente atrás da pavimentadora pode ser um desafio.

Alguns operadores têm dificuldade em repetir o mesmo padrão quando seguem a pavimentadora. Eles nem sempre atingem cada porção da mistura o mesmo número de vezes. Portanto, as verificações da densidade feitas pelo técnico do controle de qualidade vão variar. Quando isso acontece, o técnico do controle de qualidade ou o supervisor deve trabalhar com o operador do compactador para definir o padrão e certificar-se de que esse padrão seja repetido.

Além disso, verifique se a velocidade de pavimentação não foi mudada. Frequentemente, mudanças na velocidade de pavimentação não são comunicadas à equipe de compactação e à equipe

do controle de qualidade. Um padrão de rolagem que está dando certo, de repente faz com que o compactador fique muito atrás da pavimentadora e trabalhe em uma zona de temperatura mais baixa, por exemplo. O compactador fica muito para trás porque a velocidade de pavimentação foi aumentada. E, o operador tenta alterar o padrão de rolagem para se manter perto da pavimentadora.

Nunca mude a velocidade de pavimentação sem fazer duas coisas. Primeira, comunique a mudança da velocidade para a equipe de compactação. Segunda, verifique se o compactador da fase inicial pode acompanhar a produção se a velocidade estiver sendo aumentada.



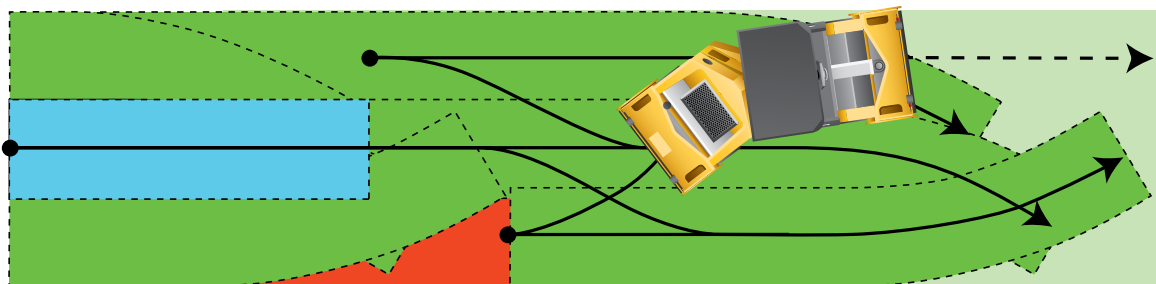


A nova tecnologia ajuda os operadores a manter a consistência dos padrões de rolagem.

Existem opções disponíveis para os compactadores de asfalto para ajudar os operadores a manter padrões de rolagem uniformes. Telas no compartimento do operador podem ser programadas para mostrar onde o compactador está localizado na camada de pavimentação e que quantidade do padrão já foi completada.

Sistemas de posicionamento global (GPS) oferecem mapas precisos dos padrões de rolagem.

O controle pode ser programado com o número necessário de passadas. Então, a tela mostra cores diferentes à medida que as passadas são completadas. O operador não precisa mais se basear no palpite se já chegou ao fim do padrão para voltar de ré. Além disso, são menores as chances de que o operador deixe de compactar algumas das áreas no padrão porque a tela oferece informação imediata para uma rápida ação corretiva.



Exemplo de um mapa de contagem de passadas.

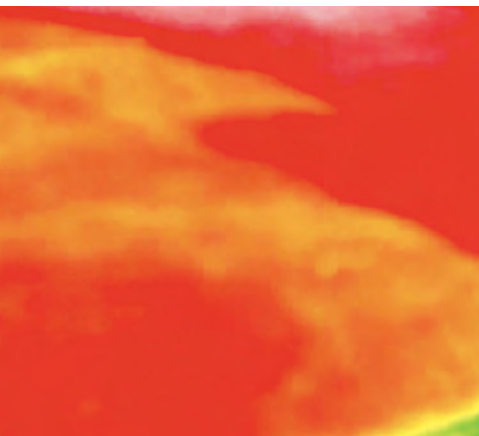


Sensores infravermelhos enviam dados sobre a temperatura para a tela no compartimento do operador.

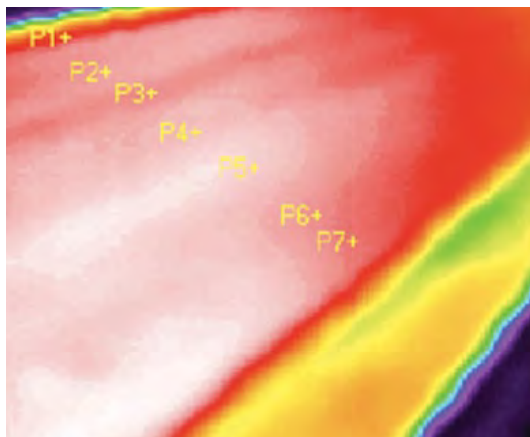
Sensores infravermelhos de temperatura são outra opção para alguns compactadores de asfalto. Nos modelos Cat, os sensores são instalados na frente e na traseira da máquina. Os sensores são constantemente limpos por ar comprimido que elimina poeira, fumaça e umidade da lente do sensor. Os sistemas de temperatura são precisos e oferecem referência visual constante na tela do compartimento do operador. O operador não só fica sabendo onde a máquina está localizada em relação ao padrão de rolagem definido, como também sabe onde a máquina está localizada com relação à zona de temperatura desejada.

Grandes variações de temperatura são causadas por longas paradas da pavimentadora. A porção da mistura sob a mesa-alisadora permanece quente porque está confinada. A porção da mistura logo atrás da mesa-alisadora perde calor porque fica exposta aos elementos.

A perda de calor depende da espessura da mistura, da temperatura do ar e da velocidade do vento. Se a temperatura da mistura variar em mais de 15°C (30°F), é muito provável que ocorra uma variação significativa da densidade. Para ajudar a promover uma densidade uniforme, limite as paradas da pavimentadora a não mais de cinco minutos.



Variação da temperatura causada por uma parada de 10 minutos da pavimentadora. A impressão da mesa-alisadora vista na imagem infravermelha não é visível na imagem digital.



Varição da temperatura causada por uma mistura fina no lado do acostamento.

Em alguns casos, a espessura da mistura varia em toda a largura da camada de pavimentação. A porção mais fina vai perder calor mais rapidamente que a porção mais espessa. No exemplo mostrado acima, o acostamento estava mais alto que a faixa de deslocamento nesta área do projeto. A mistura espalhada na faixa de deslocamento era a especificada de 50 mm (2"). A espessura da mistura diminuiu para aproximadamente 25 mm (1") no acostamento. A densidade da mistura variou significativamente devido à variação da temperatura e também porque a mistura fina tem uma taxa mais baixa de

espessura da camada em relação ao tamanho dos agregados. Neste exemplo, todas as verificações da densidade feitas no acostamento deixaram de atender à exigência mínima, enquanto que todas as verificações da densidade na faixa de deslocamento atenderam à exigência de densidade.

Há sempre um motivo que explica a variação da densidade. Se você estiver solucionando a variabilidade da densidade, verifique a variabilidade no processo de pavimentação, a temperatura da mistura, os padrões de rolagem e a velocidade de trabalho.

Sugestão para o usuário: As informações e a exibição da temperatura são especialmente importantes na compactação de misturas que têm uma zona mais macia. O operador pode usar a exibição da temperatura para verificar se o compactador inicial está se mantendo à frente da zona mais macia ou se o compactador intermediário está se mantendo atrás da zona mais macia.

Sumário: As questões de compactação podem ser causadas por diversos fatores. Manutenção inadequada do sistema dos rolos, uma falta de planejamento, seleção incorreta do equipamento, e treinamento inadequado dos operadores são apenas alguns dos fatores que podem causar problemas durante o processo de compactação. Certas misturas são mais difíceis de espalhar e compactar que outras. Nesses casos, a experimentação no local do trabalho pode ser a única solução quando uma mistura estiver sendo usada pela primeira vez. O que uma equipe aprender como resultado do trabalho em um projeto deverá ser lembrado e posto em uso em outros, quando forem encontradas questões similares.

GLOSSÁRIO DE TERMOS

- A -

Acabamento	A fase de acabamento da compactação é a fase final e tem o objetivo de eliminar as marcas deixadas na superfície pelos compactadores anteriores. Pequenos ganhos na densidade podem resultar da fase de acabamento.
Aderência de Asfalto	Aderência de asfalto é o termo usado para descrever o asfalto quente que gruda no rolo de aço ou no pneu de borracha
Agente Biodegradável	Um agente biodegradável é um líquido que ajuda a evitar que o material betuminoso grude nas superfícies de metal ou borracha. Destilados de petróleo, como o diesel, são proibidos em muitos lugares por causa de seus efeitos prejudiciais ao material betuminoso. Há uma grande variedade de agentes biodegradáveis.
Agregado	O termo agregado refere-se ao tipo ou aos tipos de pedras usadas na produção do material betuminoso de pavimentação.
Amplitude	Amplitude é a distancia que o rolo se move na camada asfáltica. Amplitude é uma medição crítica da força de impacto gerada pelo compactador com rolo de aço vibratório.
baixa	Movimento do rolo entre 0,25 – 0,5 mm (0,01 – 0,02")
intermediária	Movimento do rolo entre 0,5 – 0,75 mm (0,02 – 0,03")
alta	Movimento do rolo acima de 0,75 mm (9,03")
Amostra do Núcleo	Uma amostra do núcleo é uma pequena porção da camada de asfalto arrefecida e compactada que é removida pelo pessoal do controle de qualidade e levada a um laboratório para uma análise da qualidade.
Análise da Qualidade	Análise da qualidade é teste, medição e análise do material betuminoso e de outros aspectos especificados de um projeto em um laboratório ou em outro ambiente controlado.
Asfalto	Asfalto é o termo genérico usado para descrever o material betuminoso utilizado na pavimentação, também chamado de asfalto de mistura à quente.
Asfalto com Matriz de Pedras	O asfalto com matriz de pedras é composto quase que inteiramente por agregados grandes, finos e cimento asfáltico modificado. Existe contato de pedra com pedra, mas as pedras são revestidas com uma espessa camada de betume e finos com cimento asfáltico viscoso.
Asfalto Modificado por	
Polímero	Um polímero é um composto químico sintético de elevada massa molecular. Os polímeros são acrescentados ao cimento asfáltico para melhorar a resistência da camada de pavimento em alta temperatura e a elasticidade da mesma em baixa temperatura. O cimento asfáltico modificado por polímero tem alta viscosidade.
Atrito Interno	Atrito interno é a resistência ao movimento pelo agregado em uma camada de asfalto. A forma do agregado determina a quantidade do atrito interno

- B -

Betume	O betume é uma mistura negra e aglutinante de hidrocarbonos encontrada naturalmente ou obtida como um resíduo da destilação do petróleo. O betume também é chamado de cimento asfáltico.
Bico de Aspersão de Água	Os bicos de aspersão de água estão localizados em barras de aspersão sobre os rolos de aço do compactador ou ainda nas fresadoras e recicladoras de pavimento. Os bicos de aspersão de água aplicam um padrão de spray na superfície do rolo para ajudar a impedir que o asfalto quente grude no mesmo.

Borda Confinada	Uma borda confinada é uma borda de uma camada asfáltica que é confinada por uma camada previamente espalhada. A interseção das duas camadas é chamada de junta longitudinal.
Borda Não Confinada	Uma borda não confinada é uma borda de uma camada asfáltica que é aberta e não ligada a uma camada ou sarjeta adjacente.
- C -	
Camada Aglutinante	A camada aglutinante é material betuminoso espalhado sobre camada de base. A camada aglutinante consiste de agregados de tamanho médio e normalmente tem uma espessura de 50 – 100 mm (2 – 4”).
Camada de Base	Camada de base é normalmente a primeira camada de material betuminoso na estrutura de uma rodovia. A camada de base usualmente consiste de grandes agregados e é espalhada com uma espessura de 75 mm (3”) ou mais.
Camada de Desgaste	A camada de desgaste, ou a camada de atrito ou da superfície, é a camada final na estrutura da rodovia. Normalmente é a camada mais fina, e é projetada para ser a camada mais resistente.
Camada de Nivelamento	Camada de nivelamento é uma camada fina de material betuminoso espalhado em uma superfície fresada com o duplo objetivo de restaurar o perfil.
Câmera Infravermelha	Uma câmera infravermelha produz uma imagem da temperatura da superfície da camada asfáltica. A imagem normalmente envolve a largura da camada de pavimentação por uma distância de não mais de 9 m (30”).
Carga Linear Estática	A carga linear estática é calculada pela divisão da carga do eixo pela largura do rolo. A carga linear estática é expressa em quilos por centímetro ou libras por polegada.
Carga no Eixo	Carga no eixo é o peso total aplicado por um rolo de aço ou um pneu de borracha.
Cimento Asfáltico	O cimento asfáltico é o óleo usado na produção do material de pavimentação tipo betuminoso.
Cobertura das Rodas	Coberturas das rodas são uma opção para compactadores pneumáticos. As coberturas das rodas, também conhecidas como cortinas, envolvem os eixos dianteiro e traseiro para ajudar as rodas pneumáticas a manter o calor e minimizar o problema de asfalto grudando nas rodas.
Compactação	Compactação é o processo mecânico para aumentar a densidade, bem como diminuir os vazios de ar do material asfáltico e do desenvolvimento de resistência de suporte da carga em uma camada de material betuminoso pela movimentação internade contato dos agregados.
Compactação da Fase Inicial	A compactação da fase inicial ocorre imediatamente atrás da pavimentadora, onde a camada de asfalto é mais quente. A fase inicial deve obter maior da densidade final desejada.
Compactação da Fase Intermediária	A compactação da fase intermediária ocorre imediatamente depois da fase inicial em uma zona de temperatura onde a camada de asfalto ainda está suficientemente quente para permitir ganhos na densidade. A fase intermediária deve atingir a densidade final desejada.
Compactação Escalonada	Compactação escalonada é um padrão de rolagem, que usa dois ou mais compactadores, para uma fase da compactação.

Compactador de Serviços

Gerais Os compactadores de serviços gerais tem rolos com larguras inferiores a 1 m (40") e são tipicamente usados em projetos de baixa produção ou para suplementar compactadores maiores em projetos onde há uma necessidade de equipamento com mais facilidade de manobras.

Comportas Laterais Finais A mesa-alisadora de uma pavimentadora tem comportas laterais nas suas extremidades tanto no lado direito como esquerdo que confinam o material camada asfáltico na largura desejada. A parte inferior de uma comporta lateral final tem uma tira de metal de contato chamada esqui ou deslizador. Quando a comporta lateral final está abaixada, o deslizador flutua sobre o solo e a borda da camada asfáltica fica vertical para a melhor combinação da junta.

Concreto Asfáltico O concreto asfáltico é outra expressão usada para descrever o material de pavimentação betuminoso.

Cortador da Borda Um cortador da borda é um acessório que pode ser instalado no rolo de um compactador. O cortador da borda dá o acabamento da borda não confinada de uma camada asfáltica para resultar em uma superfície vertical e uma linha reta para a combinação da junta.

Curva de Arrefecimento Uma curva de arrefecimento é uma tabela de tempo gráfico da perda de calor em uma camada asfáltica com base na espessura da camada, no tipo de material e nas condições ambientais.

- D -

Densidade Densidade é o peso de um determinado volume de material, normalmente expressa como quilos por metro cúbico ou libras por pés cúbicos.

Densidade, Máxima

Teórica A densidade máxima teórica é o peso de um determinado volume de material betuminoso compactado em uma maneira que pode ser repetida e controlada em um ambiente de laboratório.

- E -

Emenda Emenda é uma emulsão que consiste de óleo de grau de pavimentação, água e um agente emulsificante. A emenda é aplicada em superfícies antes da pavimentação para ajudar a melhorar o vínculo entre as camadas.

Espaçamento do Impacto O espaçamento do impacto é a relação entre a frequência e a velocidade de trabalho de um compactador vibratório. Espaçamento do impacto é o número de vezes por metro ou pé que o rolo se move sobre a camada de pavimentação.

Especificação do Resultado

Final Uma especificação do resultado final é uma série de medições desejadas em uma análise escrita do controle de qualidade em para itens como qualidade de deslocamento e conformidade da densidade e da mistura do asfalto.

- F -

Fase de Desagregação Em algumas áreas, a fase inicial da compactação é conhecida como fase de desagregação. A fase de desagregação deve realizar a maioria da densidade final desejada.

Fator de Eficiência Um fator de eficiência deve ser usado para o cálculo da velocidade de trabalho de um compactador para compensar as paradas para o reabastecimento da água e as voltas da máquina em marcha à ré no modo não-vibratório. O fator de eficiência normal para os compactadores é de 75% a 85%.

Força Centrífuga	Força centrífuga é um cálculo de engenharia obtido pela multiplicação da massa do peso excêntrico pelo raio da rotação do peso pelo quadrado da velocidade da rotação (frequência). A força centrífuga não tem qualquer relação direta com a energia da compactação.
Frequência	Frequência é o número de vezes que o rolo atinge a camada asfáltica e é classificada em vibrações por minuto. A frequência também pode ser definida como a velocidade rotacional do eixo do peso excêntrico dentro do rolo.
baixa	40 – 46,7 Hz (2400 – 2800 vibrações por minuto)
média	46,7 – 58,7 Hz (2800 – 3400 vibrações por minuto)
alta	Acima de 56,7 Hz (3400 vibrações por minuto)
Frequência Ressonante	Frequência Ressonante é a combinação de frequências do sistema vibratório, amplitude, velocidade de trabalho e dureza da camada asfáltica que faz com que o rolo salte (oscile) para longe da superfície da camada de pavimentação. Um compactador vibratório deve operar perto, mas não exatamente na frequência vibratória.

- G -

Gabarito de Teste da**Densidade**

Os gabaritos de testes da densidade são usados para testar a densidade no projeto enquanto o material betuminoso ainda está suficientemente quente para fazer ajustes. O técnico do controle de qualidade calibra e usa o gabarito no projeto.

- I -

Impacto

Impacto é uma força de compactação dinâmica. O impacto ocorre quando o rolo de aço de um compactador vibratório se move na camada de asfalto.

- J -

Junta de Cunha

Uma junta de cunha é uma borda cônica que elimina uma face vertical na borda não confinada que pode ser aberta ao tráfego. Uma junta de cunha é formada pela instalação de um forma na extremidade da mesa-alisadora de uma pavimentadora.

Junta de Cunha com**Entalhe**

Uma junta de cunha com entalhe é criada pela instalação de um retentor de junta no final da mesa-alisadora da pavimentadora. As juntas de cunha com entalhe são frequentemente especificadas para evitar a criação de uma grande borda vertical não confinada que pode ser aberta ao tráfego.

Junta Longitudinal

Uma junta longitudinal é a interseção de duas camadas de asfalto ao longo das bordas que são paralelas à direção da pavimentação.

junta quente/aquecida Uma junta longitudinal quente/aquecida é criada pelo espalhamento de uma camada de asfalto quente adjacente a uma camada espalhada pouco tempo antes.

junta quente/fria

Uma junta longitudinal quente/fria é criada pelo espalhamento de uma camada de asfalto adjacente a uma camada de asfalto fria, previamente compactada.

junta quente/quente

Uma junta longitudinal quente/quente é criada por duas pavimentadoras espalhando misturas adjacentes, trabalhando em conjunto.

Junta Transversal

Uma junta transversal é a interseção perpendicular de duas camadas de asfalto. Frequentemente uma junta transversal é a retomada da pavimentação a partir de uma camada fria e compactada. Uma junta transversal também é chamada de junta de topo (butt joint).

- L -

Lastro Lastro é o peso acrescentado ou removido de um compactador para mudar a força estática exercida pela máquina.

- M -

Manipulação Manipulação é uma força estática gerada quando forças exercidas na camada asfáltica não são inteiramente verticais, mas são enviadas em todas as direções. A manipulação, normalmente associada aos compactadores de rodas pneumáticas, ajuda a vedar a superfície da camada.

Mapeamento da

Temperatura

O mapeamento da temperatura é uma opção em alguns compactadores de asfalto. Sensores infravermelhos de temperatura enviam dados a um display no compartimento do operador. O display informa ao operador as temperaturas da superfície dentro do padrão de rolagem.

Mapeamento das Passadas O mapeamento das passadas através do uso de Global Positioning Satellite é uma opção em alguns compactadores. Um display no compartimento do operador mostra ao operador a posição atual da máquina no projeto e se o compactador completou com sucesso o padrão de rolagem designado.

Marcas de Impacto Marcas de impacto são linhas visíveis na superfície da camada de asfalto. As marcas de impacto são causadas pela aplicação de uma força exagerada (amplitude e peso) na camada de asfalto.

Material Betuminoso Material betuminoso é a combinação de agregados, cimento asfáltico, e certos aditivos. O material betuminoso é produzidos em usinas de asfalto.

Mesa-alisadora com Tamper Uma mesa-alisadora com tamper usa uma ou mais barras de impacto para entregar energia extra de compactação para a camada de asfalto e aumentar a densidade do material asfáltica antes do processo de compactação. As mesa-alisadoras com tamper tipicamente também usam vibração auxiliar para ajudar a reforçar a textura da superfície.

Mesa-alisadora Vibratória Uma mesa-alisadora vibratório entrega força vibratória para a camada asfáltica quando o motarial passa por baixo da mesa-alisadora (placas alisadoras). A vibração da mesa-alisadora aumenta a densidade da camada de asfalto e também ajuda a reforçar a textura da superfície.

Método de Especificação Um método de especificação descreve ou o tipo de equipamento ou as técnica que devem ser usadas em um projeto.

Mistura à Quente Material betuminoso produzido em uma usina de asfalto em temperaturas entre 149 – 177°C (300 – 350°F).

Mistura Aquecida Material betuminoso produzido em uma usina de asfalto em temperaturas de até 38°C (100°F) mais baixas que a mistura à quente.

Mistura de Graduação

com Vazios

As misturas de graduação com vazios usam um agradação de agregados com partículas que variam de grandes para finas, com a falta de alguns tamanhos intermediários. As misturas de graduação com vazios são permeáveis com muito contato de pedras contra pedras.

Mistura de Graduação Aberta O material betuminoso de graduação aberta é formado de apenas alguns tamanhos de agregados com a ausência de tamanhos intermediários. O cimento asfáltico modificado normalmente faz parte do projeto. Há muito contato de pedra contra pedra.

Mistura de Graduação Densa As misturas de graduação densa são produzidas com uma grande variedade de tamanhos de agregados, cimento asfáltico e finos. Os agregados maiores são envolvidos por um betume de finos e cimento asfáltico.

- P -

Padrão de Rolagem	Um padrão de rolagem consiste do número e ordem de passadas com sobreposições e projeções que são necessárias para que o compactador cubra a largura e o comprimento de sua área designada, combinando a velocidade efetiva do processo de pavimentação.
Passada	Uma passada, ou um passe, é um movimento do compactador em uma direção a partir do ponto inicial até o ponto onde o padrão de rolagem termina, ou onde um novo padrão de rolagem começa. Em alguns locais, uma passada é definida como o movimento para frente e para trás na mesma área de cobertura.
Pavimento Perpétuo	Pavimento perpétuo é um termo usado para descrever uma estrutura de asfalto com profundidade total, projetada para suportar um número quase infinito de cargas de eixos sem deterioração estrutural.
Perfil	Perfil é a seção cruzada da estrutura de uma rodovia, mais especificamente a inclinação da superfície da rodovia para drenagem.
Peso Excêntrico	O peso excêntrico é uma massa descentralizada dentro do rolo de um compactador vibratório. A rotação rápida do peso excêntrico cria forças que fazem com que o rolo vibre, transferindo essa vibração para a camada asfáltica.
Porjeção	A projeção refere-se à quantidade da área de superfície do rolo que se estende além da borda da camada de asfalto.
Pressão Estática	Pressão estática é a carga do eixo dividida pela área do rolo ou da roda pneumática que entra em contato com a superfície da camada asfáltica. A pressão estática é expressa em quilo-pascal ou libras por polegada quadrada.

- R -

Relação do Projeto	A relação do projeto é definida como a relação entre a espessura da camada asfáltica e o maior agregado na camada. A maioria dos departamentos de obras públicas exige pelo menos uma taxa de 3:1 de espessura da camada em relação ao tamanho do agregado. Quanto maior for a relação do projeto, mais fácil será o processo da compactação.
Rolo Dividido	Um compactador de asfalto com rolo dividido tem rolos que são divididos no meio. A direção e as velocidades de propulsão são sincronizadas para permitir que metade do rolo gire mais depressa ou mais devagar que a outra metade do rolo. Os rolos divididos são vantajosos no trabalho de compactação em aplicações em curvas fechadas como em cantos sem saída.
Rolo que Salta	Os saltos dos rolos ocorrem quando a camada de asfalto não pode aceitar a quantidade de força que está sendo aplicada por um compactador vibratório. O salto do rolo também é conhecido como desacoplamento.
Rolos Descentralizados	Em alguns compactadores de rolos duplos articulados, os rolos podem ser descentralizados para aumentar a largura de cobertura além da largura padrão do rolo.

- S -

Scanner Infravermelho	Um scanner infravermelho é um dispositivo manual que mede e exibe a temperatura de um ponto na superfície de uma camada de asfalto.
Segregação	Segregação, em relação à pavimentação do asfalto, refere-se à tendência de agregados maiores em uma mistura betuminosa em se separar das partículas menores e formar bolsões ou faixas de agregados grandes dentro da camada.
Sobreposição	Sobreposição refere-se à quantidade do rolo que se estende sobre a passada adjacente previamente completada.

- T -

Tábuas iniciadoras	As tábuas ou placas iniciadoras de madeira também podem substituídas por placas de metal, colocadas sob a mesa-alisadora da pavimentadora antes que a mesa-alisadora seja baixada no ponto inicial. As tábuas iniciadoras devem ter a mesma espessura da taxa de compactação da camada de asfalto que está sendo espalhada.
Tack	Tack é uma emulsão que consiste de um óleo para pavimentação, água e um agente emulsificante. A Tack é aplicada em superfícies antes da pavimentação para ajudar a melhorar a ligação entre as camadas.
Tapete de Distribuição de	
Água	Os tapetes de distribuição da água ajudam a espalhar a água por igual na superfície dos rolos de aço de um compactador.
Temperatura de Cessação	A temperatura de cessação é a temperatura em que novas tentativas de ganhar densidade provavelmente não terão sucesso. A temperatura de cessação varia segundo o projeto da mistura, mas como regra geral, a temperatura de cessação fica por volta de 85°C (185°F).
Temperatura do Núcleo	A temperatura do núcleo refere-se à temperatura medida por uma sonda inserida no centro de uma camada asfáltica. A temperatura do núcleo é sempre mais alta que a temperatura da superfície é o verdadeiro indicador da possibilidade de se trabalhar em uma camada de asfalto.
Trecho de Teste	Um trecho de teste é usado para confirmar que o padrão de rolagem e os equipamentos propostos são adequados para atingir a densidade desejada e combinar com a produção de pavimentação. O trecho de teste pode fazer parte do projeto ou pode ser um elemento separado.

- V -

Vazios de Ar	Vazios de ar são bolsões de ar preso dentro de uma camada de asfalto que foi espalhada pela mesa-alisadora de uma pavimentadora.
Vibração	Vibração é uma força de compactação dinâmica. A vibração ajuda na reorientação dos agregados em uma camada asfáltica, movendo-os para um contato mais próximo. A vibração ocorre quando o peso excêntrico dentro do rolo começa a girar rapidamente.
Viscosidade	A viscosidade refere-se ao índice do fluxo de um líquido em uma determinada temperatura. A viscosidade do cimento asfáltico usado no material betuminoso é afetada pela temperatura e pelos aditivos misturados com o cimento asfáltico. Quando se fala de compactação, quanto mais alta for a viscosidade do cimento asfáltico, mais difícil será o processo da compactação.

- Y -

Yield	Yield refere-se à distância linear que uma determinada quantidade de material betuminoso será pavimentada em certa profundidade e com uma certa largura.
--------------	--

- Z -

Zona mais Macia	A zona mais macia é aquela faixa de temperatura em que a camada asfáltica torna-se mais macia e se afasta do rolo em vez de se consolidar sob o rolo.
------------------------	---





CAT[®] PAVING PRODUCTS
GUIA PARA A COMPACTAÇÃO DE ASFALTO

