

PRODUCTOS DE PAVIMENTACIÓN CAT®

GUÍA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE ASFALTO

CATERPILLAR®



CAT

AP555F



CAT® PAVING PRODUCTS

GUÍA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE ASFALTO

CATERPILLAR®

La *Guía para la pavimentación de asfalto* es publicada por Cat Paving Products. Se han hecho todos los esfuerzos por garantizar que las especificaciones y la información incluidas en este libro sean correctas. La información sobre el rendimiento se proporciona solo con fines de estimación. Debido a las distintas variables específicas de los proyectos de pavimentación de asfalto individuales (como diseño y características de la mezcla, especificaciones del proyecto, preferencias de aplicación del titular del proyecto, eficiencia del operador del equipo, condiciones de suelo, altura, etc.), ni Caterpillar Inc. ni sus proveedores garantizan que las máquinas y metodologías descritas en el presente, funcionarán según lo estimado. Debido a que las especificaciones del equipo y los materiales están sujetas a cambios sin previo aviso, consulte con su distribuidor de Cat para obtener información actualizada sobre el producto y las opciones disponibles. Las máquinas que se muestran pueden incluir equipos opcionales o complementarios. CAT, CATERPILLAR, sus respectivos logotipos, "Caterpillar Yellow" y la imagen comercial de "POWER EDGE", BUILT FOR IT, así como la identidad corporativa y del producto utilizados en el presente, son marcas registradas de Caterpillar y no pueden utilizarse sin permiso.

Nota: Siempre consulte el Manual de Operación y Mantenimiento adecuado para obtener información específica del producto. Algunos equipos que se muestran pueden incluir opciones de posventa no fabricadas ni probadas por Caterpillar.

ISBN: 978-1-939945-30-3

QEBO1888

© 2016 Caterpillar Inc. - Todos los derechos reservados.

ÍNDICE

- Unidad 1:** ASPECTOS BÁSICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ASFALTO
 - Unidad 2:** PLANIFICACIÓN PREVIA AL PROYECTO
 - Unidad 3:** PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PAVIMENTACIÓN
 - Unidad 4:** PREPARACIÓN PARA PAVIMENTAR CON REGLAS VIBRATORIAS
 - Unidad 5:** PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN CON REGLAS TAMPER CON VIBRACIÓN
 - Unidad 6:** CONTROL AUTOMÁTICO DE NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
 - Unidad 7:** APLICACIONES DE PAVIMENTACIÓN
 - Unidad 8:** GUÍA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
- GLOSARIO DE TÉRMINOS



INTRODUCCIÓN

La *Guía para la pavimentación de asfalto* de Cat Pavings Products está diseñada como una guía de referencia práctica para el proceso de pavimentación.

En esta guía se trata la producción de asfalto solamente en la medida en que la producción de asfalto afecta la calidad del material que se está distribuyendo en un proyecto. Asimismo, el diseño de varios tipos de material bituminoso se cubrirá brevemente para ayudar a desarrollar una comprensión de cómo el diseño de la mezcla puede afectar el flujo de material a través de una pavimentadora y bajo la regla de la pavimentadora. La guía no tiene la finalidad de ser una referencia para el diseño del proyecto ni la selección de asfalto.

La *Guía para la pavimentación de asfalto* será muy útil para todo el personal involucrado en la planificación, preparación y colocación de asfalto. Ciertamente, los miembros del personal que manejan la pavimentadora deben comprender la información incluida en la guía. Los supervisores del personal que ayudan a los operadores y trabajan en los pasos de planificación encontrarán útil esta guía. Estimadores, gerentes y superintendentes del proyecto pueden usar esta guía para ayudar a planificar la eficiencia del proyecto y prepararse para cumplir con los requisitos y especificaciones de las distintas aplicaciones. Finalmente, el personal de control de calidad y garantía de calidad encontrará información valiosa sobre la resolución de problemas en esta guía.

Aplicaciones específicas se analizarán en detalle. Sin embargo, debido a las distintas variables de la pavimentación de asfalto en todo el mundo, es imposible cubrir cada situación en una guía de referencia como esta. Además, los términos usados para describir los componentes de la pavimentadora, las mezclas de asfalto y las variables del proyecto son diferentes en todo el mundo. Cuando sea posible, para mayor claridad, se explicarán o definirán los términos en diferentes maneras. Por ejemplo, en esta guía, la palabra "asfalto" se usará generalmente para describir lo que en algunas partes del mundo se puede denominar "material bituminoso" u "concreto de asfalto".

Independientemente de cómo se denomine el material distribuido por la pavimentadora, hay cuatro elementos básicos en la construcción de capas de asfalto de calidad. La información incluida en esta guía se volverá a referir a estos cuatro elementos de manera consistente.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA CALIDAD EN LA PAVIMENTACIÓN

1. Utilice los principios básicos correctamente cada vez. Cuando el personal no cumple con ciertos principios básicos de la pavimentación de asfalto, generalmente aparecen defectos en la capa de asfalto.

Un personal bien capacitado en los principios básicos de la pavimentación y que se toma el tiempo de controlar los aspectos fundamentales generalmente será exitoso. En la Unidad 3, "Principios básicos de la pavimentación", se describen los siguientes principios básicos. Estos deben ser la base para todas las acciones del personal. En la unidad 8 "Guía de resolución de problemas", la guía demuestra que el cumplimiento de estos principios fundamentales crea soluciones a muchos defectos comunes de la capa.



Un personal bien capacitado configuró el sistema de alimentación para mantener la cabeza de material (la cantidad de material) correcta.

2. Pavimente de manera eficiente.

La pavimentación eficiente implica calcular y mantener una velocidad de pavimentación que consuma la mezcla de una manera constante y evite detenciones prolongadas en espera de la mezcla.

Se debe usar una velocidad de pavimentación calculada en cualquier proyecto que tenga segmentos de pavimentación prolongados e ininterrumpidos, como una carretera. La reducción o eliminación de las detenciones

de la pavimentadora ayuda a mantener la homogeneidad y consistencia de la temperatura de la capa frente al proceso de compactación. La pavimentación continua durante períodos prolongados en proyectos como áreas de estacionamiento o calles de ciudades, es mucho más difícil, pero merece la pena el esfuerzo en pos de la eficiencia. En la Unidad 2, "Planificación previa al proyecto" se cubre cómo calcular las velocidades de pavimentación y planificar lo necesario para lograr eficiencia.



La pavimentación eficiente implica una pavimentación continua en los proyectos de carretera.

3. Comprenda los requisitos de nivelación longitudinal y transversal. En muchos proyectos, se requerirá el control automático de nivelación longitudinal o transversal automático para corregir el espesor de la capa (producción), mejorar la homogeneidad, equiparar la altura de una estructura existente o crear un perfil (inclinación transversal).

Antes de comenzar a trabajar, se deben determinar los requisitos del proyecto y se debe configurar el control de nivelación longitudinal y transversal para que la

pavimentadora logre los resultados deseados. Una pavimentadora no se configura de la misma manera para pavimentar una área de estacionamiento que para pavimentar una pista de aterrizaje o una carretera. Cada proyecto tiene distintos requisitos y especificaciones. En la Unidad 6, "Control automático de nivelación longitudinal y transversal", se analizan los principios básicos del control de nivelación longitudinal y transversal, además de las recomendaciones específicas para controlar la producción, homogeneidad, unión de juntas, etc.



Configure el control de nivelación longitudinal y transversal de acuerdo con los requisitos o especificaciones del proyecto.

4. Evite grandes errores. Grandes errores, como derrames delante de la pavimentadora o quedarse con poco material en la cámara del sinfín, ocasionan grandes problemas en la calidad y generalmente conllevan una costosa reconstrucción.

En esta guía, se mostrarán ejemplos de errores de pavimentación con sugerencias para aprender cómo evitarlos. Muchas veces, la falta de planificación y la poca preparación contribuyen a la generación de errores. Es posible que el equipo se use incorrectamente. O que el personal omita pasos de la configuración o no cumpla con los principios básicos de pavimentación.

Cualquiera sea la causa, los grandes errores deberían ser fáciles de identificar y corregir.



Los derrames en el suelo delante de la pavimentadora constituyen un gran error y deben corregirse.



Unidad 1

ASPECTOS BÁSICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ASFALTO

Es esencial que todo el personal conozca los aspectos básicos de la producción de asfalto y la manera en que los diferentes diseños de mezcla afectan el proceso de pavimentación. La comunicación eficaz entre el personal de la planta y el personal de pavimentación es crucial, ya que el personal de pavimentación debe estar al tanto de los cambios en la producción por hora o la preparación de la mezcla.



[ASPECTOS BÁSICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ASFALTO]

En términos generales, el asfalto es una combinación de agregados, materiales finos y alquitrán, también conocido como cemento asfáltico. Los agregados, cuando se acercan durante el proceso de compactación, ofrecen resistencia a la capa de asfalto. El alquitrán y las partículas finas llenan los vacíos entre los agregados y actúan como aglutinante que ayuda a unir los agregados.

Según las especificaciones indicadas por el titular del proyecto o por el resultado final deseado, con frecuencia se incluyen aditivos y modificadores en la preparación de la mezcla. También se pueden incluir distintos tipos de material reciclado, generalmente pavimento asfáltico recuperado, en la preparación de la mezcla. En la unidad 1, se cubren los aspectos básicos de la producción de asfalto y los tipos de mezclas de asfalto y sus usos.



[CENTRO DE FABRICACIÓN DE ASFALTO]

Un centro de fabricación de asfalto está compuesto por muchos elementos: reservas de agregados, tanques de almacenamiento de cemento asfáltico, un sistema de alimentación de agregados, un sistema de secado de agregados, un sistema para mezclar agregados y cemento asfáltico, un sistema de control de producción, colectores de polvo,

depósitos de almacenamiento y de compensación (silos) y una balanza. El centro generalmente tiene un laboratorio que se utiliza para el control y la garantía de calidad. Es muy común un lugar donde se limpian los camiones y se aplica un agente de desmoldeo adecuado en las carrocerías de las unidades de transporte.

[RESERVAS DE AGREGADOS]

Las reservas generalmente están compuestas por agregados triturados de diferentes tamaños y arena (material fino), si bien también existen reservas de lo que generalmente se conoce como agregados de escorrentía o sin triturar. Cada reserva debe estar claramente indicada para que el operador del cargador que transporte el material pueda identificar claramente el tipo y tamaño de agregado. La producción de asfalto no debe comenzar a menos que haya un suministro de agregados para al menos un día para cada tipo programado para usar en el proceso de fabricación.

Las reservas deben ubicarse de manera tal que se evite la contaminación a través del contacto con reservas adyacentes. Generalmente se utilizan barreras para separar las reservas.

La colocación de agregados en superficies pavimentadas es otra manera de reducir la contaminación del material almacenado. El operador

del cargador no deberá preocuparse demasiado sobre la introducción de tierra u otros materiales de baja calidad en el proceso de fabricación de asfalto.

La reducción del contenido de humedad del material almacenado es otro problema. Cuando los agregados tienen un alto contenido de humedad, se necesitará un tiempo de secado adicional, el cual es costoso debido al mayor consumo de combustible por parte de la planta y a una reducción de las horas de producción.

La protección de las reservas con cubiertas extraíbles es una práctica común. Otro paso de control de calidad que se está tornando cada vez más popular es la colocación de las reservas dentro de estructuras cubiertas. Los costos adicionales de estas técnicas se pueden justificar cuando se reducen los costos de producción y aumenta la producción por hora.



Una planta de asfalto bien organizada aumenta la productividad y rentabilidad.



Según el diseño del centro de fabricación de asfalto, las reservas generalmente se crean de tres maneras: con transportadores fijos, transportadores móviles o camiones volquetes.

Si la planta está ubicada dentro de una obra de extracción y trituración, los agregados se almacenan al descargar el material triturado de las cintas transportadoras fijas o las cintas transportadoras radiales móviles. El transportador fijo crea una reserva en forma de cono. El transportador radial móvil crea una reserva en forma de abanico. Cuando los agregados se transportan a un centro de fabricación de asfalto especializado, generalmente se utilizan camiones volquetes.

Al descargar material de un transportador o un camión volquete, se puede producir la segregación del material, a pesar de que el material teóricamente sea de un tamaño uniforme. El material fino (más pequeño) tiende a fluir hacia el centro de la reserva, mientras que el material más grande rueda hacia los bordes exteriores de la reserva.

El operador del cargador que está trasladando el material desde las reservas hasta el sistema de alimentación de agregados (depósitos de

alimentación en frío) puede ayudar a mezclar el material. El operador del cargador no debe tomar material de la misma ubicación de reserva en sucesivas pasadas.

Al contrario, el operador del cargador debe dividir la superficie de la reserva en tres segmentos. Tome cada balde de un segmento diferente en una secuencia alternativa. Acérquese a la reserva con el balde del cargador a nivel del suelo, pero sin excavar el suelo.

Si la reserva no está cubierta y hay humedad en la parte inferior de esta, eleve el balde entre 0,5 m y 1,0 m (18" y 36") desde el suelo al acercarse. Lentamente gire el balde hacia arriba y hacia atrás mientras se introduce en la reserva. Al descargar cada carga, gire lentamente el balde desde la altura más baja posible y llene el depósito de alimentación adecuado.

La observación visual de la reserva permitirá identificar las áreas de segregación, si las hubiere. Las muestras de la mezcla producida en la planta ayudarán a determinar si la gradación granulométrica de la mezcla se encuentra dentro de las especificaciones.

[TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE CEMENTO ASFÁLTICO]

Las plantas generalmente incluyen múltiples tanques de almacenamiento que contienen distintos tipos de cemento asfáltico utilizado en la producción de diferentes diseños de mezclas. Cada tanque debe estar claramente etiquetado, con la indicación del tipo de cemento asfáltico almacenado y la capacidad del tanque. Las tuberías del tanque para la carga y descarga también deben estar claramente etiquetadas.

Las reglamentaciones ambientales varían alrededor del mundo y generalmente se exigen permisos para el almacenamiento de cemento asfáltico en la superficie y bajo tierra. Los permisos también detallan los requisitos de mantenimiento y los pasos necesarios para evitar pérdidas y derrames en el área de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento de cemento asfáltico están aislados e incluyen sistemas de calefacción y con frecuencia sistemas mezcladores, especialmente si el cemento asfáltico se ha modificado con polímeros. Por ejemplo, el cemento



Tanques de almacenamiento de cemento asfáltico.

asfáltico no modificado se puede calentar a 160 °C (320 °F) en el tanque de almacenamiento. El cemento asfáltico modificado con polímero se calienta y almacena a temperaturas ligeramente superiores.

El tanque de almacenamiento asfáltico suministra al mezclador la cantidad especificada de cemento asfáltico.

[SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGREGADOS]

Un sistema de alimentación suministra al mezclador los agregados del tamaño correcto y en las cantidades correctas según la gradación granulométrica especificada por el diseño de mezcla.

El centro debe tener la cantidad suficiente de depósitos de alimentación para suministrar los distintos elementos de mezcla. Un depósito de alimentación no se debe utilizar para alimentar dos tipos o cantidades de agregados diferentes.

Los depósitos de alimentación generalmente son compartimentos de parte superior abierta con laterales inclinados y aperturas de puertas regulables en la parte inferior para la descarga controlada del material. Es responsabilidad del operador del cargador mantener los niveles adecuados en los depósitos de alimentación.

Durante el proceso de fabricación de la mezcla, no se debe permitir que los depósitos de alimentación se queden con muy poco o sin material. La mayoría de los sistemas de control tienen un sistema de detección de nivel del depósito que detiene automáticamente el flujo de material hacia el secador o mezclador si uno o más depósitos se queda sin material.



El sistema de alimentación está diseñado para proporcionar un flujo constante de agregados al mezclador.

Los filtros de clasificación del material son una parte integral del sistema de alimentación de agregados. Los filtros de clasificación evitan que ingresen al secador y al mezclador agregados de gran tamaño. Los filtros de clasificación tienen aberturas de un tamaño. Por ejemplo, si se está fabricando una

mezcla base, las aperturas del filtro pueden ser de 45 mm (1,75"). Para la producción de mezclas aglutinantes y superficiales, los filtros generalmente tendrán una apertura hasta 6 mm (0,25") mayor que el tamaño nominal del agregado más grande.

Consejo para el usuario: La presencia de material de gran tamaño en la capa de asfalto es un problema común. Pueden existir distintas causas. Una es la utilización de un filtro de clasificación con una apertura de tamaño incorrecto por parte del centro de fabricación de asfalto. O bien, se puede deber a que el filtro de clasificación se dañó y tiene orificios. Al solucionar el problema de la apariencia del material de gran tamaño en la capa de asfalto, incluya una inspección de los filtros de clasificación en la lista de verificación.

Los agregados salen por las puertas de descarga de manera medida, generalmente en una cinta transportadora móvil. Las balanzas o las celdas de carga permiten pesar el contenido de la cinta.

Esta información se envía al sistema de control del centro, el cual regula la velocidad de la cinta transportadora de acuerdo con las necesidades de producción del secador y el mezclador.

[MEZCLADOR DE TAMBOR]

Hay disponibles distintos tipos y tamaños de mezcladores de tambor. Su funcionamiento se puede resumir de la siguiente manera: secado y calentamiento de los agregados, introducción del cemento asfáltico, mezcla de los agregados y el cemento asfáltico, descarga de la mezcla y liberación de gases y polvo. Estos pasos producen un flujo continuo de mezcla en los depósitos de compensación (silos) y almacenamiento.

Los mezcladores de tambor son el tipo más reciente de equipo de secado y mezcla. Pueden ser permanentes o portátiles. Las tasas de producción por hora están determinadas por la longitud y el diámetro del tambor.



El espiral del mezclador de tambor desplaza continuamente los agregados hacia el extremo inferior.



Las plantas que utilizan un sistema de mezcla de tambor tienen grandes capacidades de producción continua de asfalto.

El índice de producción del mezclador se ve afectado por el contenido de humedad y la temperatura de salida deseada. Los agregados que tienen un alto contenido de humedad requieren un mayor tiempo de secado, lo que genera una

menor producción por hora. Asimismo, ciertas mezclas requieren temperaturas de salida más altas que varían según el tipo de alquitrán, la distancia de transporte hasta el proyecto, las condiciones ambientales y el proceso de compactación.

Consejo para el usuario: Es importante que el supervisor de personal o el superintendente del proyecto reciba las tasas exactas de producción por hora. La producción por hora es un factor determinante para indicar que los camiones transporten la mezcla hasta el proyecto. El conocimiento de la producción por hora también ayuda a los supervisores y miembros del personal a calcular la velocidad de trabajo que promueve una pavimentación eficiente. Recuerde, la pavimentación eficiente es un elemento de calidad clave.

Los mezcladores de tambor se deben instalar sobre una leve inclinación. Los agregados se introducen por el extremo superior del mezclador de tambor. También hay un ventilador de quemador que se extiende sobre el extremo superior del mezclador de tambor. El ventilador del quemador proporciona el calor que seca los agregados y lleva su temperatura a un nivel específico.

El espiral del interior del mezclador de tambor desplaza continuamente los agregados hacia el extremo inferior del mezclador de tambor. Generalmente gira a una velocidad de 10 revoluciones por minuto.

La línea que descarga líquido, cemento asfáltico, se expande hacia el extremo inferior del mezclador de tambor. A medida que los agregados se desplazan

desde el área central del mezclador de tambor hacia el extremo inferior (descarga), se cubren con cemento asfáltico caliente.

Se crean algunos gases y polvo en el interior del mezclador de tambor durante el proceso de secado y mezcla. Un extractor saca los gases y el polvo del tambor a través de una abertura. La succión creada por el extractor también contribuye a la inducción de aire en el extremo del ventilador del quemador del tambor, lo que genera una mejor combustión.

La mezcla caliente sale a través del extremo inferior del mezclador de tambor, generalmente en un transportador con rampa de arrastre que carga la mezcla en un depósito de compensación o almacenamiento (silo).



[FABRICACIÓN POR LOTES]

Un centro de fabricación por lotes produce una cantidad de mezcla por vez. Un centro de fabricación por lotes tiene muchos componentes similares a los de un sistema de mezcla de tambor. Las reservas de agregados y el sistema de alimentación funcionan de una manera muy similar a lo que se describe en la sección de los mezcladores de tambor. La principal diferencia entre los mezcladores de tambor y los centros de fabricación por lotes es la manera en que los agregados se calientan y mezclan con el cemento asfáltico.

En un centro de fabricación por lotes, los distintos agregados fríos son transportados por un sistema de cinta hacia un secador giratorio. Los agregados se introducen por el extremo superior del secador giratorio, mientras el ventilador del quemador se encuentra en el extremo inferior. El espiral y la

gravedad desplazan los agregados por la llama. Los agregados y gases calientes del interior del secador se desplazan hacia el extremo inferior. Los agregados calientes luego se descargan en un sistema de elevación.

El elevador del balde, un recipiente cerrado, transfiere los agregados calientes hacia la parte superior de la torre de lotes. Mientras las proporciones de agregados fueron controladas inicialmente por el sistema de alimentación en frío, se produce un filtrado más preciso en la parte superior de la torre de lotes. Una serie de filtros vibratorios separa los agregados por tamaño y llena los depósitos de agregados calientes. Desde los depósitos de agregados, estos son transferidos en cantidades medidas hacia el mezclador, generalmente un mezclador de paletas de doble eje.

Consejo para el usuario: Los filtros vibratorios generalmente tienen capacidad para una pequeña cantidad de material. Si un filtro se sobrecarga, el material que normalmente pasaría a través de una abertura determinada del filtro puede pasarse a un depósito caliente adyacente. La gradación granulométrica de los agregados en la mezcla sería, por lo tanto, incorrecta. Al solucionar problemas de cumplimiento de la mezcla, es importante probar los depósitos calientes para garantizar que no haya problemas ocasionados por filtros sobrecargados.

Cuando las cantidades correctas de agregados se transfieren al mezclador, el recipiente se cierra. Los agregados calientes se mezclan por un tiempo especificado. Se inyecta una cantidad medida de cemento asfáltico caliente en el mezclador de paletas y comienza el ciclo de mezcla húmeda. Es importante que el volumen del material del interior del mezclador de paletas se mantenga en el nivel

correcto para garantizar la mezcla correcta y el recubrimiento de los agregados.

Al final del ciclo de mezcla, el "lote" se puede cargar directamente en una unidad de transporte, pero generalmente se lo retiene en un depósito de compensación o almacenamiento (silo) para su posterior carga.

[COLECTORES DE POLVO]

Los sistemas de recolección de polvo constituyen una parte importante del control de calidad del aire. Existen dos tipos de sistemas de recolección de polvo: un recolector húmedo tipo venturi de alta presión o colector de filtro de tela, generalmente denominado cámara de filtro de sacos.

Los colectores de humedad son menos comunes ya que el polvo recolectado no está disponible para usar como componente en diseños de mezcla aprobados. Además, la mezcla de agua y polvo es un producto residual que requiere una manipulación y desecho especial.

Los colectores de polvo seco empujan el aire polvoriento saliente producido durante el proceso de fabricación (mezclador de tambor o mezclador por lotes) a través de una serie de bolsas de tela. El polvo se adhiere al exterior de las bolsas y el aire limpio sale de la cámara de filtro de sacos a través de una salida de aire filtrado. Las filas de bolsas reciben una limpieza periódica a través de pulsos de aire y vibración. Se limpia una fila de bolsas por vez. El polvo cae dentro de una tolva en la parte inferior de la cámara de filtro de sacos.



El polvo seco recolectado por una cámara de filtro de sacos tiene la posibilidad de regresar a la mezcla.

Para evitar la contaminación, muchos sistemas de recolección de polvo tienen una función de apagado automático que detiene la producción cuando la tolva de recolección se llena.

El polvo de la cámara de filtro de sacos puede regresar al mezclador de tambor o mezclador por lotes si el diseño de la mezcla permite la inclusión del polvo de la cámara de filtro de sacos.

Consejo para el usuario: Si aparecen grumos de polvo en la mezcla, puede ser una señal de que la limpieza de la bolsa no se está llevando a cabo de manera correcta. Esté atento a la presencia de bolas de polvo o "zonas de grasa", si la mezcla contiene polvo de la cámara de filtro de sacos.

[DEPÓSITOS DE COMPENSACIÓN O ALMACENAMIENTO (SILOS)]

Los depósitos de compensación o almacenamiento contienen el material producido por el centro de fabricación de asfalto hasta que la mezcla se cargue en unidades de transporte y se traslade al lugar de trabajo.

Por definición, un depósito de compensación está diseñado como unidad de almacenamiento temporal. El depósito de compensación permite

la producción de mezcla para continuar, incluso si hubiera una interrupción en la disponibilidad de unidades de transporte. Un centro de fabricación por lotes puede suspender la operación mientras se esperan las unidades de transporte, si no hubiera un depósito de compensación. Un mezclador de tambor está diseñado para la operación continua y no produce material de gran calidad si el mezclador de tambor se detiene y arranca.



Si se utiliza un depósito de compensación junto con un centro de fabricación por lotes, la producción de la mezcla puede comenzar antes de la llegada programada de las unidades de transporte. Las unidades de transporte pueden cargar rápidamente material del depósito de compensación sin la necesidad de esperar la finalización de un ciclo de lote. Por lo tanto, los tiempos del ciclo de las unidades de transporte son más predecibles, y la tarea de solicitar unidades de transporte debe ser menos complicada debido al flujo continuo.

Según la capacidad del depósito de compensación, el mezclador por lotes o el mezclador de tambor pueden interrumpir la producción cuando la capacidad de compensación sea suficiente para llenar las unidades de transporte programadas para el resto del turno. El costo de un depósito de compensación es amortizado rápidamente por la reducción de los costos operativos del centro y la posible disminución de la cantidad de unidades de transporte necesarias.



Los depósitos de almacenamiento ofrecen una capacidad adicional para el centro de fabricación. Un centro de fabricación de asfalto puede contar con múltiples depósitos de almacenamiento que permitan que el mezclador produzca y almacene diferentes tipos de mezclas. El centro se puede utilizar simultáneamente para diferentes clientes y diferentes proyectos.

Los depósitos de almacenamiento se calientan y aíslan. La mezcla se puede almacenar durante un turno de pavimentación en depósitos de almacenamiento. En otros silos de almacenamiento a largo plazo, puede guardar la mezcla por hasta tres días a 160 °C (320 °F).

Los silos especiales tienen una tapa de salida, la cual se sella con aceite para evitar que ingrese aire a través de la tapa y se dirija hacia arriba por la mezcla almacenada. Los depósitos de almacenamiento promueven la máxima producción en el centro de fabricación ya que permiten el almacenamiento de la producción del mezclador durante muchas horas. La mayor producción de fabricación se traduce en una mayor producción de pavimentación. Considere los siguientes ejemplos.

Una planta de asfalto con mezclador de tambor y depósito de compensación, sin depósitos de almacenamiento produce 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora. Una pavimentadora de 3 m (10") con una regla vibratoria suministrada por un dispositivo de traslado de material distribuye la mezcla a una profundidad sin compactar de 65 mm (2,5") y a un ancho constante de 5,5 m (18'). A una velocidad de pavimentación de 4,5 m por minuto (14' por minuto), la pavimentadora consumirá

la producción de mezcla por hora de manera eficiente. En 10 horas, por ejemplo, el personal de pavimentación distribuirá 2000 toneladas métricas (2200 toneladas). La pavimentadora, que teóricamente puede distribuir 1000 toneladas métricas (1100 toneladas) por hora, en realidad tiene una capacidad no utilizada en su índice de producción.

Ahora, agregue 300 toneladas métricas (330 toneladas) de capacidad de almacenamiento al centro de fabricación. La producción de mezcla comienza dos horas antes de la llegada de las unidades de transporte y el depósito de almacenamiento se llena antes del inicio de la pavimentación.

Debido a que el personal trabajará 10 horas, divida la capacidad de almacenamiento en 10. Añada el resultado, 30 toneladas métricas (33 toneladas), al índice de producción por hora. La producción de pavimentación por hora será de 230 toneladas métricas (250 toneladas) por hora. La velocidad de pavimentación se aumenta a 5 m por minuto (16' por minuto) para consumir la producción de mezcla por hora de manera eficiente.

En la planta, el operador del centro carga camiones principalmente desde el depósito de compensación para mantener el funcionamiento continuo del mezclador, y periódicamente desde el depósito de almacenamiento con el fin de que al final del turno se haya utilizado la capacidad de almacenamiento. La producción diaria es ahora de 2300 toneladas métricas (2500 toneladas) en el mismo período de 10 horas. Se necesitarán una o dos unidades de transporte adicionales.

Consejo para el usuario: Si bien los depósitos de compensación y almacenamiento tienen distintos diseños, la mayoría tiene puertas de descarga tipo almeja y conos diseñados para minimizar la segregación de material durante la carga y descarga del camión. Si alguna de las puertas no funciona correctamente, puede aparecer el material segregado en las unidades de transporte y en la capa de asfalto. Asimismo, si el nivel de la mezcla de un depósito está por debajo de la parte superior del cono de la parte inferior del depósito, se puede producir la segregación. Incluya la inspección de los depósitos en la lista de pasos de resolución de problemas cuando intente determinar la causa de la segregación.

[BALANZAS]

El peso de la mezcla cargada en las unidades de transporte en el centro de fabricación se debe controlar cuidadosamente y documentar. Las unidades de transporte no deben llevar cargas que superen la clasificación de la unidad de transporte o la carga por eje especificada por los departamentos de obras públicas locales.

Las balanzas con celdas de carga son comunes debajo o en los laterales de los depósitos de compensación y almacenamiento. Miden el peso de la unidad de transporte con y sin carga. Un sistema computarizado calcula el peso neto de carga.

Algunos depósitos de compensación y almacenamiento miden el peso de la mezcla en el depósito antes y después de la descarga con el fin de controlar y documentar las cargas llevadas por las unidades de transporte.

El conductor de la unidad de transporte recibe un comprobante de carga que se entrega a un receptor en el lugar de trabajo. Generalmente el titular del proyecto recibe una copia de cada comprobante de peso y el contratista también conserva una copia. Los comprobantes de peso constituyen la base para el pago en muchos proyectos. El análisis de los comprobantes de peso es útil para calcular la precisión de la producción y para verificar el índice de producción por hora del personal de pavimentación.



Los depósitos de compensación y almacenamiento ayudan a garantizar el flujo ininterrumpido del material al lugar de trabajo.

Consejo para el usuario: La hora de carga se estampa en el comprobante de peso. Escriba la hora de llegada al lugar de trabajo en el comprobante. El conocimiento del tiempo que tardan las unidades de transporte en el recorrido desde el centro de fabricación hasta el lugar de trabajo es útil cuando se solicitan unidades de transporte. Esto puede ayudar a ajustar de manera más precisa la cantidad de unidades de transporte a lo largo del turno para dar cuenta del flujo del tráfico de la hora pico y el tráfico normal en zonas urbanas.

[CONTROLES DEL CENTRO DE FABRICACIÓN]

Los centros de fabricación modernos son controlados por sistemas informáticos completos con distintos grados de complejidad operativa. Los sistemas de control están alojados en cámaras de control portátiles o fijas.

Normalmente, las cámaras de control están situadas de manera tal que ofrezcan una buena visión de las operaciones del centro. La cámara de control contiene los controles informáticos y una consola envolvente con varias pantallas de computadora. El operador del centro puede



monitorear simultáneamente la producción de la mezcla, el almacenamiento de la mezcla y el funcionamiento de la balanza del camión.

El sistema de control almacena los datos de distintas preparaciones de mezcla y recibe datos de distintos dispositivos de medición, como sensores de temperatura del quemador, balanzas de alimentación de agregados y sensores de temperatura de salida de la mezcla. El sistema ajusta automáticamente las velocidades de la cinta transportadora, la temperatura del quemador, el caudal del cemento asfáltico y los tiempos de mezcla.

Desde el punto de vista del personal de pavimentación, el funcionamiento de la planta tiene un objetivo principal: producir una mezcla uniforme, de gran calidad con el índice de producción por hora estimada. El operador del centro de fabricación debe tener una buena comunicación con el personal de pavimentación. Cuando algo cambia en el proceso de fabricación de la mezcla, el personal de pavimentación debe saber cuál es ese cambio y de qué manera afectará la llegada del material al lugar de trabajo.

[ALQUITRÁN]

Lo que se conoce técnicamente como alquitrán también se puede llamar cemento asfáltico o aglutinante asfáltico en muchas partes del mundo. El alquitrán que se produce naturalmente era el aglutinante original que se utilizaba en las primeras producciones de mezclas bituminosas para pavimentación. El suministro de alquitrán natural es limitado y solo es accesible en algunos lugares. A medida que creció la demanda de material de pavimentación bituminoso en la primera mitad del siglo 20, se tuvieron que desarrollar otras fuentes de alquitrán.

Hoy, el alquitrán utilizado en la producción de material de pavimentación se produce por la destilación de petróleo crudo durante el proceso de refinado. A temperatura ambiente, el alquitrán es semisólido. El alquitrán se ablanda y eventualmente se torna líquido cuando se lo calienta lo suficiente.

El alquitrán se produce y clasifica según su capacidad de satisfacer los requisitos de ingeniería del proyecto. Hasta 1990, las especificaciones del alquitrán en Europa y Norteamérica se basaban principalmente en pruebas mecánicas de solidez y viscosidad.



El alquitrán calentado agregado a la mezcla permite que se forme el aglutinante necesario.

Penetración: la prueba de penetración se utiliza para medir la solidez del alquitrán. Un número de penetración menor indica una mayor solidez.

En la prueba, se mantiene un recipiente de alquitrán a 25 °C (77 °F). Se aplica una aguja de acero en la superficie del alquitrán durante cinco segundos bajo una carga de 100 gramos. La distancia que penetra la aguja, clasificada en décimos de milímetro (dmm), es la medida de penetración.

Las especificaciones del alquitrán con clasificación de penetración generalmente indican el rango de penetración. Sobre la base de la prueba de penetración, el alquitrán se clasifica en cinco grados estándar desde la mayor solidez a la mayor blandura: 40-50, 60-70, 85-100, 120-150 y 200-300 dmm.

Viscosidad: la viscosidad generalmente se calcula a partir del tiempo que tarda el alquitrán en fluir entre dos marcas sucesivas. La viscosidad del alquitrán se clasifica en cientos de poises (gramos por centímetro por segundo) a 60 °C (140 °F).

Consejo para el usuario: Desde el punto de vista del personal de pavimentación, el conocimiento de la solidez y viscosidad del alquitrán ayuda al personal a comprender la manera en que fluirá la mezcla por debajo y sostener la regla. Mientras más sólido o viscoso es el alquitrán, más firme será la mezcla. Una mezcla más firme tiende a sostener la regla más fácilmente y el personal tendrá que hacer los ajustes necesarios. Dichos ajustes de la regla se analizarán en la Unidad 3, "Principios básicos de la pavimentación".

En los Estados Unidos, durante el año 1990, el Programa estratégico de investigación en carreteras introdujo el sistema de clasificación de rendimiento para reemplazar los sistemas de clasificación de penetración y viscosidad. El sistema de clasificación de rendimiento se utiliza para evaluar y designar las propiedades de ingeniería del alquitrán a temperaturas representativas de las condiciones climáticas en las que se utiliza el alquitrán.

La clasificación de rendimiento es un sistema de dos números, en el cual el primer número representa la temperatura máxima de diseño de pavimentación (C°), mientras el segundo número representa la temperatura mínima posible de diseño de pavimentación (C°) que se pueda utilizar sin fallas.

Por ejemplo, la clasificación de rendimiento 64-28 se refiere a la temperatura de pavimentación máxima a 64 °C (150 °F) y la temperatura de pavimentación mínima a -28 °C (-20 °F). Un alquitrán clasificado como 64-28 ofrece la firmeza suficiente para evitar la deformación permanente o altas temperaturas de surcado de hasta 64 °C (150 °F).



Sin embargo, un alquitrán de 64-28 se mantiene lo suficientemente flexible como para resistir la formación de grietas a bajas temperaturas de hasta -28 °C (-20 °F).

La mayoría de los tipos de alquitrán se clasifican como alquitrán para tramo recto. Generalmente se producen a partir del residuo de la destilación atmosférica del petróleo crudo. Clases adicionales incluyen alquitrán oxidado, alquitrán de reducción y emulsiones bituminosas. Estas tres últimas clases no se utilizan generalmente para la producción de material de pavimentación bituminosa de alta temperatura.

Otra clase, conocida como alquitrán modificado, contiene cantidades de aditivos especiales como polímeros, goma de miga, látex, azufre, ácido polifosfórico u otros productos que modifiquen sus propiedades para cumplir con requisitos de ingeniería específicos. Los modificadores generalmente representan entre el 3 y el 15 por ciento del alquitrán por peso.

Consejo para el usuario: Los modificadores como el polímero y el látex tienden a formar mezclas más firmes. Generalmente se producen a temperaturas más altas de lo normal para ayudar a que las mezclas fluyan por debajo de la regla y facilitar el proceso de compactación. Algunas mezclas modificadas son muy adherentes. Se debe aumentar la frecuencia de la limpieza y el mantenimiento para evitar la acumulación de mezcla en el sistema de alimentación de la pavimentadora y los componentes de la regla.

[AGREGADOS]

Mientras el alquitrán actúa como agente aglutinante en la mezcla bituminosa, los agregados actúan como el componente portante de la capa bituminosa. Se utilizan distintos tipos de agregados en las mezclas de pavimentación bituminosa. Se clasifican como arena, grava, piedra molida, escorias y relleno mineral.

Arena: la arena es el material fino granular que se produce a partir de la desintegración natural de piedras o de la trituración de piedras. Existen distintos tipos de arena, las que se producen de manera natural y las que se producen de manera artificial. Cada tipo de arena tiene sus propias características. La arena generalmente se mezcla para lograr la gradación granulométrica deseada para una preparación de mezcla particular.

La arena se clasifica por rango de tamaño, generalmente entre 0,05 y 2 mm (0,002 y 0,08"), donde 2 mm (0,08") equivale a la apertura de un tamiz de malla n.º 10 y 0,05 mm (0,002") equivale



a la apertura de un tamiz de malla n.º 270. Otra manera común de clasificar la arena es hacer pasar el material por un tamiz n.º 4 o de 6 mm (0,25").

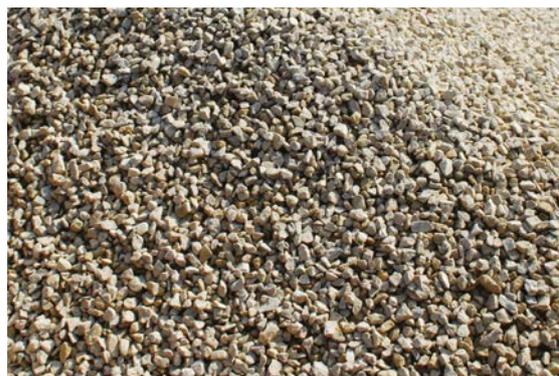
La arena ayuda a llenar vacíos entre agregados más grandes.

Grava: la grava también se produce por la desintegración natural de las piedras y se encuentra en todo el mundo. La grava es más grande que la arena, y el punto divisorio es el tamiz de malla n.º 4 o 6 mm (0,25"). La grava generalmente tiene superficies redondeadas. Para que se la incluya en una mezcla bituminosa, la grava generalmente es molida, no solo con fines de tamaño, sino también para crear caras angulares que son más convenientes para lograr resistencia y estabilidad de la capa bituminosa.

Existen dos tipos de grava: de ribera y de río.

La grava de ribera se extrae de depósitos en áreas definidas por actividad glaciar. La grava de ribera puede ser arcillosa o arenosa, según la proporción de material fino con respecto al grueso. La grava de ribera se debe lavar bien antes del almacenamiento para usar en un centro de fabricación de asfalto.

La grava de río está compuesta por pequeños trozos de piedra redondeada, generalmente no más grandes que una moneda grande, y se recolecta del



lecho de un río. Las piedras generalmente son más redondeadas debido a la erosión ocasionada por el agua que fluye sobre ellas durante muchos años.

Piedra molida: la piedra molida se origina a partir la reducción mecánica de grava, piedras y canto rodado por un equipo de trituración especialmente diseñado. Durante la operación de trituración, se utiliza un filtro de galga para retirar los trozos de gran tamaño. Se puede usar una serie de filtros vibratorios para clasificar aún más el material triturado.

La roca sedimentaria triturada, formada a partir de sedimentos en el agua o depósitos trasladados por el viento, es un tipo de agregado. La arenisca, formada a partir de fragmentos minerales comprimidos en capas durante un largo período de tiempo, es un ejemplo de la roca sedimentaria. La piedra caliza es una roca sedimentaria formada a partir de plantas y animales fosilizados y comprimidos. El yeso es una roca sedimentaria estratificada que se produce a partir de la evaporación o de un proceso químico.

Las rocas sedimentarias son abundantes en algunas áreas y son relativamente fáciles de extraer y triturar. Algunas rocas sedimentarias son frágiles y se pueden dañar durante el proceso de pavimentación y compactación.

Las rocas ígneas, una segunda clase de agregados triturados, son el resultado del enfriamiento y endurecimiento de materiales calientes fundidos que se originan debajo de la superficie de la tierra.

Las rocas ígneas extrusivas, como el basalto, son aquellas que se enfriaron en la superficie de la tierra. Las rocas ígneas intrusivas se enfriaron y formaron debajo de la superficie y luego fueron expuestas por la erosión o el movimiento de la superficie de la tierra.

Escorias: existen distintos tipos de escorias, un subproducto no metálico del alto horno o de la combustión de carbón en una caldera de fondo húmedo. Los requisitos de calidad para el uso de escorias en mezclas bituminosas varían considerablemente, pero la escoria puede ser un buen agregado de pavimentación cuando tiene el tamaño adecuado.

Muchas escorias son porosas y absorben alquitrán (cemento asfáltico) fácilmente. El contenido de alquitrán normalmente se ajusta hacia arriba cuando se utilizan escorias.



Un tamaño y tipo consistente de agregado es esencial para configurar la pavimentadora para lograr los mejores resultados.

Las rocas ígneas son más duras y más duraderas que las rocas sedimentarias. La desventaja de la utilización de roca ígnea triturada es una aceleración del desgaste de los componentes de la pavimentadora y la regla debido a la dureza del agregado.

Las rocas metamórficas se formaron a partir de rocas sedimentarias e ígneas por una exposición prolongada a presión, temperatura elevada o sustancias químicas. Las rocas metamórficas como los gneis, esquistos y cuarcitas son duras, pero frágiles. Se pueden dañar por excesivos impactos durante la compactación o una fuerza de tamper excesiva.



Los agregados medidos cuidadosamente, el alquitrán y los materiales de relleno producen una calidad de asfalto consistente.

Rellenos minerales: los rellenos minerales, generalmente conocidos como materiales finos, se definen como cualquier material que pasaría por un filtro de malla n.º 200. Los minerales rellenan los vacíos muy pequeños de la capa bituminosa y por lo tanto incrementan la estabilidad de la capa.

Los rellenos minerales se combinan con el alquitrán en algunos diseños de mezclas para crear una masilla que ayude a unir los agregados. Los rellenos minerales pueden ser polvo de trituradora, cemento Portland, cenizas volátiles, cal hidratada o depósitos finos que se producen naturalmente como loess. Los rellenos minerales tienen recipientes de almacenamiento especiales en el centro de fabricación de asfalto y se utilizan en cantidades cuidadosamente medidas.



[TIPOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS]

Las mezclas bituminosas se clasifican en dos grandes categorías: asfalto de mezcla en caliente (asfalto de alta temperatura) y asfalto de mezcla templada (asfalto de baja temperatura).

Asfalto de mezcla en caliente: el asfalto de mezcla en caliente, o asfalto de alta temperatura, es el producto que crean originalmente los centros de fabricación de asfalto modernos. Con el fin de reducir la viscosidad del alquitrán de tramo recto o modificado, la temperatura de almacenamiento del alquitrán se debe encontrar dentro del rango de 150 °C a 175 °C (300 °F a 350 °F).

Los agregados se calentarán a las mismas temperaturas antes de la mezcla y el recubrimiento con el alquitrán. Estas temperaturas elevadas son necesarias para garantizar el recubrimiento adecuado de los agregados con alquitrán y para contribuir en el proceso de compactación. Según la temperatura de salida del mezclador, las condiciones ambientales y la distancia de transporte, el material bituminoso puede pasar por debajo de la regla a 150 °C (300 °F), por ejemplo.

Asfalto de mezcla templada: la fabricación e instalación de asfalto de mezcla templada, o asfalto de baja temperatura, comenzó durante el año 1990 en Europa. El objetivo de las primeras investigaciones era encontrar métodos para fabricar material bituminoso a temperaturas considerablemente bajas (con menos combustible y menor cantidad de emisiones) mientras se mantenía la viabilidad, la compactación y el mantenimiento, que son iguales o mejores que el asfalto de mezcla en caliente.



La textura de la capa está influenciada por el tipo y tamaño del agregado.

El asfalto de mezcla templada ahora se acepta como una alternativa viable al asfalto de mezcla en caliente en todo el mundo, y el rango de aplicaciones ha crecido hasta una aceptación casi universal.

El asfalto de mezcla templada se produce mediante la adición de uno de tres aditivos al alquitrán de tramo recto:

1. Asfalto espumado con una temperatura de aplicación de 129 °C a 135 °C (265 °F a 275 °F)
2. Sustancias orgánicas o ceras.
3. Sustancias químicas o surfactantes. Para las ceras o los aditivos químicos, el rango de temperatura es de 116 °C a 121 °C (240 °F a 250 °F).

Mezcla de granulometría densa: las mezclas de granulometría densa se producen con agregados que son graduados continuamente. En otras palabras, una variedad de tamaños de agregados se utilizan en el diseño, junto con partículas finas y alquitrán. El material bituminoso de granulometría densa se utiliza en muchas aplicaciones de pavimentación y se puede instalar como capa base, capa intermedia o capa superficial. Las mezclas de granulometría densa

se pueden clasificar además como mezclas gruesas (duras) o mezclas finas (blandas).

Las mezclas gruesas tienen en su diseño un tamaño nominal máximo de agregados de 19 mm (0,75") o mayor. Las mezclas gruesas tienden a sostener mejor la regla que las mezclas finas, pero las mezclas gruesas son más propensas a la segregación.

Consejo para el usuario: Al distribuir una mezcla gruesa, preste especial atención a la segregación del final de la carga y la segregación producida por el funcionamiento irregular del sistema de alimentación. Reduzca o interrumpa el ciclo de las alas de la tolva para evitar la segregación. No paviemente por fuera de la capacidad de compensación de insertos de la tolva o los vehículos de transferencia de material cuando paviemente con mezclas de piedras grandes. Ajuste el sistema de alimentación para que funcione continuamente con la velocidad del sinfín en un rango de 20 a 40 revoluciones por minuto.

Las mezclas finas tienen un tamaño nominal máximo de agregados de 12 mm (0,5") o menos y generalmente un porcentaje mayor de alquitrán. Las mezclas finas se deforman más fácilmente por el peso de la regla, pero generalmente son menos propensas a la segregación.

Consejo para el usuario: Cuando distribuya una mezcla fina, es posible que deba activar el sistema de contrapeso de la regla para ayudar a que la regla flote correctamente y para evitar la deformación de la capa de asfalto durante las detenciones de la pavimentadora. Si la pavimentadora está equipada para ello, active el sistema de soporte de la regla durante las detenciones de la pavimentadora para evitar que queden marcas.

Mezcla de granulometría abierta: las mezclas de granulometría abierta tienen agregados de tamaño relativamente uniforme caracterizados por la ausencia de agregados de tamaño intermedio. Las mezclas de granulometría abierta generalmente se utilizan como capas superficiales, pero también se pueden utilizar como capas base permeables.

Las capas superficiales de clasificación abierta utilizan agregados pequeños (generalmente de menos de 12 mm / 0,5") y se distribuyen en capas finas. Debido a que las capas de material bituminoso pueden perder calor rápidamente, es muy importante que el personal mantenga una velocidad que permita que el tren de compactación vaya al ritmo de la pavimentadora. Las mezclas de este tipo generalmente no tienen problemas de segregación. Pero, debido a que hay mucho contacto entre las piedras dentro de la capa, observe que no haya daños en los agregados cuando utilice reglas tamber.



Las capas de mezclas de granulometría abierta pierden calor rápidamente por lo que la velocidad de pavimentación debe coincidir con la velocidad del rodillo de desintegración.

Mezcla de granulometría discontinua: la mezcla de granulometría discontinua utiliza la gradación granulométrica de agregados con partículas que van de gruesas a finas sin tamaños intermedios o con tamaños intermedios presentes en pequeñas cantidades. En estas mezclas las piedras también tienen un alto grado de contacto entre sí, lo que

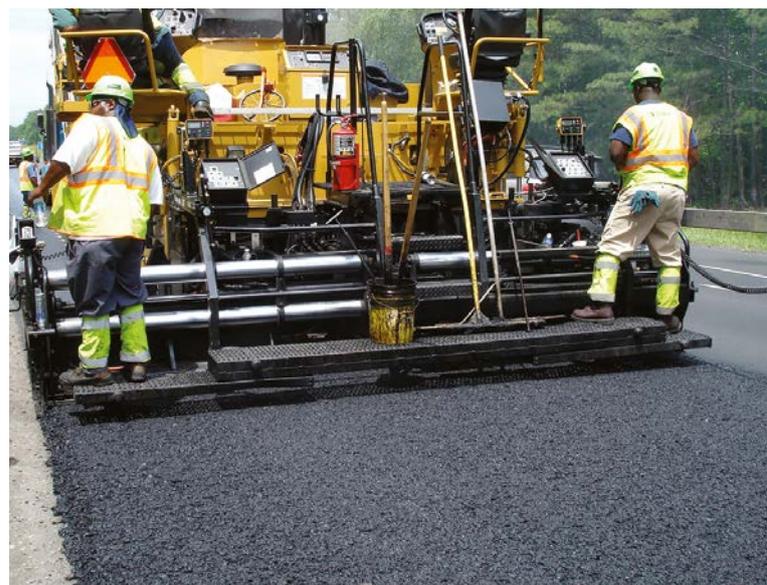
significa que se deben observar las mismas precauciones que cuando se pavimenta con reglas tamper para evitar daños en las capas. Las mezclas de granulometría discontinua también son más permeables que las mezclas de granulometría densa.

Asfalto de matriz de piedra (SMA): el asfalto de matriz de piedra, al igual que otras mezclas de granulometría abierta, no tendrá tamaños de agregados intermedios. El asfalto de matriz de piedra está compuesto principalmente por agregados grandes y partículas finas, y está unido por alquitrán modificado. Estos tipos de mezclas son muy firmes debido al aglutinante modificado y son difíciles de trasladar manualmente después de pasar por debajo de la regla.

El asfalto de matriz de piedra generalmente es muy sensible a la temperatura y se debe compactar a temperaturas elevadas. Por lo tanto, esta es otra mezcla que requiere que el personal de pavimentación y el personal de compactación trabajen al mismo ritmo y mantengan los rodillos en la misma zona de temperatura.

Asfalto poroso: el asfalto poroso es un diseño de mezcla especial creado para permitir que el agua se filtre a través de la capa bituminosa y la capa base de agregados subyacente, de manera que el agua que se escurra se pueda recoger en un depósito de almacenamiento.

El asfalto poroso no tiene material fino en su gradación granulométrica. El contenido de burbujas de aire varía considerablemente de acuerdo con los requisitos de ingeniería. EL contenido de



El asfalto de matriz de piedra es un material firme que es difícil de mover con pala o rastrillo.

burbujas de aire puede ser tan bajo como del 15 por ciento o tan alto como del 28 por ciento en otras áreas. El asfalto poroso es una capa superficial, generalmente distribuida entre 5-10 cm (2-4") de espesor. El asfalto poroso se distribuye con todo tipo de reglas, con o sin vibración o fuerzas de tamper.

[CAPAS BITUMINOSAS]

Según el tipo de estructura que se está construyendo o reparando, se pueden colocar hasta cinco capas bituminosas consecutivas sobre una base o subbase. O bien, se puede colocar solo una capa de material bituminoso sobre algún tipo de material base. Cada capa tiene su propia finalidad, generalmente algún tipo de diseño de mezcla exclusivo para esa capa particular, y un espesor que satisface los requisitos de dicha capa.

Examinemos las capas que constituyen un proyecto de carretera bien diseñado. Muchos de esos proyectos utilizan un diseño conocido como pavimentación de larga duración.

Capa base bituminosa: la capa base de un proyecto de carretera se distribuye sobre una base granular compactada o un subsuelo estabilizado y base. En un diseño de pavimentación de larga duración, la capa base puede ser de hasta 30 cm (12") de espesor. El rol de la capa base en un proyecto de carretera es resistir la tensión ocasionada por la carga pesada y evitar la deformación de la base subyacente o el subsuelo.

Los agregados de la capa base bituminosa generalmente son grandes, de hasta 38 mm (1,5"). Es común pavimentar estas capas con hasta 15 cm (6") de espesor. Las capas base también representan el primer paso en la creación de un perfil longitudinal liso. Generalmente se utilizan patines promediadores al pavimentar las capas base.

Capa superficial bituminosa: la capa superficial, normalmente alrededor de 5 cm (2"), puede tener varios roles. Puede ser una mezcla impermeable diseñada para mantener la humedad alejada de las capas inferiores. O bien, como se analizó anteriormente, la capa superficial puede ser de granulometría abierta para permitir que la humedad se filtre hacia abajo y evite la formación de charcos e hidroplaneo.

La superficie es generalmente la mezcla más firme para ayudar a reducir el surcado ocasionado por la carga por eje. Debe tener una textura antideslizante y el perfil transversal correcto para el drenaje. La capa superficial es normalmente la capa más fina.

Una capa bituminosa puede cumplir muchas funciones, especialmente en calles y carreteras de menor volumen. En muchas calles y áreas de estacionamientos, solo dos capas bituminosas se utilizan para ofrecer resistencia. En algunas carreteras rurales, solo una capa bituminosa se coloca en una base granular. En estos casos, el subsuelo o la base granular brinda la mayoría de la capacidad de carga de la estructura. Las capas bituminosas evitan la penetración de humedad y brindan una superficie lisa duradera.

Capa aglutinante bituminosa: el principal rol del aglutinante, o la capa intermedia en un proyecto de carretera es añadir resistencia. En este caso, la resistencia está diseñada para evitar que el surcado que puede ocurrir con el tiempo en la capa superficial se extienda a la capa intermedia.

La mezcla utilizada en la capa intermedia generalmente tendrá agregados ligeramente más pequeños que la capa base, pero normalmente se trata de una mezcla de granulometría densa de gran calidad, que frecuentemente utiliza alquitrán modificado para mayor firmeza. Generalmente se utilizan patines promediadores al pavimentar capas intermedias para obtener ganancias adicionales en homogeneidad. Las capas intermedias frecuentemente incluyen alrededor de 15 cm (6") de material bituminoso.



Capa niveladora: en algunos proyectos, especialmente los proyectos de fresado en frío y repavimentación, se puede instalar una capa niveladora, también denominada capa de relleno antes de la capa superficial. El objetivo de la capa niveladora es corregir el perfil transversal (inclinación transversal) y ayudar a mejorar el perfil longitudinal (homogeneidad). Una capa niveladora tiene generalmente 5 cm (2") de espesor como máximo.

Consejo para el usuario: Si se necesita la corrección de la inclinación transversal durante la distribución de una capa niveladora, verifique la inclinación transversal de la base antes de la pavimentación. El conocimiento de la cantidad de correcciones de la inclinación transversal que serán necesarias ayudará a determinar si pavimentar las inclinaciones transversales con control de nivelación transversal automático o manual. En la Unidad 6, se analiza el uso de inclinación transversal en mayor detalle.

[RESUMEN]

El personal de pavimentación necesita saber lo suficiente sobre los diseños de las mezclas y la producción de material bituminoso para facilitar la planificación del proceso de pavimentación y resolver problemas de la tarea. Sobre todo, el supervisor del personal de pavimentación debe mantenerse en contacto con el centro de fabricación de asfalto. Cualquier cambio en la producción por hora exigirá cambios en la velocidad de pavimentación y los patrones de compactación.

Aun los cambios pequeños en el diseño de la mezcla, el contenido de aglutinante y las gradaciones pueden tener un gran impacto sobre la calidad de la capa bituminosa y el proceso de compactación.



Unidad 2

PLANIFICACIÓN PREVIA AL PROYECTO

Nunca subestime la importancia de la planificación previa al proyecto. Planifique con anticipación y cree un proceso que garantice que todos los elementos del plan estén en su lugar y se lleven a cabo.





Muchos problemas comunes relacionados con la calidad desaparecen cuando se realiza una planificación adecuada antes del comienzo de la pavimentación y se establece una buena comunicación entre todas las personas involucradas en el proceso.

Las etapas de la planificación previa al proyecto varían, según el tamaño y el alcance del proyecto. En algunos casos, la planificación incluye un documento formal escrito por el contratista de pavimentación y enviado al titular del proyecto para su aprobación.

En otros casos, especialmente en proyectos pequeños, la planificación es menos formal. Pero en ningún caso, la planificación debe dejarse para último minuto. Siempre se debe utilizar una lista de verificación que se revise y apruebe antes de

que el personal llegue al proyecto. Se recomienda una conversación al comienzo del turno pero esta no debe sustituir la planificación minuciosa durante días o semanas antes de que comience el proyecto.

En esta unidad, se desarrollará una lista de verificación integral. Está bien aunque falten algunos de los pasos habituales. Mantenga los pasos de la lista de verificación del proyecto en orden. Asimismo, no todos los elementos mencionados en esta unidad corresponderán a todos los proyectos.

Generalmente, un gerente de proyecto es el principal coordinador de planificación. Según el tamaño y la estructura de la organización, el rol del gerente de proyecto se puede delegar a varias personas, como al titular del proyecto, a un superintendente, un supervisor de personal o gerente de control de calidad.

[**ROL DEL GERENTE DE PROYECTO**]

El gerente de proyecto es el nexo entre el titular del proyecto, la empresa de ingeniería (si la hubiere), el contratista general (si lo hubiere), los subcontratistas, los proveedores y los distintos departamentos dentro de la empresa de

pavimentación de asfalto. El gerente de proyecto ayuda a crear el plan y garantiza que el centro de fabricación, el equipo de control de calidad, los subcontratistas y el personal de pavimentación y compactación sigan todos los pasos.

[**REUNIÓN PREVIA A LA CONSTRUCCIÓN**]

La mayoría de los proyectos grandes tienen reuniones formales previas a la construcción que ayudan a finalizar el plan de construcción. El gerente de proyecto es el principal representante para el contratista de pavimentación y puede ser asistido por un gerente de control de calidad y el superintendente del proyecto. Durante la reunión previa a la construcción, se analizan y revisan muchos elementos del plan y se llega a acuerdos sobre ellos. A continuación se presenta una lista típica de los puntos que se cubren.

1. Describa el alcance del proyecto.
2. Describa las especificaciones del proyecto para aclarar cualquier aspecto cuestionable antes del comienzo de la construcción.
3. Detalle el personal del proyecto y establezca estructuras jerárquicas claras, además de la información de contacto.
4. Analice la secuenciación, la programación y los métodos para completar un proyecto de calidad a tiempo y dentro del presupuesto.
5. Proporcione un plan de pavimentación que incluya elementos como almacenamiento de material, producción y funcionamiento de la planta; operaciones y procedimientos de medición; unidades de transporte y rutas; anchos de pavimentación; velocidad de pavimentación, y tipo y funcionamiento del equipo que se utilizará.

6. Proporcione un plan para la construcción de una zona de control (sección de prueba) del tamaño adecuado para simular las tasas y condiciones de la producción de pavimentación reales.
7. Analice la frecuencia y ubicación de realización de muestreo y pruebas, los procedimientos de repetición de pruebas y el control de calidad y la aceptación de los detalles del programa.
8. Analice los objetivos y procedimientos de seguridad que se utilizarán en el proyecto: por ejemplo, reuniones de seguridad semanales con el personal del proyecto.
9. Establezca un medio para tener comunicaciones continuas con los representantes del titular y del proyecto. Organice reuniones semanales donde se haga hincapié en las actualizaciones del cronograma, los cambios de personal y el uso de diferentes equipos o métodos. También analice los problemas que ocurrieron o podrían ocurrir.
10. Analice el control de tráfico y las mejores maneras para mantener informado al público sobre el progreso del proyecto y las actividades planificadas. Los temas incluyen uso de medios, tableros de mensajes, folletos para empresas locales, reuniones del ayuntamiento y más.

[**ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS**]

Especificaciones técnicas: la oficina de obras públicas, especialmente en relación con los proyectos de carretera, puede redactar especificaciones técnicas que determinen qué tipo de equipos y técnicas de construcción se pueden utilizar, además de cualquier otra condición especial que se pueda atender. A continuación se presentan algunos ejemplos de especificaciones técnicas típicas.



Generalmente se escribe sobre el uso del vehículo de transferencia de material en las especificaciones sobre proyectos de carretera en Norteamérica.

En algunos proyectos de carretera se especifica sobre el uso del vehículo de transferencia de material y sus capacidades funcionales. Dichas capacidades pueden incluir capacidad de compensación mínima y tipo de mezcla o sistema de mezcla. La intención de esta especificación es promover la pavimentación continua mediante la separación de la pavimentadora de las unidades de transporte. (Consulte la unidad 7 para obtener más información sobre los vehículos de traslado de material).

En ocasiones, el tipo y tamaño del equipo de compactación está controlado por una especificación técnica por escrito que varía según el tipo de material bituminoso, el espesor y el objetivo de la capa.

Un ejemplo de una condición especial obligatoria es el requisito de utilizar accesorios que creen una junta tipo cuña o una junta tipo cuña con muesca en el borde no delimitado de la línea de pavimentación. Estas juntas especializadas requieren la instalación de formadores de juntas en el extremo exterior de la regla.

En cada uno de los ejemplos anteriores, el gerente de proyecto debe comunicar las necesidades al gerente de equipos o despachador de equipos para garantizar que el equipo correcto esté disponible para el proyecto.

Para promover la construcción de juntas longitudinales duraderas, algunos propietarios de carreteras requieren una pavimentación gradual o escalonada. La pavimentación gradual requiere dos o más pavimentadoras de una manera en la que se crea una junta longitudinal caliente sobre caliente. La pavimentación gradual requiere una planificación cuidadosa para el funcionamiento de las unidades de transporte, el uso de vehículos de transferencia de material y las velocidades de pavimentación. (Consulte la unidad 7 para obtener más información sobre la pavimentación escalonada).

Especificaciones de resultado final: las especificaciones de resultado final describen algún tipo de medida o prueba para verificar la calidad del producto final. Las especificaciones de resultado final con frecuencia indican la manera en la que el personal configurará y manejará el equipo y, por lo tanto, el personal debe comprenderlas antes de comenzar a trabajar.



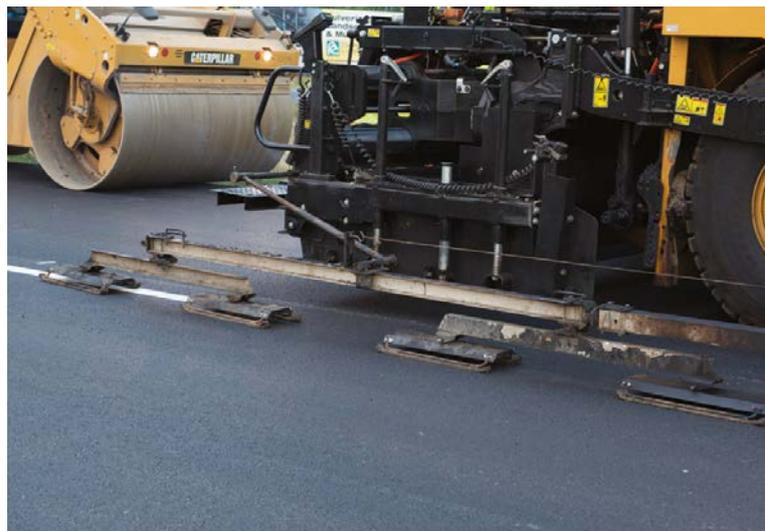
Una junta tipo cuña con muesca es obligatoria en este proyecto.

Los proyectos de carretera pueden tener un factor de rendimiento, o algún factor de aceptación, según la homogeneidad de la capa bituminosa. Los sistemas de medición de calidad del recorrido comunes que se utilizan actualmente son el índice de rugosidad internacional, índice de perfil y número de recorrido.

En cada caso, se establecerá un objetivo de calidad del recorrido. Según la política del departamento de obras públicas, el contratista puede percibir un ajuste en el pago por tonelada (ya sea hacia arriba o hacia abajo), o es posible que deba tomar una medida correctiva para alcanzar un objetivo mínimo de calidad del recorrido. En los proyectos que tienen una especificación de calidad del recorrido, es común el uso de patines promediadores. (Consulte la unidad 6 para obtener más información sobre la pavimentación con patines promediadores).

La mayoría de los proyectos tienen algún tipo de especificación de resultado final para la densidad preparada. Según el tipo de mezcla y la dificultad de la especificación, es posible que el gerente de proyecto deba solicitar equipos de compactación adicionales o especializados. Un proyecto aeroportuario, por ejemplo, requiere más planificación que un proyecto de carretera debido a que existe un factor de mayor riesgo asociado con la creación de las densidades especificadas.

Otro requisito que se redacta cada vez con más frecuencia mide la uniformidad de la temperatura



Con frecuencia, se utilizan patines promediadores mecánicos para ayudar a cumplir con las especificaciones de calidad.

de la capa bituminosa detrás de la pavimentadora y antes de la compactación. El personal de control de calidad debe saber cómo documentar las temperaturas para satisfacer la especificación. El personal de pavimentación debe saber cómo controlar la temperatura de la capa y cómo tomar medidas correctivas cuando las temperaturas varían demasiado. En este ejemplo, el gerente de proyecto probablemente solicitará el uso de un vehículo de transferencia de material y establecerá una velocidad de pavimentación para que esta no se interrumpa.

Requisitos: los requisitos del trabajo pueden no ser especificaciones por escrito. Los requisitos pueden ser simplemente los resultados más importantes del propietario. Si el personal habla acerca de estos requisitos y los comprende, generalmente puede configurar y manejar la pavimentadora para lograr los resultados.

En una área de estacionamiento, las preocupaciones más importantes generalmente son el drenaje y la apariencia. Antes de la pavimentación, el personal debe verificar la inclinación transversal de la base para determinar si el drenaje creado por

el personal de preparación de base es correcto. Si las inclinaciones transversales son correctas, la pavimentadora se puede configurar de manera que distribuya el espesor especificado y el agua drene de manera adecuada.

Si las inclinaciones transversales base son incorrectas, el personal puede decidir configurar la pavimentadora con el control de nivelación transversal automático. Si las inclinaciones transversales son considerablemente incorrectas, se debe volver a llamar al personal que instaló la base para corregir los defectos.

Consejo para el usuario: Recuerde, cuando se utiliza un control de nivelación transversal, el espesor de la capa variará y la producción puede verse afectada negativamente. Siempre intente corregir las inclinaciones transversales antes de la pavimentación. Utilice control de nivelación transversal para hacer pequeñas correcciones de la inclinación transversal. (Consulte la unidad 6 para obtener más información sobre el control de nivelación transversal).

Para mejorar la apariencia de la superficie de una área de estacionamiento, el personal debe distribuir el proyecto para maximizar la creación de juntas longitudinales caliente sobre caliente o tibio sobre caliente. El patrón de compactación luego se planifica de manera que se superpongan las juntas de inmediato para lograr la mejor apariencia.

En otra aplicación, la equiparación de la altura con la de una estructura existente como una canaleta de concreto puede ser el requisito más importante. En dicha situación, el personal necesitará un sensor de control de nivelación y los equipos de montaje necesarios. Antes de la pavimentación, verifique que el estado de la canaleta sea adecuado para el uso como referencia de nivelación.



El drenaje y la apariencia son importantes para los propietarios de playas de estacionamientos.



En los proyectos aeroportuarios, las elevaciones y la producción son generalmente los requisitos más importantes.

[ÁREAS DE MOVILIZACIÓN]

Se debe proporcionar al proyecto el equipo que se va a utilizar, descargado y estacionado en una ubicación preacordada. Generalmente, estas áreas se conocen como áreas de movilización o escalonamiento.

Es posible que el gerente de proyecto deba alquilar un espacio para estacionar el equipo entre los turnos, si el trabajo continúa por un período prolongado. El gerente deberá encontrar varias ubicaciones de estacionamiento si se trata de un proyecto de carretera que cubra una longitud significativa en términos de kilómetros o millas pavimentadas.

El área de movilización puede incluir espacio para el estacionamiento por parte del personal, o es posible que el gerente de proyecto deba organizar el transporte para los miembros del personal. El área de movilización puede incluir un espacio para la limpieza del equipo. En ese caso, el personal

debe estar al tanto de las reglamentaciones locales que controlan la ubicación, limpieza y recuperación del material bituminoso excedente. El gerente y despachador de equipos debe estar informado acerca de las ubicaciones de los lugares de movilización.

[CONTROL DE TRÁFICO]

El control de tráfico afecta la seguridad de los conductores y los trabajadores del proyecto. Se debe llevar a cabo un plan de control de tráfico aprobado. El plan debe cumplir con las reglamentaciones locales relacionadas con el cierre de carriles, desvíos y tiempo disponible para trabajar cualquier día.

A continuación, se presenta una lista de preguntas que se deben responder. También debe haber una consideración especial en el área local. Siempre consulte a los organismos reglamentarios locales o al departamento de obras públicas para resolver cualquier problema.

1. ¿Se pueden utilizar periódicos, radio o televisión para notificar con anticipación al público sobre demoras o desvíos?
2. ¿Se pueden utilizar tableros de mensajes para alertar a los conductores con anticipación al proyecto? ¿Los conductores tienen el tiempo suficiente para reaccionar a las instrucciones?
3. ¿Los conductores pueden comprender lo que deben hacer?
4. ¿Hay disponibles un radar de detección de velocidad y un tablero de mensajes?
5. ¿Es posible el cierre de carreteras, en lugar del cierre de carriles, para mantener el tráfico alejado de la zona de trabajo?
6. ¿Hay barreras, conos y barriles adecuados para orientar claramente el tráfico lejos de las áreas de trabajo?
7. ¿El personal de control de tráfico cuenta con los dispositivos de comunicación adecuados?
8. ¿Hay funcionarios de reglamentación locales disponibles para colaborar con el control de tráfico?
9. ¿Se establecieron disposiciones para modificar el cierre de carriles?
10. ¿Alguna persona planificó el desmontaje temporal?



El cierre de carriles en las carreteras principales requiere planificación y una buena comunicación entre conductores y miembros del personal.

11. ¿Hay un plan vigente para el mantenimiento de los dispositivos de advertencia como tableros de mensajes y luces intermitentes?
12. ¿Las intersecciones están controladas adecuadamente?
13. ¿Hay disposiciones vigentes para ayudar a que las unidades de transporte entren y salgan de la zona de trabajo?
14. ¿Se establecieron disposiciones para relevar a los señalizadores y conductores de vehículos pilotos?
15. ¿Todo el personal está equipado con equipo de protección personal?
16. ¿Se cuenta con la iluminación adecuada para los proyectos nocturnos?

Gran parte del trabajo de control de tráfico puede ser llevado a cabo por un subcontratista, pero en última instancia el gerente de proyecto es responsable de garantizar que el plan de control de tráfico sea comprendido por todos y monitoreado de manera continua.

[SITIO DE LIMPIEZA DE LA UNIDAD DE TRANSPORTE]

Antes de regresar a la planta de asfalto, las unidades de transporte se deben limpiar para evitar el derrame de material bituminoso en las carreteras. Cuando el diseño del proyecto lo permita, se deben

designar ubicaciones donde se puedan limpiar las unidades de transporte. Estas ubicaciones se deben indicar en la carretera de la unidad de transporte y se deben entregar a cada conductor.

Existen varias razones por las que se deben usar áreas de limpieza. En primer lugar, si las unidades de transporte se limpian directamente frente a la pavimentadora, las pilas de material perderán calor y presentarán puntos fríos en la capa pavimentada cuando la regla pase por encima o a través de las pilas.

En segundo lugar, las pilas pueden ser arrolladas por los neumáticos de la siguiente unidad de transporte, lo que crea zonas elevadas en el suelo que se está pavimentando. La regla puede arrastrarse sobre las zonas elevadas, lo que crea defectos y áreas de textura porosa.

Finalmente, si se solicita al personal que limpie los derrames, se detendría la pavimentadora y eso contribuiría a la deformación y una temperatura inconsistente de la capa.

La mejor práctica consiste en que las unidades de transporte se limpien en un área designada y luego se recupere dicho material al final del turno.



En este proyecto, los conductores utilizan el carril de emergencia como área designada para la limpieza del vehículo. El material se recuperará al final del turno.

[CONDICIONES DEL SUELO]

Es extremadamente importante que se verifiquen las condiciones del suelo y se corrijan antes de la pavimentación. Independientemente del tipo de suelo que haya frente a la pavimentadora (base de agregados molidos, base bituminosa recuperada, superficie molida, superficie bituminosa existente u concreto), los defectos del suelo pueden ocasionar defectos en la capa bituminosa.



La base de calidad inferior, como esta área débil, se debe identificar y reparar antes de la pavimentación.

Base bituminosa recuperada o de agregados:

la preparación de la base puede hacerla un subcontratista o un departamento del contratista de pavimentación. El personal de la base debe cumplir con las especificaciones y se debe llevar a cabo un control de calidad estricto. Antes de la pavimentación, se deben verificar los siguientes elementos.

1. ¿Se inspeccionó y aceptó la base? ¿Quién aprobó la calidad de la base? ¿Está disponible el inspector para la consulta si se debe analizar cualquier problema?
2. ¿Se pasó un rodillo de prueba sobre la base? ¿Hay todavía disponible un rodillo de prueba (generalmente un compactador neumático) en el proyecto?
3. ¿Hay disponible una motoniveladora para hacer correcciones si es necesario? ¿Hay un compactador disponible para trabajar detrás de una motoniveladora?

4. ¿Hay disponible un camión cisterna para el control de polvo o para agregar agua para una compactación adicional?
5. ¿Se controló la inclinación transversal del suelo en distintas ubicaciones para verificar que el perfil transversal corresponda al plano? Si se necesita el control de la nivelación transversal de la pavimentadora para corregir las inclinaciones transversales, ¿se notificó al inspector del proyecto que la producción puede verse afectada negativamente?
6. ¿Las superelevaciones, si las hubiere, están claramente indicadas para que los operadores puedan ver donde se necesitan transiciones?
7. ¿Se necesita una capa de imprimador sobre la base de agregados? ¿La tasa de aplicación es correcta? ¿Cuánto tiempo se necesita para que se seque la capa de imprimador?

Superficie fresada: las superficies molidas requieren la inspección antes de la pavimentación. El contratista de fresado con frecuencia realiza la inspección, y es responsabilidad del gerente de proyecto garantizar que se sigan los pasos. No se debe realizar la pavimentación hasta que se verifique la calidad de las superficies fresadas.

1. ¿Son correctas las elevaciones dejadas por las fresadoras de pavimentos? En otras palabras, ¿se retiró la cantidad correcta de material? Es importante cuando hay problemas de altura libre en el proyecto o cuando se debe equiparar la altura de las estructuras adyacentes como frenos y canaletas.
2. ¿Es correcto el perfil transversal (inclinación transversal)? Recuerde, se puede configurar una fresadora de pavimentos para que controle la inclinación transversal al igual que la pavimentadora.
3. ¿Es aceptable la textura de la superficie? Existen distintos tipos de tambores de corte. Un proyecto puede requerir microfresado producido por un cortador con accesorios poco espaciados. Además, la velocidad excesiva del fresado puede ocasionar que el patrón de espaciado de la herramienta sea incorrecto.
4. ¿La fresadora de pavimentos generó una superficie áspera o mejoró la calidad de marcha? Es recomendable verificar la calidad de marcha de la superficie fresada cuando la fresadora en frío comience a trabajar en un proyecto. Si hay un alto nivel de aspereza, se debe modificar el funcionamiento de la fresadora de pavimentos (instalar patines promediadores, reducir la velocidad, incrementar el mantenimiento de las herramientas, por ejemplo) para mejorar la homogeneidad de la superficie fresada.



Si la superficie fresada tiene áreas de delaminación, es posible que se deba ajustar la profundidad de fresado.

5. ¿Hay áreas de delaminación? Cuando la profundidad del corte está justo por encima de la intersección de dos capas bituminosas, una porción de la capa superior puede perder su unión con la capa inferior y quebrarse en fragmentos delgados. La pavimentación sobre áreas delaminadas crea un espesor variable con la consecuente pérdida de homogeneidad y variaciones en la densidad. El gerente de proyecto puede solicitar un cambio en la profundidad de corte planificado para reducir la delaminación.
6. ¿Se barrió, limpió y despejó correctamente la superficie? No se debe comenzar la pavimentación hasta que se retire todo el material suelto de la superficie fresada.

Revestimiento: la pavimentación sobre capas de pavimento existentes tiene muchos de los mismos problemas que la pavimentación sobre una superficie fresada. Por ejemplo, el personal debe verificar las inclinaciones transversales y tener una buena idea de lo que se necesita hacer para mejorar la homogeneidad. A continuación, se presentan otras consideraciones:

1. ¿Se corrigieron todas las áreas severamente deterioradas, como agrietamiento en bloque?
2. ¿Se remendaron o rellenaron todos los baches?
3. ¿Se eliminaron o prenivelaron todas las zonas elevadas y baches?
4. ¿Se sellaron o rellenaron las grietas? Algunos tipos de selladores de grietas tienden a expandirse una vez que se colocó material bituminoso caliente sobre ellas. Tenga cuidado de no utilizar demasiado sellador de grietas y asegúrese de utilizar uno que no reaccione a la mezcla caliente.
5. ¿Se cortaron todas las juntas y conexiones existentes para crear una cara vertical recta?
6. ¿Se barrió y limpió la superficie?
7. ¿El distribuidor de asfalto se calibró correctamente para aplicar el monto correcto de asfalto?
8. ¿Cuánto tiempo de secado se necesita antes de pavimentar sobre el asfalto aplicado?
9. ¿Se aplicó un agente de desmoldeo aprobado sobre estructuras como cubiertas de pozos y válvulas de agua?

[DISEÑO DEL PROYECTO]

Antes de pavimentar, analice el proyecto para determinar la manera más eficiente de realizar el trabajo. Algunos proyectos son claros en su diseño y solo necesitan una breve revisión con los supervisores y miembros del personal. Otros proyectos, como grandes áreas de estacionamiento, se deben planificar y diseñar detenidamente. A continuación, se presentan algunos elementos que se deben considerar cuando se prepare un proyecto.

1. Prepare el proyecto con la menor cantidad de pasos posibles para minimizar la cantidad de juntas longitudinales.

2. Designe el personal y conceda tiempo para que el personal pinte guías de ancho de pavimentación o instale tendeles para determinar el ancho de pavimentación.
3. Verifique las especificaciones para determinar cómo escalonar las juntas longitudinales en múltiples proyectos de elevación.
4. Si la regla no alcanza el mayor ancho planificado, asegúrese de solicitar extensiones de regla para atornillar, o bien, si hay disponible una pavimentadora más grande, solicítela.

Consejo para el usuario: La mayoría de las pavimentadoras se pueden solicitar con kits de pavimentación de gran anchura. Los kits contienen extensiones de regla para atornillar, extensiones de sinfín, sistemas de soporte de sinfín y extensiones de bastidor principal (túnel). Siempre instale las extensiones de sinfín y bastidor principal para facilitar el movimiento del material hacia los bordes exteriores del ancho de pavimentación. (Consulte la unidad 3 para obtener más información).



Solicite las extensiones necesarias para reglas, sinfines y bastidores principales cuando se prepare para una pavimentación de gran anchura.

1. Planifique un ancho de pavimentación constante siempre que sea posible. Es especialmente importante evitar el cambio del ancho durante la pavimentación en proyectos con especificaciones de calidad de marcha. En la mayoría de los proyectos comerciales, el desplazamiento de los extensores de regla hidráulicos hacia adentro y hacia afuera es inevitable y generalmente aceptable.
2. Pavimente los carriles de emergencia (banquina) al mismo tiempo que los carriles de conducción cuando sea posible. Si el carril de emergencia tiene una inclinación transversal diferente, utilice el extensor de regla para crear la inclinación transversal deseada.
3. Si se debe pavimentar el carril de emergencia por separado, paviméntelo primero siempre que sea posible. El carril de emergencia servirá como referencia de nivelación para el carril de tráfico adyacente y también puede servir como lugar para detener e invertir los compactadores, y para estacionarlos cuando se rellenen los sistemas de riego de agua.
4. Solicite zapatas de límite cuando el ancho de pavimentación es menor que el ancho básico de la regla principal. Un ejemplo sería, cuando se utiliza una pavimentadora de 3 m (10") para pavimentar un carril de emergencia de 2,5 m (8").
5. Planifique los retrocesos para cada turno. En algunos proyectos multicarriles, no se pueden dejar las juntas longitudinales expuestas. Esto requiere el retroceso y la equiparación de cada carril que se está pavimentando durante el turno. Los retrocesos llevan tiempo y se deben incluir en los cálculos de velocidad de pavimentación y producción diaria.



Al pavimentar el carril de emergencia primero se proporciona una mejor referencia para el sistema de control de nivelación cuando se pavimenta el carril de conducción adyacente.

- 6.** Pavimente los carriles de conducción principales antes que los accesos a intersecciones, conexiones, carriles de giro, disminuciones y rampas. Esto es especialmente importante cuando el proyecto cuenta con especificaciones de calidad. Designe un segundo personal para pavimentar las áreas pequeñas y no interrumpa el trabajo de gran producción del personal de la línea principal.
- 7.** Seleccione controles de nivelación que coincidan con el diseño del proyecto. Por ejemplo, si se pavimenta en un carril en una dirección (sin retrocesos) durante el turno completo, un patín mecánico probablemente funcionaría mejor. Asegúrese de contar con el equipo de instalación de patines correcto. O bien, el proyecto puede incluir obstáculos como cuencas hidrográficas que evitan el uso de patín mecánico. En ese caso, es posible que se elija un patín sin contacto que requiere herramientas de montaje diferentes.

Consejo para el usuario: *Tenga cuidado de no crear una situación en la que las unidades de transporte deban retroceder una larga distancia para alcanzar la pavimentadora encargada de la pavimentación de retroceso. Esto puede producir una caída abrupta de la producción. Evitar esta situación es generalmente más fácil en proyectos de carretera que en áreas de estacionamiento y calles de ciudades.*

[SOLICITUD DE UNIDADES DE TRANSPORTE]

La solicitud de la cantidad correcta de unidades de transporte tiene un efecto importante en la producción por hora y en la velocidad de trabajo de la pavimentadora. La cantidad de unidades de transporte debe ser suficiente para permitir el funcionamiento máximo y continuo del centro de fabricación de asfalto y, por lo tanto, la máxima producción por hora. La producción por hora de la planta es uno de los aportes necesarios para calcular la velocidad de trabajo de la pavimentadora.

El gerente de proyecto generalmente delega la solicitud de las unidades de transporte al superintendente del proyecto o al supervisor del personal. Reúna la siguiente información para calcular cuántas unidades de transporte son necesarias:

Producción planificada por hora del centro de fabricación de asfalto. La tasa máxima de producción de la planta de asfalto es un factor conocido, pero recuerde que el índice de producción puede verse afectado por el contenido de humedad en los agregados y otras variables.

Cantidad planificada del material guardado en silos de almacenamiento al comienzo del turno. Por ejemplo, si la planta puede producir 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora, y la planta comenzará la producción una hora antes que la hora programada de las unidades de transporte, se guardarán 200 toneladas métricas (220 toneladas).

Duración del ciclo en el que la unidad de transporte va de la planta a la pavimentadora y vuelve. La duración del ciclo puede variar según el volumen de tráfico, especialmente si la ruta de transporte es un área urbana. Es posible que se deba aumentar o disminuir la cantidad de unidades de transporte para dar cuenta de las condiciones de tráfico en hora pico.

Carga promedio de la unidad de transporte. Si todas las unidades de transporte tienen básicamente la misma capacidad, la carga promedio es fácil de determinar. Si las capacidades son diferentes, se necesitarán algunos cálculos adicionales para encontrar la carga promedio de las unidades de transporte y determinar la secuencia de llegada adecuada al lugar de trabajo.



La programación de unidades de transporte de diferentes capacidades para un proyecto complica la solicitud de la cantidad correcta de unidades de transporte.

Ejemplo uno, sin almacenamiento: para este proyecto, el centro de fabricación de asfalto producirá 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora. No hay depósitos de almacenamiento. La duración del ciclo de las unidades de transporte es de 90 minutos (1,5 horas). La carga promedio de las unidades de transporte es 24 toneladas métricas (26,5 toneladas).

**200 toneladas métricas por hora ÷ 24 toneladas métricas =
8,33 camiones por hora**

**8,33 camiones por hora x 1,5 horas =
12,5 camiones**

En otras palabras, se necesitarían 13 camiones para tener la capacidad adecuada para equiparar la producción de la planta bajo estas condiciones.

Ejemplo dos, depósitos de almacenamiento: luego, agregue los depósitos de almacenamiento al cálculo. Prevea 250 toneladas métricas (275 toneladas) en silos de almacenamiento al comienzo del turno. Prevea que el personal esté organizado para trabajar por 10 horas durante este turno. Haga el cálculo de utilizar una porción del almacenamiento cada hora de manera que la producción por hora combinada con el material almacenado se haya utilizado de manera uniforme al final del turno.

**250 toneladas métricas ÷ 10 horas =
mayor producción de 25 toneladas por hora**

Ejemplo tres, capacidad variable: prevea que haya disponible dos tipos diferentes de unidades de transporte para el proyecto descrito en el ejemplo dos. La compañía de pavimentación cuenta con unidades de transporte que pueden llevar 24 toneladas métricas (26,5 toneladas). Ocho de esas unidades de transporte se asignarán al proyecto. Se alquilarán otras unidades de transporte, pero transportan un promedio de 20 toneladas métricas (22 toneladas). ¿Cuántas unidades de transporte más pequeñas se necesitan?

Primero, calcule cuántas toneladas métricas pueden transportar las ocho unidades más grandes cuando todas completen un viaje de ida y vuelta, y luego divida esa cifra por la duración del ciclo.

**8 camiones x 24 toneladas métricas ÷
1,5 horas = 128 toneladas métricas/hora**

Para calcular la cantidad de unidades de transporte:

1. Toneladas de producción por hora ÷ carga promedio = camiones por hora
2. Camiones por hora x duración del ciclo en horas = total de camiones necesarios

Por lo tanto, la producción por hora aumentará a 225 toneladas métricas (250 toneladas) por hora. Vuelva a calcular el requerimiento de la unidad de transporte con la nueva cifra de producción.

**225 toneladas métricas por hora ÷ 24 toneladas =
9,38 camiones**

9,38 camiones x 1,5 horas = 14 camiones

Para transportar la producción por hora adicional, solicite al menos una unidad de transporte más.

Luego, reste el peso llevado por los camiones más grandes del total de la producción por hora.

**225 toneladas métricas menos 128 toneladas métricas =
97 toneladas métricas por hora restante**

Finalmente, vuelva a la fórmula original.

**97 toneladas métricas por hora ÷ 20 toneladas métricas =
4,85 camiones**

4,85 camiones x 1,5 horas = 7,3 camiones

Por lo tanto, se alquilarán ocho de las unidades de transporte más pequeñas para complementar las ocho unidades más grandes de la compañía.

Ejemplo cuatro, tráfico variable: en los ejemplos anteriores, la duración del ciclo (1,5 horas) fue constante. Ahora, prevea que las unidades de transporte que llevan 24 toneladas métricas (26,5 toneladas) se desplazarán a través de tráfico pico por dos horas al comienzo del turno y por dos horas al final del turno. Durante las horas de tráfico pico, la duración del ciclo aumentará a 2,2 horas. Utilice la fórmula para determinar la cantidad correcta de unidades de transporte.

Por el período 0700 a 0900, se alquilarán 21 camiones. Entre 0900 y 1500, se asignarán siete camiones para transportar agregados o trabajar con una fresadora de pavimentos, por ejemplo. Luego, dirija los siete camiones para que regresen al proyecto de pavimentación y trabajen de 1500 a 1700.

La tarea de hacer este cálculo es más simple con un software como Paving Production Calculator. Este software está disponible como una aplicación desde las tiendas de aplicaciones adecuadas. A continuación, se muestran los ejemplos anteriores calculados con la Paving Production Calculator.

**225 toneladas métricas por hora + 24 toneladas métricas =
9,38 camiones**

9,38 camiones x 2,2 horas = 21 camiones

Durante las horas de tráfico fuera de las horas pico, la duración del ciclo volverá a 1,5 horas.

**225 toneladas métricas por hora + 24 toneladas métricas =
9,38 camiones**

9,38 camiones x 1,5 horas = 14 camiones

Ejemplo 1, sin almacenamiento: para este proyecto, el centro de fabricación de asfalto producirá 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora. No hay depósitos de almacenamiento. La

duración del ciclo de las unidades de transporte es de 90 minutos (1,5 horas). La carga promedio de las unidades de transporte es 24 toneladas métricas (26,5 toneladas).

CALCULADORA DE CONDUCCIÓN DE CAMIÓN

Conducción de camión		Información general	Unidades imperiales	Unidades métricas
Velocidad de la pavimentadora		Índice de producción de la planta caliente:	[220] toneladas/hora	[200] toneladas métricas/hora
Compactación		Múltiples plantas de silos: almacenamiento inicial	[0] toneladas	[0] toneladas métricas
Hilera		Horas de pavimentación:	[0,0] horas	[0,0] horas
Producción		Capacidad del camión (tamaño):	[26,5] toneladas netas	[24,0] toneladas métricas netas
Inclinación transversal		Duración de ciclos de transporte (minutos)		
Espeor		Hora y comprobante de carga:	[6]	
Resumen del trabajo		Lona:	[4]	
Información legal		Transporte hasta el trabajo:	[35]	
		Hora en el lugar:	[2]	
		Vertido/limpieza:	[8]	
		Transporte de regreso:	[35]	
Salir		Factor de ciclo de transporte (tiempo total en horas)	[1,5]	
		Cantidad de camiones necesarios:	[12,5]	

Ejemplo dos, depósitos de almacenamiento: luego, agregue los depósitos de almacenamiento al cálculo. Prevea 250 toneladas métricas (275 toneladas) en silos de almacenamiento al comienzo del turno. Prevea que el personal esté organizado para trabajar por 10 horas durante este turno. El cálculo se hace para utilizar una porción del almacenamiento cada hora, de manera que la producción por hora combinada con el material almacenado se haya utilizado de manera uniforme al

final del turno.

250 toneladas métricas ÷ 10 horas = mayor producción de 25 toneladas métricas

Por lo tanto, la producción por hora aumentará a 225 toneladas métricas (250 toneladas) por hora. Vuelva a calcular el requerimiento de la unidad de transporte con la nueva cifra de producción.

CALCULADORA DE CONDUCCIÓN DE CAMIÓN

Conducción de camión	Información general	<i>Unidades imperiales</i>	<i>Unidades métricas</i>
Velocidad de la pavimentadora	Índice de producción de la planta caliente:	[220] toneladas/hora	[200] toneladas métricas/hora
Compactación	Múltiples plantas de silos: almacenamiento inicial	[276] toneladas	[250] toneladas métricas
Hilera	Horas de pavimentación:	[10,0] horas	[10,0] horas
Producción	Capacidad del camión (tamaño):	[26,5] toneladas netas	[24,0] toneladas métricas netas
Inclinación transversal	Duración de ciclos de transporte (minutos)		
Espesor	Hora y comprobante de carga:	[6]	
Resumen del trabajo	Lona:	[4]	
Información legal	Transporte hasta el trabajo:	[35]	
	Hora en el lugar:	[2]	
	Vertido/limpieza:	[8]	
	Transporte de regreso:	[35]	
	Factor de ciclo de transporte (tiempo total en horas)	[1,5]	
Salir	Cantidad de camiones necesarios:	[14,0]	

Ejemplo tres, capacidad variable: prevea que haya disponible dos tipos diferentes de unidades de transporte para el proyecto descrito en el ejemplo dos. La compañía de pavimentación cuenta con unidades de transporte que pueden llevar 24 toneladas métricas (26,5 toneladas). Ocho de esas unidades de transporte se asignarán al proyecto. Se alquilarán otras unidades de transporte, pero transportan un promedio de 20 toneladas métricas (22 toneladas). ¿Cuántas unidades de transporte más pequeñas se necesitan?

Primero, calcule cuántas toneladas métricas pueden transportar las ocho unidades más grandes cuando

todas completen un viaje de ida y vuelta, y luego divida esa cifra por la duración del ciclo.

$$8 \text{ camiones} \times 24 \text{ toneladas métricas} \div 1,5 \text{ horas} = 128 \text{ toneladas métricas/hora}$$

Luego, reste el peso llevado por los camiones más grandes del total de la producción por hora.

$$225 \text{ toneladas métricas} \text{ menos } 128 \text{ toneladas métricas} = 97 \text{ toneladas métricas por hora restante}$$

CALCULADORA DE CONDUCCIÓN DE CAMIÓN (UNIDADES GRANDES)

Conducción de camión	Información general	Unidades imperiales	Unidades métricas
Velocidad de la pavimentadora	Índice de producción de la planta caliente:	[141] toneladas/hora	[128] toneladas métricas/hora
Compactación	Múltiples plantas de silos: almacenamiento inicial	[1] toneladas	[0] toneladas métricas
Hilera	Horas de pavimentación:	[0,0] horas	[0,0] horas
Producción	Capacidad del camión (tamaño):	[26,5] toneladas netas	[24,0] toneladas métricas netas
Inclinación transversal	Duración de ciclos de transporte (minutos)		
Espeor	Hora y comprobante de carga:	[6]	
Resumen del trabajo	Lona:	[4]	
Información legal	Transporte hasta el trabajo:	[35]	
	Hora en el lugar:	[2]	
	Vertido/limpieza:	[8]	
	Transporte de regreso:	[35]	
Salir	Factor de ciclo de transporte (tiempo total en horas)	[1,5]	
	Cantidad de camiones necesarios:	[8,0]	

CALCULADORA DE CONDUCCIÓN DE CAMIÓN (UNIDADES PEQUEÑAS)

Conducción de camión	Información general	Unidades imperiales	Unidades métricas
Velocidad de la pavimentadora	Índice de producción de la planta caliente:	[107] toneladas/hora	[97] toneladas métricas/hora
Compactación	Múltiples plantas de silos: almacenamiento inicial	[0] toneladas	[0] toneladas métricas
Hilera	Horas de pavimentación:	[0,0] horas	[0,0] horas
Producción	Capacidad del camión (tamaño):	[22,0] toneladas netas	[20,0] toneladas métricas netas
Inclinación transversal	Duración de ciclos de transporte (minutos)		
Espeor	Hora y comprobante de carga:	[6]	
Resumen del trabajo	Lona:	[4]	
Información legal	Transporte hasta el trabajo:	[35]	
	Hora en el lugar:	[2]	
	Vertido/limpieza:	[8]	
	Transporte de regreso:	[35]	
Salir	Factor de ciclo de transporte (tiempo total en horas)	[1,5]	
	Cantidad de camiones necesarios:	[7,3]	

Ejemplo cuatro, tráfico variable: en los ejemplos anteriores, la duración del ciclo (1,5 horas) fue constante. Ahora, prevea que las unidades de transporte (todas llevan 24 toneladas métricas/26,5 toneladas) se desplazarán a través

de tráfico pico por dos horas al comienzo del turno y por dos horas al final del turno. Durante las horas de tráfico pico, la duración del ciclo aumentará a 2,2 horas.

CALCULADORA DE CONDUCCIÓN DE CAMIÓN

Conducción de camión	Información general	<i>Unidades imperiales</i>	<i>Unidades métricas</i>
Velocidad de la pavimentadora	Índice de producción de la planta caliente:	[220] toneladas/hora	[200] toneladas métricas/hora
Compactación	Múltiples plantas de silos: almacenamiento inicial	[276] toneladas	[250] toneladas métricas
Hilera	Horas de pavimentación:	[10,0] horas	[10,0] horas
Producción	Capacidad del camión (tamaño):	[26,5] toneladas netas	[24,0] toneladas métricas netas
Inclinación transversal	Duración de ciclos de transporte (minutos)		
Espesor	Hora y comprobante de carga:	[6]	
Resumen del trabajo	Lona:	[4]	
Información legal	Transporte hasta el trabajo:	[55]	
	Hora en el lugar:	[2]	
	Vertido/limpieza:	[8]	
	Transporte de regreso:	[55]	
Salir	Factor de ciclo de transporte (tiempo total en horas)	[2,2]	
	Cantidad de camiones necesarios:	[20,6]	

[CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE PAVIMENTACIÓN]

El cálculo de la velocidad de pavimentación es necesario para garantizar una pavimentación eficiente, uno de los principios básicos de una pavimentación de calidad. A menos que el proyecto tenga muchos tramos cortos y muchas áreas en los que el personal realizará trabajo manual, se debe establecer la velocidad de pavimentación para desarrollar al menos el 75 por ciento de manera eficiente. Es decir, la pavimentadora distribuye la mezcla al menos durante 45 minutos por cada hora y se detiene para intercambios de camión o para esperar por la mezcla durante no más de 15 minutos por cada hora. En un proyecto de carretera con tramos largos, en los que se utiliza un vehículo de traslado, la pavimentadora puede aproximarse a una eficiencia del 100 por ciento con una planificación cuidadosa.

La pavimentación continua a una velocidad constante es el objetivo cuando se desea lograr homogeneidad. También son más posibles las temperaturas uniformes de las capas cuando la pavimentadora hace solo algunas detenciones breves durante el turno.

Calcule la velocidad de pavimentación, comunique la velocidad de pavimentación y mantenga la velocidad de pavimentación a menos que haya algún cambio que afecte el índice de producción por hora. Normalmente, el superintendente de pavimentación o el supervisor del personal calcula la velocidad de pavimentación e indica al operador de la pavimentadora qué velocidad mantener.

La velocidad de pavimentación se puede calcular si se conoce la siguiente información:

- Producción planificada por hora del centro de fabricación de asfalto, incluidos los depósitos de almacenamiento.
- Anchura de pavimentación.
- Espesor de pavimentación (suelta o compactada).
- Peso del material (suelto o compactado). El peso del material se puede obtener a partir del operador del centro de fabricación de asfalto o del personal de control de calidad.

Para calcular la velocidad de pavimentación manualmente:

Unidades métricas

$$\text{toneladas / hora} \times \frac{1000 \text{ kg}}{60 \text{ min}} (16,67) \div \text{ancho (m)} \\ \div \text{profundidad (m)} \div \text{kg / m}^3 = \text{m / min.}$$

La velocidad de pavimentación que se obtiene de esta fórmula se encuentra en una eficiencia del 100 %. La velocidad de pavimentación se debe multiplicar por un factor de eficiencia para dar cuenta de los intercambios de camión y las

detenciones para esperar la mezcla. Por ejemplo, se puede usar un factor de eficiencia del 85 %. La velocidad de pavimentación luego será multiplicada por 0,85.

Unidades imperiales

$$\text{toneladas / hora} \times \frac{2000 \text{ lb}}{60 \text{ min}} (33,33) \div \text{ancho (ft)} \\ \div \text{profundidad (ft)} \div \text{lb / ft}^3 = \text{ft / min}$$

La segunda página de la Paving Production Calculator ofrece una manera más rápida de calcular la velocidad de pavimentación que hacer un cálculo manual. Nuevamente, la Paving Production

Calculator está disponible a través de proveedores de Cat o como una aplicación desde las tiendas de aplicaciones adecuadas.

Ejemplo uno: en este proyecto, el índice de producción por hora es de 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora. La profundidad de pavimentación sin compactar es de 75 mm (3").

El ancho de pavimentación es de 5.5 m (18'). El peso del material sin compactar es de 2162 kg/m³ (135 lb/ft³).

CALCULADORA DE VELOCIDAD DE LA PAVIMENTADORA

<p>Conducción de camión</p> <p>Velocidad de la pavimentadora</p> <p>Compactación</p> <p>Hilera</p> <p>Producción</p> <p>Inclinación transversal</p> <p>Espeor</p> <p>Resumen del trabajo</p> <p>Información legal</p> <p>Salir</p>	<p>Información general</p> <p>Espesor de pavimentación:</p> <p>Ancho de pavimentación:</p> <p>Densidad del material sin compactar:</p>	<p><i>Unidades imperiales</i></p> <p>[2,95] in</p> <p>[18,00] pies</p> <p>[135] lb/ft³</p>	<p><i>Unidades métricas</i></p> <p>[75] mm</p> <p>[5,486] metros</p> <p>[2162] kg/m³</p>	
	<p>Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado</p> <p>Índice de producción de la planta caliente:</p>	<p>[220] toneladas/hora</p> <p>[200] toneladas métricas/hora</p>		
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[12,3] ft/min	[3,75] m/min	
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[12,9] ft/min	[3,94] m/min	
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[13,5] ft/min	[4,12] m/min	
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[14,1] ft/min	[4,31] m/min	
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[14,8] ft/min	[4,50] m/min	
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[15,4] ft/min	[4,69] m/min	
	<p>Velocidad de pavimentación efectiva:</p>	<p>[12,3] ft/min</p>	<p>[3,75] m/min</p>	

La calculadora de velocidad de la pavimentadora ofrece velocidades de pavimentación en base a seis factores de eficiencia.

Eficiencia del 100 %: 3,75 m/min (12,3"/min): teóricamente, con un vehículo de transferencia de material, la pavimentadora puede pavimentar continuamente sin detenerse ni cambiar la velocidad de pavimentación. Generalmente es poco realista esperar que la pavimentadora funcione a una velocidad continua durante un turno completo. Por ejemplo, suelen ocurrir acontecimientos que ocasionan pequeñas demoras en el transporte. Por lo tanto, generalmente, se selecciona una eficiencia menor.

Eficiencia del 95 %: 3,94 m/min (12,9"/min): si se selecciona un factor de eficiencia del 95 %, la velocidad de trabajo real será ligeramente superior a la velocidad real con una eficiencia del 100 %. La velocidad de trabajo real más alta se utiliza para compensar algunas detenciones breves durante esa hora. La velocidad efectiva continúa siendo 3,75 m/min (12,3"/min).

Factor de eficiencia del 90 %: 4,12 m/min (13,5"/min): al planificar factores de eficiencia menores, la velocidad de trabajo real continúa aumentando poco a poco mientras la velocidad de

pavimentación efectiva se mantiene igual. De manera realista, probablemente se seleccionaría un factor de eficiencia del 90 % al 95 % cuando se utiliza un dispositivo de traslado de material.

Factor de eficiencia del 85 %: 4,31 m/min (14,1"/min): si el material se traslada directamente desde las unidades de transporte hasta la tolva de la pavimentadora, el factor de eficiencia seleccionado continuará disminuyendo. El máximo aproximado que se pueden lograr sin un dispositivo de traslado es del 85 %.

Factor de eficiencia del 80 %: 4,5 m/min (14,8"/min): el factor de eficiencia más bajo equivale a la velocidad real más alta. La velocidad de pavimentación efectiva se mantiene igual.

Factor de eficiencia del 75 %: 4,7 m/min (15,4"/min): en general, en proyectos que tienen principalmente tramos largos con la pavimentadora, el factor de eficiencia mínimo que es consistente con los resultados de calidad es del 75 %. Si la eficiencia es menor al 75 %, hay demasiadas detenciones largas de la pavimentadora. Se deberá disminuir la velocidad de pavimentación para reducir la cantidad de tiempo durante el cual se detiene la pavimentadora. O bien, quizás, se puede encontrar una manera para reducir el tiempo de intercambio de camión.

Ejemplo dos: prevea que todos los factores se mantengan igual, como en el ejemplo uno, a menos que el ancho de pavimentación sea ahora de 3,7 m

(12'). Ingrese los factores en la Paving Production Calculator.

CALCULADORA DE VELOCIDAD DE LA PAVIMENTADORA

Conducción de camión	Información general	Unidades imperiales	Unidades métricas
Velocidad de la pavimentadora	Espesor de pavimentación:	[2,95] in	[74,9] mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[12,00] pies	[3,658] metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[135] lb/ft ²	[2162] kg/m ²
Producción	Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado		
Inclinación transversal	Índice de producción de la planta caliente:	[220] toneladas/hora	[200] toneladas métricas/hora
Espesor	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[18,4] ft/min	[5,61] m/min
Resumen del trabajo	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[19,3] ft/min	[5,89] m/min
Información legal	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[20,2] ft/min	[6,17] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[21,2] ft/min	[6,45] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[22,1] ft/min	[6,73] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[23,0] ft/min	[7,01] m/min
Salir	Velocidad de pavimentación efectiva:	[18,4] ft/min	[5,61] m/min

Debido a que el ancho de pavimentación es más angosto en el ejemplo dos, la velocidad de pavimentación aumenta para consumir las toneladas métricas enviadas al lugar de trabajo cada hora. La velocidad de pavimentación efectiva, o el factor de eficiencia del 100 % es de 5,6 m/min (18,4'/min). Con una eficiencia del 75 %, la velocidad de pavimentación real aumenta a 7 m/min (23'/min).

Teniendo en cuenta que esta es una capa de aglutinante (intermedia) y que la capa de rodadura (superficial) será más delgada, calcule una velocidad para la capa de rodadura que se muestra en el ejemplo tres.

Ejemplo tres: la producción por hora se mantiene en 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora. El peso del material sin compactar es el mismo.

Con el ancho de pavimentación de 3,66 m (12"), ingrese un espesor de pavimentación de 50 mm (2") y calcule la velocidad de pavimentación.

CALCULADORA DE VELOCIDAD DE LA PAVIMENTADORA

Conducción de camión	Información general	<i>Unidades imperiales</i>		<i>Unidades métricas</i>	
Velocidad de la pavimentadora		Esesor de pavimentación:	[1,97] in	[50] mm	
Compactación		Ancho de pavimentación:	[12,00] pies	[3,658] metros	
Hilera		Densidad del material sin compactar:	[135] lb/ff ³	[2162] kg/m ³	
Producción		Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado			
Inclinación transversal		Índice de producción de la planta caliente:	[220] toneladas/hora	[200] toneladas métricas/hora	
Espesor		Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[27,6] ft/min	[8,42] m/min	
Resumen del trabajo		Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[29,0] ft/min	[8,84] m/min	
Información legal		Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[30,4] ft/min	[9,26] m/min	
Salir		Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[31,7] ft/min	[9,68] m/min	
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[33,1] ft/min	[10,10] m/min		
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[34,5] ft/min	[10,53] m/min		
	Velocidad de pavimentación efectiva:	[27,6] ft/min	[8,42] m/min		

En el ejemplo tres, el espesor de pavimentación es menor, de manera que la velocidad de pavimentación aumenta para mantener el mismo índice de producción. A medida que la velocidad de pavimentación comienza a aumentar, se deben considerar tres factores.

1. ¿El proceso de compactación puede mantenerse al ritmo de la velocidad de pavimentación? Observe que Production Calculator incluye una pestaña para calcular la velocidad de trabajo del compactador. Utilice esa pestaña para verificar que el equipo de compactación correcto esté disponible.

Para calcular la velocidad del compactador se deben conocer los siguientes factores:

- Ancho del tambor.
- Frecuencia del sistema vibratorio.
- Repetición de las pasadas para alcanzar la densidad objetivo.

Paving Production Calculator verifica que un compactador vibratorio con tambores de 170 cm (67") de ancho que funcionen en la primera fase de compactación detrás de la pavimentadora y configurados en alta frecuencia, 3800 vibraciones por minuto, y la repetición de tres pasadas pueden equiparar la velocidad de pavimentación.

La velocidad de trabajo real del rodillo está configurada en 89 m/min (292'/min). El patrón tiene un total de nueve pasadas de manera que la velocidad efectiva del rodillo es de 9 m/min (29'/min), un ritmo que equipara exactamente el progreso de la pavimentadora. Observe que el factor de eficiencia es del 85 %. El factor de eficiencia compensa las detenciones para el relleno de agua y los tiempos de inversión de patrón, no vibratorios.

La planificación previa al proyecto siempre debe incluir la verificación de la equiparación de producción entre la pavimentadora y el compactador de primera fase.

CALCULADORA DE COMPACTACIÓN

Conducción de camión	Modelo del rodillo: [Haga clic para seleccionar otro modelo]	[CB54]
Velocidad de la pavimentadora	Información general	
Compactación		
Hilera		
Producción		
Inclinación transversal		
Espesor		
Resumen del trabajo		
Información legal		
Salir		

	Unidades imperiales	Unidades métricas	
Ancho de pavimentación:	[12,00] pies	[3,658] metros	
Ancho del tambor real:	[67] in	[170,18] cm	
Proporción de superposición:	[5,9] in	[15,0] cm	
Velocidad del vibrador:	[3800] VPM	[3800] VPM	
Impactos (recomendado):	[13] por ft	[43] por m	
Cantidad de pasadas para cubrir el ancho de la capa de una sola vez:	[3]	[3]	
Cantidad de pasadas repetidas (de franjas de prueba):	[3]	[3]	
Cantidad total de pasadas:	[9]	[9]	
Índice de eficiencia del rodillo (recomendado del 75 al 85 %):	[85] %	[85] %	
	Unidades imperiales	Unidades métricas	
Velocidad real del rodillo:	[292] fpm	[89] mpm	Velocidad efectiva de la pavimentadora
Velocidad efectiva del rodillo*:	[28] fpm	[9] mpm	[27,6] ft/min
			[8,42] m/min

*La velocidad efectiva del rodillo debe ser al menos del 100 % pero no más del 115 % de la velocidad efectiva de la pavimentadora. [**% = 104**]

2. ¿Una regla vibratoria y tamper puede funcionar correctamente a la velocidad calculada? Las reglas con barras tamper generalmente están limitadas a velocidades de trabajo inferiores, en comparación con las reglas que utilizan solo vibración. La barra tamper debe proporcionar una cantidad determinada de energía en las capas bituminosas a fin de crear la densidad relativamente alta distribuida por la regla necesaria para algunas aplicaciones.

Para proporcionar una gran energía y evitar la creación de ondas en la capa, la barra tamper debe tocar la superficie entre 1,5-4 veces por centímetro lineal. Según la frecuencia del sistema tamper, el ancho del pie de tamper y la rigidez del material, es posible que se deba ajustar la velocidad de trabajo para obtener la densidad deseada y la superposición del impacto.

3. Si se utiliza un control automático de nivelación longitudinal y transversal, ¿el sistema puede reaccionar lo suficientemente rápido como para equiparar la velocidad de pavimentación? Pavimentación de gran velocidad, por encima de 18 m/min (60"/min), es una premisa difícil. Rápidamente ocurren errores. Y sin duda, una regla tamper no puede funcionar correctamente a dicha gran velocidad.

Sin embargo, hay ocasiones en las que cuando se distribuye una capa relativamente fina, de menos de 5 cm (2"), el suministro será de 225 toneladas métricas (250 toneladas) por hora o más. Luego, la velocidad de pavimentación se aproximará a las limitaciones del control automático de nivelación longitudinal y transversal. En el caso de la pavimentación a gran velocidad, cualquier aplicación por encima de 18 m/min (60"/min), Caterpillar recomienda la pavimentación de dicha capa de manera manual, sin el uso de sistemas de control de nivelación longitudinal y transversal.

[RESUMEN]

No subestime la importancia de la planificación previa al proyecto, ya se trate de la creación de un plan de proyecto formal o simplemente la creación de una lista de verificación. Una vez aprobado, asegúrese de comunicar el plan al personal adecuado. Delegue la autoridad a los supervisores y miembros del equipo, de manera que puedan prepararse para sus responsabilidades. Cuento con un método preparado para verificar que todos los

elementos del plan estén en orden antes de que comience el trabajo.

No postergue la planificación para el último minuto. La buena planificación evitará muchos errores costosos y que consumen mucho tiempo, los cuales son comunes en los proyectos de pavimentación de escasa planificación.



Unidad 3

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PAVIMENTACIÓN

Cada miembro del personal de pavimentación debe comprender cómo funciona la pavimentadora, y las teorías básicas de pavimentación. Dicho conocimiento contribuye al control de calidad y a la resolución de problemas en el trabajo.





Los principios básicos adecuados son uno de los cuatro principios de calidad de la pavimentación. Cuando el personal toma atajos o pierde el foco de los principios básicos, invariablemente aparecen defectos en la capa de material bituminoso.

En primer lugar, los miembros del personal deben saber cómo utilizar correctamente todos los controles de la pavimentadora. Esto significa que el personal debe estudiar y consultar el Manual de Operación y Mantenimiento que se envía con la pavimentadora. Los controles y las funciones varían según los diferentes modelos de pavimentadora. Un procedimiento o técnica utilizado en una pavimentadora puede no ser adecuado para otra. Siempre configure y maneje la pavimentadora de la manera descrita en el manual del fabricante.

En segundo lugar, los miembros del personal deben comprender completamente el concepto de regla

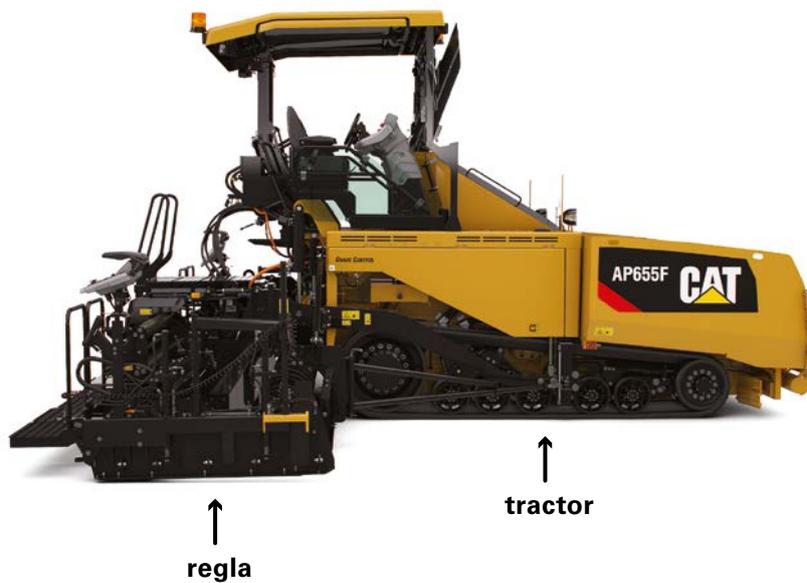
flotante. Este concepto es básicamente el mismo para todas las pavimentadoras. El material sostiene la regla, la cual es remolcada por el tractor. Cuando todos los factores que influyen en la manera en que la regla flota sobre el material están controlados adecuadamente y son constantes, así se considera que la regla está en equilibrio y mantendrá su posición vertical.

Finalmente, los miembros del equipo deben conocer todos los factores que influyen en la manera en que la regla flota. Estos incluyen la velocidad de pavimentación, el sistema de alimentación de material, los ajustes de la regla, la temperatura del material bituminoso y el tipo de material bituminoso. Se espera que el personal controle los primeros tres factores: velocidad, sistema de alimentación de material y ajustes de la regla. El personal no controla la temperatura ni el diseño de la mezcla, pero necesita saber cómo reaccionar ante las variaciones de dichos factores.

[**CÓMO FUNCIONA LA PAVIMENTADORA**]

Una pavimentadora tiene dos elementos básicos, el tractor y la regla. El tractor brinda la potencia para remolcar la regla. El tractor recibe el material de las unidades de transporte o los dispositivos de traslado y lleva el material hacia la parte trasera del tractor, donde se lo coloca frente a la regla. El tractor puede estar equipado con una o más estaciones de operación con controles de dirección, sistema de impulsión y partes del sistema de alimentación del material.

La regla está conectada a cada lado del tractor en las conexiones de los puntos de remolque. Desde los puntos de remolque, se extienden los brazos de remolque hacia atrás y se conectan con la parte delantera de la regla. La regla controla el ancho y la profundidad de pavimentación. Proporciona además la densidad y textura iniciales de la capa bituminosa.



[**TRACTOR**]

Hay dos rodillos de empuje ubicados en el frente del tractor. Cuando se traslada la mezcla directamente de la unidad de transporte a la tolva del tractor, los rodillos de empuje tocan las ruedas traseras de la unidad de transporte. Los rodillos de empuje giran como giran las ruedas. El conductor del camión debe mantener una leve presión en los frenos para evitar que se deslice y ocasione un derrame frente a la pavimentadora. (Consulte la unidad 7 para obtener más información acerca del procedimiento de intercambio de camión).



Dos rodillos de empuje tocan los neumáticos traseros de la unidad de transporte mientras la pavimentadora empuja la unidad de transporte.

Consejo para el usuario: Limpie periódicamente los rodillos de empuje para evitar la acumulación de material. Si se produce una acumulación, los impactos irregulares entre la pavimentadora y la unidad de transporte pueden generar defectos en la capa.

Muchas pavimentadoras tienen la opción de enganche de camión. Proporciona una conexión sólida entre la pavimentadora y la unidad de transporte. El operador de la pavimentadora controla el enganche de camión con un interruptor de consola. Cuando el enganche de camión está abierto, el camión retrocede y se detiene justo antes de tocar los rodillos de empuje. La pavimentadora se mueve ligeramente hacia adelante y toca los neumáticos traseros de la unidad de transporte. El operador luego cierra el enganche de camión y los rodillos de los dos brazos de enganche del camión tocan los bordes de la rueda.

Cuando se extrae completamente la carga, el operador abre el enganche del camión para permitir que la unidad de transporte se marche. Los enganches de camión ayudan a evitar grandes derrames frente a la pavimentadora que se ocasionan cuando un camión pierde contacto accidentalmente con los rodillos de contacto.

El material de las unidades de transporte se puede descargar directamente dentro de la tolva de la pavimentadora o se puede trasladar hacia la tolva con un dispositivo de transferencia. La tolva ofrece una cantidad limitada de espacio de almacenamiento para el material bituminoso, de manera que la pavimentadora puede continuar funcionando por un período de tiempo entre las unidades de transporte.

Los lados de la tolva se pueden elevar de a uno por vez o simultáneamente para utilizar el material que se derramó hacia los lados. Las reglamentaciones locales en ocasiones prohíben la elevación de los lados de la tolva debido que el hacerlo puede ocasionar la segregación del material.

Algunas pavimentadoras están equipadas con una sección de pliegue opcional al frente de la tolva. El pliegue ayuda a evitar derrames sobre las placas de goma (hules) cuando los lados de la tolva están elevados.

Dentro de la tolva, dos transportadores con rampa de arrastre trasladan el material de la tolva, a través de túneles por debajo de la plataforma del operador y lo depositan frente a la regla. En las pavimentadoras modernas, los transportadores izquierdo y derecho son impulsados de manera independiente para cumplir con las demandas de material frente a la regla. Por ejemplo, si el lado izquierdo de la regla está configurado en un ancho superior que el lado derecho, el transportador del sistema de alimentación izquierdo funcionará más rápido que el transportador derecho.



El enganche de camión opcional ayuda a brindar una conexión segura entre el frente de la pavimentadora y la unidad de transporte.

Las placas de goma (hules) al frente de la tolva ayudan a retener el material. Generalmente se instalan insertos de tolva cuando el personal está utilizando un dispositivo de transferencia de material. El inserto de tolva aumenta la capacidad de almacenamiento de la pavimentadora y facilita la pavimentación continua a velocidades normales sin paradas entre las unidades de transporte.



El operador puede elevar los lados de la tolva, si lo desea y está permitido, para trasladar la mezcla desde los lados de la tolva hasta los transportadores del sistema de alimentación.



Los transportadores del sistema de alimentación izquierdo y derecho trasladan el material hacia el frente de la regla. Los sinfines izquierdo y derecho mueven el material hacia afuera hasta el ancho de pavimentación completo.

En la parte trasera del tractor, dos sinfines mueven el material de la cámara del sinfín hacia afuera hasta el ancho de pavimentación. Los sinfines izquierdo y derecho también tienen controles individuales para regular las velocidades de rotación.

El sistema de alimentación de material tiene varios tipos de sensores para ayudar a regular automáticamente el sistema de alimentación de material. Hay sensores de alimentación sónicos o mecánicos ubicados en la parte trasera de los transportadores izquierdo y derecho o cerca de los extremos de los sinfines izquierdo y derecho.

El tractor puede estar equipado con una o más estaciones de operación equipadas con consola. Los controles regulan la velocidad de impulsión, la dirección del tractor, algunos controles del sistema de alimentación de material, las luces y algunos controles de la regla. El operador selecciona la estación que proporciona la mejor visibilidad para la conducción o desliza la estación hacia el lado del tractor con mejor visibilidad.

Las principales responsabilidades del operador de la pavimentadora consisten en la coordinación del traslado del material hacia la tolva, la guía de la máquina y el control de la velocidad. El operador también es responsable de configurar algunos controles del sistema de alimentación.

El sistema de rodaje del tractor puede incluir ruedas, bandas de goma y/o cadenas de acero.

Antes de la introducción del sistema de rodaje de bandas de goma, había una clara distinción en las aplicaciones entre los sistemas de cadenas y los sistemas de neumáticos ó ruedas.

Se preferían los sistemas tipo cadena por la tracción y flotación adicional en los materiales blandos básicos. Se preferían los sistemas de neumáticos de goma para la movilidad en el lugar de trabajo y para los proyectos en los que la homogeneidad de la capa de rodadura era muy importante. El sistema de bandas de goma, ahora combina tracción, alta velocidad de desplazamiento y es muy común en algunas regiones en la actualidad.

Las conexiones de los puntos de remolque están ubicadas entre la regla y el tractor, cerca del centro del tractor, a ambos lados.

Hay un cilindro hidráulico acoplado al brazo de remolque. El frente del brazo de remolque se extiende a través de un compartimento vertical deslizante. Al final del brazo de remolque hay un rodillo que toca el compartimento deslizante. Los operadores de la regla o la pavimentadora pueden ajustar la altura de la conexión de los puntos de remolque para cumplir con los requisitos de la aplicación. Una escala indica a los operadores la altura del punto de remolque. Los puntos de remolque son las únicas conexiones físicas entre la regla y el tractor y cumplen un papel importante en la manera en que flota la regla.



La conexión de los puntos de remolque cuenta con una escala de altura que permite a los operadores del tractor y la regla configurar y verificar la posición de la conexión.

[REGLA]

Las reglas se clasifican en dos tipos principales: ancho fijo y extensible hidráulicamente, cada uno con algunas variaciones.

Las reglas extensibles pueden tener extensores al frente de la regla principal (denominada regla de montaje frontal) detrás de la regla principal (denominada regla de montaje trasero). Hay reglas vibratorias y reglas tamper con vibración.

Cada regla tiene sus propios méritos relativos que se adaptan a ciertas aplicaciones más que a otras. En algunas áreas, puede haber especificaciones técnicas que indican el uso de un tipo particular de regla. En esta guía no se analizarán los beneficios de un tipo de regla con respecto a otra, pero buscaremos explicar de qué manera configurar y utilizar mejor cualquier tipo de regla.

Una regla de ancho fijo consiste en un bastidor de regla y una placa de regla. Los anchos fijos típicos de regla son 2,5 m (8') o 3 m (10"). Para aumentar el ancho de pavimentación, el personal debe añadir extensiones de regla para atornillar. Las reglas de ancho fijo son preferidas para algunas aplicaciones, ya que tienden a facilitar la creación de una densidad de capa uniforme de extremo a extremo, y tienden a evitar que se doble cuando se pavimentan superficies anchas.

Una regla extensible hidráulicamente consiste en un bastidor principal con una placa de regla, más bastidores de extensor izquierdo y derecho con placas. Las principales reglas típicas miden 2,5 m (8') o 3 m (10') de ancho, al igual que las



Los extensores de regla izquierdo y derecho que se extienden hidráulicamente simplifican la tarea de cambiar el ancho de pavimentación.

reglas de ancho fijo. Para aumentar el ancho de pavimentación por encima del ancho básico, los operadores utilizan interruptores de control para mover los extensores.

Según la disposición particular de la regla, el ancho total de la regla se puede aumentar dos veces el ancho de la regla principal. Para ello, mueva los extensores hasta su máxima capacidad. Dichas reglas generalmente se conocen como reglas de "doble extensión". Otras reglas extensibles hidráulicamente se pueden abrir un poco menos que el doble del ancho de la regla principal.

Consejo para el usuario: Si es posible, utilice anchos de extensiones iguales a ambos lados de la regla principal, ya sea que utilice extensores hidráulicos o atornillados. Los anchos de extensiones iguales facilitan el control de la dirección y el equilibrio del flujo de material.

Las reglas extensibles son casi ilimitadas en sus capacidades de configuración. Su versatilidad es la razón por la cual las reglas extensibles son las más utilizadas en el mundo. Por ejemplo, un extensor se puede inclinar hasta un ángulo que sea diferente a la placa de la regla principal cuando la aplicación requiere la pavimentación de un carril de emergencia con una inclinación transversal y del carril de conducción con otra inclinación transversal.



Para cumplir con los requisitos de algunas aplicaciones, el personal debe instalar extensiones de regla atornilladas y accesorios especializados a la izquierda o derecha de los extensores de regla.

Existen dos tipos de reglas extensibles. Estos incluyen reglas con extensores de montaje frontal y reglas con extensores de montaje trasero. La regla de montaje frontal está equipada con extensores que se mueven hacia adentro y hacia afuera delante de la regla principal. En general, es más fácil retraer los extensores de montaje frontal debido a que el material introducido por las compuertas traseras es ilimitado. Por esta razón, las reglas de montaje frontal con frecuencia son preferidas por el personal que pavimenta proyectos urbanos, donde se requieren cambios en el ancho.



Las reglas de montaje frontal tienen extensores que se mueven hacia adentro y hacia afuera delante de la regla principal.

Consejo para el usuario: Si se está utilizando una regla extensible con extensores de montaje frontal y el ancho de la pavimentadora se extenderá constantemente al menos 60 cm (2') fuera del ancho de la regla principal, asegúrese de agregar extensiones de sinfín y bastidor. Recuerde, el material debe fluir directamente fuera de la cámara del sinfín para alcanzar las compuertas finales. Si no se agregan extensiones de sinfín o bastidor, será más difícil para el personal ajustar el sistema de alimentación.

Las reglas de montaje trasero tienen extensores ubicados detrás de la regla principal. En general, las reglas de montaje trasero son preferidas por el personal que pavimenta los proyectos de carretera y de la línea principal, que requieren menos cambios del ancho de pavimentación.

Consejo para el usuario: Si se está utilizando una regla extensible con extensores de montaje trasero y el ancho de la pavimentadora se extenderá constantemente al menos 1 m (3') fuera del ancho de la regla principal, asegúrese de agregar extensiones de sinfín y bastidor. Las reglas de montaje trasero proporcionan un margen pequeño en comparación con las reglas de montaje frontal. El material sale de la cámara del sinfín y tiene tiempo de fluir hacia afuera y hacia atrás para llenar el área frente a los extensores. Si no se agregan extensiones de sinfín o bastidor, es más difícil ajustar el sistema de alimentación.



Las reglas extensible de montaje trasero tienen extensores que se mueven hacia adentro y hacia afuera detrás de la regla principal.

Las reglas vibratorias tienen ejes de peso excéntrico pequeños y externos instalados a cada lado de la placa de la regla. La rotación de los pesos excéntricos hace que las placas de la regla vibren cuando se activa el sistema vibratorio. Las placas vibratorias aumentan la densidad de la capa en un porcentaje de uno o dos puntos adicionales.

Por ejemplo, si una regla no vibratoria produce una capa de asfalto que tiene un 84 por ciento de densidad teórica máxima, dicho número aumentará a un 85-86 por ciento si se activa el sistema vibratorio, si los demás factores son iguales. La vibración de la regla también ayuda a llevar las finas partículas de la mezcla a la superficie y mejora la apariencia de la capa.



Vista de las placas de la regla en una regla extensible, vibratoria, de montaje trasero.

Consejo para el usuario: Ajuste la frecuencia del sistema vibratorio de la regla mientras la pavimentadora se desplaza a una velocidad de funcionamiento normal. El objetivo es proporcionar la máxima energía de vibración a la capa bituminosa sin ocasionar una vibración excesiva de los componentes de la regla. Una técnica común consiste en colocar una moneda o una arandela de metal sobre cualquier superficie plana de la regla. Aumente la frecuencia vibratoria hasta que la moneda comience a rebotar. Reduzca la frecuencia hasta que la moneda deje de rebotar. Si se cambia la velocidad de pavimentación, ajuste la frecuencia vibratoria.

Las reglas tamper complementan la energía de vibración con la energía de una o dos de las barras tamper. Las barras tamper están ubicadas delante de la regla principal y los extensores de la regla. Las barras tamper están conectadas a un eje motriz excéntrico que produce un rápido movimiento vertical de las barras tamper. El movimiento ayuda al material, especialmente a los materiales rígidos con agregados grandes, a fluir por debajo de la nariz de la regla. La ayuda extra significa que la regla puede flotar sobre la capa con un ángulo de ajuste relativamente pequeño (ángulo de ataque).

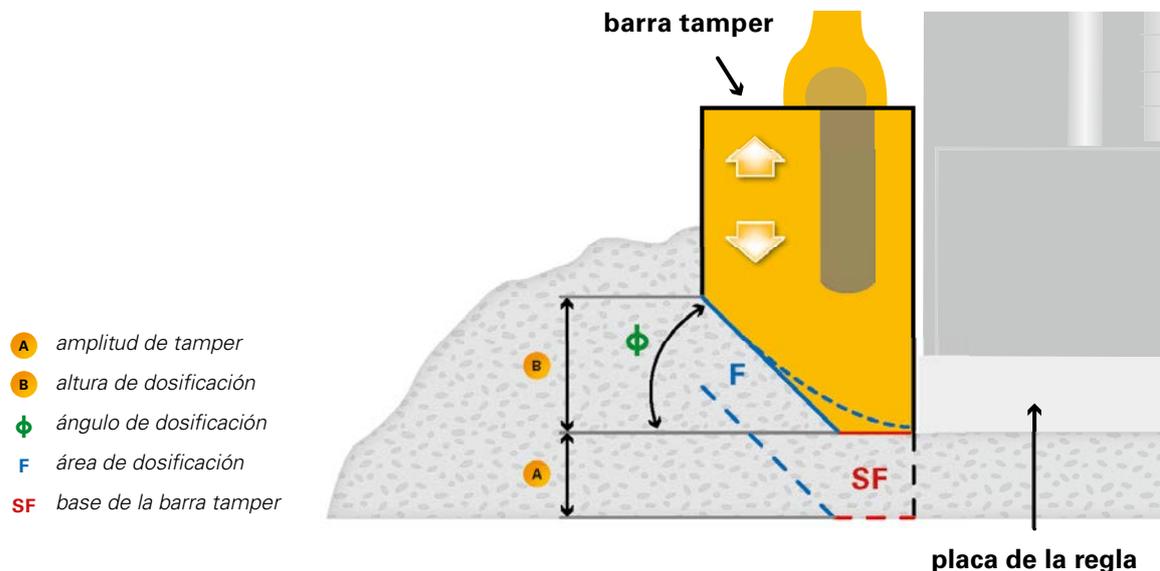


Vista de regla extensible, de montaje trasero con barras de vibración y tamper.

La distancia que se desplaza la barra tamper y la frecuencia (rotaciones por minuto) de movimiento dependen del modelo de la regla. Por ejemplo, el movimiento ascendente o descendente de la barra tamper puede ser de 8 mm (0,3") a una frecuencia máxima de 2000 rotaciones por minuto. El efecto de la energía de la barra tamper será el aumento de la densidad de la capa distribuida por la pavimentadora más allá de los resultados solo de la vibración.

Por ejemplo, si la densidad de la capa es el 86 por ciento de la densidad teórica máxima solo con vibración, la densidad puede aumentar al 90 por ciento después de activar el sistema de la barra tamper.

La velocidad de trabajo, la frecuencia de la barra tamper y el ancho de la base de la barra tamper son factores que afectan los resultados. La base de la barra tamper es de 25 mm (1") de ancho cuando es nueva. La base de la barra tamper debe tocar la superficie de la capa dejando muy poco espacio para crear una superposición de 6 mm (0,25") por cada carrera de la barra tamper. En general, la velocidad de trabajo máxima es de alrededor de 8 metros por minuto (26' por minuto) cuando se pavimenta con una regla con barra tamper. Una velocidad de trabajo excesiva puede ocasionar ondas en la superficie de la capa bituminosa.



Consejo para el usuario: A medida que aumenta el uso de la barra tamper, el ángulo de dosificación cambia y el área de la base de la barra tamper se toma más pequeño. Por lo tanto, es más difícil mantener la superposición entre las carreras de tamper. Inspeccione regularmente la base de la barra tamper y reemplácela cuando el desgaste afecte la homogeneidad o reduzca la producción. A medida que la abrasión reduce el tamaño de la base de la barra tamper, se debe reducir la velocidad de pavimentación para evitar la creación de ondas en la superficie de la capa bituminosa y lograr la densidad deseada de la capa previa a la compactación.

[PRINCIPIO DE LA REGLA FLOTANTE]

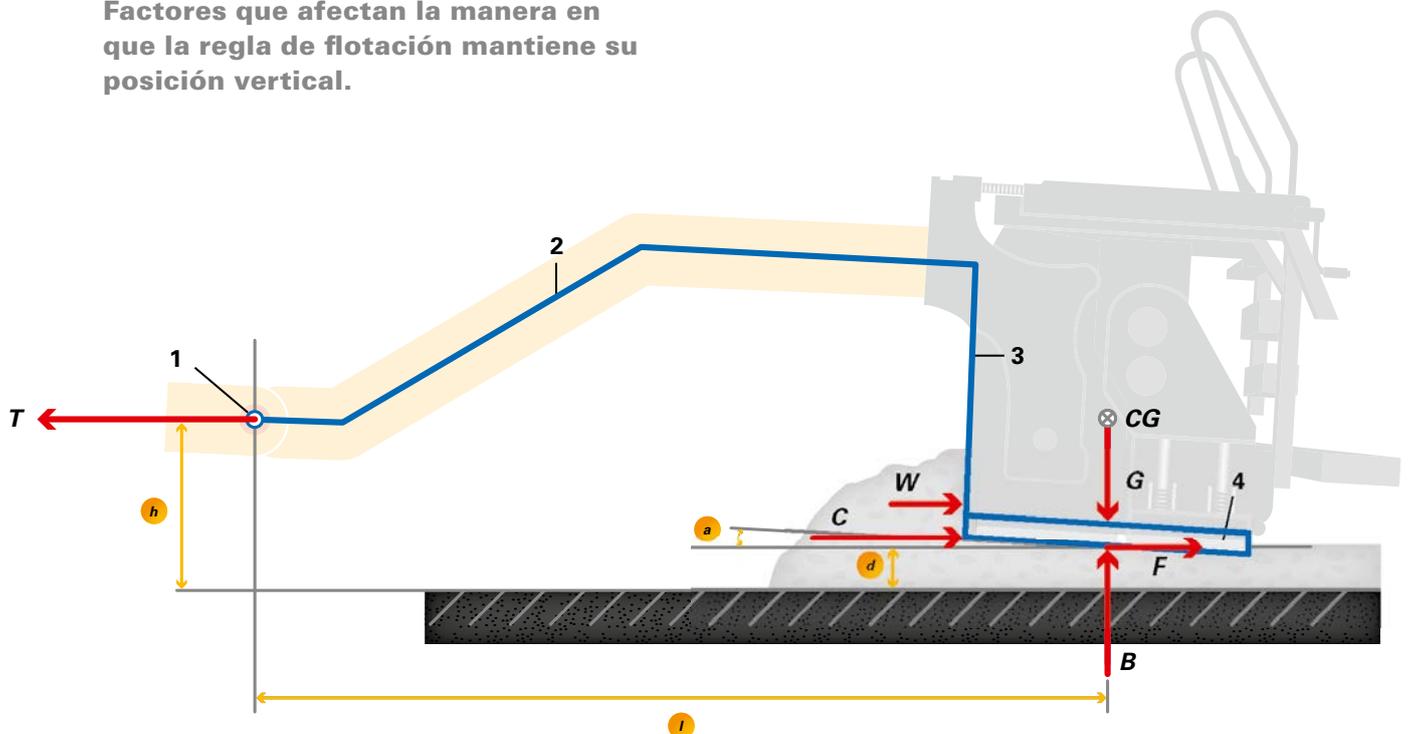
Todas las reglas comparten un principio común: Flotan sobre material bituminoso que pasa debajo de la nariz de la regla. Cuando el operador de la pavimentadora baja la regla hasta la referencia inicial, el operador posiciona el interruptor de elevación/bajada/flotación de la regla en la posición de flotación. Mientras la pavimentadora se está desplazando, el material bituminoso sostiene la regla.

Según el peso de la regla y la rigidez del material, el operador puede optar por aplicar un poco de presión hidráulica ascendente en los cilindros de elevación de la regla para ayudar a que la regla flote en el ángulo adecuado. Además, es posible

que el operador elija sostener la regla en su lugar durante las paradas para evitar hendiduras en la capa sin compactar. (Casi al final de esta unidad, se proporciona más información sobre estos sistemas).

Tanto las reglas vibratorias como las reglas vibratorias/tamper flotan sobre el material. Sus características son en cierto modo diferentes, pero los factores que afectan la manera en que flota sobre el material son básicamente los mismos. Estos factores se explican mejor en un diagrama.

Factores que afectan la manera en que la regla de flotación mantiene su posición vertical.



1 conexión de punto de remolque (junta rotativa)

2 brazo de remolque (viga)

3 panel frontal

4 placa de la regla

T fuerza de tracción

W peso del material delante de la regla

C fuerza de corte

G tracción gravitacional (peso de la regla)

B fuerza boyante

F fuerza de fricción

h altura del punto de remolque

l longitud proyectada

d profundidad de la capa (espesor de la capa)

a ángulo de ataque

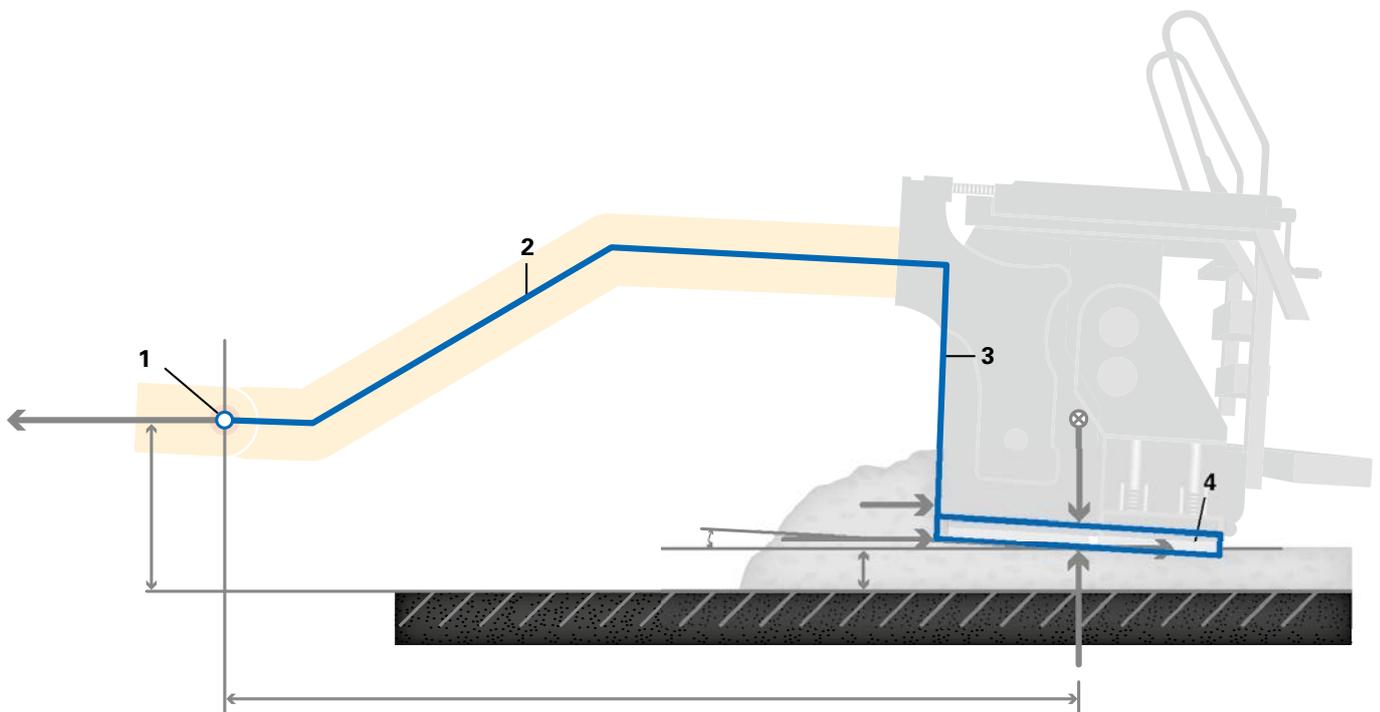
Primero, identifiquemos los principales componentes en el diagrama.

Número 1 es la conexión de punto de remolque (junta rotativa). Hay conexiones a cada lado de la pavimentadora. La altura de las conexiones del punto de remolque es ajustable. (Consulte las unidades 4 y 5 para obtener información sobre la configuración de la altura del punto de remolque). El cambio de la altura de la conexión del punto de remolque afecta al ángulo de ataque de la regla principal y por lo tanto, la posición vertical de la regla.

Número 2 es el brazo de remolque (viga) que se extiende entre la conexión del punto de remolque y la parte frontal de la regla. Hay brazos de remolque idénticos a cada lado de la pavimentadora.

Número 3 es el panel frontal de la regla. Este panel limita el material de la cámara del sinfín. Se empuja una cierta cantidad de material delante del panel, mientras una cierta cantidad fluye debajo del panel frontal.

Número 4 es la placa de la regla, que flota sobre el material cortado por el panel frontal. Junto con la barra tamper (si está incluida) y la regla vibratoria (si está activada), la placa de la regla desarrolla una cantidad adicional de densidad de la capa a medida que la capa se distribuye. La placa de la regla también afecta la textura de la superficie de la capa.



- 1 *conexión de punto de remolque (junta rotativa)*
- 2 *brazo de remolque (viga)*
- 3 *panel frontal*
- 4 *placa de la regla*

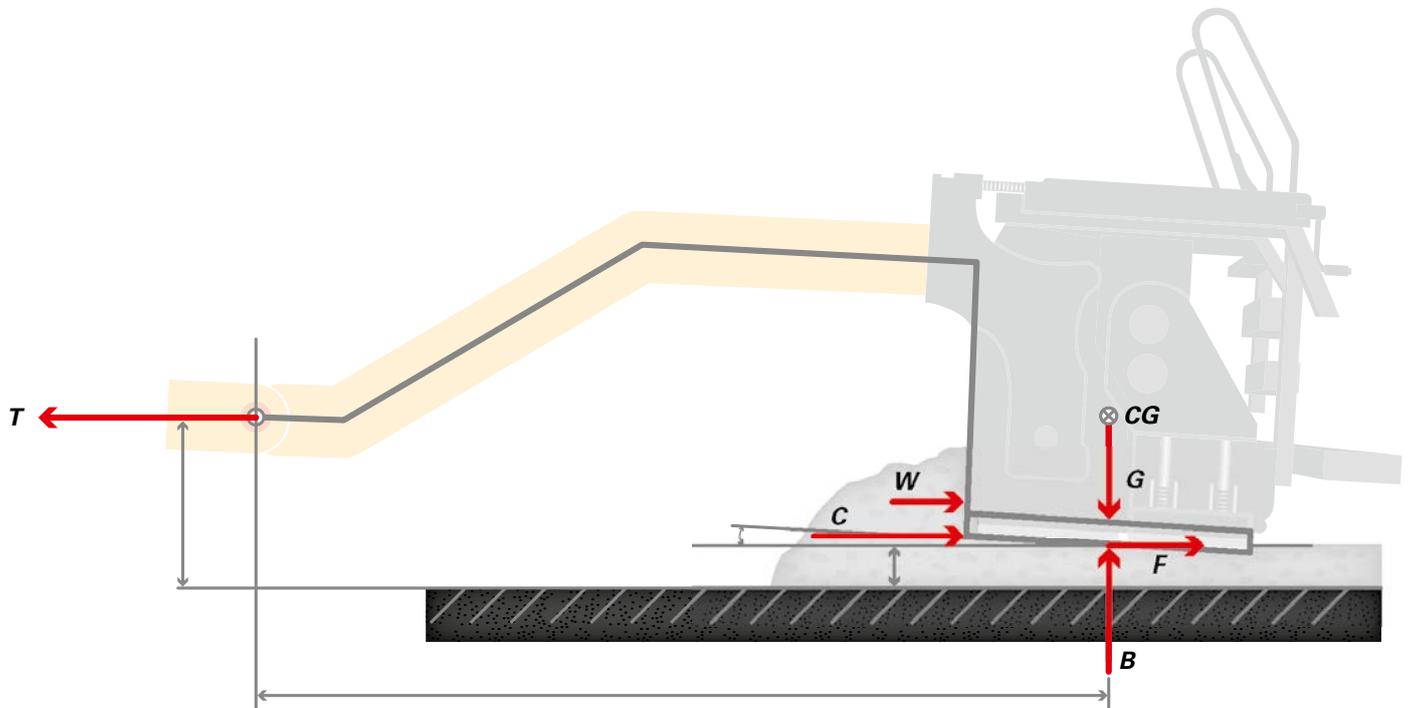
Luego, están las fuerzas que actúan sobre la regla.

Fuerza T : fuerza de tracción. La fuerza de tracción es controlada principalmente por la velocidad de la pavimentadora. La velocidad de pavimentación proporciona la energía que permite que la regla corte una porción del material en la cámara del sinfín. La velocidad de pavimentación uniforme contribuye al equilibrio de la regla y, por lo tanto, a una capa homogénea, de espesor uniforme.

Fuerza W : peso del material delante de la regla. Este peso, o fuerza, crea resistencia. El peso es afectado principalmente por la altura del material delante de la regla, también denominada cabeza de material. Mientras más alto se encuentra la cabeza de material (cantidad de material), mayor es el peso. Mientras mayor es el peso, mayor es la resistencia que siente la regla, y más intentará la regla ascender sobre el material.

Por el contrario, mientras más bajo está la cabeza de material (cantidad de material), menor será la resistencia, y la regla empujará más material hacia adelante mientras permite que menos cantidad pase debajo de la parte frontal de la regla. Cuando la cabeza o cantidad de material se mantiene uniforme, es más probable que la regla flote en equilibrio.

La resistencia que siente la regla también depende de la acción de los sinfines. Cuando los sinfines giran muy lentamente o dejan de girar por completo, el material se comprime contra el frente de la regla y el peso aumenta. Por consiguiente, la regla tenderá a subir y el espesor aumentará. La rotación uniforme del sinfín en un rango de 20 a 40 revoluciones por minuto ayuda a la regla a mantener el equilibrio.



- T fuerza de tracción
- W peso del material delante de la regla
- C fuerza de corte
- G tracción gravitacional (peso de la regla)
- B fuerza boyante
- F fuerza de fricción

Nota para las reglas tamper: Si la velocidad de pavimentación aumenta y la velocidad de tamper y vibración se mantiene constante, la distancia entre los impactos tamper aumenta. Se consolidará menos material debajo de la regla y el espesor disminuirá. Para mantener el espesor de la capa correcto a velocidades de trabajo superiores, las velocidades de tamper y vibración se deben aumentar en consecuencia.

El efecto opuesto ocurre cuando la velocidad de trabajo disminuye. Los impactos generados por la barra tamper están más cerca entre sí y más mezcla pasa debajo de la regla. Para restaurar el equilibrio entre la velocidad de trabajo y las fuerzas de tamper, la velocidad de la barra tamper deberá disminuir.

Fuerza C : fuerza de corte. La fuerza de corte es la capacidad de la regla de pasar cierta cantidad de mezcla por debajo de la parte frontal de la regla, mientras empuja el resto del material de la cámara del sinfín hacia adelante. La fuerza de corte es afectada por la velocidad de pavimentación, la cantidad de material, la resistencia del material influido por la rotación del sinfín y el ángulo de ataque.

Fuerza G : tracción gravitacional (peso de la regla). El peso de la regla actúa para comprimir la capa a medida que el material pasa debajo de la regla. Si el resto de los factores se mantienen igual, se utilizará una regla más pesada para compactar el material en mayor medida. Es posible que los miembros del personal deban hacer ajustes para hacer que una regla más pesada alcance un punto de equilibrio estable. Si el ancho de la regla se mantiene sin modificaciones, la fuerza de peso se mantiene relativamente igual.

Si el ancho de la regla se modifica considerablemente durante la pavimentación, la fuerza se modifica y el personal debe hacer ajustes para mantener la profundidad correcta. Por ejemplo, si se sacan los extensores, el material siente menos peso y la regla se eleva.

Fuerza B: fuerza boyante. Esta es la fuerza de elevación hidrodinámica creada por el material que pasa debajo de la regla. Los diseños de mezclas que contienen agregados grandes (19 mm / 0,75" más) y alta viscosidad con cemento asfáltico modificado tienden a tener fuerzas de elevación superiores que las mezclas de partículas finas con cemento asfáltico convencional. Esta fuerza de elevación o soporte, se mantiene casi constante una vez que la regla alcanza el equilibrio y el espesor de la capa bituminosa y el diseño de la mezcla permanece igual.

Fuerza F : fuerza de fricción. La fuerza de fricción que se crea entre la placa de la regla y la mezcla que pasa debajo de esta es generalmente bastante pequeña. Siempre que la preparación de la mezcla y la temperatura se mantengan igual, la fuerza de fricción se mantiene constante y el equilibrio de la regla no se ve afectado.

Una mezcla más fría que lo normal tiende a generar menos arrastre, o fricción, en la placa de la regla. Bajo esta condición, la regla tenderá a caerse. Mientras mayor es la temperatura que se pierde en la mezcla, más se caerá la regla.

A continuación, examinemos las características dimensionales en el diagrama.

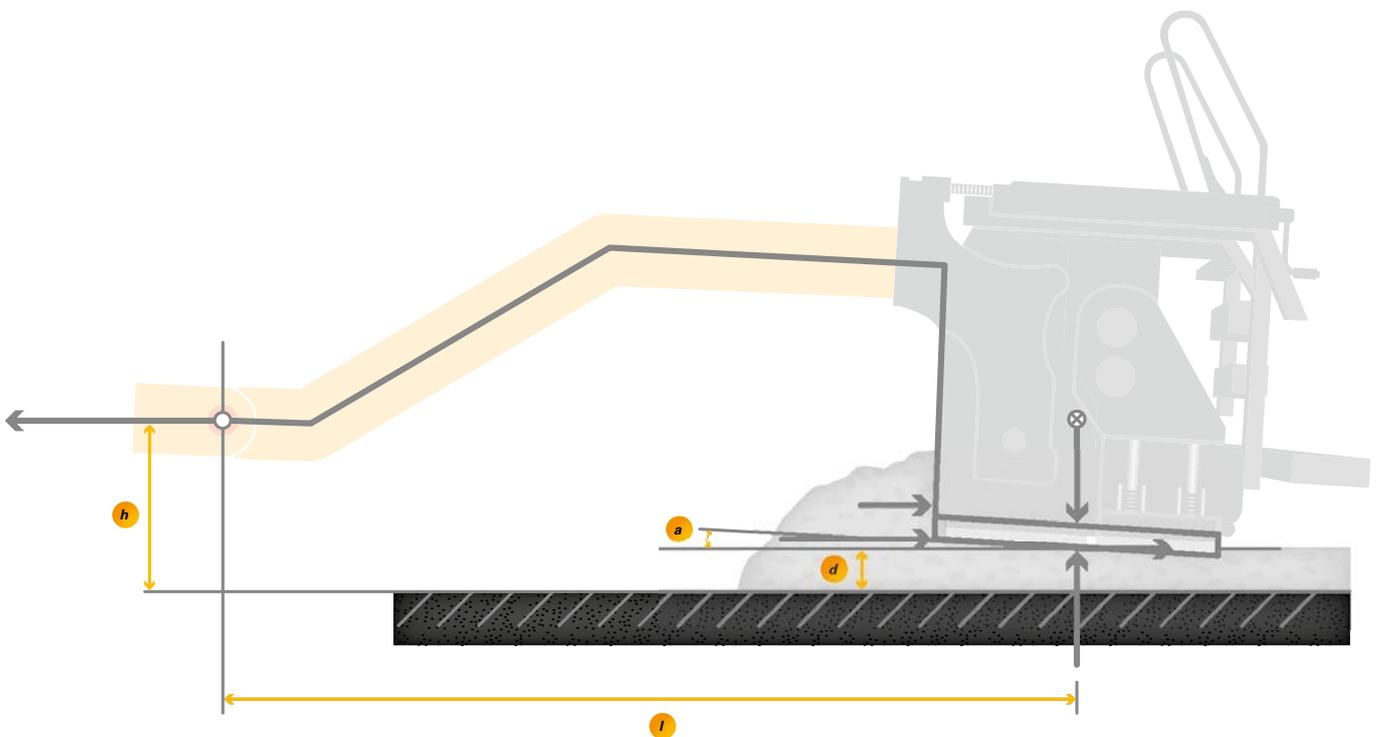
Dimensión h : altura del punto de remolque.

La altura de las conexiones del punto de remolque afecta el ángulo o la línea de tracción. El ángulo de tracción es la relación entre la altura de la conexión del punto de remolque y el punto pivote de la regla.

Antes de comenzar a pavimentar, coloque ambas conexiones del punto de remolque a la altura apropiada para el espesor planificado de la capa. (Consulte la unidad 4 para obtener más información sobre la configuración de la altura del punto de remolque para las reglas vibratorias. Consulte la unidad 5 para obtener más información sobre la configuración de la altura del punto de remolque para las reglas tamper).

El ángulo de tracción que se forma por la altura de la conexión del punto de remolque afecta el ángulo de ataque de la regla principal. En las reglas tamper, esta es la manera normal de cambiar el ángulo de ataque. En las reglas vibratorias, el personal utiliza manivelas de profundidad manuales o del punto de remolque para cambiar el ángulo de ataque.

El aumento del ángulo de tracción aumenta el ángulo de ataque y la regla se eleva. La disminución del ángulo de tracción disminuye el ángulo de ataque y la regla se baja. Los operadores de regla pueden cambiar la altura de la conexión del punto de remolque manualmente con interruptores de control o automáticamente con un sistema de control de nivelación.



- h altura del punto de remolque
- i longitud proyectada
- d profundidad de la capa (espesor de la capa)
- a ángulo de ataque

Nota para el usuario: Cuando pavimento manualmente (sin la utilización de controles automáticos de nivelación longitudinal y transversal), la característica de nivelación de la regla flotante puede producir una mejora de hasta el 50 por ciento en la homogeneidad cuando se pavimenta sobre un suelo moderadamente a severamente áspero. La regla en equilibrio tiende a permanecer a una determinada altura, mientras se rellenan los baches y se nivelan las zonas elevadas del suelo.

Dimensión l : longitud proyectada. La longitud proyectada de la pavimentadora es la distancia entre la conexión del punto de remolque y el centro de gravedad de la regla (indicado como CG en el diagrama de la página 70), o el punto pivote de la regla. La longitud proyectada con frecuencia se conoce como la distancia niveladora de la regla. Cuando la pavimentadora se desplaza y la regla está en equilibrio, la distancia niveladora permite crear una superficie homogénea, incluso cuando se pavimenta sobre un suelo irregular.

Dimensión d : profundidad de la capa (espesor de la capa). La profundidad de la capa es la distancia entre la parte inferior de la placa de la regla y el suelo. La profundidad de la capa afecta el lugar en el que el personal debe colocar el punto de remolque con el fin de crear un ángulo de tracción ideal (línea de tracción) y el ángulo de ataque ideal para la regla principal. Específicamente, cuando la profundidad de pavimentación es de 15 cm (6") o más, el personal deberá complementar el ángulo de tracción con un mayor ángulo de ataque para contribuir con la flotación de la regla en una condición estable.

Resumen. Las fuerzas que afectan la regla están interrelacionadas. Si se modifica un factor, es posible que se deba ajustar uno o más de los otros factores para crear las condiciones necesarias para el equilibrio de la regla. Por lo tanto, el personal debe esforzarse por un rendimiento uniforme en todo momento.

Sin embargo, incluso con la mejor planificación y preparación, es casi imposible mantener todas las fuerzas constantes. La configuración de la regla adecuadamente puede minimizar los efectos negativos de las fluctuaciones de las fuerzas que

Dimensión a : ángulo de ataque. El ángulo de ataque también se conoce como ángulo de ajuste. El ángulo de ataque se puede concebir de varias maneras. Se lo puede describir como el ángulo entre la nariz de la placa de la regla y el suelo sobre el cual la regla pavimenta. O bien, se lo puede describir como la relación entre la nariz y el borde de salida de la placa de la regla. En general, la mayor estabilidad de la regla y la mejor apariencia de la capa bituminosa se producen cuando el ángulo de ataque se encuentra entre 3 mm (0,125") y 6 mm (0,25").

La principal influencia sobre el ángulo de ataque de la regla principal en el caso de las reglas tamper es la altura de la conexión del punto de remolque. El ángulo de ataque en las reglas vibratorias se puede configurar o modificar de dos maneras: girando la manivela de profundidad o modificando la altura de la conexión del punto de remolque.

pueden afectar la regla. Preste atención al ángulo de tracción (línea de tracción) y al ángulo de ataque que se crea al comienzo de la pavimentación.

El mantenimiento de la regla en la condición más estable posible ayudará a reducir las reacciones de la regla ante las fuerzas cambiantes.

[CONTROL DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA REGLA]

La regla flotará en la misma posición siempre que todos los factores que afectan la regla permanezcan sin cambios.

Una regla flotante es remolcada por el tractor de la pavimentadora y sostenida por el material bituminoso que pasa debajo de la nariz de la regla. Cuando la pavimentadora sale de la referencia inicial, alcanza la velocidad planificada y desarrolla un funcionamiento uniforme del sistema de alimentación de material, la regla flotará en dicha posición, a menos que se modifiquen los factores.

Velocidad de pavimentación. Como se describe en la sección anterior, la velocidad de la pavimentadora afecta la manera en que la regla flota. La regla puede alcanzar su ángulo de ataque y su punto de equilibrio a cualquier velocidad. Siempre que la velocidad se mantenga igual, la regla mantiene su posición vertical. Cuando se cambia la velocidad, la regla reacciona debido a que el factor de corte también cambia.

Factores que afectan la regla:

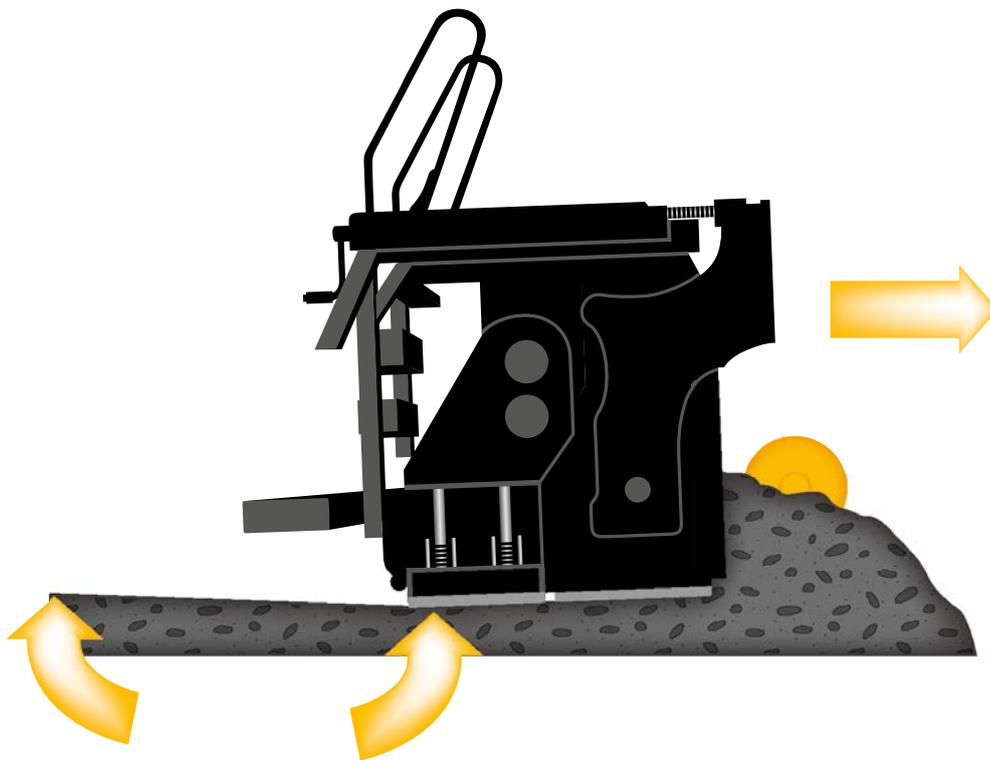
1. Velocidad de pavimentación
2. Cabeza de material
3. Ajustes de la regla
4. Tipo de mezcla
5. Temperatura de la mezcla
6. Condiciones de la base



Consejo para el usuario: Un momento típico para que el operador aumente la velocidad de pavimentación es cuando las unidades de transporte comienzan a acumularse delante de la pavimentadora. O bien, el operador puede aumentar la velocidad de la pavimentadora al final de una sección cuando el último camión está pavimentando. Caterpillar recomienda pavimentar a una velocidad continua y calculada con la comprensión de que puede haber ocasiones en las que varias unidades de transporte se acumulen delante de la pavimentadora. Resista la tentación de pavimentar más rápido. Pavimentar a una gran velocidad no aumentará la producción. La pavimentadora simplemente se detendrá con más frecuencia para esperar la mezcla y la calidad se verá afectada.

El aumento de la velocidad de pavimentación ocasionará la caída de la regla.

Cuando se aumenta la velocidad de pavimentación, hay más energía disponible para empujar la cabeza de material delante de la regla. Menos material fluye debajo de la nariz de la regla y el espesor de la capa disminuye. Si el sistema de control automático de nivelación está en uso, el sistema detectará el cambio en el espesor de la capa y requerirá una corrección. Aun así, habrá un hundimiento en la capa bituminosa, lo que generará mayor aspereza.

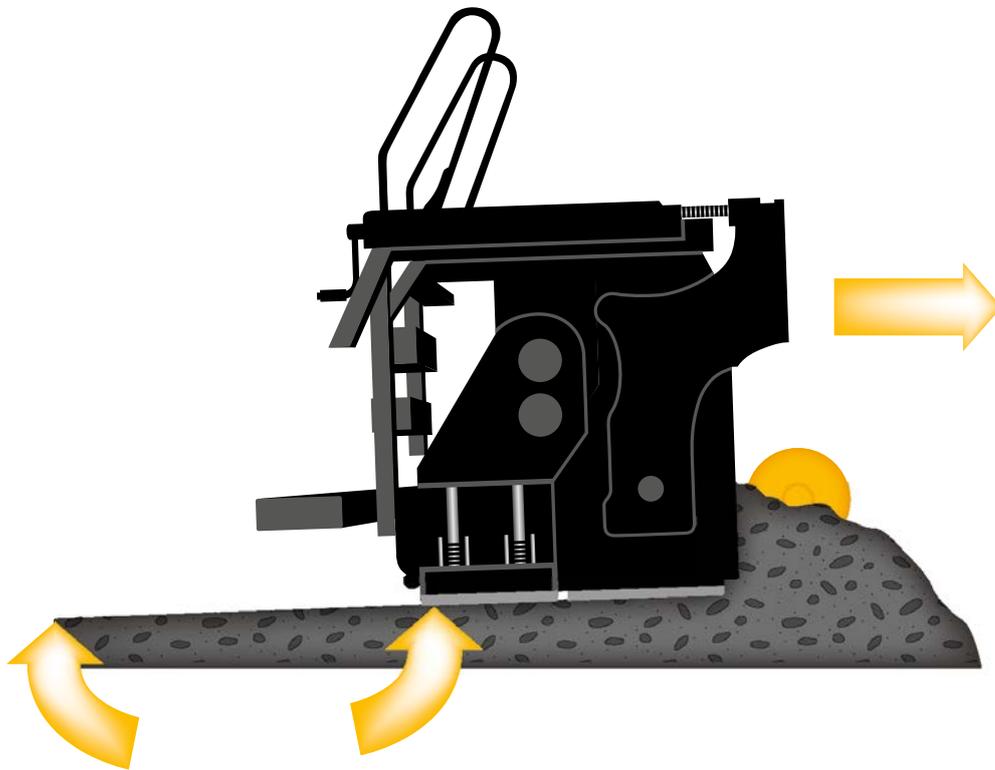


Nota para las reglas tamper: Si la velocidad de pavimentación aumenta y la velocidad de tamper y vibración se mantiene constante, la distancia entre los impactos de tamper aumenta. Se consolidará menos material debajo de la regla y el espesor disminuirá. Para mantener el espesor de la capa correcto a una velocidad de trabajo superior, aumente las velocidades de tamper y vibración en consecuencia.

La disminución de la velocidad de pavimentación ocasionará el ascenso de la regla.

Cuando se disminuye la velocidad de pavimentación, hay menos energía disponible para empujar la cabeza de material en la cámara del sinfín. La regla tiene la tendencia de subir por encima de la cabeza de material y más mezcla pasa debajo de la regla.

Nota para las reglas tamper: Cuando se disminuye la velocidad de trabajo, los impactos generados por la barra tamper están más cerca entre sí y más mezcla pasa debajo de la regla. Para restaurar el equilibrio entre la velocidad de trabajo y las fuerzas de tamper, la velocidad de la barra tamper deberá disminuir.



Consejo para el usuario: Un momento típico para que el operador disminuya la velocidad de pavimentación es cuando hay solo un camión delante de la pavimentadora y ninguno más a la vista. O bien, el operador puede disminuir la velocidad de pavimentación durante los intercambios de camión para evitar quedarse con poco material en la tolva mientras se continúa pavimentando. Las paradas breves durante los intercambios de camión o mientras se espera más material no son necesariamente acontecimientos malos. Pero, muchos operadores han sido capacitados para evitar, lo más posible, la detención de la pavimentadora. Caterpillar recomienda pavimentar a una velocidad continua y calculada con la comprensión de que las paradas breves son frecuentemente inevitables.

Sistema de alimentación de material. Otro factor que afecta la manera en que la regla flota es el manejo del sistema de alimentación de material. El objetivo del personal de pavimentación es ajustar

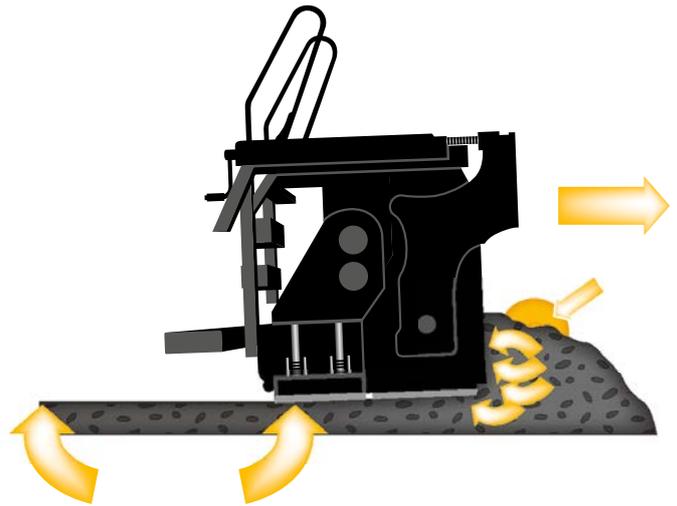
el sistema de alimentación de material para crear un flujo continuo a una velocidad uniforme a través de la pavimentadora y delante de la regla.

La cabeza de material de la cámara de sinfín debe cubrir la mitad, o un poco más de la mitad, de los sinfines.

El objetivo del operador de la pavimentadora es cubrir la mitad, o un poco más de la mitad, de los sinfines. Una vez que se creó la cabeza de material correcta, el personal debe mantenerlo. Recuerde, la cabeza de material de la cámara del sinfín es el peso, o la resistencia, que siente la regla.

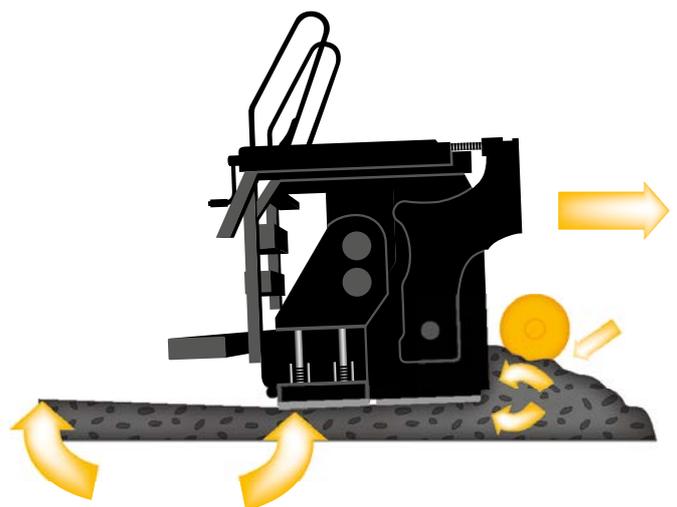
Cuando la resistencia a la energía de pavimentación se mantiene igual, la regla permanece en equilibrio y mantiene su posición vertical. Mejorará la calidad de marcha y la apariencia de la capa bituminosa.

La cobertura de la mitad de los sinfines con material permite que la mezcla se desplace eficientemente hacia las compuertas laterales utilizando el ancho de pavimentación completo. Si se sobrecargan los sinfines, el material comienza a compactarse en la cámara del sinfín por su propio peso y tampoco se desplaza. La sobrecarga del sinfín también requiere más potencia y aumenta el desgaste de los segmentos del sinfín.



La altura de la regla baja cuando disminuye la cabeza de material.

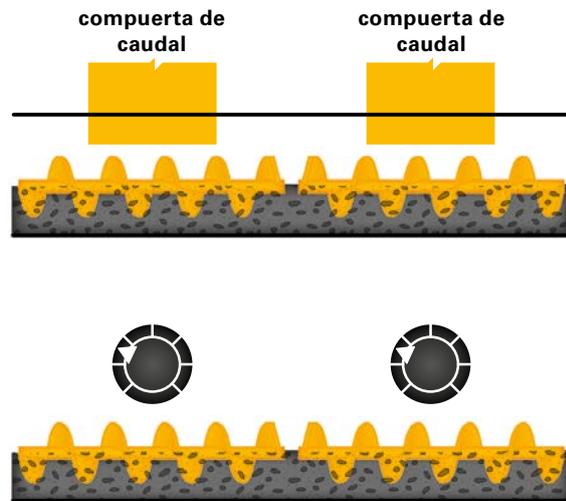
La regla se hundirá si la cabeza de material de la cámara del sinfín disminuye. La pérdida del espesor de la capa se produce muy rápidamente y la regla puede comenzar a arrastrar los agregados. Muchas veces, el personal puede evitar que esto suceda. Se puede escuchar que el sistema hidráulico del sistema de alimentación comienza a girar rápidamente los sinfines cuando los sensores de alimentación detectan la caída del material. Quedarse con poca mezcla en la cámara del sinfín se considera un gran error, uno de los factores que tiene un gran efecto en la calidad.



Consejo para el usuario: Hay varias ocasiones en las que la cabeza de material puede disminuir durante la pavimentación. Una es durante la pavimentación con control de pendiente transversal automático, debido a que la regla continuará produciendo la inclinación transversal correcta en la superficie de la capa. La regla puede estar distribuyendo una capa muy fina o muy gruesa si está corrigiendo errores de inclinación transversal en la base. Una capa muy gruesa requiere más material y puede crear temporalmente una cabeza de material baja, hasta que el sistema de alimentación puede recuperar. La segunda posibilidad de quedarse con poca mezcla en la cámara del sinfín es cuando se pavimenta durante intercambios de camión. Algunos operadores son capacitados para no detenerse nunca entre las unidades de transporte. Si la unidad de transporte con un suministro nuevo de material es lenta para colocarse delante de la pavimentadora, el material dentro de la tolva, los transportadores y la cabeza de material disminuirán.

El control de la cabeza de material de la cámara del sinfín y la distribución de un flujo continuo de material a través de la pavimentadora requiere la coordinación de los operadores de la pavimentadora y la regla.

El operador de la pavimentadora tiene el control principal de la distribución de material a través de los túneles y hacia la cámara del sinfín. El material que cae de los transportadores hacia la cámara del sinfín se puede regular de dos maneras, según el tipo de pavimentadora.



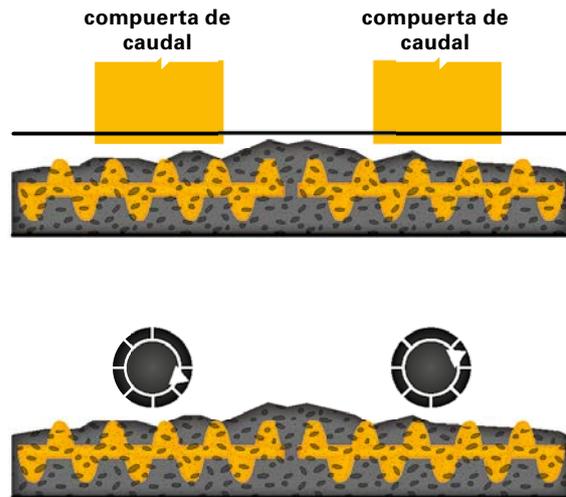
La posición de las compuertas de caudal o la configuración de los diales de control de relación determina el nivel de material en el centro de la cámara del sinfín.

Algunas pavimentadoras tienen compuertas de caudal ubicadas sobre los túneles de los transportadores izquierdo y derecho, en la pared trasera de la tolva. Las compuertas de caudal son dispositivos enrasadores utilizados para medir la cantidad de material que fluye a la cámara del sinfín. La altura de cada compuerta de caudal se puede ajustar de manera independiente.

Otras pavimentadoras no tienen compuertas de caudal, de manera que los túneles de los transportadores izquierdo y derecho están completamente abiertos. Dichas pavimentadoras tienen diales de control de relación en la estación del operador. El ajuste de los diales de control de relación regula la velocidad de los transportadores.

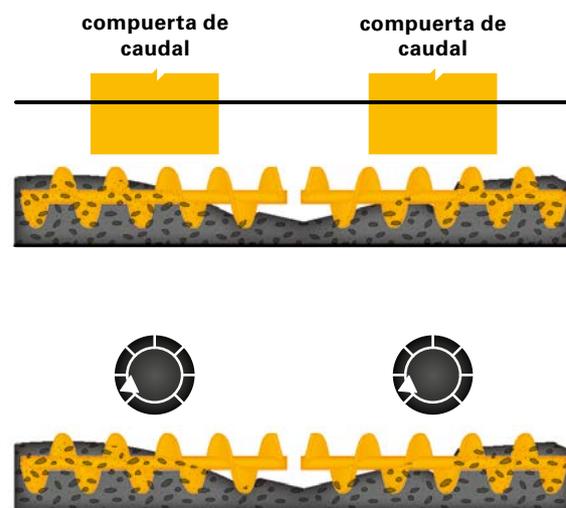
Las compuertas de caudal y los diales de control de relación tienen el mismo efecto en el sistema de alimentación de material. Controlan el volumen del material que ingresa a la cámara del sinfín, por lo tanto, controlan la cabeza de material del centro de la cámara del sinfín.

Si el operador eleva demasiado las compuertas de caudal o los diales de control de relación, la cámara del sinfín se inundará y la cabeza de material del centro del sinfín se encontrará demasiado alto. Cuando hay demasiada cantidad de material en los transportadores, la velocidad de rotación de los sinfines izquierdo y derecho disminuirá. Los sinfines pueden detenerse completamente o funcionar muy lentamente. Los sinfines no deben detenerse ni funcionar en modo de encendido/apagado durante las operaciones de pavimentación normales. Baje las compuertas de caudal o los diales de control de relación para acelerar la rotación de los sinfines.



La cabeza de material en el centro del sinfín se encontrará demasiado alta si las compuertas de caudal están abiertas demasiado altas, o los diales de control de relación están configurados demasiado alto.

Por el contrario, si las compuertas de caudal se bajan demasiado o los diales de control de relación están configurados demasiado bajo, el centro de la cámara del sinfín se quedará con poca mezcla y la cabeza de material se encontrará demasiado baja. Cuando no hay suficiente cantidad de material en los transportadores, la rotación de los sinfines será demasiado alta.



La cabeza de material en el centro del sinfín estará demasiado baja si las compuertas de caudal se bajan demasiado, o los diales de control de relación están configurados demasiado bajo.

El rango ideal para la velocidad del sinfín es entre 20 y 40 rotaciones por minuto. Si la velocidad del sinfín es demasiado alta, pueden aparecer franjas continuas de agregados segregados en la capa bituminosa. Si la velocidad del sinfín es demasiado lenta o se enciende y se apaga, pueden aparecer manchas aleatorias de agregados segregados. (En la unidad 8 se puede encontrar más información sobre las causas de segregación de franjas y segregación en forma de manchas).

Además de la aparición de distintos tipos de segregación, la velocidad incorrecta de los sinfines también puede ocasionar variaciones en la precompactación de la mezcla en la cámara del sinfín. Mantener la velocidad correcta del sinfín supone trabajo en equipo de parte del operador de la pavimentadora y el operador de la regla.

Consejo para el usuario: En la mayoría de las pavimentadoras, los controles de la altura de la compuerta de caudal y de la velocidad del transportador (diales de control de relación) se encuentran en la estación del operador sobre la pavimentadora. El operador de la pavimentadora tiene la responsabilidad final de controlar el volumen de material que ingresa a la cámara del sinfín y, por lo tanto, el control final de la velocidad del sinfín. Los controles disponibles para los operadores de la regla pueden afectar temporalmente la velocidad del sinfín. El personal debe comprender esta relación.

Los operadores de la regla controlan la cabeza de material en el extremo exterior de los ejes del sinfín mediante el ajuste de los diales de altura de la mezcla en los paneles de control de la regla. Para aumentar la cabeza de material en el extremo de los ejes del sinfín, gire el dial de altura de la mezcla en el sentido de las agujas del reloj. Para bajar la cabeza de material en el extremo de los ejes del sinfín, gire el dial en sentido contrario a las agujas del reloj. El ajuste del dial de altura de la mezcla afecta la sensibilidad de los sensores de alimentación de material orientados al material que sale de la cámara del sinfín.



Los diales de altura de la mezcla de los paneles de control regulan la cabeza de material en los extremos de los ejes del sinfín.

Existen dos tipos de sensores de alimentación: mecánicos y sónicos. Los sensores mecánicos toman contacto con la cabeza de material a medida que fluye a través de la cámara del sinfín. A medida que el material ejerce presión contra la paleta, esta gira un interruptor tipo reóstato. A medida que la paleta gira hacia afuera, el sensor comienza a ralentizar el sistema de alimentación. A medida que la paleta gira hacia adentro, el sensor acelera el suministro de material. El ajuste del dial de altura de la mezcla controla el momento en el que el sensor comienza a ralentizar el sistema de alimentación, o el punto en el cual el sistema se apaga.



Los sensores de alimentación mecánicos toman contacto con el material a medida que fluye hacia afuera de la cámara del sinfín.

Consejo para el usuario: Las mezclas que incluyen cemento asfáltico modificado generalmente son adherentes. La mezcla puede acumularse en el mamparo del tractor y puede interferir con el movimiento del sensor de alimentación mecánica. El personal debe limpiar periódicamente el mamparo del tractor para evitar el funcionamiento errático del sistema de alimentación.

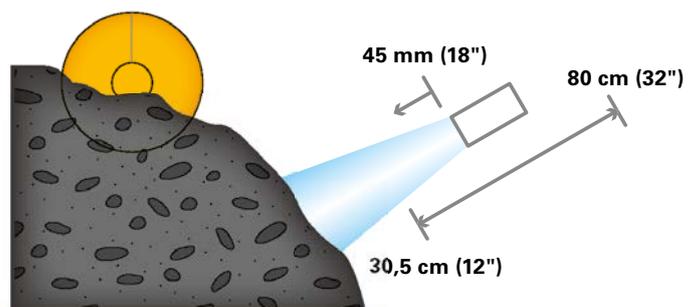
El otro tipo de sensor de alimentación es un sensor tipo sónico. Este sensor emite pulsos sonoros. Ecos (o resonancias) rebotan sobre el material que sale de la cámara de los sinfines. El sensor sónico controla el tiempo que las resonancias tardan en regresar para medir la distancia entre el sensor y el objetivo. Hay varios principios que son importantes conocer sobre los sensores de alimentación sónicos.

El rango de trabajo de un sensor de alimentación se encuentra entre 30 y 80 cm (12 y 32"). Si el objetivo está a menos de 30 cm (12"), el sistema de alimentación de ese lado de la pavimentadora se apagará. Si el objetivo de un sensor de alimentación sónico es superior 80 cm (32"), el sistema de alimentación de ese lado de la pavimentadora funcionará a toda velocidad. La distancia recomendada desde el objetivo para los sensores de alimentación sónicos es de 45 cm (18").

La orientación del sensor de alimentación sónico es extremadamente importante. Emite una cantidad determinada de pulsos sonoros por segundo. A los fines de precisión como dispositivo de medición, el sensor debe recibir la misma cantidad de ecos de retorno. Si el sensor está orientado en un ángulo incorrecto, algunos de los ecos no regresarán al sensor y el sistema de alimentación funcionará de manera errática.

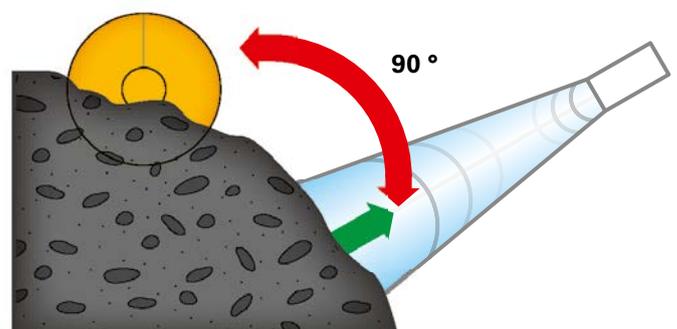


Los sensores de alimentación sónicos emiten pulsos sonoros que rebotan del material que sale de la cámara del sinfín y regresan al sensor.



Los sensores de alimentación sónicos se deben colocar a la distancia correcta del objetivo deseado.

Consejo para el usuario: Si se encuentran dificultades para que el sistema de alimentación funcione sin inconvenientes a la velocidad deseada y con la cabeza de material deseada, el primer paso para solucionar el problema debe ser la reorientación del sensor sónico hasta que el sistema funcione correctamente. Como ayuda para orientar el sensor, utilice una cinta métrica o regla plegable extendida a 45 cm (18"). Sostenga la regla en el extremo del sensor y observe con qué toma contacto la regla a esa distancia. Controle el ángulo y asegúrese de que el sensor esté orientado directamente hacia ese objetivo.



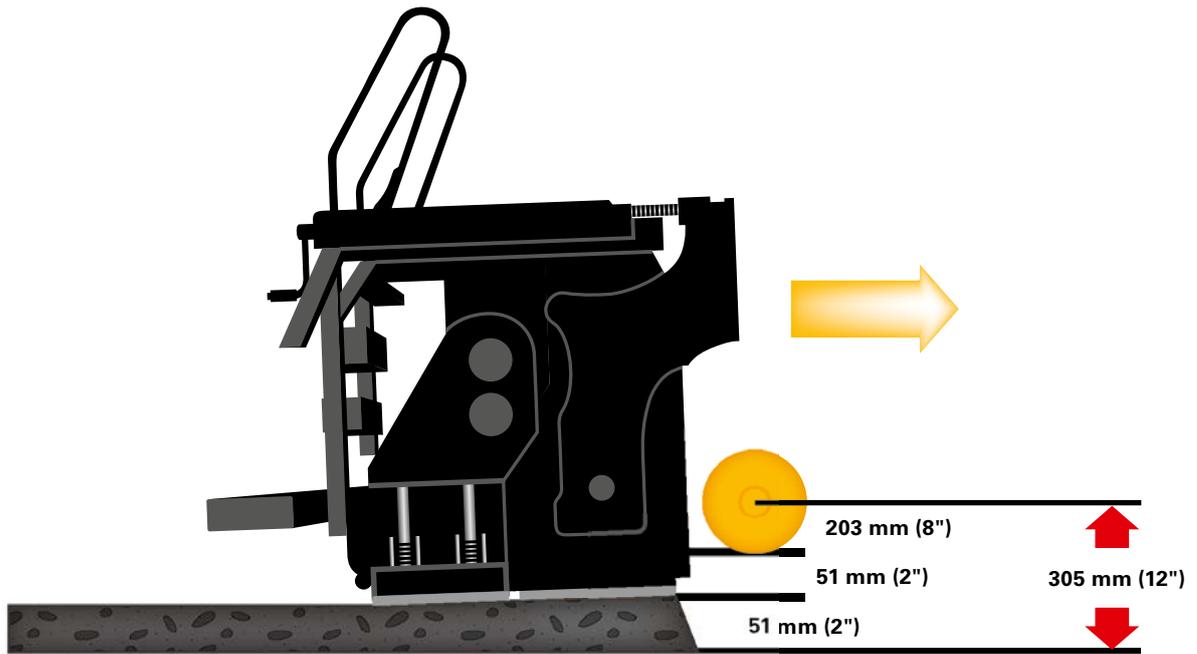
Los sensores de alimentación sónicos deben estar orientados perpendicularmente hacia el objetivo deseado.

La selección del mejor objetivo es otra clave para el funcionamiento sin inconvenientes del sistema de alimentación al utilizar sensores de alimentación sónicos. Idealmente, el sensor debe estar orientado hacia el material que sale de lado frontal del eje del sinfín. Este material se desplaza hacia la compuerta lateral de la regla, que es el borde exterior de la capa bituminosa. Si este material es el objetivo, el dial de altura de la mezcla ayudará a controlar cómo fluye el material hacia afuera y dónde toma contacto con la compuerta lateral. No oriente el sensor hacia el suelo o demasiado atrás donde el material es estancado. Siempre oriente el sensor hacia el material en movimiento.

El objetivo del sensor sónico debe ser la cabeza de material activa que sale del lado frontal del eje del sinfín.



Consejo para el usuario: Una de las aplicaciones más difíciles al utilizar un sensor de alimentación sónico es la pavimentación en un ancho que sea igual que el ancho básico de la regla. En otras palabras, la compuerta lateral del extensor de la regla se retrae completamente hacia adentro y el material no sale de la cámara del sinfín. En dicha situación, el sensor se deberá orientar directamente hacia abajo. Intente mantener el sensor a una distancia de al menos 30 cm (12") del objetivo. O bien, si hay sensores mecánicos disponibles, instálelos. Los sensores mecánicos facilitan el control del sistema de alimentación con anchos de pavimentación angostos.



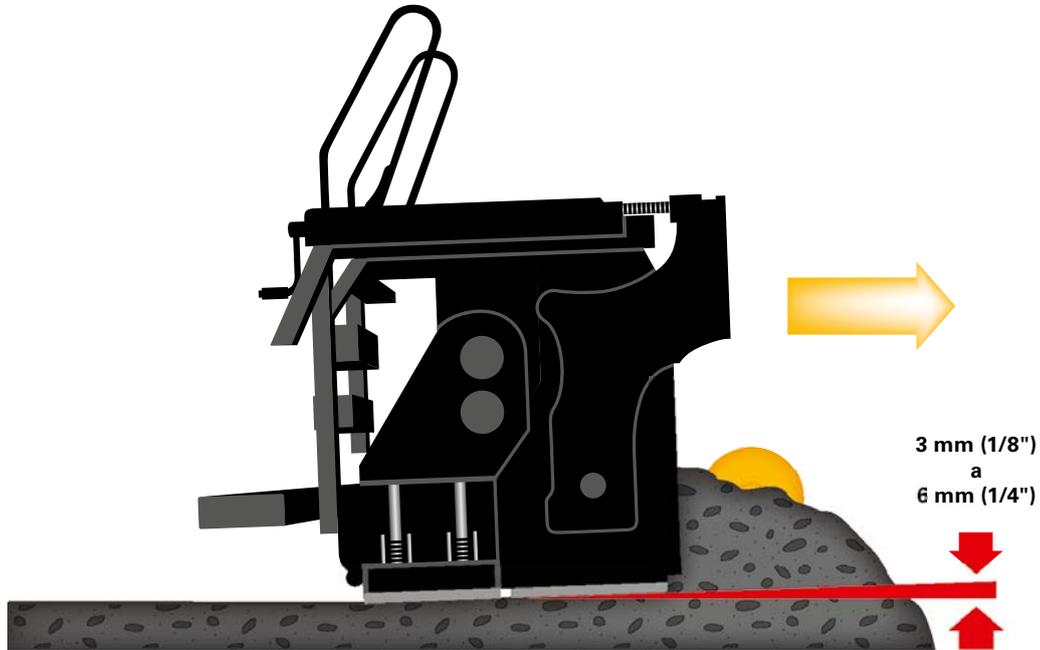
Ajuste la altura del sinfín para evitar la creación de sombras del sinfín en la superficie de la capa bituminosa.

En muchas pavimentadoras, la altura del eje del sinfín es ajustable. Cuando prepare la pavimentadora para el funcionamiento, baje los sinfines hasta que estén alrededor de 5 cm (2") por encima de la superficie de la capa en las mezclas con un tamaño máximo de agregado de 13 mm (0,5") o menos. En el caso de los diseños de las mezclas con agregados de 19 mm (0,75") o más, coloque los sinfines a 8 cm (3") por encima de la capa.

Si los sinfines están demasiado bajos, dejarán sombras oscuras en la superficie de la capa bituminosa. La capa tendrá una apariencia firme en el centro y una textura porosa (sombras) a ambos lados del centro, de la misma longitud que los ejes del sinfín izquierdo y derecho. Luego, la capa volverá a tener una apariencia firme en los bordes. Si aparece este patrón de textura, eleve gradualmente los sinfines hasta que la apariencia de la capa sea uniforme.

Consejo para el usuario: Esta es una manera sencilla de medir la altura del sinfín. Suponga que los sinfines midan 40 cm (16") de diámetro. El centro del eje del sinfín será de 20 cm (8") por encima de la base de los sinfines. La base de los sinfines será de 5 cm (2") por encima de la capa. Suponga que la capa mida 5 cm (2") de espesor. Baje los sinfines antes de llenar la cámara del sinfín. Mida desde el centro del eje del sinfín hasta el suelo. Cuando la distancia es de 30 cm (12"), la altura del sinfín es correcta para dicho espesor de la capa. Agregue 2,5 cm (1") a la altura del sinfín cuando utilice una mezcla de piedras grandes.

Ajustes de la regla: el tercer factor controlado por el personal que afecta la manera en que la regla flota es la configuración y el ajuste de la regla. El primer paso de configuración es establecer el ángulo de ataque correcto.



En equilibrio, la regla debe flotar con la nariz ligeramente hacia arriba.

Todas las reglas están diseñadas para producir los mejores resultados cuando la regla alcanza el equilibrio y flota con la nariz ligeramente hacia arriba. La parte frontal de la regla debe estar entre 3-6 mm (0,125-0,25") más alto que el borde de salida de la placa de la regla. Dicho ángulo de ataque (también denominado ángulo de ajuste) permite que el material pase debajo de la nariz de la regla y proporcione el soporte que permite que la regla flote. Con el ángulo de ataque correcto, la superficie completa de la placa de la regla se utiliza para contribuir a la precompactación y la textura de la superficie de la capa bituminosa.



Las franjas texturadas en la superficie de la capa bituminosa generalmente son ocasionadas por las variaciones en el ángulo de ataque a través del ancho de la regla.

Cuando el ángulo de ataque de la placa de la regla principal o la placa de la regla de un extensor es demasiado alto, una parte más pequeña de la regla tiene contacto con la capa bituminosa. El área de contacto más pequeña ejerce más fuerza sobre la superficie de la capa y creará una apariencia firme y brillante en la superficie.



El ángulo de ataque de las extensiones de la regla se debe ajustar mientras la pavimentadora está en movimiento.

Cuando el ángulo de ataque es demasiado bajo o cuando la regla funciona con la nariz hacia abajo, la superficie tiene una apariencia porosa o rasgada, y se pueden ver pequeñas ondas. Observe que la superficie de la capa de la fotografía es porosa detrás de la extensión izquierda (lado derecho de la fotografía) y más firme detrás de la regla principal. Si se controla la densidad en diferentes ubicaciones a través del ancho de la capa, descubrirá que la densidad de precompactación será variable, también.

El ángulo de ataque de los extensores de la regla principal se configura al comienzo de la pavimentación y se ajusta para modificar la profundidad de la capa. El ángulo de ataque de las extensiones de la regla se fija cuando se instalan las placas de la regla. Cuando comienza la pavimentación, es común ajustar el ángulo de ataque del extensor para que la textura de la superficie sea uniforme.

En muchas reglas, existe una serie de reguladores de los bordes de salida de los extensores. Gire los reguladores en sentido de las agujas del reloj para aumentar el ángulo de ataque. De acuerdo con el ejemplo que se muestra en la fotografía anterior, el operador de la regla aumenta gradualmente el ángulo de ataque del extensor izquierdo para hacer que la superficie de la capa sea más firme.



Cuando los ángulos de ataque son los mismos en la regla principal y los extensores de la regla, la textura de la superficie es uniforme.

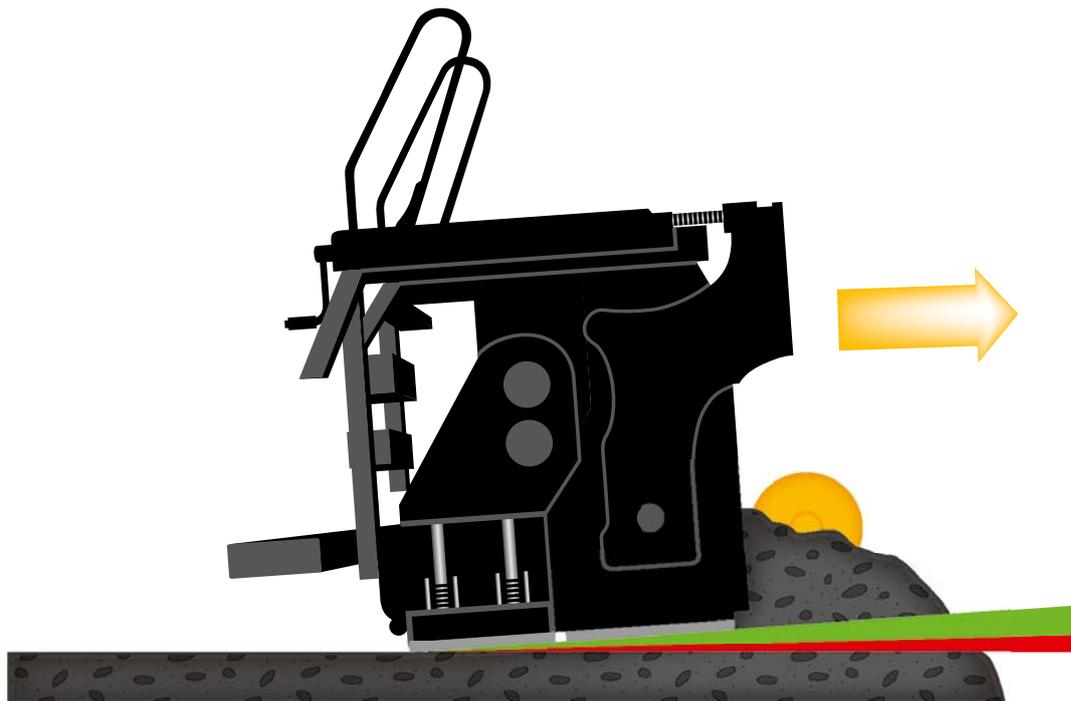
La superficie de la capa bituminosa debe tener una apariencia uniforme de extremo a extremo. Recuerde, la textura se ve afectada por el ángulo de ataque. La segregación del material y otros defectos tienen otras causas. (Para obtener más información sobre los defectos y problemas, consulte la unidad 8).

Consejo para el usuario: Existen otras maneras para determinar si la regla está funcionando regularmente con el ángulo de ataque correcto. Si el ángulo es demasiado alto, habrá un desgaste excesivo y prematuro en el borde de salida de la placa de la regla en comparación con la barra de la nariz y la parte frontal de la placa de la regla. Si el ángulo de ataque es demasiado bajo o si la regla funciona con la nariz hacia abajo, el desgaste se concentrará alrededor de la barra de la nariz. Además, trabe la regla cuando la eleve al final de una pasada, y observe la base de las placas. La regla se inclinó hacia atrás y funcionó con un ángulo de ataque demasiado grande durante dicha pasada si las placas de la regla están limpias y brillantes en la parte trasera y tienen partículas finas adheridas a la parte frontal.

En resumen, algunos principios notables afectan el ángulo de ataque de la regla principal.

Cada vez que la regla se baja en una referencia y se prepara para la pavimentación, se deben hacer ajustes que creen el ángulo de ataque para la regla principal. Dichos ajustes se cubren en detalle en

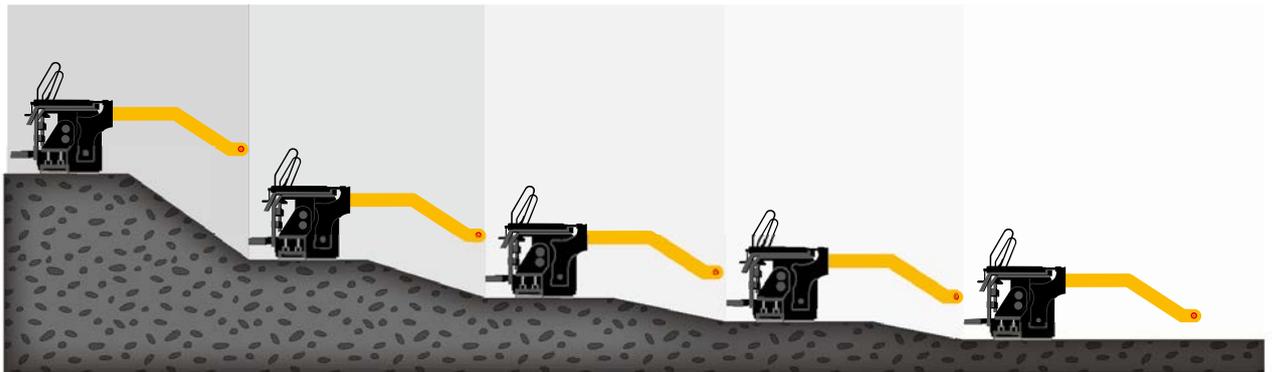
las unidades 4 y 5. Como ejemplo, suponga que la regla principal tenga el ángulo de ataque correcto: 3-6 mm (0,125-0,25").



Durante la pavimentación, el operador de la regla puede aumentar o disminuir el ángulo de ataque.

Hay dos maneras en las que el operador de la regla puede modificar el ángulo de ataque durante la pavimentación. En una regla vibratoria, el operador puede girar los tornillos de control de profundidad ubicados en los lados izquierdo y derecho de la regla. O bien, el operador puede ajustar la altura del punto de remolque hacia arriba o hacia abajo manualmente, o mediante el uso de un control automático de nivelación longitudinal y transversal. En una regla con barra tamper, el operador normalmente utiliza solo la altura del punto de remolque como medio para modificar el ángulo de ataque de la regla principal.

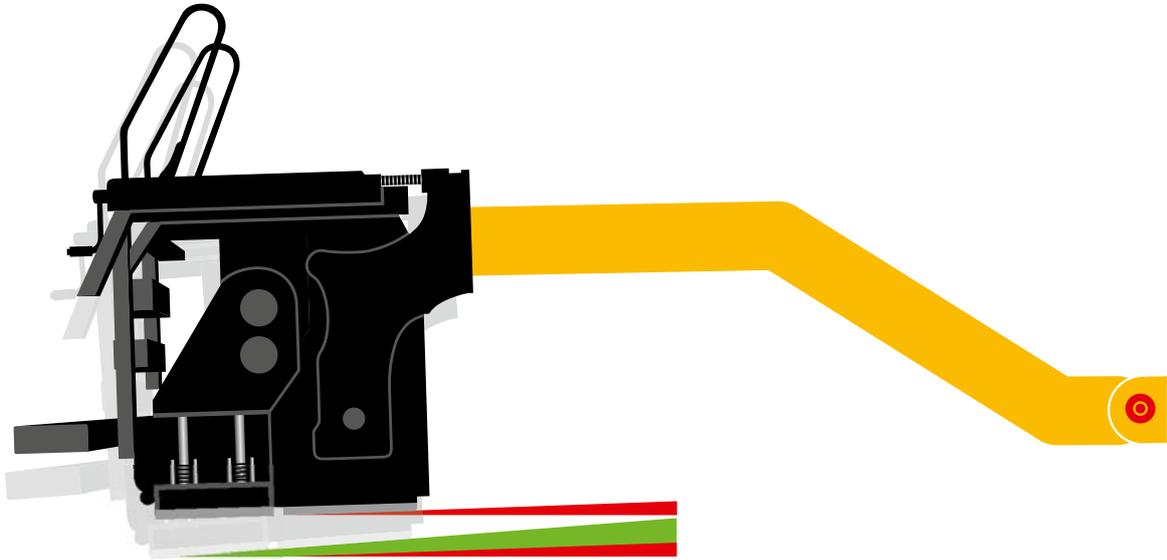
Consejo para el usuario: Si la pavimentadora está equipada con tornillos de control de profundidad y dichos tornillos tienen un espaciado de roscado convencional, una rotación del tornillo ocasionará alrededor de 6 mm (0,25") del movimiento de la regla. Si los tornillos de control de profundidad tienen un roscado grueso, una rotación del tornillo ocasionará alrededor de 13 mm (0,5") del movimiento de la regla.



La modificación del espesor de la capa se produce en una distancia equivalente a la longitud de cinco brazos de remolque.

Cuando se gira un tornillo de control de profundidad o cuando se ajusta la altura del punto de remolque, se modifica el ángulo de ataque y la regla inmediatamente comienza a desplazarse hacia arriba o hacia abajo. La mayor parte de la modificación del espesor de la capa, alrededor del

65 por ciento, se produce en la longitud del primer brazo de remolque. Otro 65 por ciento del resto se produce en la longitud del siguiente brazo de remolque. La modificación del espesor se produce progresivamente hasta que se complete el cambio en una longitud de cinco brazos de remolque. Este fenómeno es el efecto de nivelación común en todas las reglas de flotación. La modificación gradual del espesor de la capa mejora la lisura de la capa.

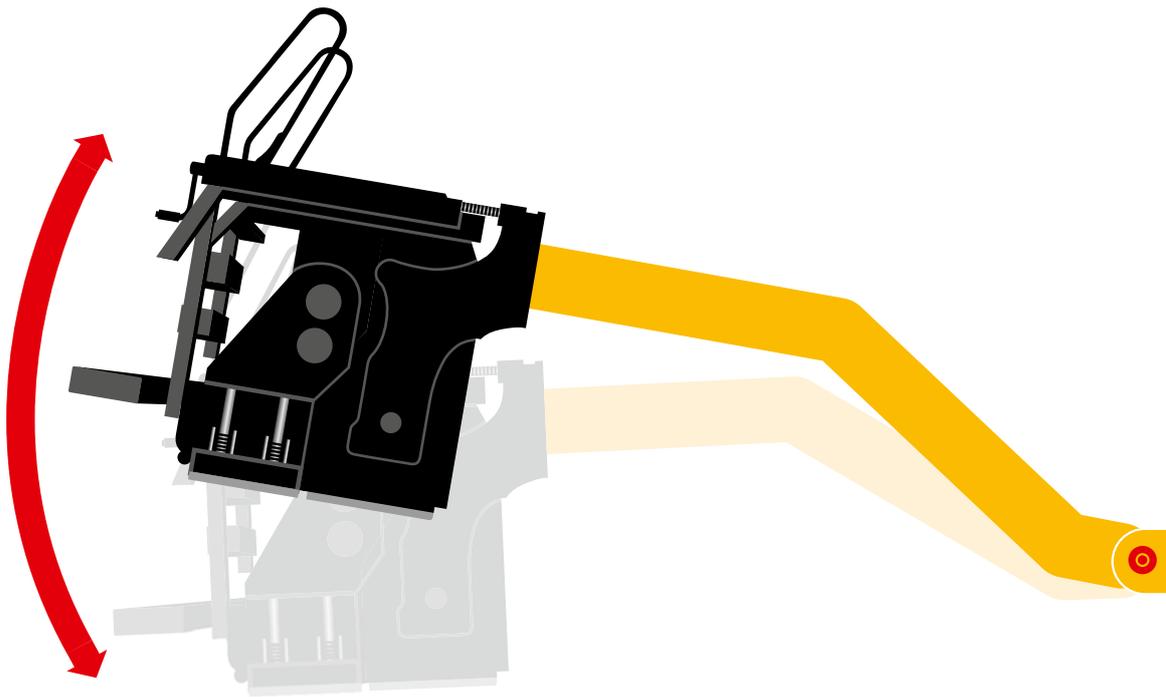


Cuando la modificación del espesor es completa, la regla regresa a su ángulo de ataque original.

La modificación del espesor es completa al final de la longitud de cinco brazos de remolque. La regla principal regresó a su ángulo de ataque original y retomó el punto de equilibrio donde está flotando en una posición vertical invariable.

El operador de la regla debe esperar hasta que la regla haya regresado a su ángulo de ataque original (equilibrio alcanzado) antes de controlar el espesor de la capa. Si la regla tiene tornillos de control de

profundidad, el operador puede controlar la tensión del tornillo de control de profundidad. Cuando se produjo completamente la modificación del espesor, el tornillo de control de profundidad no debe tener tensión, indicativo de la regla flotante. Si continúa habiendo tensión en el tornillo de control de profundidad, la regla se continúa desplazando y no ha regresado a su ángulo de ataque original.



La regla se desplaza trazando un arco a medida que modifica el espesor de la capa.

La comprensión de cómo se desplaza la regla hacia arriba y hacia abajo es clave para comprender por qué la regla siempre regresa al ángulo de ataque creado por el personal al comienzo de la pavimentación.

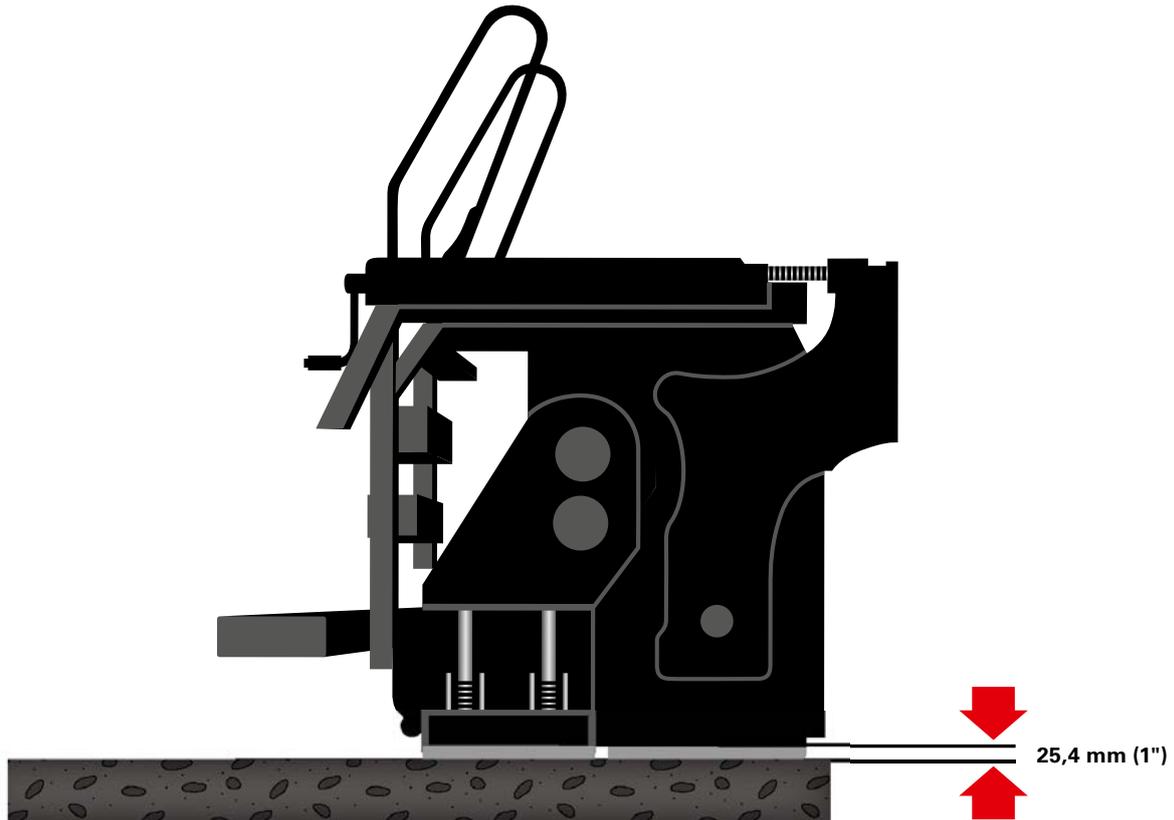
Recuerde, la regla está conectada a la pavimentadora en ambos lados de las conexiones de brazo de remolque. Imagine dicha conexión como el centro de un círculo. La longitud del brazo de remolque donde se conecta con la parte frontal de la regla es un radio. La longitud del brazo de remolque además de la regla en sí forman un radio más largo. Debido a que el brazo de remolque está fijado en la conexión del punto de remolque, la regla en realidad gira alrededor de la conexión de clavija mientras se desplaza.

La parte frontal de la regla, la cual tiene un radio más corto, se desplaza en forma de un arco más pequeño, no directamente hacia arriba y hacia abajo. La parte trasera de la regla, la cual tiene un radio más largo, se desplaza en forma de un arco más grande en comparación con la nariz de la regla. Por lo tanto, la parte trasera de la regla se desplaza un poco más lejos y un poco más rápido que la nariz de la regla. La modificación del ángulo de ataque en la parte frontal de la regla se cancela gradualmente por el hecho de que la parte trasera de la regla se desplaza para que esta vuelva a estar en equilibrio, al ángulo de ataque original.

PRINCIPIOS BÁSICOS

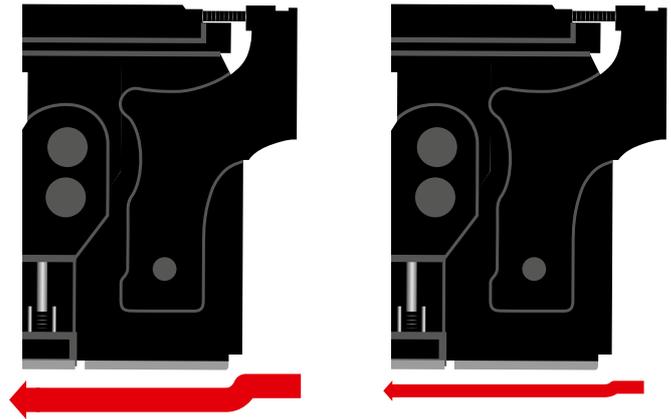
Las unidades 4 y 5 contienen información acerca del procedimiento para configurar el ángulo de ataque correcto al comienzo de la pavimentación. La configuración correcta del ángulo de ataque al comienzo es esencial, debido a que la regla siempre regresa a dicha posición después de cada corrección de espesor.

También se deben considerar otros ajustes de la regla.



Los enrasadores ajustables de algunas reglas controlan la exposición de la barra de la nariz.

Algunas reglas vibratorias tienen un enrasador ajustable en la pared frontal de la regla principal. La altura del enrasador controla la cantidad de la barra de la nariz redondeada que está expuesta. La altura de fábrica es de 25 mm (1") por encima de la placa de la regla, de manera que toda la barra de la nariz queda expuesta. En muchos diseños de mezcla, la barra de la nariz se debe exponer completamente para ayudar con el flujo del material.



La bajada de los enrasadores reduce el flujo del material debajo de la barra de la nariz.

Cuando se baja el enrasador, es más difícil que el material fluya debajo de la barra de la nariz redondeada. Caterpillar recomienda bajar el enrasador para contrarrestar los efectos de la pavimentación con mezclas que contengan agregados grandes.

Algunas mezclas de la capa base tienen agregados de hasta 38 mm (1,5"). Dichos agregados grandes tienden a hacer que la regla flote fácilmente y crear demasiada elevación. Se torna difícil controlar el espesor de la capa sin reducir demasiado el ángulo de ataque. La regla corre plana o con la nariz hacia abajo. La superficie o la capa bituminosa tiene una apariencia porosa, rasgada o rayada debido a que el ángulo de ataque es incorrecto. El cierre de una parte de la barra de la nariz reduce las fuerzas de elevación ejercidas por las mezclas que contienen grandes agregados y ayudan a que la regla flote con el ángulo de ataque correcto.

El sistema de contrapeso de la regla es otra función que afecta el rendimiento de la regla. Cuando el sistema de contrapeso se activa, ejerce una pequeña cantidad de presión hidráulica ascendente (elevación) por medio de los cilindros de elevación de la regla. Su propósito es ayudar a reducir las marcas producidas por el asentamiento de la regla cuando la pavimentadora está parada. Es más útil cuando se trabaja con mezclas arenosas o blandas.



El contrapeso de la regla es una función estándar de las pavimentadoras Cat.

PRINCIPIOS BÁSICOS

En las nuevas pavimentadoras Cat con reglas vibratorias, la presión de contrapeso puede verse y ajustarse por medio del panel "Advisor". Las pavimentadoras Cat más antiguas o las que tienen reglas tamber están equipadas con un manómetro y un dial de ajuste.



Cuando la pavimentadora se detiene sobre el material bituminoso fresco, puede dejar una impresión de la regla en la superficie de la capa.

La regla deformará el material bituminoso fresco hasta cierto punto, según el tipo de mezcla, la duración de la parada de la pavimentadora y el peso de la regla. La marca será más evidente cuando pavimentando con mezclas más blandas, las cuales tienen agregados más pequeños y cemento asfáltico de tramo recto. Esta marca será menos evidente cuando pavimentando con mezclas firmes, especialmente aquellas con cemento asfáltico modificado.



Examine la superficie de la capa después de que el compactador de fase inicial haya completado una pasada sobre la hendidura de la regla.

Después de que la pavimentación vuelve a comenzar, espere a que el compactador de fase inicial pase sobre el área donde se detuvo la pavimentadora. La marca de la regla debe dejar de ser visible. En otras palabras, el proceso de compactación eliminará completamente las marcas y estas no afectarán la calidad de marcha. Si las marcas permanecen visibles después de que el compactador de fase inicial haya completado sus pasadas, active el sistema de contrapeso de la regla, o bien, si el sistema ya está en uso, aumente la presión.

En las pavimentadoras con reglas vibratorias, la configuración de fábrica es de 3,4 bar (50 psi). Si el contrapeso es necesario, reduzca la presión al menor valor posible para obtener los resultados deseados; no exceda nunca los 10,3 bar (150 psi).

En las pavimentadoras con reglas tamper, configure la presión del sistema entre 0 y 5 bar (0 y 73 psi) para el modo de pavimentación y 15 bar (218 psi) para el modo de espera. Ajuste la presión de espera según sea necesario para eliminar las marcas de asentamiento profundas de la regla.

Las pavimentadoras Cat con reglas tamper están equipadas con una función de bloqueo de bajada de la regla.

Cuando se activa el bloqueo de bajada de la regla, esta se coloca en posición de bloqueo cuando los controles de la pavimentadora se encuentran en modo de espera. Por lo tanto, la regla queda casi sin peso cuando la pavimentadora se detiene, lo cual minimiza las hendiduras. Cuando se retoma la pavimentación, finaliza el modo de espera y el bloqueo de bajada de la regla se desactiva después de un tiempo preestablecido.

[RESUMEN]

La comprensión de cómo funciona una pavimentadora y qué factores afectan el concepto de la regla flotante es esencial para lograr resultados de gran calidad al distribuir el material bituminoso. Cada miembro del equipo debe conocer la teoría que hay detrás del proceso, no solo los pasos del proceso de pavimentación. Si todos los miembros del personal, incluso los supervisores y el personal de control de calidad, pueden explicar la teoría, estarán mejor equipados para solucionar los problemas cuando se presenten.

Caterpillar recomienda la capacitación continua que incluye una revisión de los principios y aspectos básicos de la pavimentación. Incluso los operadores y supervisores más experimentados se beneficiarán de la exposición a la capacitación básica. Un conocimiento profundo de los principios básicos establece la base para un estudio avanzado.



Unidad 4

PREPARACIÓN PARA PAVIMENTAR CON REGLAS VIBRATORIAS

Dentro de los pasos más importantes durante el inicio se encuentran la configuración del ángulo de ataque, el llenado lento de la cámara del sinfín, un lado por vez, y la pavimentación con una velocidad calculada.





Antes de apartarse de la junta inicial, el personal debe calentar las placas de la regla para evitar que la mezcla caliente se adhiera a estas.

En la unidad 4, se describe la manera para preparar una pavimentadora para apartarse de la referencia inicial al utilizar una regla vibratoria. El proceso de preparación para pavimentar con una regla vibratoria y tamber es diferente y se cubrirá en la unidad 5. Para preparar la pavimentadora, Caterpillar recomienda el uso de un procedimiento paso a paso que ayuda a los miembros del personal a trabajar juntos durante todos los pasos requeridos.

Apartarse de la referencia inicial puede ser un proceso frustrante incluso para el personal de pavimentación más experimentado. A veces, la regla se cae después de apartarse de la referencia inicial. A veces, la regla asciende durante el inicio. A veces el inicio es perfecto. Si bien no hay manera de garantizar inicios perfectos cada vez, el personal puede crear resultados más predecibles cuando trabajan juntos para seguir una secuencia lógica.

Nota: Algunos de los pasos descritos en esta unidad se aplican específicamente a ciertas pavimentadoras equipadas con reglas vibratorias. Es posible que algunos procedimientos sean diferentes para los modelos de pavimentadoras Cat más antiguos. Otros pasos son generales en su aplicación y son adecuados para cualquier modelo de pavimentadora. Siempre consulte las instrucciones específicas en el Manual de Operación y Mantenimiento de las pavimentadoras que se utilizan en el lugar de trabajo.

[1. CALIENTE LA REGLA]

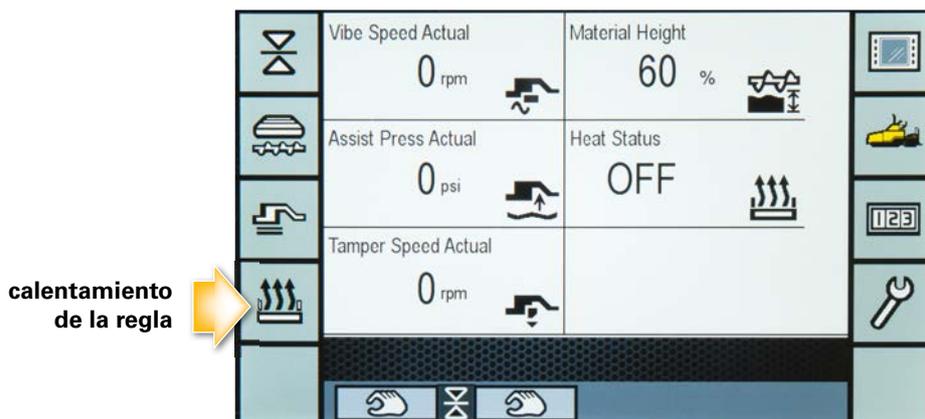
El primer paso es el calentamiento de las placas de la regla antes de apartarse de la referencia inicial. Si las placas de la regla no están cerca de la temperatura del material que pasa debajo de la regla, la mezcla caliente se adherirá a la parte

inferior de las placas de la regla. Aparecerán marcas de arrastre en la superficie de la capa bituminosa, y la regla se hundirá después de apartarse de la referencia inicial.

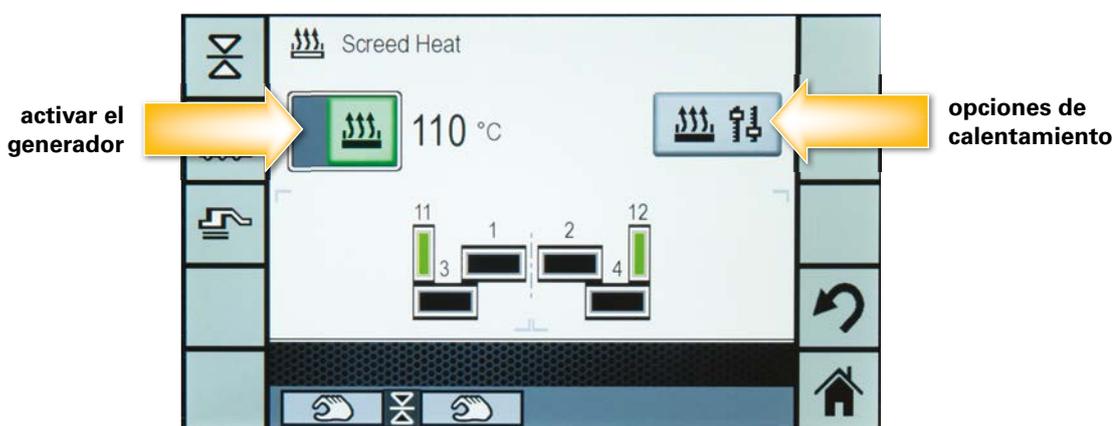
Antes de calentar la regla, colóquela a una distancia aproximada de 25-75 mm (1-3") desde el piso. Si la regla está posicionada a la altura máxima, es posible que el viento afecte el rendimiento del sistema de calentamiento. Si la regla está posicionada a

la altura mínima, la temperatura del piso afecta el rendimiento del sistema de calentamiento. En ambos casos, el sistema de calentamiento tardará más en lograr que las placas de la regla alcancen la temperatura deseada.

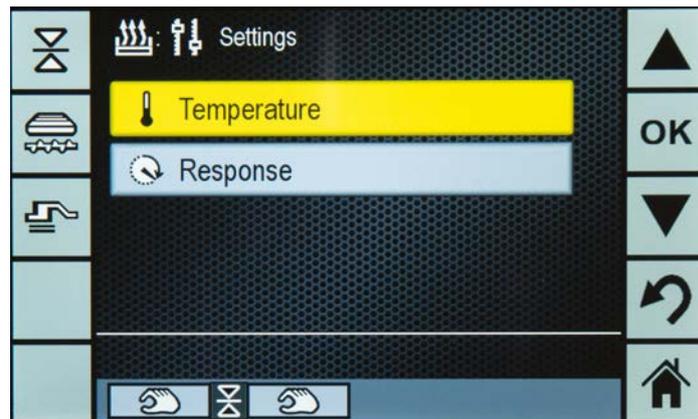
Hay dos tipos de sistemas de calentamiento de la regla disponibles en las pavimentadoras Cat. Uno es el calentamiento eléctrico de la regla.



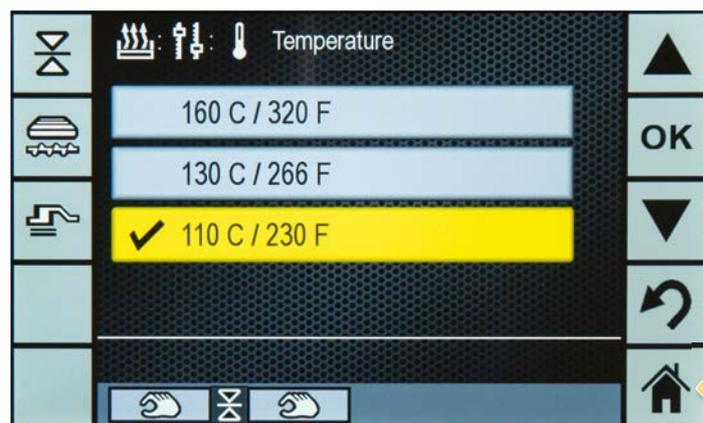
Utilice la pantalla de la estación de operación del tractor o de la regla para encender el sistema de calentamiento de la regla. Para encender el calentamiento eléctrico de la regla, primero toque el icono de calentamiento de la regla en la pantalla.



Aparecerá la pantalla de calentamiento de la regla. El icono del generador está ubicado en el lado izquierdo. Toque el icono del generador y deslícelo hacia la derecha. Cuando esté activado, el icono se mostrará en color verde, las rpm del motor aumentarán a 1300 rpm y el generador se activará. Para elegir el valor de ajuste de la temperatura, seleccione el icono de opción de calentamiento ubicado en el lateral derecho de la pantalla.

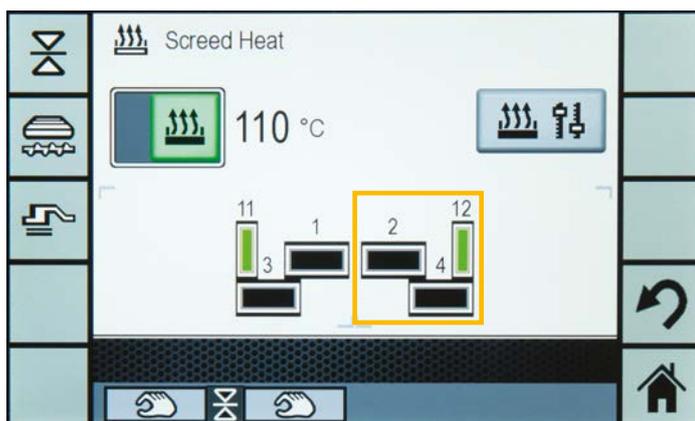


A continuación aparece el menú de opciones de calentamiento en la pantalla. Toque la opción de temperatura.

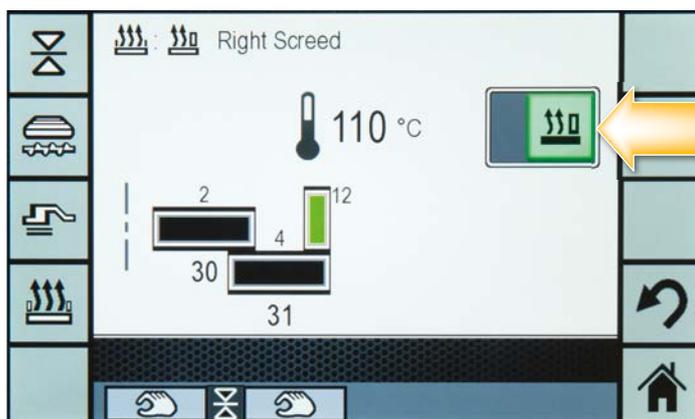


← pantalla de inicio

La pantalla luego muestra tres opciones de valor de ajuste de la temperatura. Seleccione rango bajo cuando el valor de ajuste de la temperatura es de 110 °C (230 °F); rango medio cuando el valor de ajuste de la temperatura es de 130 °C (266 °F); o rango alto cuando el valor de ajuste de la temperatura es de 160 °C (320 °F). Una vez que se seleccionó el rango de temperatura, toque la pantalla de inicio.



Controle el estado del sistema de calentamiento de la regla mientras las placas de la regla se están calentando. En la pantalla de calentamiento de la regla se muestran los cuatro elementos de calentamiento estándar, dos en la placa de la regla principal y uno en cada placa de extensor de la regla. Cuando estén incluidos, también se mostrarán los elementos de calentamiento opcionales de la compuerta lateral. Hay dos zonas en la pantalla. Una zona (se muestra arriba) incluye la mitad derecha de la placa de la regla principal, la placa de la regla del extensor derecho y el extremo derecho de la compuerta lateral (si está incluida). La otra zona incluye los elementos de calentamiento comparables del lado izquierdo, simplemente toque la zona para mostrar las temperaturas de la placa de la regla.



control de temperatura de la compuerta lateral

Aparecen los elementos de calentamiento de la zona derecha. En esta vista, se activó el ícono de la compuerta lateral opcional y el ícono de calentamiento de la compuerta lateral como lo indica el color verde. La mitad derecha de la regla principal y el extensor derecho aún se están calentando, como lo indica el color negro. Cuando todas las placas de la regla están de color verde, se alcanzó la temperatura preestablecida. A continuación, se presenta una lista de los rangos de temperatura de cada valor de ajuste de la temperatura y la coloración que se muestra en la pantalla.

Valor de ajuste	Negro	Gris	Verde
Baja	0-59 °C	60-109 °C	110 °C+
Media	0-79 °C	80-129 °C	130 °C+
Alta	0-109 °C	110-159 °C	160 °C+

PREPARACIÓN

Consejo para el usuario: Muchos miembros del personal, especialmente aquellos que se encargan de trabajos comerciales con reinicios frecuentes, dejan el generador encendido y dejan que la regla se recaliente automáticamente. Cuando la temperatura de cualquier parte de las placas de la regla desciende por debajo del valor de ajuste de la temperatura, dicho elemento de calentamiento se activará automáticamente y recalientará la regla. Los operadores de la regla no necesitan acordarse de calentar la regla después de levantarla y desplazarse, si dejan el sistema activado.

El segundo tipo de sistema de calentamiento de la regla utiliza propano líquido. Antes de activar el sistema de calentamiento de propano, abra la válvula del cilindro del propano líquido.

Para activar la secuencia de encendido automático, pulse el botón de automático/apagado **(1)**. Los quemadores de propano comenzarán a encenderse. A medida que los quemadores se encienden, los indicadores amarillos **(2)** se iluminan para confirmar que el calentamiento ha comenzado para esa parte de la placa de la regla. Si un quemador no se enciende, la luz indicadora será de color rojo. Para encender dicho quemador, pulse el número **(3)** del quemador que desea encender. Luego, vuelva a pulsar el botón de automático/apagado. Verifique que se encienda la luz indicadora amarilla.



Para modificar la temperatura de cualquier quemador, pulse el botón **(1)** que corresponde al número de ese quemador. La temperatura del valor de ajuste para el quemador seleccionado se muestra en la pantalla **(2)**. Pulse las flechas hacia arriba o hacia abajo **(3)** hasta que la temperatura del valor de ajuste aparezca en la pantalla. Repita la secuencia para los otros quemadores, si es necesario.

Cuando una parte de la placa de la regla está cerca de la temperatura del valor de ajuste, se encienden los indicadores correspondientes verde y amarillo. Cuando se alcanzó la temperatura del valor de ajuste, el indicador amarillo se apaga y el indicador verde permanece encendido. Cuando se encienden los cuatro indicadores verdes, la regla está lista para pavimentar.

Siempre que el control de automático/apagado se encuentre en la posición automático, los quemadores adecuados se volverán a encender cuando cualquiera de las temperaturas de la placa de la regla descienda por debajo de las temperaturas del valor de ajuste.



[2. POSICIONE LOS CILINDROS DEL BRAZO DE REMOLQUE]

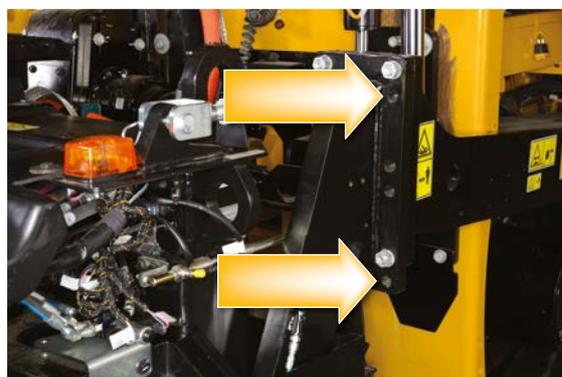
Con la regla por encima de la referencia inicial, ajuste la altura de los brazos de remolque a ambos lados de la pavimentadora. La altura de los brazos de remolque afecta la línea de tracción (ángulo de tracción) entre la conexión del punto de remolque y el punto pivote de la regla.

La posición de los puntos de remolque depende del modelo de la pavimentadora y la escala de altura adyacente a la conexión del brazo de remolque. Siempre consulte el Manual de Operación y Mantenimiento de la pavimentadora que se utiliza.

En esta vista, el brazo de remolque está configurado en la posición "cero". El centro, o la posición cero, es correcto para distribuir una capa de asfalto de hasta 7.5 cm (3") de espesor. Esta posición del brazo de remolque creará una línea de tracción que es aproximadamente paralela al suelo. Cuando la capa es de más de 7,5 cm (3") de espesor, eleve el brazo de remolque por encima de cero, una distancia equivalente a la cantidad superior a 7,5 cm (3"). Por ejemplo, cuando pavimentando una capa de 10 cm (4") de espesor, posicione el brazo de remolque 2,5 cm (1") por encima de la marca cero.



Posicione el brazo de remolque de manera que cree la línea de tracción correcta.



La conexión entre el brazo de remolque y el brazo de bajada de la regla se debe modificar para las aplicaciones de pavimentación de gran profundidad.

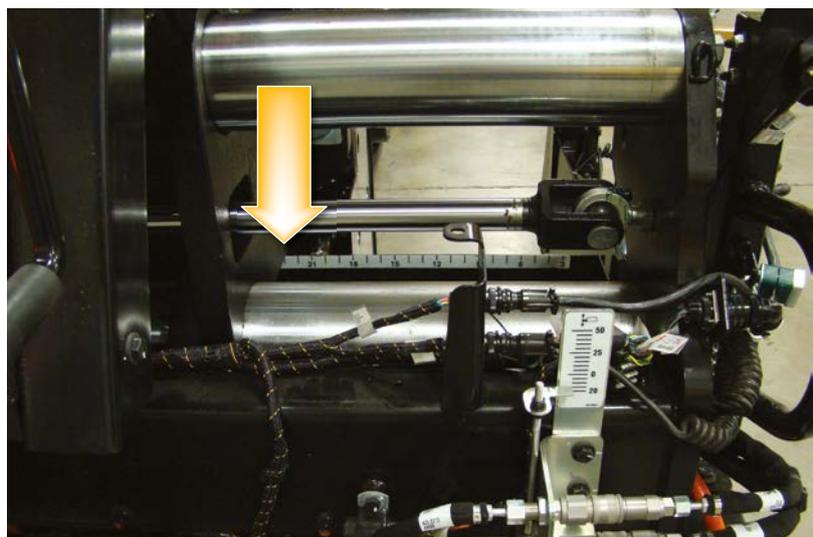
Cuando pavimentando a una profundidad de 18 cm a 30 cm (7" a 12"), Caterpillar recomienda la modificación de la conexión entre el brazo de remolque y el brazo de bajada de la regla. Extraiga los pernos de las conexiones de cada lado. Baje los brazos de bajada e instale pernos en los orificios inferiores de los brazos de bajada. La marca cero en la escala de altura ahora será la posición del brazo de remolque correcta para pavimentar a profundidades entre 18 cm y 23 cm (7" y 9"). Eleve el brazo de remolque por encima de la marca cero a una profundidad superior a los 23 cm (9").

Consejo para el usuario: Las escalas de altura del punto de remolque utilizan dimensiones métricas. Los números se refieren a centímetros. Las dimensiones métricas confunden a algunos miembros del personal. La conversión de la escala a pulgadas puede evitar confusión y errores.

[3. CONFIGURE EL ANCHO DE PAVIMENTACIÓN]

Con la regla todavía ubicada por encima de la referencia inicial, configure el ancho de pavimentación. Cuando utilice una regla de ancho fijo, se pueden necesitar extensiones atornilladas. La mayoría de las reglas tienen extensores de potencia hidráulica. Con la escala orientada hacia la parte trasera de la regla, mueva el extensor hacia afuera la cantidad deseada. Es recomendable tener extensores iguales a cada lado de la regla, siempre que sea posible. Por ejemplo, si el ancho de pavimentación es de 3,6 m (12') y la pavimentadora está equipada con una regla de 3 m (10"), saque cada extensor 30 cm (1') hacia afuera.

En algunas aplicaciones, el extensor se utiliza para pavimentar el carril de emergencia además del carril de conducción. El carril de emergencia puede tener una inclinación transversal diferente que el carril de conducción, y por lo tanto, el ancho del extensor será diferente para esa aplicación.



Consejo para el usuario: Recuerde las pautas para agregar extensiones del sinfín y extensiones del bastidor principal cuando planifique el ancho de pavimentación. Agregue extensiones del sinfín y del bastidor principal cuando pavimentando con una regla de montaje frontal para mantener el extremo del sinfín dentro de una distancia de 60 cm (2'), o menos, de la compuerta lateral. Agregue extensiones del sinfín y del bastidor principal cuando pavimentando con una regla de montaje trasero para mantener el extremo del sinfín dentro de una distancia de 1 m (3'), o menos, de la compuerta lateral.

[4. CONFIGURE LA CORONA TRANSVERSAL DE LA REGLA PRINCIPAL]

Luego, configure la corona transversal de la regla principal de acuerdo con las especificaciones del proyecto. La escala para la corona de la regla principal se encuentra en el centro de la regla. Utilice el interruptor eléctrico de la corona para ajustarla. La mayor parte del tiempo, la corona deberá configurarse en cero. En otras palabras, la regla se mantiene plana. Se puede crear una corona positiva o negativa. La escala de la corona muestra un porcentaje de inclinación transversal desde el centro de la regla.

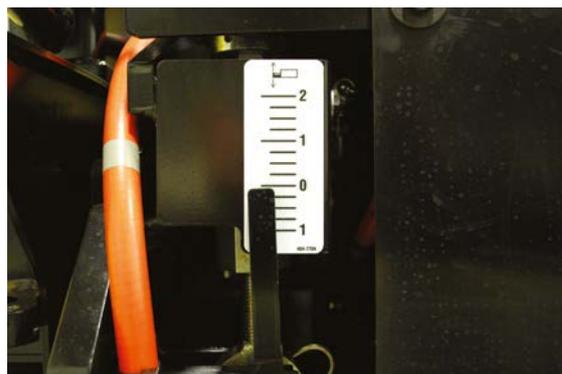


Consejo para el usuario: Caterpillar recomienda la verificación de la precisión de todas las escalas de la regla. Para configurar la escala de la corona transversal, eleve la regla y bloquéela en una posición elevada. Utilice una cuerda o una regla niveladora para verificar que no haya una corona en la regla. Utilice un interruptor de corona si es necesario para aplanar la regla. Luego, controle la escala de la corona. Mueva el indicador a punto cero si es necesario. El personal no tendrá que "encadenar la regla" al comienzo de cada turno, si verifica periódicamente la precisión de la escala de la corona.

[5. AJUSTE LA ALTURA DEL EXTENSOR]

Los extensores de la regla tienen ajustes de altura eléctricos. Los botones pulsadores de los extensores izquierdo y derecho de la regla están ubicados en las respectivas cajas de control de la regla. Las escalas que muestran la altura del extensor están instaladas cerca de los extremos de los extensores.

Durante este paso, los operadores de la regla ajustan la altura del extensor, de manera que se encuentre en el mismo plano que la regla principal. Para crear una altura equivalente entre la regla principal y los extensores de la regla, establezca la altura de los extensores 5 mm (0,2") sobre cero en la escala de altura, cuando pavimentando con reglas de montaje trasero.



Para crear una altura equivalente entre la regla principal y los extensores de la regla, establezca la altura de los extensores 5 mm (0,2") debajo de cero en la escala de altura, cuando pavimentando con reglas de montaje frontal.

[6. CONFIGURE LA INCLINACIÓN DEL EXTENSOR]

Los extensores de la regla tienen ajustes de inclinación eléctricos. Los botones pulsadores de inclinación de los extensores izquierdo y derecho de la regla están ubicados en las respectivas cajas de control de la regla. Las escalas que muestran la inclinación del extensor están ubicadas en la regla principal junto a las cajas de control de la regla.

Con la escala de inclinación como guía, configure la inclinación del extensor. Si el plan especifica una regla plana, configure el indicador en cero.



Consejo para el usuario: Es posible que la escala no siempre se pueda calibrar exactamente de acuerdo con la inclinación del extensor. Siempre verifique la inclinación transversal de la capa directamente detrás del extensor después de apartarse de la referencia inicial. Utilice el interruptor de inclinación para hacer ajustes a la inclinación del extensor, si es necesario.

[7. BAJE LA REGLA HASTA LA REFERENCIA INICIAL]

Antes de bajar la regla, eleve las compuertas laterales para asegurarse de que la regla, no las compuertas laterales, se apoye sobre la referencia inicial. Asegúrese de que la referencia inicial sea correcta. Cuando utilice tableros de inicio, utilice al menos dos. Coloque los tableros de inicio directamente debajo de los tornillos de control de profundidad. En esa posición, los tableros sostendrán tanto la regla principal como los extensores de la regla. Si un extensor de regla se empujó más de la mitad de su ancho máximo, utilice otro tablero de inicio para apoyar el extensor.



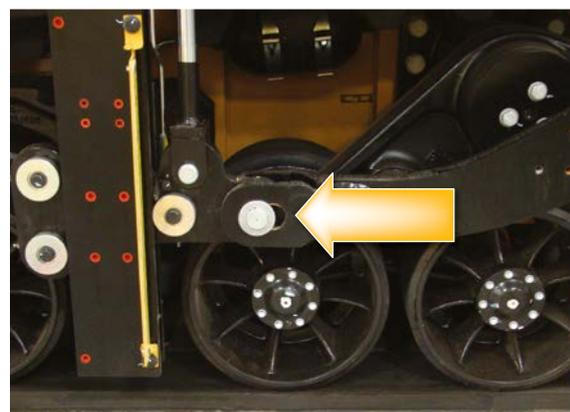
Los tableros se deben colocar en el borde externo de la regla principal (detrás del tractor) y los bordes externos de los extensores.

Nota: Los tableros de inicio deben ser lo suficientemente largos como para sostener el ancho completo de la regla principal y el extensor de la regla. Por ejemplo, si tanto la placa de la regla principal y los extensores de la regla tienen 45 cm (18") de largo, se necesitarán tableros de inicio de al menos 90 cm (36") de largo.

Baje la regla hasta la referencia inicial. Active la flotación de la regla. Posición de "flotación".

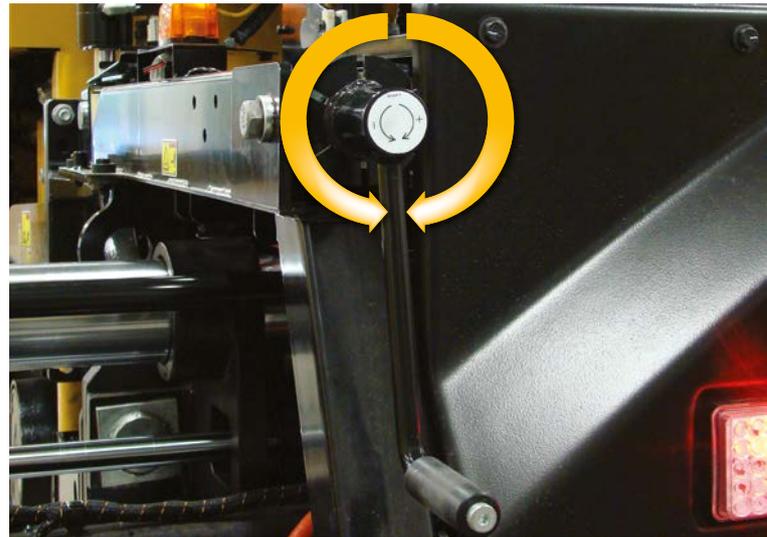


Con la regla en la posición inicial, desplace la pavimentadora ligeramente hacia adelante para sacar la holgura de la conexión del brazo de remolque. El rodillo del extremo del brazo de remolque debe estar en contacto con el conjunto deslizante del punto de remolque antes de que la pavimentadora comience a pavimentar. Si hay un espacio entre el rodillo del brazo de remolque y el conjunto deslizante, la regla se hundirá hasta la referencia inicial.



[8. PONGA A CERO LA REGLA]

La puesta a cero de la regla implica retirar toda la tensión de los tornillos de control de profundidad. Es muy importante que los operadores de la regla pongan a cero un lado de la regla por vez. Por ejemplo, comience con el lado izquierdo de la regla. Gire el tornillo de control de profundidad en cualquier dirección hasta que no haya resistencia. Esta es la posición cero. Luego, ponga a cero el tornillo de control de profundidad derecho de la misma manera. Regrese al tornillo de control de profundidad del lado izquierdo y verifique que este tornillo todavía se encuentra en la posición cero. Ahora, la regla se encuentra totalmente "relajada".



Nota: En este momento, la regla se debe configurar con un ángulo de ataque con la nariz ligeramente hacia arriba. Recuerde, en el paso cinco, la altura del extensor se configuró en 5 mm (0,2") sobre la regla principal para las reglas de montaje trasero y 5 mm (0,2") debajo de la regla principal para las reglas con extensores de montaje frontal.

Cuando se baja la regla de montaje trasero, el primer componente que toca la referencia inicial es la placa de la regla debido a que el extensor mide 5 mm (0,2") más. Cuando se puso a cero la regla, se balanceó hacia atrás alrededor del punto pivote para permitir que el extensor toque el punto inicial. La nariz de la regla adoptó una posición hacia arriba en el ángulo correcto. El mismo resultado se produjo con las reglas de montaje frontal. En dicha situación, el extensor primero tomó contacto con la referencia inicial, y la regla principal se balancea hacia atrás durante el proceso de puesta a cero.

Para sostener la regla en el ángulo de ataque correcto durante el inicio, gire cada tornillo de control de profundidad en la dirección de "aumento de la profundidad" hasta que haya resistencia en el tornillo de control de profundidad. En otras palabras, quite toda la tensión de los tornillos de control de profundidad y cree una ligera tensión.

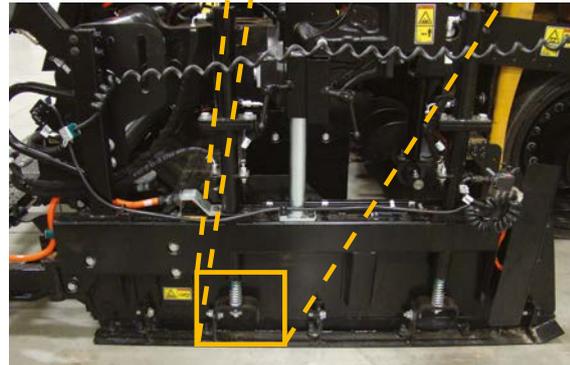
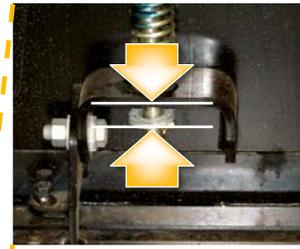
Consejo para el usuario: Los modelos de regla más antiguos requieren varias rotaciones de los tornillos de profundidad para configurar el ángulo de ataque. Es posible que el personal esté acostumbrado a hacer varias rotaciones en los tornillos. En las reglas vibratorias Cat, no será necesario utilizar estas rotaciones. De hecho, las rotaciones agregadas a los tornillos de profundidad aumentarán el ángulo de ataque, y harán que la regla funcione con la nariz demasiado orientada hacia arriba. Las placas de la regla presentarán un desgaste excesivo prematuro en el borde de salida. La textura de la capa bituminosa será firme y brillante.

[9. POSICIONE LAS COMPUERTAS LATERALES]

Las compuertas laterales a ambos extremos de la regla retienen el material al ancho apropiado. Posicione las compuertas laterales de una manera que sea apropiada para la aplicación. Caterpillar recomienda que se bajen las compuertas laterales, de manera que el patín de la compuerta lateral flote sobre el suelo cuando se creen bordes no confinados. En primer lugar, baje la compuerta lateral hasta que toque el suelo. Con reguladores manuales, aumente o disminuya la tensión de resorte para crear un espacio de 2,5 cm (1 pulgada) entre la arandela y el soporte que permite que las compuertas laterales se muevan hacia arriba y hacia abajo frente a cualquier irregularidad de la base. En las compuertas laterales electrohidráulicas, bajarlos hasta que toque el suelo y presionar al botón "auto" (automático) o elevarlos en forma pareja con la parte inferior de la placa del extensor de acuerdo con los requerimientos.

En otras situaciones, el patín de la compuerta lateral se posicionará a la misma altura que la placa de la regla. Por ejemplo, al equiparar la altura con una capa adyacente o una canaleta existente, lleve la compuerta lateral al mismo nivel que la placa de la regla.

2,5 cm (1")



Consejo para el usuario: Siempre realice el mantenimiento de la compuerta lateral al final de turno o más frecuentemente cuando pavimentando con cemento asfáltico modificado con polímero. El área de deslizamiento es una apertura angosta. Se pueden acumular partículas finas y agregados pequeños en el área de deslizamiento. La compuerta lateral es difícil de ajustar cuando el área de deslizamiento está sucia. Limpie el área de deslizamiento entre los miembros internos y externos del bastidor. Para ello baje completamente la compuerta lateral y rocíe un agente de desmoldeo aprobado.

[10. ESTABLEZCA LA ALTURA DE LOS SINFINES]

El uso de los botones pulsadores de las estaciones del operador de la pavimentadora o de la regla establece la altura de los sinfines en relación con la superficie de la capa bituminosa sin compactar. Como regla general, configure los sinfines de manera que la parte inferior de los segmentos del sinfín esté 5 cm (2") por encima de la superficie de la capa. Aumente el espacio entre la base de los sinfines y la capa a 8 cm (3") cuando pavimente con una mezcla que tenga agregados de 25 mm (1") o más. Haga ajustes finales a la altura del sinfín al comienzo de la pavimentación. Si hay una textura porosa en la capa que está directamente alineada con los ejes del sinfín, los sinfines están demasiado bajos. Aumente gradualmente la altura de los sinfines hasta que la textura de la capa bituminosa sea aceptable.



[11. POSICIONE LOS SENSORES DE ALIMENTACIÓN]

Hay dos tipos de sensores del sistema de alimentación: mecánicos y sónicos. Cada tipo se debe posicionar cuidadosamente antes del comienzo de la pavimentación.

Para posicionar un sensor mecánico, utilice una cinta métrica o una regla plegable. Gire el brazo de la paleta que se extiende hacia afuera de la caja del sensor hasta un ángulo de 45 grados. Vuelva a medir la distancia hasta el último segmento del sinfín. La punta de la paleta debe estar a una distancia de 45 cm (18") del último segmento del sinfín. Si es necesario, deslice el sensor del brazo de soporte del sensor hasta la posición correcta. La punta de la paleta también debe estar alineada con el centro del eje del sinfín cuando se lo gira en un ángulo de 45 grados. Ajuste la altura del brazo de la paleta hasta que esté nivelado con el centro del eje del sinfín.



Cuando se balancea hacia afuera en un ángulo de 45 grados, la punta de la paleta debe estar a una distancia de 45 cm (18") del último segmento del sinfín.

Oriente los sensores sónicos hacia la cabeza de material que sale de la parte frontal de la cámara del sinfín. Idealmente, el área objetivo debe estar a una distancia de 45 cm (18") del extremo de los sensores sónicos. Deben estar orientados de manera perpendicular al objetivo para que los ecos de los pulsos sonoros se reflejen en los sensores.

Cuando utilice sensores sónicos de alimentación, puede resultar más fácil hacer los últimos ajustes y orientar los sensores después de que la pavimentación haya comenzado. Extienda el dispositivo de medición hacia afuera 45 cm (18") a lo largo de un lado del sensor para mostrar hacia dónde está orientado el sensor. Vuelva a posicionar el sensor, si es necesario.

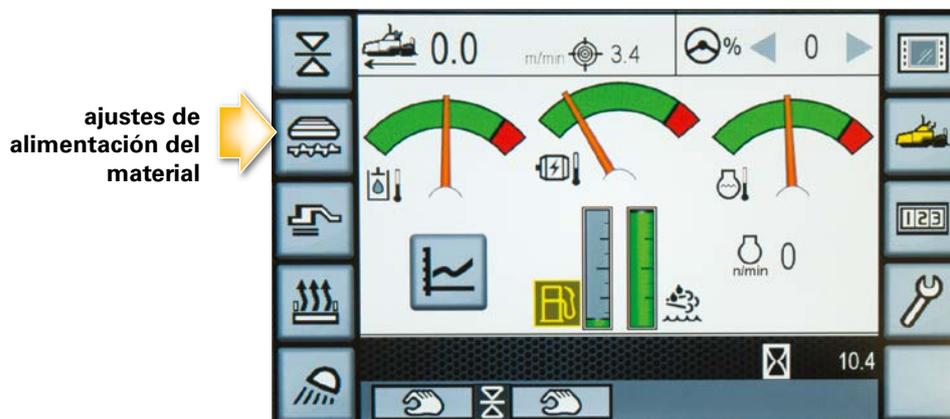


Los sensores sónicos de alimentación deben orientarse hacia la cabeza de material activa que sale de la cámara del sinfín.

[12. CONFIGURE EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN]

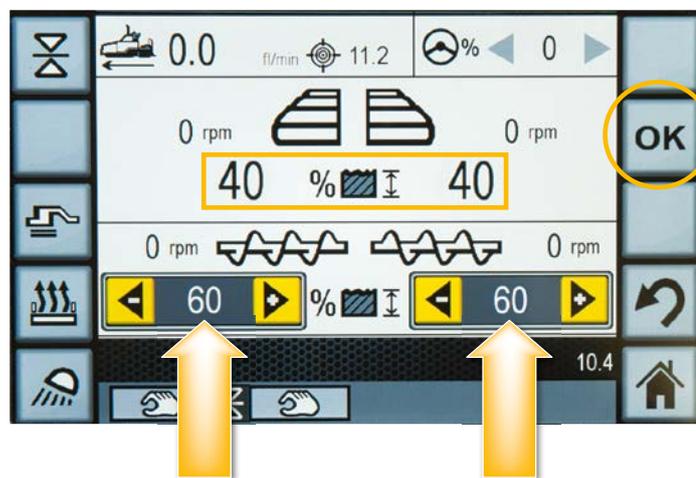
Antes de comenzar a pavimentar, es importante configurar los controles del sistema de alimentación izquierdo y derecho y los diales de altura del material izquierdo y derecho para el funcionamiento de los transportadores

ÍCONO DE ALIMENTACIÓN DEL MATERIAL



Para acceder a la pantalla de control de alimentación, toque el ícono de alimentación del material ubicado en el lado izquierdo del panel de control del tractor.

PANTALLA DE CONTROL DE ALIMENTACIÓN DEL MATERIAL



ajuste de la altura de la mezcla
IZQUIERDA

ajuste de la altura de la mezcla
DERECHA

Con el dial multifunción del panel de control, configure la velocidad del transportador en 40 por ciento para cada transportador. Ajuste la altura de la mezcla en 60 por ciento con las flechas de la pantalla táctil. Después de ajustar la altura de la mezcla, pulse el ícono OK en el teclado táctil para aceptar la configuración. Este es un punto inicial para el sistema de alimentación. El operador del tractor o de la regla puede sintonizar estas configuraciones cuando comienza la pavimentación.

[13. LLENE LA CÁMARA DEL SINFÍN]

El llenado de la cámara del sinfín al nivel correcto es extremadamente importante. El error más común es el sobrellenado de la cámara del sinfín. Recuerde, el material de la cámara del sinfín es

el peso, o la resistencia sobre la regla. Si hay demasiada resistencia, la regla se elevará durante el inicio y creará una zona alta en la junta inicial transversal.



Llene la cámara de sinfín delante de la regla hasta que el material cubra la mitad del sinfín.

Llene la cámara del sinfín un lado por vez, alternando entre el transportador y el sinfín. Esta operación ayuda a evitar que el material sea arrastrado por debajo de la máquina y llene demasiado las cámaras. El objetivo es llenar la cámara del sinfín por igual en ambos lados.

NOTA: No utilice los interruptores del transportador y el sinfín juntos, ni los interruptores de suspensión de alimentación ubicados en la regla para llenar la cámara. Esto sobrellenará la cámara y ocasionará una protuberancia en el inicio.

Utilice un interruptor de transportador manual por vez para desplazar el material hacia afuera hasta que apenas tome contacto con el eje del sinfín.

Consejo para el usuario: Siempre llene la cámara del sinfín con el motor en un régimen de ralentí bajo. En un régimen de ralentí bajo, la transmisión hidráulica del sistema de alimentación funciona lentamente. Es más fácil para el operador controlar el flujo de material de los transportadores hacia la cámara del sinfín y a través de esta mediante los sinfines izquierdo y derecho. La velocidad más baja del transportador minimiza la cantidad de material que se empuja debajo del tractor. Además, la velocidad más lenta del sinfín minimiza la segregación cuando se pavimenta con una mezcla que contiene agregados grandes.

PREPARACIÓN



Luego, utilice el interruptor del sinfín manual para desplazar el material hacia el extremo de la regla. El nivel correcto de la cabeza de material es el que cubre la mitad de los sinfines.

Llenar siempre la cámara del sinfín utilizando el modo manual al ralenti bajo y tener cuidado de no llenar demasiado.

Si se llena demasiado la cámara del sinfín, se producirá una protuberancia cuando la máquina se aparte de la junta transversal.

Utilice una pala para sacar el material por las compuertas laterales siempre que los extensores se muevan hacia afuera a una distancia de más de 30 cm (1') del último segmento del sinfín o siempre que se agreguen accesorios especiales al final de la regla. La utilización del sinfín para sacar la mezcla para un gran ancho de pavimentación creará una sobrecarga en el centro de la cámara del sinfín y hará que la regla se eleve durante el inicio. No llene el área adyacente a la regla principal. Esta área se llenará cuando la pavimentadora se aparte de la referencia inicial.





Cuando la cámara del sinfín se haya llenado hasta la mitad, ni más ni menos, coloque los transportadores y los sinfines en modo automático. Presione el botón de transportador y sinfín automáticos o los botones automáticos individuales para el transportador y el sinfín. Verifique que los cuatro indicadores del sistema automático estén iluminados.

Ni bien la palanca de avance se mueva de la posición neutral, los sensores de alimentación comienzan a controlar automáticamente el funcionamiento del sistema de alimentación.

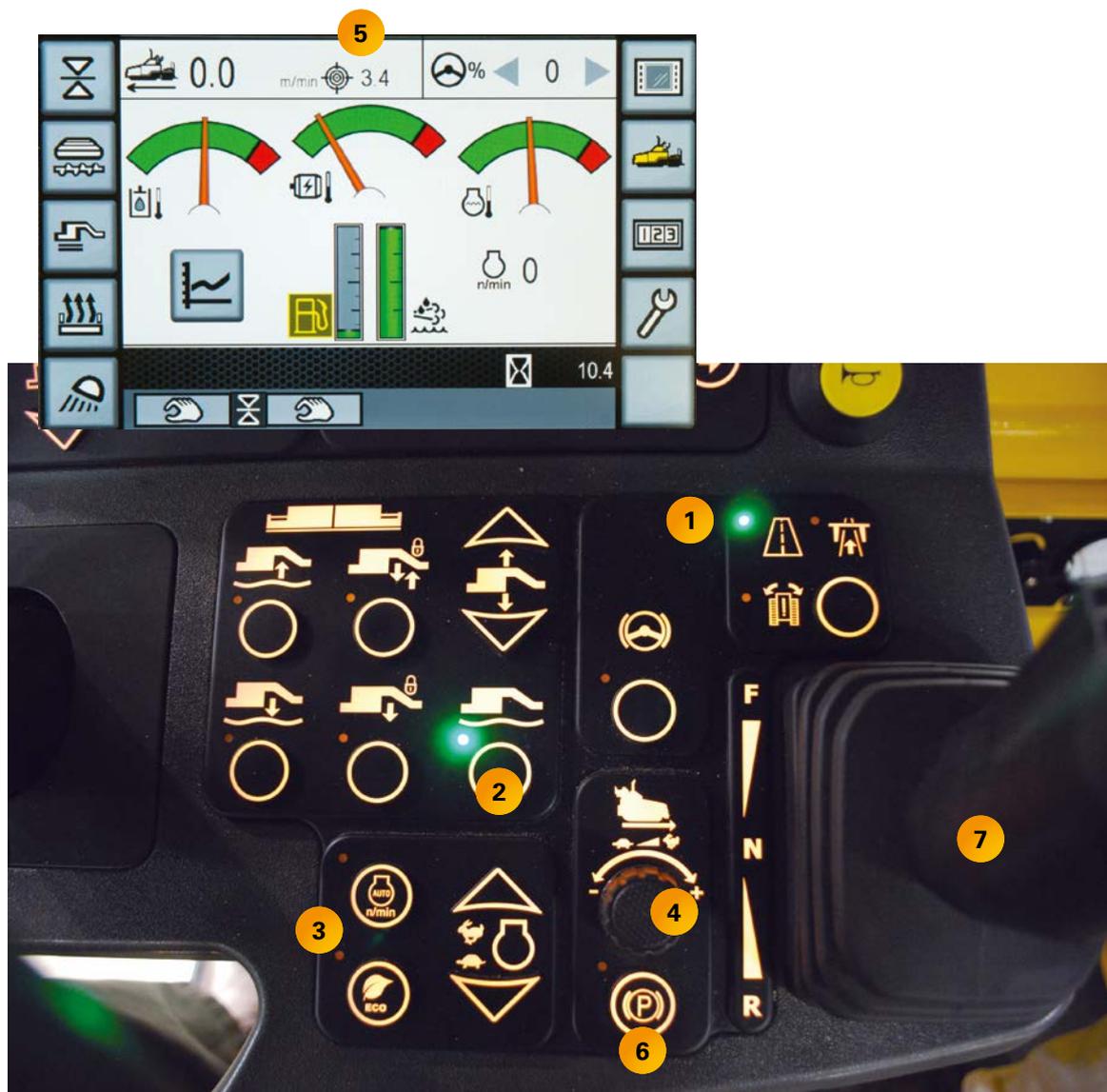
[14. CONFIGURE LAS FUNCIONES ACCESORIAS]

Caterpillar recomienda que los ajustes finales de los controles de nivelación longitudinal y transversal, si se requiere alguno, se hagan después de que se hayan completado todas las otras preparaciones del tractor y la regla. Si los miembros del personal siguen los mismos pasos y la misma secuencia cada vez que se preparan para la pavimentación, es menos probable que cometan errores. También es más probable que trabajen juntos y que no omitan pasos.

En este momento, el personal también puede hacer ajustes a los sistemas accesorios como la presión de contrapeso, la dirección de fricción y las demoras del sistema de la regla.



[15. APÁRTESE DE LA REFERENCIA INICIAL]



En este momento, la pavimentadora está lista para apartarse de la referencia inicial. Asegúrese de que el selector de cambios se encuentre en modo PAVIMENTO (1), la regla esté en flotación (2), y el regulador del motor esté configurado a la velocidad elegida (ECO o ralenti alto) (3). Luego, gire el dial del control de velocidad (4) en el sentido de las agujas del reloj hasta que la velocidad de pavimentación calculada se muestre en el área de velocidad deseada de la pantalla (5). Libere el freno de estacionamiento (6). Para impulsar la máquina, sujete el disparador y mueva la palanca de avance (7) hacia adelante con un movimiento suave y rápido.

Consejo para el usuario: Cuando se alcance la velocidad deseada calculada, use la palanca de avance para detener y arrancar la máquina con el mismo movimiento suave y rápido que se realizó anteriormente. Al sujetar lentamente la palanca de avance se obtendrá una cabeza de material más despereja y esto tendrá un efecto adverso en la lisura de la capa.

Cuando la pavimentadora alcanza la velocidad de pavimentación calculada, los operadores de la regla deben verificar el funcionamiento del sistema de alimentación.

Los operadores de la regla izquierda y derecha deben mirar hacia el área al final del eje del sinfín, y delante del extensor. La principal responsabilidad al comienzo de la pavimentación es asegurarse de que salga suficiente material de la cámara del sinfín y fluya hacia la compuerta lateral. Los operadores de la regla pueden ajustar el dial de altura de la mezcla para colocar la cabeza de material en el extremo de los ejes del sinfín y para configurar el flujo del material delante de los extensores.



La primera responsabilidad de los operadores de la regla es asegurarse de que haya suficiente material delante de los extensores.

Luego, verifique el nivel de material del centro de la cámara del sinfín. Los diales de control de relación se utilizan para ajustar la cabeza de material. Una vez que la cabeza de material es correcta en el ancho completo de la cámara del sinfín, verifique la velocidad de rotación del sinfín.



El operador de la pavimentadora verifica el nivel de cabeza de material del centro de la cámara del sinfín.

Consejo para el usuario: En las pavimentadoras Cat más nuevas, la velocidad de los sinfines izquierdo y derecho se puede monitorear en la pantalla LCD de las cajas de control de la regla. En las pavimentadoras más antiguas sin medidor de velocidad del sinfín, el operador puede monitorear simplemente la rotación de los ejes del sinfín mediante la observación de la rotación del último segmento del sinfín. El último segmento del sinfín es un segmento dividido. A medida que la punta del segmento gira, cuente cuánto tarda en completarse una revolución. Una revolución de dos segundos equivale a 30 revoluciones por minuto. Recuerde, el rango ideal para la velocidad del sinfín es entre 20 y 40 revoluciones por minuto.

[16. AJUSTES OPERATIVOS]

Para acelerar la rotación del sinfín, gire el dial de control de relación en sentido contrario a las agujas del reloj. Esto reduce la velocidad del transportador afectado y reduce el volumen del material en la

cámara del sinfín. Por lo tanto, el sensor indicará un aumento y los sinfines girarán más rápidamente. Para ralentizar la rotación del sinfín, gire el dial de control de relación en el sentido de las agujas del reloj.



Una vez que se haya estabilizado la velocidad de pavimentación y el sistema de alimentación esté funcionando a una velocidad uniforme con la cabeza de material correcta, la regla se encontrará en su punto de equilibrio. Todas las fuerzas que actúan sobre la regla están en equilibrio, y la regla ahora

está flotando en un nivel constante. Controle y ajuste el espesor y la inclinación transversal de la capa. También controle la apariencia de la capa. La textura de la superficie debe ser uniforme de extremo a extremo.



La altura del extensor es demasiado alta.

En ocasiones, puede haber una ligera asimetría entre la altura de los extensores y la altura de la regla principal. La diferencia de altura hará que una línea recta se manifieste longitudinalmente en la superficie de la capa. Si la línea está directamente

detrás de la regla principal, significa que el extensor está demasiado alto. Mientras continúa pavimentando, sostenga el interruptor de altura del extensor hasta que la línea desaparezca.



La altura del extensor es demasiado baja.

Si la línea está directamente detrás del borde interior del extensor, significa que el extensor está demasiado bajo. Active el interruptor de

elevación de altura del extensor hasta que la línea desaparezca.

[RESUMEN]

El inicio adecuado desde la referencia inicial establece la pauta para la longitud de la pasada. El personal debe tomarse el tiempo para implementar los 15 pasos correctamente en la secuencia adecuada.

Dos de los pasos son particularmente importantes. El primero es el establecimiento del ángulo de ataque de la regla principal. Asegúrese de que el personal conozca las características de la regla con la que están trabajando. Lo que se aprende sobre una regla puede ser diferente de lo que se necesita en otra. Recuerde, el ángulo de ataque que se instala mientras la regla se encuentra en la referencia inicial es el ángulo de ataque al que regresa la regla para la longitud de esa pasada.

Luego, llene la cámara del sinfín lentamente, un lado por vez. Es muy común que el personal sobrellene la cámara del sinfín en el punto inicial. Siempre llene la cámara del sinfín con el motor en un régimen de ralentí bajo. Se tarda unos minutos más para llenar la cámara del sinfín lentamente, pero se logran juntas transversales más suaves.

Finalmente, asegúrese de que el personal esté pavimentando a una velocidad de pavimentación calculada, siempre que sea posible. Si la velocidad cambia por alguna razón, el personal debe ajustar el sistema de alimentación para que se adapte a la nueva demanda de material.



Unidad 5

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN CON REGLAS TAMPER CON VIBRACIÓN

La utilización de reglas tamper con vibración requiere diferentes técnicas de inicio. El personal debe estar bien capacitado en los procesos correspondientes a estas reglas.



En la unidad 5, se describe la manera para preparar una pavimentadora para apartarse de la referencia inicial al utilizar una regla con barra tamper. El proceso de preparación para pavimentar con una regla vibratoria es diferente y se cubrirá en la unidad 4. Caterpillar recomienda el uso de un procedimiento paso a paso de preparación para la pavimentación que ayude a los miembros del personal a trabajar juntos e incluya todos los pasos.

Apartarse de la referencia inicial puede ser una experiencia frustrante para el personal de pavimentación. A veces, la regla se cae después de apartarse de la referencia inicial. A veces, la regla asciende durante el inicio. A veces el inicio es perfecto. Si bien no hay manera de garantizar un inicio perfecto cada vez, el personal puede crear resultados más predecibles si se sigue una secuencia lógica y se mantiene unido.

Nota: Algunos de los pasos descritos en esta unidad se aplican específicamente a las pavimentadoras Cat. Otros pasos son generales en su aplicación. Siempre consulte las instrucciones específicas en el Manual de Operación y Mantenimiento de las pavimentadoras que se utilizan.

[1. CALIENTE LA REGLA]

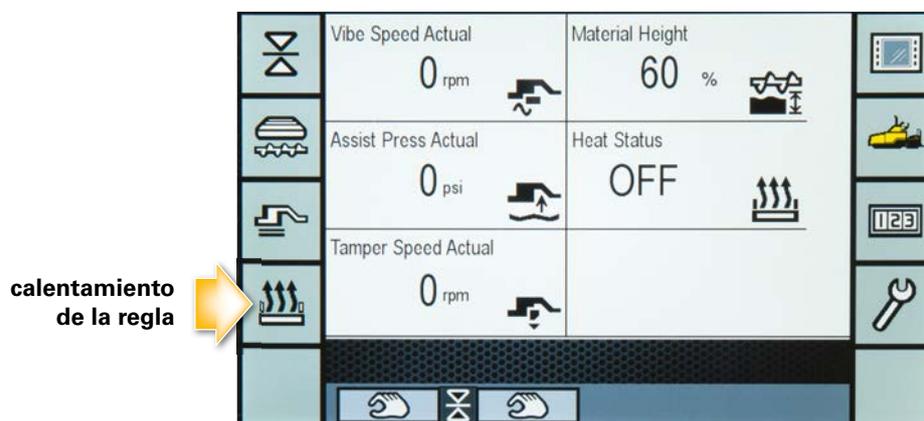
El primer paso es el calentamiento de las placas de la regla antes de apartarse de la referencia inicial. Si las placas de la regla no están cerca de la temperatura del material que pasa debajo de la regla, la mezcla caliente se adherirá a la parte inferior de las placas de la regla. Aparecerán marcas de arrastre en la superficie de la capa bituminosa, y la regla se hundirá después de apartarse de la referencia inicial.



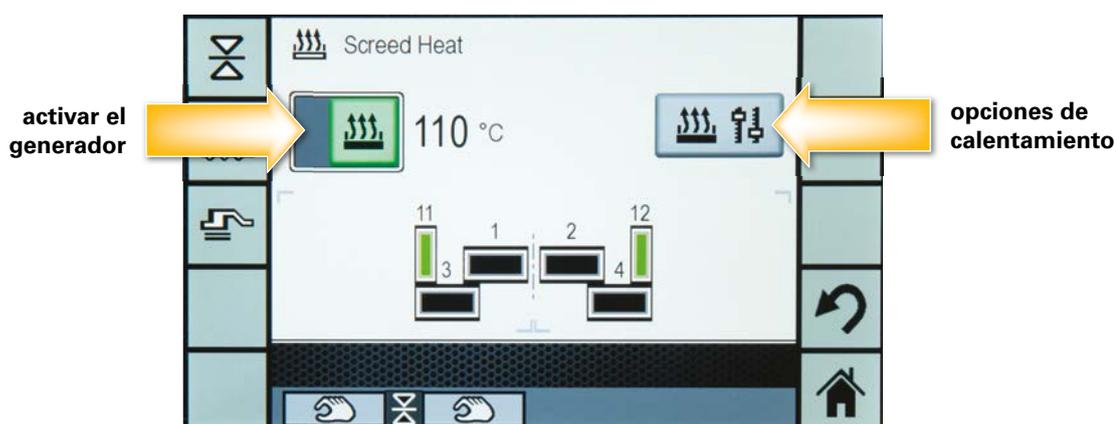
Antes de apartarse de la junta inicial, el personal debe calentar las placas de la regla para evitar que el material bituminoso caliente se adhiera a estas.

Hay varios tipos de sistemas de calentamiento de la regla disponibles en las pavimentadoras Cat. Uno es el calentamiento eléctrico de la regla. Empiece con la regla posicionada a unos 25-75 mm (1-3") del suelo. Si la regla está posicionada a la altura máxima,

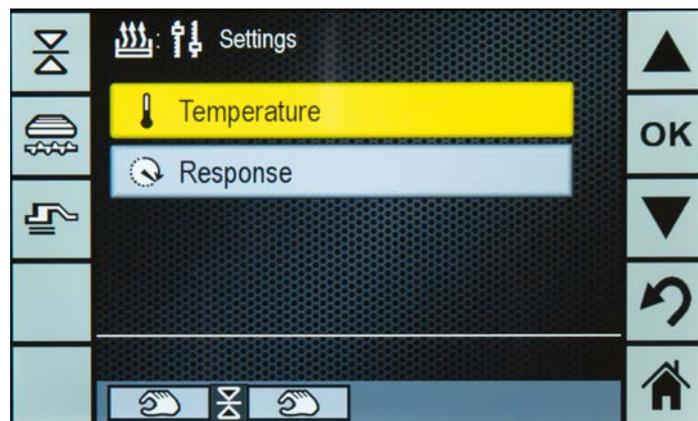
es posible que el viento afecte el rendimiento de los calentadores. En cambio, si la regla está apoyada en el suelo, este actúa como un disipador de calor y se necesitará más tiempo para que la regla alcance la temperatura.



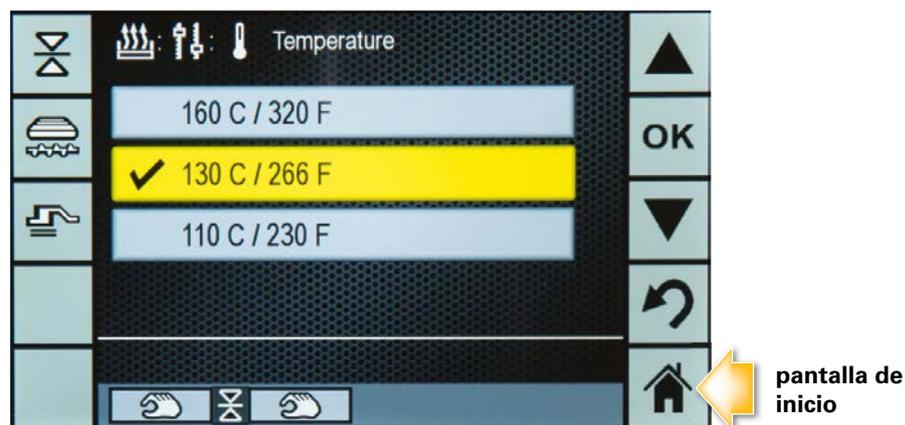
Active el sistema de calentamiento de la regla desde la estación del operador izquierda o derecha del tractor o de la regla. Toque el ícono de calentamiento de la regla. El calentamiento eléctrico de la regla se puede activar desde cualquiera de las cuatro pantallas de la estación del operador.



Cuando aparece la pantalla de calentamiento de la regla, el operador puede tocar el ícono de calentamiento y deslizarlo hacia la derecha para activar el generador. El ícono se mostrará en color verde, la velocidad del motor aumentará a 1300 revoluciones por minuto y el generador proporcionará la energía al sistema de calentamiento de la regla. El operador puede elegir el valor de ajuste de la temperatura. Para ello debe tocar el ícono de opción de calentamiento ubicado en el lateral derecho de la pantalla.

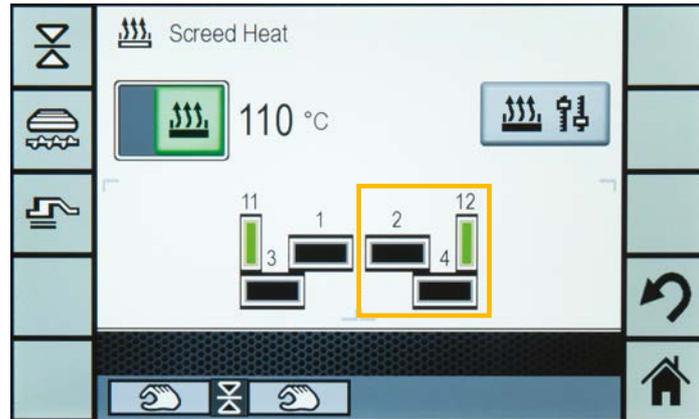


A continuación aparece el menú de opciones de calentamiento en la pantalla. Toque la opción de temperatura.

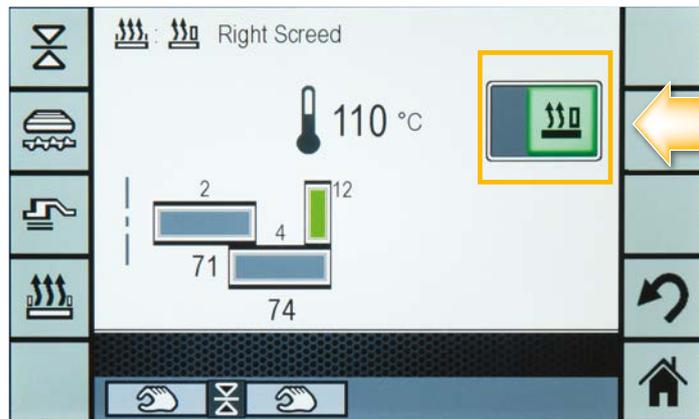


La pantalla luego brinda tres opciones de valor de ajuste de la temperatura. Seleccione rango bajo cuando el valor de ajuste de la temperatura es de 110 °C (230 °F); rango medio cuando el valor de ajuste de la temperatura es de 130 °C (266 °F); o rango alto cuando el valor de ajuste de la temperatura es de 160 °C (320 °F). Toque el ícono de inicio (parte derecha inferior) para regresar a la pantalla de funcionamiento normal y continuar la preparación de la regla para comenzar a pavimentar. La secuencia de calentamiento de la regla tarda entre 15 y 20 minutos en condiciones normales.

Vista 1



Vista 2



activar calentamiento de la compuerta lateral

Vista 3



Al regresar a la pantalla de calentamiento de la regla, esta muestra el estado de varios elementos de calentamiento.

Para verificar el estado del sistema de calentamiento de la regla, toque el ícono de calentamiento de la regla en cualquier momento.

En las reglas de tipo extensible de Cat, cada sección del bastidor de la regla tiene un elemento de calentamiento. Hay uno por cada extensor de la regla y dos por la regla principal. Los patines izquierdo y derecho de las compuertas laterales también pueden tener elementos de calentamiento.

Los elementos de calentamiento están agrupados en dos zonas. Una zona incluye los elementos del patín de la compuerta lateral derecha, el extensor derecho de la regla y la mitad derecha de la placa de la regla principal (**vista 1**). La otra zona incluye los elementos de calentamiento del patín de la compuerta lateral izquierda, el extensor izquierdo de la regla y la mitad izquierda de la placa de la regla principal. Toque una de las zonas para ver el estado de los elementos de calentamiento.

Cuando se haya activado el calentamiento opcional de la compuerta lateral, el ícono de calentamiento de la compuerta lateral y la compuerta lateral se mostrarán de color verde. Las placas de la regla que se muestran aquí aún no han alcanzado su temperatura preestablecida (**vista 2**). Cuando se haya desactivado el calentamiento de la compuerta lateral, el ícono de calentamiento de la compuerta lateral y la compuerta lateral se mostrarán de color negro (**vista 3**).

PREPARACIÓN

Los distintos elementos de calentamiento aparecen de color verde, gris o negro, según sus temperaturas actuales. En la siguiente tabla se explica el significado de los colores para cada temperatura del valor de ajuste.

Valor de ajuste	Negro	Gris	Verde
Baja	0-59 °C	60-109 °C	110 °C+
Media	0-79 °C	80-129 °C	130 °C+
Alta	0-109 °C	110-159 °C	160 °C

Los sensores de temperatura que proporcionan información al controlador de calentamiento de la regla están ubicados a lo largo de los bordes externos de las placas de la regla. En la imagen infrarroja, observe que los bordes estén ligeramente más fríos que la parte interna. Cuando el valor de ajuste de la temperatura es detectada por los sensores de temperatura alrededor de los bordes externos, la temperatura en la mayor parte de la placa de la regla es en realidad más alta.

Cuando la placa de la regla alrededor de cualquier elemento de calentamiento alcanza el valor de ajuste de la temperatura, el ícono de dicha parte de la regla se mostrará en color verde. Dicho elemento de calentamiento se desactivará. Cuando todos los íconos se muestren de color verde, la regla está lo suficientemente caliente para comenzar a pavimentar.



Imagen infrarroja del calentamiento de las placas de la regla con calentamiento eléctrico de la regla

Consejo para el usuario: Muchos miembros del personal, especialmente aquellos que se encargan de aplicaciones urbanas con reinicios frecuentes, dejan el generador encendido y dejan que la regla se recaliente automáticamente. Cuando la temperatura de cualquier parte de las placas de la regla desciende por debajo del valor de ajuste de la temperatura, dicho elemento de calentamiento se activará automáticamente y recalentará la regla. Los operadores de la regla no necesitan acordarse de calentar la regla después de levantarla y desplazarse, si dejan el sistema activado.

El segundo tipo de sistema de calentamiento de la regla utiliza propano líquido. Antes de activar el sistema de calentamiento de propano, abra la válvula del cilindro del propano líquido.

Para activar la secuencia de encendido automático, pulse el botón de automático/apagado **(1)**. Los quemadores de propano comenzarán a encenderse. A medida que los quemadores se encienden, los indicadores amarillos **(2)** se iluminan para confirmar que el calentamiento ha comenzado para esa parte de la placa de la regla. Si un quemador no se enciende, la luz indicadora será de color rojo. Para encender dicho quemador, pulse el número **(3)** del quemador que desea encender. Luego, vuelva a pulsar el botón de automático/apagado. Verifique que se encienda la luz indicadora amarilla.



Para modificar la temperatura de cualquier quemador, pulse el botón **(1)** que corresponde al número de ese quemador. La temperatura del valor de ajuste para el quemador seleccionado se muestra en la pantalla **(2)**. Pulse las flechas hacia arriba o hacia abajo **(3)** hasta que la temperatura del valor de ajuste aparezca en la pantalla. Repita la secuencia para los otros quemadores, si es necesario.



Cuando una parte de la placa de la regla está cerca de la temperatura del valor de ajuste, se encienden los indicadores correspondientes verde y amarillo. Cuando se alcanzó la temperatura del valor de ajuste, el indicador amarillo se apaga y el indicador verde permanece encendido. Cuando se encienden los cuatro indicadores verdes, la regla está lista para pavimentar.

Siempre que el control de automático/apagado se encuentre en la posición automático, los quemadores adecuados se volverán a encender si la temperatura de la placa de la regla desciende por debajo de la temperatura del valor de ajuste.

[2. POSICIONE LOS CILINDROS DEL BRAZO DE REMOLQUE]

Con la regla por encima de la referencia inicial, ajuste la altura de los puntos de remolque a ambos lados de la pavimentadora. La altura de los puntos de remolque afecta la línea de tracción (ángulo de tracción) entre la conexión del punto de remolque y el punto pivote de la regla.

Después de que se caliente la regla, ajuste ambos puntos de remolque a la misma altura. Utilice los controles de altura del punto de remolque ubicados en las cajas de control de la regla o en las consolas operativas. Hay dos escalas de altura de los puntos de remolque. Uno está ubicado de manera adyacente a la conexión del punto de remolque. El otro se encuentra por encima de la conexión del punto de remolque delante del tractor.

Alinee el indicador en la marca cero. Luego eleve el indicador del punto de remolque sobre cero una distancia equivalente a 1,5 veces el espesor de la capa que pasa debajo de la regla. Por ejemplo, si el espesor de la capa sin compactar planificada es de 5 cm (2"), posicione el indicador 7,5 cm (3") por encima de la marca cero en la escala.



Posicione la altura del punto de remolque de manera que cree la línea de tracción correcta.

Consejo para el usuario: Las escalas de altura del punto de remolque utilizan dimensiones métricas. Cada marca equivale a dos centímetros. Según las unidades de medida preferidas, la escala se puede convertir a pulgadas para evitar confusión y errores.

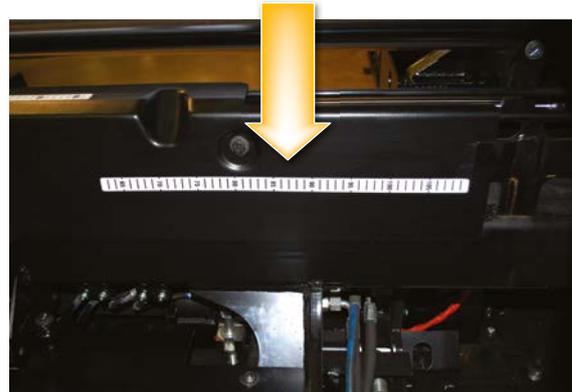
Las pavimentadoras Cat se pueden configurar para pavimentar a mayores profundidades. Para facilitar la pavimentación, reposicione la sujeción del brazo de remolque sobre el brazo de bajada en el conjunto de orificios inferior. Modifique la posición del brazo de remolque cuando pavimente entre 18 cm (7") y 30 cm (12"). Luego, configure la altura del punto de remolque de acuerdo con la profundidad de pavimentación.



Modifique la posición del brazo de remolque para una pavimentación de gran profundidad.

[3. CONFIGURE EL ANCHO DE PAVIMENTACIÓN]

Con la regla todavía ubicada por encima de la referencia inicial, configure el ancho de pavimentación. Si utiliza una regla de ancho fijo, es posible que se deban agregar extensiones, y las extensiones de la regla se deberán atornillar. Generalmente, la regla tendrá extensores de potencia hidráulica. Con la escala orientada hacia la parte trasera de la regla, mueva el extensor hacia afuera hasta la posición deseada. Es recomendable tener extensores iguales a cada lado de la regla, siempre que sea posible. Por ejemplo, si el ancho de pavimentación es de 3,6 m (12') y la pavimentadora está equipada con una regla de 3 m (10"), saque cada extensor 30 cm (1') hacia afuera.



A partir del ancho de la regla principal, ajuste el ancho del extensor de acuerdo con los requisitos del proyecto.

En algunas aplicaciones, el extensor se puede utilizar para pavimentar el carril de emergencia además del carril de conducción. El carril de emergencia puede tener una inclinación transversal diferente que el carril de conducción, y por lo tanto, el ancho del extensor será diferente para esa aplicación.

Consejo para el usuario: Recuerde las pautas para agregar extensiones del sinfín y extensiones del bastidor principal cuando planifique el ancho de pavimentación. Agregue extensiones del sinfín y del bastidor principal cuando pavimentando con una regla de montaje frontal para mantener el extremo del sinfín dentro de una distancia de 60 cm (2'), o menos, de la compuerta lateral. Agregue extensiones del sinfín y del bastidor principal cuando pavimentando con una regla de montaje trasero para mantener el extremo del sinfín dentro de una distancia de 1 m (3'), o menos, de la compuerta lateral.

[4. CONFIGURE LA CORONA TRANSVERSAL DE LA REGLA PRINCIPAL]

Luego, configure la corona transversal de la regla principal de acuerdo con las especificaciones del proyecto. La escala indicadora de la corona está situada a la derecha de la regla. Utilice los controles eléctricos de la corona a la derecha o izquierda del panel de control para crear la corona positiva o negativa deseada. La corona deberá configurarse en cero. En otras palabras, la regla se mantiene plana. La escala de la corona muestra un porcentaje de inclinación transversal desde el centro de la regla.



Algunos proyectos pueden necesitar una corona transversal de la regla principal.

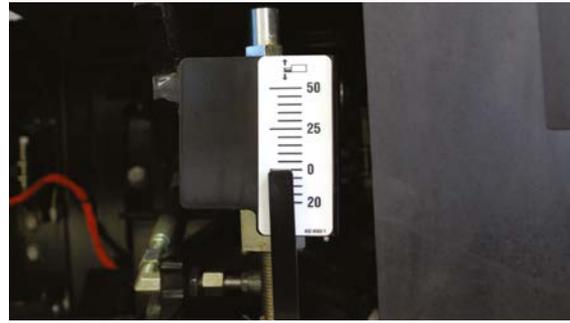
Consejo para el usuario: Caterpillar recomienda la verificación de la precisión de todas las escalas de la regla. Para configurar la escala de la corona, eleve la regla y bloquéela en una posición elevada. Utilice una cuerda o una regla niveladora para verificar que no haya una corona. Utilice los controles de ajuste de la corona si es necesario para aplanar la regla. Luego, controle la escala de la corona. Mueva el indicador a cero. El personal no tendrá que "encadenar la regla" al comienzo de cada turno, si verifica periódicamente la precisión de la escala de la corona.

[5. AJUSTE LA ALTURA DEL EXTENSOR]

Los extensores de la regla tienen una altura ajustable. Ajuste la altura de los extensores de manera que sea igual a la altura de la regla principal. Si la altura de los extensores es correcta, no quedan marcas de transición en la superficie de la capa bituminosa.

En las reglas Cat, hay escalas de altura en el borde interno de cada extensor. Ajuste la altura del extensor con los controles de las consolas de la regla izquierda y derecha. Para ayudar a crear el ángulo de ataque de 5 mm (0,2") deseado en la regla principal, configure la altura en ambos extensores de la regla 5 mm (0,2") sobre la marca cero de la escala.

Nuevamente, es recomendable verificar periódicamente que las escalas de altura estén calibradas para proporcionar una medida precisa de la altura del extensor.



Configure la altura del extensor antes de bajar la regla a la referencia inicial.



[6. BAJE LA REGLA HASTA LA REFERENCIA INICIAL]

Antes de bajar la regla, eleve las compuertas laterales a la posición adecuada para garantizar que la regla se apoye sobre las referencias iniciales y no sobre las compuertas laterales. Luego, asegúrese de que la referencia inicial sea correcta. Utilice una referencia inicial con un espesor que coincida con la profundidad de la capa sin compactar que será pavimentada por la regla. Normalmente, la capa se compactará unos 6 mm (0,25") por cada 25 mm (1") de profundidad de la capa. Por ejemplo, para conseguir una capa compactada de 50 mm (2"), utilice una referencia inicial que tenga un espesor de 64 mm (2,5"). Emplee dos referencias. Posiciónelas de modo que estén bajo el pivote del extensor y sostengan completamente tanto la regla principal como el extensor de la regla desde la parte delantera hasta la trasera.



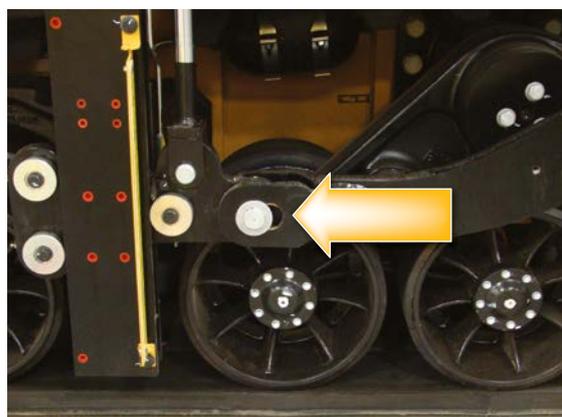
Los tableros se deben colocar en el borde externo de la regla principal (detrás del tractor) y los bordes externos de los extensores.

Si se utilizan tableros de inicio, utilice al menos dos. Posicione los tableros de inicio de manera que sostengan tanto la regla principal como el extensor. Si un extensor de regla se extendió más de la mitad de su ancho máximo, utilice otro tablero de inicio para apoyar el extensor.

Consejo para el usuario: Los tableros de inicio deben ser lo suficientemente largos como para sostener el ancho completo de la regla principal y el extensor. Por ejemplo, si tanto la placa de la regla principal y los extensores tienen 45 cm (18") de largo, se necesitarán tableros de inicio de al menos 90 cm (36") de largo.

Baje la regla hasta la referencia inicial. El operador de la regla debe asegurarse de dejar el interruptor de subida/bajada de la regla en la posición "inferior" o "flotante".

Con la regla en la posición inicial, desplace la pavimentadora ligeramente hacia adelante para quitar la holgura en la conexión del punto de remolque. El rodillo del extremo del brazo de remolque debe estar en contacto con el conjunto deslizante del punto de remolque antes de que la pavimentadora comience a pavimentar. La eliminación de la tensión de la conexión del punto de remolque ejerce una ligera tensión en el bastidor de la regla, lo que contribuye a que la regla flote a la altura correcta cuando comienza la pavimentación. Si hay un espacio entre el rodillo del brazo de remolque y el bastidor, la regla se hundirá hasta la referencia inicial.



Desplace la pavimentadora hacia adelante para quitar la holgura en la conexión del punto de remolque.

[7. AJUSTE LOS TORNILLOS DE ESPESOR]

Los tornillos de espesor a ambos lados de la regla se deben ajustar para establecer un ángulo de ataque para la regla principal. Cuando distribuya capas de hasta 10 cm (4") de espesor, ajuste ambos tornillos de manera que los indicadores de las escalas de control de espesor estén alineadas con cero. El ángulo de ataque de la regla principal será de aproximadamente 6 mm (0,25") cuando los tornillos de espesor estén configurados en cero y la altura del punto de remolque esté configurado en la distancia correcta sobre cero en la escala de altura del punto de remolque.

Cuando se distribuyan capas entre 10 cm (4") y 30 cm (12"), ajuste los tornillos para que muevan el indicador de manera progresiva más hacia su rango positivo. El aumento de la configuración del tornillo de espesor aumenta el ángulo de ataque de la regla principal. El medidor de espesor debe tener dos o más marcas positivas en las capas de 20 cm (8") de espesor o más.



Las escalas de control de espesor están ubicadas a ambos lados de la regla.

Nota: El ajuste del tornillo de espesor depende del tipo de mezcla y otros factores. Los números mencionados anteriormente representan un punto inicial y es posible que se deban aumentar o disminuir según el tipo de mezcla.

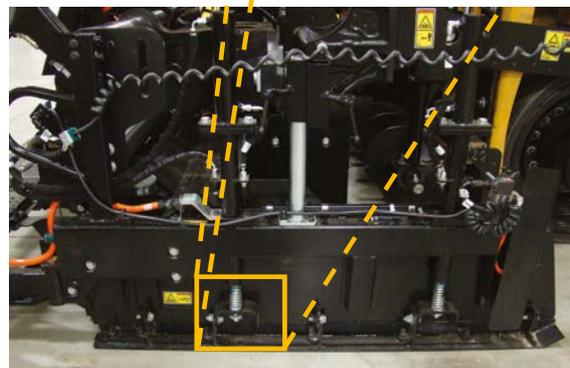
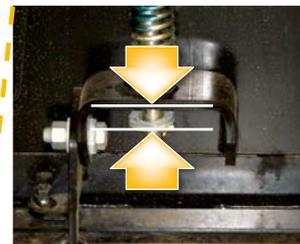
[8. POSICIONE LAS COMPUERTAS LATERALES]

Las compuertas laterales a ambos extremos de la regla retienen el material al ancho apropiado. Flotan encima de la rasante.

En primer lugar, baje la compuerta lateral hasta que toque el suelo. En las compuertas manuales, aumente o disminuya la tensión de resorte para crear un espacio de 2,5 cm (1") entre la arandela y el soporte para permitir que las compuertas laterales se muevan hacia arriba y hacia abajo frente a cualquier irregularidad de la base.

En otras situaciones, es posible que el patín de la compuerta lateral se deba posicionar a la misma altura que la placa de la regla. Por ejemplo, al equiparar la altura con una capa adyacente o una canaleta existente, ajuste la compuerta lateral en el mismo nivel que la placa de la regla.

2,5 cm (1")



Posicione las compuertas laterales de una manera que sea apropiada para la aplicación.

Nota: Siempre realice el mantenimiento de la compuerta lateral al final de turno o más frecuentemente cuando pavimentando con cemento asfáltico modificado con polímero. Preste especial atención al área de deslizamiento. Es una abertura angosta donde a menudo quedan atrapados partículas finas y agregados. La compuerta lateral es difícil de ajustar cuando el área de deslizamiento está sucia. Limpie el área de deslizamiento entre los miembros internos y externos del bastidor. Para ello baje completamente la compuerta lateral y rocíe un agente de desmoldeo aprobado.

[9. CONFIGURE LA ALTURA DEL SINFIN]

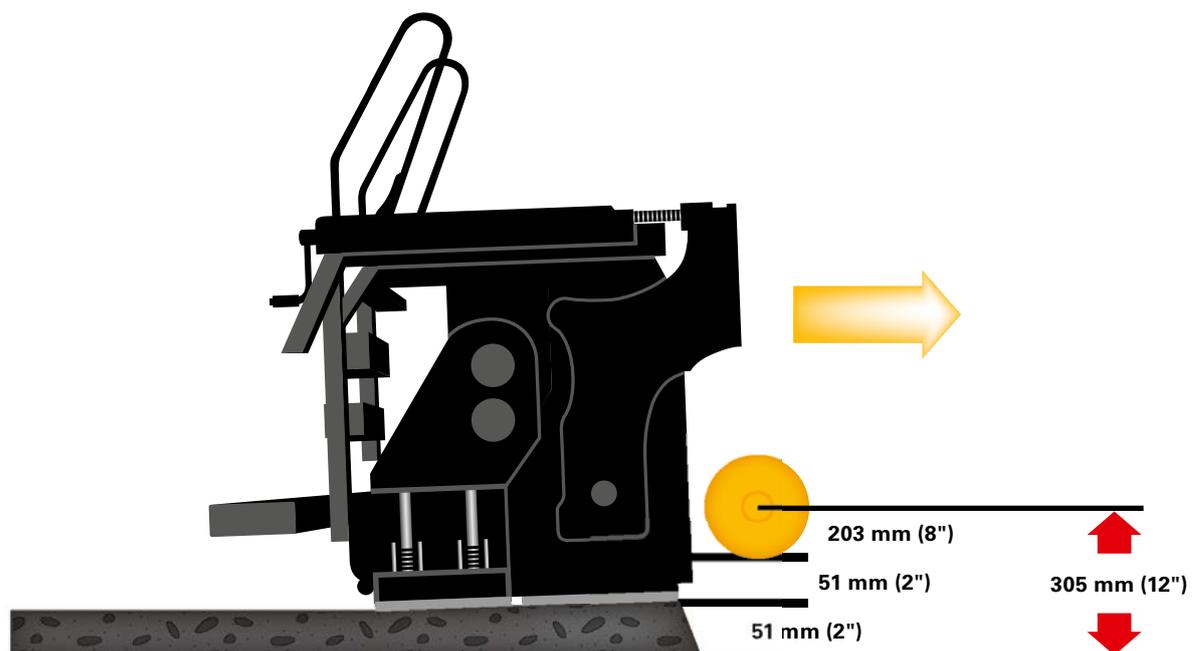
La altura de los sinfines con respecto a la profundidad de la capa sin compactar tiene efecto sobre la textura y el acabado de la capa.

Si los sinfines están demasiado bajos, probablemente se verá una textura abierta y quizá segregación del material. Si los sinfines están demasiado altos, la cabeza de material probablemente también será demasiado alta, lo cual obligará a la regla a trepar. Varios diseños de mezclas reaccionan de manera diferente al ajuste de altura del sinfín. Por regla general, cuando los agregados sean menores a 16 mm (0,6"), ajuste la altura del sinfín por lo menos 5 cm (2") sobre la altura de la capa sin compactar. Cuando los agregados sean mayores a 16 mm (0,6"), configure la altura del sinfín al menos 8 cm (3") por encima de la altura de la capa sin compactar.

La distancia desde la parte inferior del sinfín hasta el centro del eje del sinfín es de 200 mm (8"). Ahora, agregue unos 50 mm (2") u 80 mm (3") a eso. Luego añada el espesor de la capa que será pavimentada. El total es la distancia desde la línea central del eje del sinfín hasta el suelo. Ajustar el sinfín hacia arriba o hacia abajo hasta alcanzar la dimensión.

Si la mezcla es muy gruesa o muy blanda, afine la altura del sinfín después de comenzar con la pavimentación.

Los sinfines están demasiado bajos, si se observa una textura porosa en la capa que está directamente alineada con los ejes del sinfín. Aumente gradualmente la altura de los sinfines hasta que la textura de la capa bituminosa sea aceptable.



[10. POSICIONE LOS SENSORES DE ALIMENTACIÓN]

Según la preferencia del usuario, las pavimentadoras Cat pueden estar equipadas con sensores de alimentación mecánicos, tipo paletas o sensores de alimentación sónicos. Ambos tipos se deben posicionar correctamente para que el material fluya uniformemente desde la cámara del sinfín hasta las compuertas laterales.

Los sensores de paleta toman contacto con el material que fluye hacia afuera de la cámara del sinfín. Están instaladas en un eje ajustable delante de la cámara del sinfín.

Posicione los sensores de tipo paleta del alimentador para que detecten la pila activa de material a unos 46 cm (18") de distancia del último segmento del sinfín. El brazo de la paleta debe estar en un ángulo de 45 grados a una distancia de 46 cm (18").

Posicione los sensores sónicos instalados en las compuertas laterales, de manera que estén orientados hacia la cabeza de material activa que sale por delante de la cámara del sinfín. Idealmente, el área objetivo debe estar a una distancia de 45 cm (18") del extremo del sensor sónico. El sensor debe estar ubicado de manera perpendicular al objetivo para que los ecos de los pulsos sonoros se reflejen en este.

Puede resultar más fácil hacer los últimos ajustes y orientar los sensores después de que la pavimentación haya comenzado cuando utilice sensores sónicos del alimentador. Extienda un dispositivo de medición hacia afuera 45 cm (18") y colóquelo a lo largo de un lado del sensor para mostrar exactamente hacia dónde está orientado el sensor. Vuelva a posicionar el sensor, si es necesario.



Los sensores de paleta proporcionan un control preciso y son fáciles de ajustar con un dispositivo de medición.



Los sensores sónicos deben estar ubicados de manera perpendicular a la cabeza de material activo.

[11. AJUSTE LOS CONTROLES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN]

Configure el sistema de control de alimentación antes de que comience la pavimentación. En ocasiones, no se necesita ajustar cuando se hace una nueva pasada, específicamente, cuando se hace una nueva pasada del mismo ancho. Sin embargo, si se modificó el ancho de pavimentación o si es la primera pasada del turno, comience con los controles del alimentador en las posiciones de inicio recomendadas.

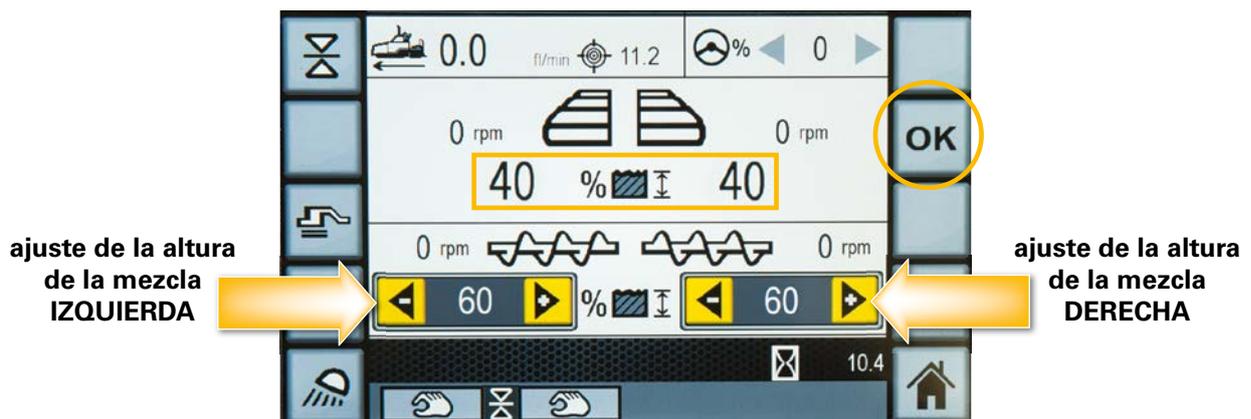
Utilice los paneles de control para configurar los controles del sistema de alimentación.

ÍCONO DE ALIMENTACIÓN DEL MATERIAL



Seleccione el ícono de ajuste de alimentación del material en el lado izquierdo de la pantalla táctil del panel de control del tractor.

PANTALLA DE CONTROL DE ALIMENTACIÓN DEL MATERIAL



El control del alimentador establece la velocidad del transportador y la altura de la mezcla.

Con el dial multifunción del panel de control, configure la velocidad del transportador en 40 por ciento para cada transportador. Ajuste la altura de la mezcla en 60 por ciento con las flechas de la pantalla táctil. Después de ajustar la altura de la mezcla, pulse el ícono OK en el teclado táctil para aceptar la configuración. Este es un punto inicial para el sistema de alimentación. El operador del tractor o de la regla puede sintonizar estas configuraciones cuando comienza la pavimentación.

PREPARACIÓN

Utilice el panel de control para configurar las velocidades de tamper y vibración.



En el panel de control de la regla principal, configure la velocidad de la barra tamper en 1200 RPM con el dial multifunción. Configure el control del tiempo de rampa en la posición mínima. Configure el control de frecuencia de vibración en 1500 RPM.



Según el tipo de mezcla y la velocidad de pavimentación, ajuste cada control cuando comience la pavimentación. Los objetivos consisten en lograr la densidad deseada para la precompactación con la regla y producir una capa con textura y lisura consistente. Por regla general, una mayor velocidad de pavimentación requiere una mayor velocidad de tamper y mayor frecuencia de vibración. El tiempo de rampa de tamper generalmente se ajusta cuando se utiliza material estabilizado para la base. Cuando se distribuye material bituminoso, el tiempo de rampa de tamper se configura en "mínimo", de manera que comience inmediatamente cuando comience la pavimentación.

[12. LLENE LA CÁMARA DEL SINFÍN]

El llenado de la cámara del sinfín al nivel correcto es extremadamente importante. El error más común es el sobrellenado de la cámara del sinfín. Recuerde, el material de la cámara del sinfín es

el peso, o la resistencia sobre la regla. Si hay demasiada resistencia, la regla se elevará durante el inicio y creará una zona alta en la junta inicial transversal.



Llene la cámara del sinfín. Para ello utilice los controles manuales del transportador y del sinfín.

Utilice los controles del transportador derecho e izquierdo de la estación del operador para llenar la cámara del sinfín.

Consejo para el usuario: Siempre llene la cámara del sinfín con el motor en un régimen de ralentí bajo. En un régimen de ralentí bajo, la transmisión hidráulica del sistema de alimentación funciona lentamente. La velocidad más baja del transportador minimiza la cantidad de material que se empuja debajo del tractor. Además, la velocidad más lenta del sinfín minimiza la segregación cuando se pavimenta con una mezcla que contiene agregados grandes. Es más fácil para el operador controlar el flujo de material a través de toda la cámara del sinfín mediante los sinfines izquierdo y derecho.

Comience con el transportador derecho o izquierdo. Sostenga el control manual hacia abajo y llene lentamente la cámara del sinfín detrás del transportador hasta que el material cubra los sinfines en el centro.



Los controles manuales del sinfín están ubicados debajo de los controles del transportador.

Seleccione el control manual del sinfín para dicho lado y pulse el control hasta que todo el material se haya desplazado hacia afuera, lo más lejos posible.

O bien, utilice el control manual del transportador y el control manual del sinfín para llenar la cámara del sinfín y crear una cabeza de material que cubra la mitad del eje del sinfín o un poco más. Repita el procedimiento para el otro lado de la cámara del sinfín.

Utilice una pala para sacar el material por las compuertas laterales siempre que el extensor esté a una distancia superior a 30 cm (1') del último segmento del sinfín o siempre que se agreguen accesorios especiales al final de la regla. La utilización del sinfín para sacar la mezcla para un gran ancho de pavimentación creará una sobrecarga en el centro de la cámara del sinfín y hará que la regla se eleve durante el inicio.

No llene el área adyacente a la regla principal ni directamente delante del extensor de la regla. Esta área se llenará de material en cuanto la pavimentadora se mueva hacia delante apartándose de la referencia inicial.



Utilice una pala para sacar el material por la compuerta lateral.



Coloque los controles del alimentador en modo automático.

Cuando la cámara del sinfín se haya llenado hasta la mitad, ni más ni menos, configure los controles del transportador y los sinfines de la consola en modo automático. Presione el botón de transportador y sinfín automáticos o los botones automáticos individuales para el transportador y el sinfín. Verifique que los cuatro indicadores del sistema automático estén iluminados. Si los controles permanecen en el modo manual, ni los transportadores ni los sinfines funcionarán cuando comience la operación de pavimentación.



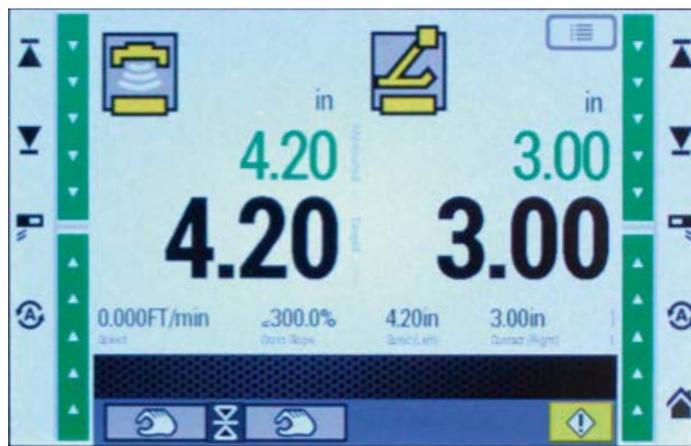
[13. CONFIGURE LAS FUNCIONES ACCESORIAS]

Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento para revisar la lista de funciones accesorias disponibles. Toque el ícono de funciones de la máquina para acceder a las funciones accesorias. Algunas de las funciones accesorias disponibles son:

- Dirección de la fricción.
- Encendido/apagado y velocidad del sistema vibratorio.
- Sistema de asistencia de regla.
- Temporizadores.
- Bloqueo en colina.
- Control automático de velocidad del motor.



Antes de apartarse de la referencia inicial, configure las funciones accesorias.



Configure el sistema de control de nivelación antes de apartarse de la referencia inicial.

Los controles automáticos de nivelación longitudinal y transversal se consideran controles accesorios. Ajústelos en función de las especificaciones de la tarea. Instale cualquier dispositivo promediador

o sensores de nivelación, según corresponda. Seleccione la pantalla simple o doble según la preferencia del operador.

[14. APÁRTESE DE LA REFERENCIA INICIAL]



Asegúrese de que el selector de cambios se encuentra en modo PAVIMENTO (1), la regla está en flotación (2), y el regulador del motor está configurado a la velocidad elegida (ECO o ralentí alto) (3). Luego, gire el dial del control de velocidad (4) en el sentido de las agujas del reloj hasta que la velocidad de pavimentación calculada se muestre en el área de velocidad deseada de la pantalla (5) y libere el freno de estacionamiento (6). Para impulsar la máquina, sujete el disparador y mueva la palanca de avance (7) hacia adelante con un movimiento suave y rápido.

Nota: Cuando se alcance la velocidad deseada calculada, use la palanca de avance para detener y arrancar la máquina con el mismo movimiento suave y rápido que se realizó anteriormente. Al sujetar lentamente la palanca de avance se obtendrá una cabeza de material más despereja y esto tendrá un efecto adverso en la lisura de la capa.

PREPARACIÓN

Los operadores de la regla izquierda y derecha deben monitorear el área al final del eje del sinfín, y delante del extensor. La principal responsabilidad al comienzo de la pavimentación es asegurarse de que salga suficiente material de la cámara del sinfín y fluya hacia la compuerta lateral. El operador de la regla puede ajustar el dial de altura de la mezcla para colocar la cabeza de material en el extremo de los ejes del sinfín y para configurar el flujo del material delante de los extensores.



Los operadores de la regla son responsables de asegurarse de que el material fluya suficientemente hacia la parte frontal de los extensores.

Luego, el operador de la pavimentadora verifica el nivel de material del centro de la cámara del sinfín. Utilice los diales de control de relación para ajustar la cabeza de material. Una vez que la cabeza de material es correcta en el ancho completo de la cámara del sinfín, se debe monitorear y ajustar si es necesario la velocidad de rotación del sinfín.



Observe la cabeza de material del centro de la cámara del sinfín.

Consejo para el usuario: En muchas pavimentadoras Cat, la velocidad de los sinfines izquierdo y derecho se muestra en las pantallas LCD. En las pavimentadoras más antiguas sin indicadores de velocidad del sinfín, el operador puede monitorear simplemente la rotación del último segmento del sinfín. El último segmento del sinfín es un segmento dividido. A medida que la punta del segmento gira, cuente cuánto tarda en completarse una revolución. Una revolución de dos segundos equivale a 30 revoluciones por minuto. Recuerde, el rango ideal para la velocidad del sinfín es entre 20 y 40 revoluciones por minuto.

Para incrementar la velocidad de los sinfines, gire el dial de control de relación en sentido contrario a las agujas del reloj. Esto reduce la velocidad del transportador afectado y reduce el volumen del material en la cámara del sinfín. Por lo tanto, el sensor indicará un aumento y los sinfines girarán más rápidamente. Para ralentizar la rotación del sinfín, gire el dial de control de relación en el sentido de las agujas del reloj.

[15. AJUSTES OPERATIVOS]

Un buen inicio debe dar como resultado una apariencia uniforme en la capa de asfalto.

La regla se encontrará en su punto de equilibrio cuando se haya estabilizado la velocidad de pavimentación y el sistema de alimentación esté funcionando a una velocidad uniforme con la cabeza de material correcta. Las fuerzas que actúan sobre la regla están en equilibrio, y la regla ahora está

flotando en un nivel constante. Controle y ajuste el espesor y la inclinación transversal de la capa, y también controle su apariencia. Si la altura, el ángulo de ataque y la inclinación de la regla son correctos, la capa debe tener una textura uniforme por todo su ancho y no debe existir ninguna línea longitudinal.



La altura del extensor es demasiado alta.

Si un extensor se ajustó demasiado alto, aparecerá una marca de transición longitudinal alineada con el borde exterior de la regla principal. La capa detrás del extensor de la regla será más gruesa. Primero disminuya la velocidad de tamper. Esto ocasionará el descenso de la regla y la disminución del espesor de la capa. Los puntos de remolque luego se ajustan hacia arriba, mediante el aumento del

ángulo de ataque y el regreso al espesor original de la capa. Cuando se incrementa el ángulo de ataque, disminuyen las marcas de separación. Continúe ajustando la velocidad de tamper hasta que las marcas desaparezcan.

Baje el extensor hasta que se eliminen las marcas de transición.

Nota: Si los extensores no se calibraron con la regla principal, se pueden necesitar ajustes mecánicos para eliminar completamente las marcas de separación.



La altura del extensor es demasiado baja

Si se produce una ligera asimetría entre la altura del extensor y la altura de la regla principal, aparecerá una línea longitudinal en la superficie de la capa.

Si un extensor se ajustó demasiado bajo, aparecerá una marca de transición longitudinal alineada con el borde interior del extensor de la regla. Se observará una capa más delgada detrás del extensor de la regla. Primero aumente la velocidad de tamper. Esto ocasionará el ascenso de la regla y el aumento del espesor de la capa. Los puntos de remolque luego

se ajustan hacia abajo, mediante la disminución del ángulo de ataque y el regreso al espesor original de la capa. Cuando se disminuye el ángulo de ataque, disminuyen las marcas de separación. Continúe ajustando la velocidad de tamper hasta que las marcas desaparezcan.

Baje el extensor hasta que se eliminen las marcas de transición.

Nota: Si los extensores no se calibraron con la regla principal, se pueden necesitar ajustes mecánicos para eliminar completamente las marcas de separación.

PREPARACIÓN

Dos de los aspectos básicos más importantes de una pavimentación lisa son el mantenimiento de una velocidad de pavimentación consistente y de una cabeza de material constante.

Normalmente, la pavimentadora puede pavimentar de manera lisa a cualquier velocidad que coincida con la distribución de la mezcla en el lugar de la obra. Lo importante es mantener una velocidad constante.

Si la velocidad de pavimentación se cambia drásticamente, la regla se elevará o caerá, y la lisura de la capa se verá afectada.

Además, si la velocidad de pavimentación cambia, también cambian las demandas al sistema de alimentación y este se debe ajustar para que se adapte a las nuevas demandas de material.

Para realizar pavimentaciones de calidad, siga siempre las operaciones básicas de ajuste de la pavimentadora y mantenga un funcionamiento constante.



[RESUMEN]

El inicio adecuado desde la referencia inicial establece la pauta para la longitud de la pasada. El personal debe tomarse el tiempo para seguir cada paso de inicio correctamente en la secuencia adecuada.

Dos de los pasos son particularmente importantes. El primero es el establecimiento del ángulo de ataque de la regla principal. Asegúrese de que el personal conozca las características de la regla con la que están trabajando. Lo que se aprende sobre una regla puede ser diferente de lo que se necesita en otra. Recuerde, el ángulo de ataque que se instala mientras la regla se encuentra en la referencia inicial es el ángulo de ataque al que regresa la regla para la longitud de esa pasada.

Luego, llene la cámara del sinfín lentamente, un lado por vez. Es muy común que el personal sobrellene la cámara del sinfín en el punto inicial. Siempre llene la cámara del sinfín con el motor en un régimen de ralentí bajo. Se tarda unos minutos más para llenar la cámara del sinfín lentamente, pero se compensa con juntas transversales más suaves.

Finalmente, asegúrese de que el personal esté pavimentando a una velocidad de pavimentación calculada, siempre que sea posible. Si la velocidad cambia por alguna razón, ajuste el sistema de alimentación para que se adapte a la nueva demanda de material.



Unidad 6

CONTROL AUTOMÁTICO DE NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

El control automático de nivelación longitudinal y transversal está diseñado para facilitar el trabajo del personal y mejorar la calidad del producto final. Un personal capacitado en el uso del control de nivelación longitudinal y transversal puede configurar la pavimentadora para maximizar la productividad y eficiencia de pavimentación en una amplia variedad de aplicaciones.



En la unidad 6, se brinda información sobre el control automático de nivelación longitudinal y transversal, uno de los cuatro elementos básicos para la construcción de capas asfálticas de calidad. Hay varios tipos de sistemas de nivelación longitudinal y transversal disponibles en las pavimentadoras. Los componentes que se muestran en esta unidad provienen principalmente del sistema de control de nivelación longitudinal de Cat y los sistemas de control de pavimentación de Trimble. Otros sistemas pueden variar, sin embargo, los aspectos básicos de la configuración y el funcionamiento de la nivelación longitudinal y transversal son los mismos en todos los sistemas.

El control de nivelación longitudinal se puede concebir de varias maneras. En algunos proyectos, se puede considerar el control de espesor de la capa que se está distribuyendo. En muchos proyectos, se requiere que el espesor de la capa se mantenga constante de manera que el rendimiento (la cantidad de toneladas calculadas para un proyecto en comparación a las toneladas realmente distribuidas) sea exactamente el planificado.

En otros proyectos, el control de nivelación longitudinal se puede concebir como el control para la elevación de la capa que se está colocando. En ese tipo de proyectos (pistas de aterrizaje, por

ejemplo), el espesor de la capa puede variar en la búsqueda de crear elevaciones exactas.

El control de nivelación longitudinal se puede utilizar para mejorar el perfil longitudinal (lisura o calidad de marcha de la estructura bituminosa). En el caso de la pavimentación para lograr la mejor calidad de marcha, el control de nivelación longitudinal ignora el espesor y la elevación y se concentra en la eliminación de asperezas. Estas aplicaciones se revisarán en detalle en esta unidad y en la unidad 7.

El control de pendiente transversal permite crear el perfil transversal especificado (inclinación transversal). Cuando se selecciona el control automático de pendiente transversal en un lado de la pavimentadora, el espesor y la calidad de marcha pueden verse afectados.

El control automático de nivelación longitudinal y transversal no corregirá los errores que cometan los miembros del equipo. La automatización puede facilitar el trabajo de los miembros del personal, pero siempre deben seguir los principios básicos de pavimentación y utilizar las prácticas recomendadas, ya sea que pavimenten de manera manual o automática.

[COMPONENTES DE LA NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL]

Los sistemas de control de nivelación longitudinal y transversal consisten en uno o más sensores de nivelación longitudinal, un sensor de pendiente transversal, un módulo de control y unidades de visualización. También se utilizan cables de potencia del sistema principal, cables del sensor de nivelación longitudinal y cables del sensor de pendiente transversal. En algunas pavimentadoras, muchos de los componentes están incorporados al

tractor y la regla, se mantienen en la regla en todo momento. En otras pavimentadoras, la mayoría de los componentes de nivelación longitudinal y transversal se instalan en la pavimentadora al comienzo de cada turno, y se retiran y guardan al final del turno. Siempre siga las pautas del fabricante para la instalación y el almacenamiento de los componentes del sistema de nivelación longitudinal y transversal.

Consejo para el usuario: El cable de potencia principal que va desde el tractor hasta el panel de control o hasta la pantalla del sistema conduce 24 voltios. Antes de conectar el cable de alimentación del panel de control o la pantalla, asegúrese de que el interruptor de llave de la pavimentadora esté en la posición de apagado. Si hay energía en el cable, es posible que se ocasionen daños en el cable, el panel de control o la pantalla al conectarlo.

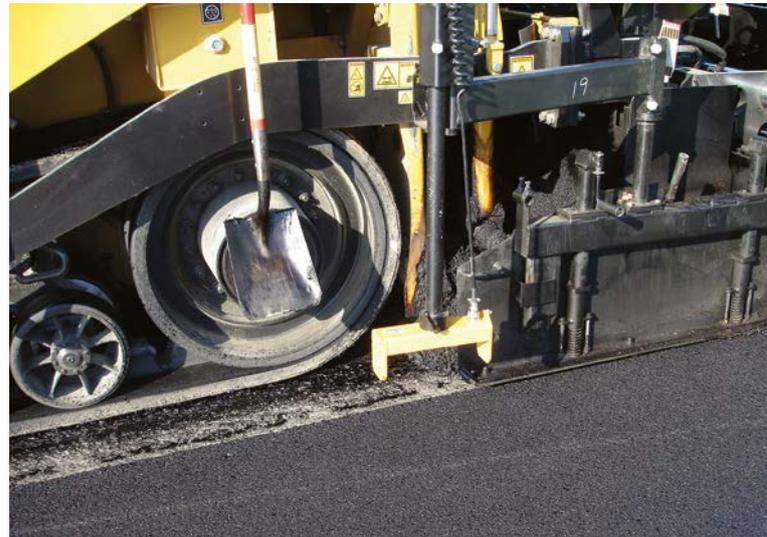
[SENSORES SÓNICOS DE NIVELACIÓN]

Los sensores de nivelación longitudinal pueden ser sónicos o mecánicos.

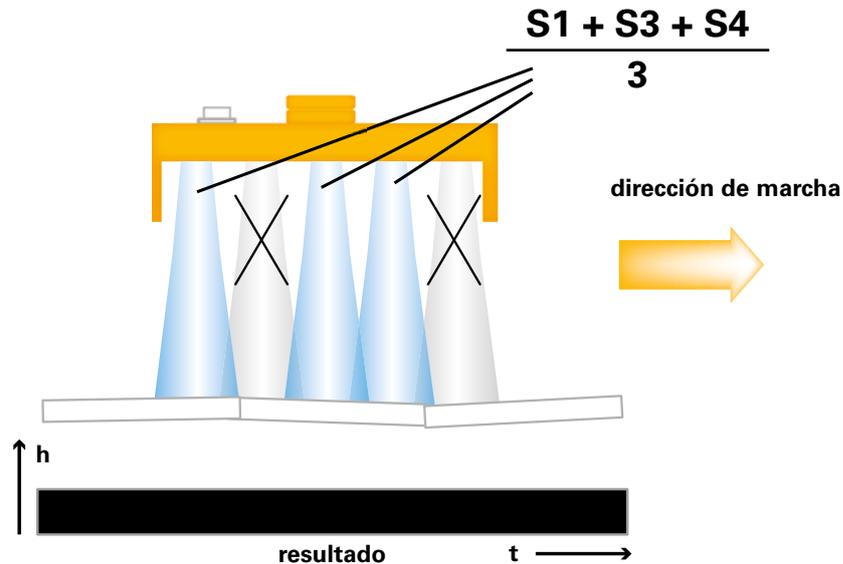
Los sensores sónicos no tocan la referencia de nivelación. En cambio, los sensores sónicos emiten pulsos sonoros. Los pulsos sonoros se desplazan desde el sensor hasta el objetivo de nivelación. El objetivo de nivelación puede ser la superficie de una carretera existente, una superficie fresada, una capa bituminosa adyacente, una canaleta o un cable. Los pulsos sonoros rebotan desde la referencia de nivelación hasta el sensor.

Cuando el sensor de nivelación emite un pulso sonoro, se inicia un temporizador. Cuando el eco regresa al sensor, el temporizador se detiene y esta información se envía de manera continua al panel de control o al controlador del sistema. La velocidad del sonido es un factor conocido. El controlador utiliza el tiempo que los pulsos sonoros tardan en rebotar hacia el sensor para calcular la distancia entre el sensor y el objetivo de nivelación.

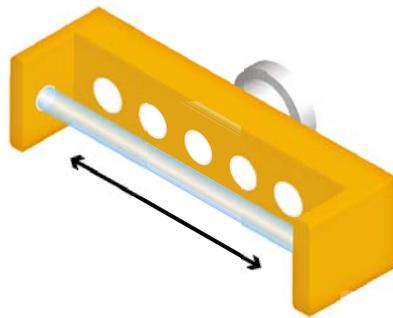
Algunos sensores sónicos tienen un transductor simple que emite un conjunto de pulsos sonoros. Los sensores sónicos de Cat tienen cinco transductores.



Los sensores sónicos utilizan los pulsos sonoros para medir el perfil del suelo sobre el cual se distribuye la capa bituminosa.



El sensor sónico de Cat puede hacer cinco mediciones de nivelación.



En los sensores de nivelación longitudinal de Cat, un transductor emite pulsos sonoros horizontales para detectar cambios rápidos de la temperatura del aire.

Cuando se utilice un sensor sónico de Cat para detectar cualquier referencia de nivelación que no sea una línea de referencia, instale un sensor de manera que quede paralelo a la dirección de pavimentación con la conexión del cable orientada hacia la parte trasera de la pavimentadora. Los cinco transductores hacen cinco mediciones separadas. El sistema ignora las dos mediciones que tienen la mayor desviación desde la distancia de referencia. Las otras tres medidas están promediadas. El promedio de las tres mejores medidas se envía al módulo de control.

Los pulsos sonoros viajan más rápido a través del aire caliente que a través del aire fresco. El sensor de nivelación detecta la temperatura ambiente y corrige las mediciones de distancia que envía al controlador en función de la temperatura del aire ambiente.

Sin embargo, el sensor de nivelación longitudinal puede estar expuesto a cambios rápidos de la temperatura del aire en un proyecto. Por lo tanto, los sensores de nivelación longitudinal también están equipados con dispositivos que detectan

cambios rápidos en la temperatura del aire.

Los sensores de nivelación longitudinal de Cat tienen un sistema incorporado para detectar cambios rápidos de la temperatura del aire. Hay un transductor incorporado en una pestaña que se extiende alrededor de 10 cm (4") por debajo de los transductores para emitir pulsos sonoros con detección de nivelación. El transductor emite pulsos horizontales que rebotan desde la pestaña del otro lado del sensor de nivelación longitudinal. La velocidad de los pulsos sonoros a través de esta distancia conocida se utiliza para compensar los cambios rápidos de la temperatura del aire. Otros sensores de nivelación longitudinal utilizan reductores de temperatura desmontables que tienen el mismo objetivo.

Los pulsos sonoros rebotan hasta el sensor de nivelación longitudinal desde el primer elemento que se encuentra dentro del rango de pulsos sonoros. Por lo tanto, el personal debe tomar precauciones para mantener el área de referencia de nivelación libre de objetos.

Consejo para el usuario: Cuando se utilicen sensores de nivelación longitudinal con reductores de temperatura desmontables, nunca utilice un sensor sin el reductor de temperatura. Asegúrese de que el reductor de temperatura esté en buenas condiciones y se adhiera firmemente al sensor de nivelación longitudinal. Es recomendable contar con algunos reductores de temperatura en la caja de almacenamiento para los sensores de nivelación longitudinal.

El derrame de material sobre los costados de la tolva es una manera común en la que se contamina el área objetivo del sensor de nivelación. El sensor de nivelación longitudinal es un dispositivo de medición extremadamente sensible y detectará incluso partículas pequeñas de agregados. Encuentre una manera de evitar los derrames. No continúe utilizando el control de nivelación longitudinal a menos que haya un objetivo de nivelación longitudinal disponible de manera constante.

Entre otros factores que pueden interferir con el área objetivo del sensor, se encuentran los obreros que trabajan cerca de la pavimentadora, restos que se puedan chocar de árboles caídos y derrames de unidades de transporte mientras se apartan de la pavimentadora.

Se debe verificar la altura de los sensores de nivelación longitudinal que estén por encima de la referencia de nivelación mientras se configura el sistema de control de nivelación longitudinal. Mientras más lejos está el sensor de nivelación longitudinal de la referencia, más grande se torna el área objetivo.

Los sensores de nivelación longitudinal de Cat son funcionales desde 20-100 cm (8-39") por encima de la referencia de nivelación objetivo. Si la distancia desde el objetivo está fuera de ese rango, el sistema de control de nivelación longitudinal no funcionará. Caterpillar recomienda posicionar los sensores de nivelación longitudinal de manera que estén 40-46 cm (16-18") por encima del objetivo.

Nota: El rango funcional de otros tipos de sensores de nivelación longitudinal puede ser diferente. Siempre siga las pautas del fabricante. Sin embargo, la recomendación de altura de 40-46 cm (16-18") generalmente se aplica a otros tipos de sensores de nivelación longitudinal.



Los derrames sobre los costados de la tolva pueden terminar en el área objetivo del sensor de nivelación longitudinal.



La altura recomendada por encima de la referencia de nivelación es 40 a 46 cm (16-18").

Consejo para el usuario: Cuando se instala un patín promediador sónico, habrá múltiples sensores de nivelación longitudinal en el patín. Intente configurar todos los sensores dentro del rango de altura recomendado. Los sensores no necesitan tener exactamente la misma altura. Sin embargo, intente instalar el patín de manera que quede paralelo al suelo y los sensores no tengan una diferencia de altura significativa.

Caterpillar también recomienda que los sensores de nivelación longitudinal se posicionen lo más cerca posible del borde del ancho de pavimentación. La posición del sensor se convierte en el punto de control para todos los cambios de espesor. Es especialmente importante posicionar el sensor de nivelación longitudinal cerca del ancho de

pavimentación, si un lado de la regla está debajo del control de nivelación longitudinal y el otro lado está debajo del control de nivelación transversal. El sensor se puede posicionar justo afuera o justo adentro del ancho de pavimentación, según la aplicación de pavimentación y la adecuación de la referencia de nivelación.

[**SENSORES MECÁNICOS DE NIVELACIÓN LONGITUDINAL**]

Los sensores mecánicos de nivelación longitudinal, también conocidos como sensores de contacto, tienen contacto con la referencia de nivelación. Los sensores mecánicos de nivelación longitudinal no están sujetos a variaciones relacionadas con los cambios de temperatura del aire. Los sensores mecánicos generalmente se instalan en pavimentadoras que ventilan el sistema de enfriamiento del motor por el costado de la pavimentadora o cuando hay mucho viento.

Un sensor mecánico utiliza un sensor giratorio. Se extiende un brazo desde el sensor giratorio. El brazo puede tener una zapata compatible que se extienda sobre el nivel que actúa como referencia o el brazo puede tener una varilla que tenga contacto con la línea de referencia. El brazo debe funcionar con un ángulo de alrededor de 45 grados, siempre detrás del sensor. A medida que la zapata compatible o la varilla tracen desviaciones de la referencia de nivelación, el sensor giratorio detecta los cambios en el ángulo del brazo de remolque. Los cambios en el ángulo del sensor se convierten en distancias y estas mediciones se envían al panel de control o al módulo de control.

La presión de la varilla es ajustable. Configure la presión del brazo de manera que la varilla se mantenga en contacto con el cable, pero no desvíe el cable. El sensor de contacto giratorio de Cat se puede configurar para que trace la parte superior del cable o para que vaya por debajo del cable.



Sensor de nivelación longitudinal de contacto de Cat equipado con zapata compatible con la junta.



El sensor mecánico se puede equipar con una varilla que trace una línea de referencia sobre el patín promediador.

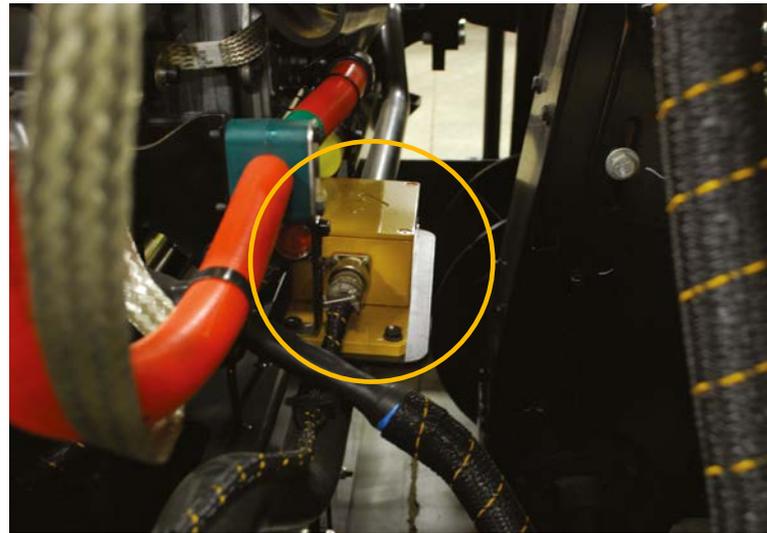
[SENSOR DE NIVELACIÓN TRANSVERSAL]

El sensor de nivelación transversal está instalado en una viga transversal que se extiende a lo ancho de la regla directamente por encima de la parte delantera de la regla principal.

El sensor de nivelación transversal funciona como un nivel de carpintero de precisión. Es un sensor sellado que se mantiene en la pavimentadora y no se necesita quitar ni guardar al final del turno. El sensor angular detecta la inclinación transversal de la regla y envía la lectura al panel de control o al módulo de control. El sensor de nivelación transversal permite al personal mantener la inclinación transversal de derecha a izquierda y viceversa. La inclinación transversal se mide en porcentaje. Una inclinación de hasta un 10 por ciento positivo o negativo es posible cuando se utiliza un control de nivelación transversal automático.

El sensor de nivelación transversal se conecta a los paneles de control o a las unidades de visualización izquierdo y derecho. Solo un lado de la regla puede estar bajo control de nivelación transversal por vez.

Calibre los sensores electrónicos de nivelación transversal mediante el uso de un nivel mecánico o electrónico para medir la inclinación transversal del suelo donde se apoya la regla. Luego, edite el valor de inclinación transversal que se muestra en el panel de control o la unidad de visualización.



El sensor de nivelación transversal de Cat es un sensor de nivelación transversal electrónico.

Nota: Algunos sistemas todavía utilizan sensores hidráulicos con un péndulo suspendido en aceite. Calibre los sensores hidráulicos de acuerdo con las pautas del fabricante.

[UNIDADES DE VISUALIZACIÓN Y PANELES DE CONTROL]

Las pavimentadoras Cat pueden estar equipadas con diferentes tipos de sistemas de control de nivelación longitudinal y transversal. Algunos sistemas utilizan paneles de control que combinan pantallas y módulos de control en un dispositivo. El sistema de control de nivelación longitudinal de Cat

tiene pantallas separadas y un módulo de control separado. La mayor parte de la información sobre el funcionamiento del sistema y muchas de las ilustraciones de esta unidad cubren el sistema de nivelación longitudinal de Cat de las pavimentadoras Serie F de Cat.



Control de nivelación longitudinal de Cat en pavimentadoras serie F.



Nota: Algunas pavimentadoras de Cat tienen control de nivelación longitudinal y transversal instalado de fábrica. Dichas pavimentadoras utilizan el módulo de control de la regla para el sistema de nivelación longitudinal y transversal. Otras pavimentadoras de Cat tienen sistemas de nivelación longitudinal y transversal instalados por proveedores de Cat o usuarios de equipos. Dichas pavimentadoras tienen un módulo de control especializado para el control de nivelación longitudinal y transversal. Siempre lea y siga las pautas incluidas en el Manual de Operación y Mantenimiento de cada sistema de nivelación longitudinal y transversal.



Pantalla de menú de inicio en el monitor de la caja de control de la regla serie SE de Cat.

Cuando el interruptor de llave está en la posición de encendido, los monitores de las estaciones del operador a ambos lados de la regla se encenderán y mostrarán la pantalla del menú de inicio.

Para seleccionar la pantalla de nivelación longitudinal y transversal, el operador debe pulsar el botón adyacente al ícono de nivelación longitudinal/transversal de la parte superior izquierda del alojamiento del monitor.

Los operadores de la regla pueden elegir trabajar con un monitor de una sola pantalla o de doble pantalla.

menú de control de nivelación longitudinal



Monitor de control de nivelación longitudinal que muestra el modo de una sola pantalla para el lateral derecho de la regla.



En el menú de configuraciones del operador, un operador puede configurar el monitor de una sola pantalla o doble pantalla.

Para seleccionar el modo del monitor, toque el menú de control de nivelación longitudinal y seleccione las configuraciones del operador. Seleccione la pantalla principal y toque el modo de pantalla de guía 2D.

NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

Una vez que se acepte el cambio del modo de pantalla del monitor, seleccione el ícono de control de nivelación longitudinal (parte inferior derecha) para regresar a la pantalla de funcionamiento normal.



Modo de pantalla doble que muestra el lateral derecho de control de elevación (nivelación longitudinal) y el lateral izquierdo de control de nivelación transversal

En esta ilustración se muestra el monitor de control de nivelación longitudinal de Cat configurado en el modo de una sola pantalla en el lateral derecho de la regla. Las áreas funcionales están agrupadas para facilitar la comprensión.



1. Los indicadores de nivelación longitudinal se encuentran en el lateral derecho más alejado del monitor. Las barras verdes se encienden cuando el sistema de nivelación longitudinal o transversal se encuentra dentro de la franja muerta. Esta condición generalmente se conoce como "en la posición a mantener". Las flechas hacia arriba y hacia abajo parpadean cuando el valor medido de inclinación longitudinal o transversal está fuera de la banda muerta.
2. Los botones de ajuste y selección también se encuentran en el lateral derecho del monitor. La pulsación de los botones adyacentes a las flechas hacia arriba y hacia abajo permite que el sistema haga modificaciones de nivelación longitudinal y transversal mientras se pavimenta en modo Auto (Automático).
3. Para configurar la referencia (cero), presione el botón adyacente a la tecla de valor de referencia.
4. Para intercambiar entre el modo automático y el modo manual, pulse el botón adyacente al símbolo automático.
5. El menú de control de nivelación longitudinal está ubicado en la parte superior derecha de la pantalla. Seleccione este botón de la pantalla táctil para cambiar las unidades de medida, los localizadores del sistema de control y otras preferencias del sistema de control de nivelación longitudinal.
6. El ícono de selección del sensor se encuentra en el centro de la pantalla. Seleccione este ícono de la pantalla para ver qué sensores están disponibles y para seleccionar un sensor diferente.
7. Finalmente, pulse el botón adyacente al ícono de inicio para regresar a la pantalla de inicio.

Una vez que esté en el submenú de los monitores de selección del sensor, seleccione el ícono del sensor que se utilizará. El sensor se resaltará. Pulse el botón adyacente al símbolo OK para aceptar el cambio.



Al tocar el ícono de selección del sensor se abre el submenú de los sensores disponibles.



8. El número de referencia medido (verde, pequeño) y el número de referencia objetivo (negro, grande) se encuentran en el centro de la pantalla. El número medido es el valor que el sensor seleccionado envía al monitor. Mientras la pavimentadora se está desplazando, el número generalmente cambiará ligeramente a medida que la inclinación longitudinal o transversal medida cambie. El número de referencia objetivo es un valor seleccionado por el operador y generalmente se refiere al espesor deseado o a la inclinación transversal deseada. El número de referencia se mantiene igual a menos que el operador utilice las flechas hacia arriba o hacia abajo para modificar el espesor o la inclinación transversal. Toque el valor de la pantalla táctil para editar el número objetivo. Utilice el submenú para modificar el valor objetivo y mover el sistema hacia una nueva posición o valor objetivo.
9. El operador puede optar por incluir una barra de texto en la parte inferior de la pantalla. Una cantidad de valores están disponibles para su visualización. Por ejemplo, es posible que el operador desee monitorear ciertas

funciones del sistema de alimentación mientras se utiliza la pantalla de control de nivelación longitudinal. O bien, el operador puede desear visualizar la nivelación transversal de la regla, mientras maneja con control de nivelación longitudinal. Para utilizar la barra de texto, seleccione el menú de control de nivelación longitudinal. Seleccione las configuraciones del operador y la barra de desplazamiento de texto para "personalizar" la información disponible para su visualización.

10. En la sección inferior de la pantalla se indica el estado del sistema. Cuando se muestra el símbolo de la "mano" en esta área, el sistema de control se encuentra en modo manual. Cuando se muestra la palabra "AUTO" (Automático) en esta área, el sistema de control se encuentra en modo automático. Cuando el símbolo de pausa (dos líneas verticales) se muestra en esta área, el sistema hace una pausa momentánea del modo automático. El símbolo de pausa aparecerá cuando el operador mueva la palanca de avance a la posición neutra, por ejemplo.

Selección del tipo de sensor



Monitor de pantalla doble con control de nivelación longitudinal del sensor individual a la izquierda y control de nivelación transversal a la derecha.

Para seleccionar la configuración del tipo de sensor o el patín promediador, toque el ícono de selección del sensor en el monitor de pantalla táctil. El submenú para la selección del sensor mostrará cada configuración de sensor o patín que esté disponible.



sónico sobre un cable



sónico sobre una superficie dura



sónico en el centro de la barra promediadora



sónico en la parte frontal y trasera de la barra promediadora



los 3 sensores de la barra promediadora



sensor de contacto



sensor de nivelación transversal



sensor de nivelación transversal 3D



sensor de elevación 3D

Seleccione el ícono del sensor o la configuración que se utilizará. Pulse el botón adyacente al símbolo OK y luego regrese a la pantalla deseada. Los íconos seleccionados aparecerán en la pantalla de control de nivelación longitudinal.

Cuando se selecciona un sensor sónico sobre un cable, el ícono del monitor guía al operador de la pavimentadora para mantener el sensor centrado en la línea de referencia. El sensor de nivelación longitudinal de Cat utiliza los tres transductores del centro para medir la distancia de la línea de referencia. El sensor de nivelación longitudinal de Cat utiliza los dos transductores externos como guías de centrado. Si el sensor está centrado sobre el cable, habrá un círculo verde alrededor del cable en el ícono. Si el sensor está desplazado hacia la izquierda del centro, habrá una flecha roja orientada hacia la derecha. Si el sensor está desplazado hacia la derecha, habrá una flecha roja orientada hacia la izquierda.



trazador sónico centrado sobre la línea de referencia



trazador sónico desplazado hacia la izquierda de la línea de referencia



trazador sónico desplazado hacia la derecha de la línea de referencia

Consejo para el usuario: Si el sensor de nivelación longitudinal está configurado para medir un cable sobre el cuerpo de un patín promediador mecánico como su referencia de nivelación, posicione el cable 10 cm (4") sobre el cuerpo del patín. Si el sensor de nivelación longitudinal se desplaza hacia afuera del cable objetivo, el sistema de control de nivelación longitudinal se bloqueará en la posición a mantener y el punto de remolque no se desplazará. La función de bloqueo en la posición a mantener se activa cada vez que hay un cambio repentino en la referencia de nivelación longitudinal por encima de 5 cm (2").

Nota: Cuando se utilice un sensor sónico de nivelación longitudinal sobre una línea de referencia y no se muestre un ícono para la guía de la línea de referencia, el sensor de nivelación longitudinal no está siguiendo la línea de referencia. Para obtener la orientación correcta, el conector del sensor debe estar en el lateral izquierdo si se mira desde atrás de la pavimentadora.

Establecimiento de referencias o puesta a cero del sistema

Una vez que la pavimentadora y la regla se hayan configurado para pavimentar con "Paving by the Numbers" (Pavimentar como es debido) y se hayan instalado los sensores de control de nivelación longitudinal, se puede establecer la referencia o poner a cero el sistema.

El establecimiento de una referencia (puesta a cero del sistema) crea una referencia para el sensor de nivelación longitudinal o para el sensor de nivelación transversal. En el caso de un sensor de nivelación longitudinal, la referencia es la distancia desde el sensor hasta la referencia de nivelación. En el caso de un sensor de nivelación transversal la referencia es el porcentaje de inclinación transversal de derecha a izquierda y viceversa.

Para establecer una referencia en el sistema, pulse y mantenga presionado el botón de valor de referencia izquierdo o derecho (botón del medio) por más de dos segundos. Si se activa la función de audio, el operador escuchará tres tonos y la barra de nivelación del medio se iluminará de color verde.



La barra de nivelación verde se enciende cuando se establece la referencia del sistema.

Cuando se establezca la referencia del sistema debajo del control de nivelación longitudinal, el valor del área de valor medido se convierte al número que se muestra en el área de valor objetivo. El establecimiento de la referencia del sistema bajo el control de nivelación transversal convertirá el valor medido en el valor objetivo.

Selección del modo automático

Después de establecer la referencia del sistema, pulse y suelte el botón adyacente al símbolo automático, el botón de selección de modo (segundo desde abajo). La palabra "AUTO" (Automático) aparecerá en el área de estado del sistema. Mientras la pavimentadora esté colocando material, la palabra "AUTO" (Automático) aparecerá de manera continua en el área de estado del sistema.

Cuando se detiene la pavimentadora, el sistema de control de nivelación longitudinal y transversal se coloca temporalmente en modo Standby (Emergencia) y el símbolo de pausa se alternará con la palabra Auto (Automático) en el área de estado del sistema. Cuando la palanca de avance se saca de la posición neutra, el sistema regresa al modo automático y la palabra Auto (Automático) aparecerá constantemente en el área de estado del sistema.

Cuando se paviemente en modo automático, el módulo de control enviará señales a la válvula del punto de remolque. Cuando se requiera un cambio en la elevación o en la inclinación transversal, la válvula del punto de remolque izquierdo o derecho enviará aceite hidráulico al extremo de la cabeza o del vástago del cilindro del punto de remolque adecuado. El punto de remolque se desplazará hacia arriba o hacia abajo para modificar la elevación de la inclinación transversal dentro de la tolerancia para la nivelación longitudinal y transversal. El sistema de control de nivelación longitudinal tiene una tolerancia predeterminada (franja muerta) de 3 mm (0,125"). El sistema de control de nivelación transversal tiene una tolerancia predeterminada del 0,05 %. Las tolerancias de nivelación longitudinal y transversal se pueden ajustar, si lo desea.

Edición de valor medido

El valor del área medida es una referencia para el operador. Es recomendable editar dicho valor, de manera que corresponda con el espesor deseado de la capa bituminosa o con la inclinación transversal especificada de la capa bituminosa. Para editar este valor, seleccione el valor medido en el monitor de pantalla táctil.

Cuando se selecciona el valor medido, se mostrará un teclado. El valor deseado se ingresa en el teclado, ya sea para la distancia del sensor de nivelación longitudinal (control de elevación) o para el porcentaje de inclinación transversal.



La palabra "AUTO" (Automático) aparece cuando se selecciona el modo automático.



El símbolo de pausa se alternará con la palabra Auto (Automático) cuando la palanca de avance esté en la posición neutra.



Se muestra un teclado cuando se selecciona el valor medido.

El valor ingresado se mostrará en la parte superior del teclado. El valor se expresará en la unidad de medida seleccionada para el sistema de control de nivelación longitudinal. Para aceptar el cambio, pulse el botón adyacente al símbolo OK.

Después de regresar al monitor de control de nivelación longitudinal, pulse el botón de valor de referencia izquierdo o derecho (botón central) durante más de dos segundos para establecer la referencia del sistema. Se escucharán tres tonos, y el valor objetivo se convertirá en el valor medido que se acaba de ingresar.



Teclado que muestra 2,5 pulgadas ingresadas como valor medido.

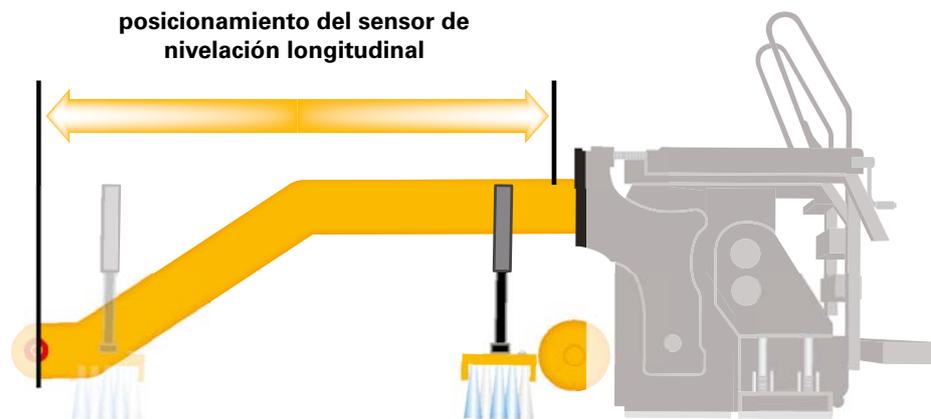


Establezca la referencia del sistema y el valor objetivo coincidirá con el valor medido.

[CÓMO LA POSICIÓN DEL SENSOR AFECTA LA REACCIÓN DE LA REGLA]

La posición del sensor de nivelación longitudinal simple en relación con la conexión del punto de remolque o con el eje del sinfín afecta la velocidad con la que la regla reacciona a los cambios o correcciones hechas por el control automático de nivelación longitudinal. Recuerde, cuando se utiliza el control automático de nivelación longitudinal y transversal, el sistema automáticamente hace cambios en la nivelación longitudinal o transversal mediante el envío de aceite hidráulico a través

de las válvulas del punto de remolque hacia los cilindros del punto de remolque. La distancia que los puntos de remolque recorrieron hacia arriba y hacia abajo determina la proporción que el ángulo de ataque de la regla principal cambia y, por consiguiente, la distancia y velocidad con la que la regla cambia su elevación. Los operadores deben comprender estas relaciones para configurar la pavimentadora correctamente para las diferentes aplicaciones de pavimentación.



Nunca coloque un sensor individual frente a la conexión del punto de remolque.

Se puede colocar un sensor de nivelación longitudinal individual en cualquier lugar entre la conexión del punto de remolque y el centro del eje del sinfín cuando se pavimenta con una regla vibratoria.

Nota: Cuando se pavimenta con una regla tamper, se puede colocar un sensor en la parte trasera, en el lugar necesario para que quede nivelado con la barra tamper.

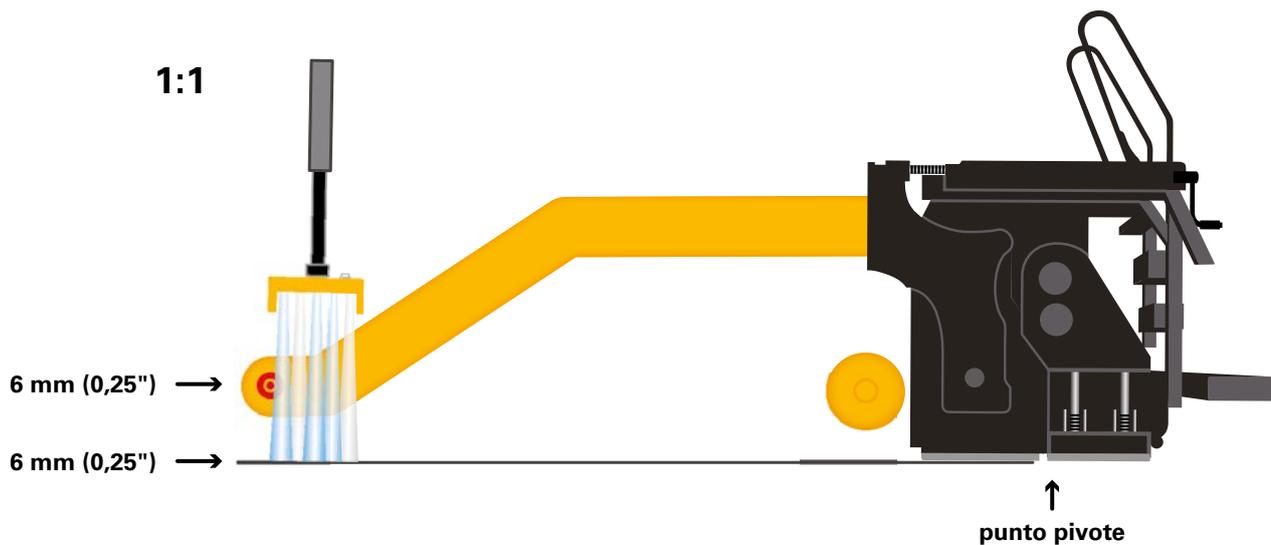
Suponga que se instala un sensor individual de nivelación longitudinal delante del punto de remolque y el sensor detecta un cambio en la elevación de la nivelación longitudinal. Si el cambio es una depresión en el suelo, el módulo de control indicará al cilindro del punto de remolque que se eleve. Por el contrario, si el sensor de nivelación

longitudinal detecta una zona elevada en el suelo, el módulo de control indicará al cilindro del punto de remolque que se mueva hacia abajo. En otras palabras, todas las correcciones de nivelación son lo opuesto a lo que se requiere cuando el sensor de nivelación longitudinal está adelante de la conexión del punto de remolque.

Consejo para el usuario: El sistema de control de nivelación longitudinal de Cat reconoce cuando un patín promediador sin contacto se instala en el lateral de la pavimentadora. Hay tres sensores en el patín y, cuando se muestra el funcionamiento de tres sensores o dos sensores en el área de selección del sensor, el sistema promedia las mediciones de los sensores. No se preocupe por que uno de los sensores se encuentre frente a la conexión del punto de remolque. El sistema reconoce y da cuenta de esa condición. Sin embargo, si se selecciona el funcionamiento de un sensor del patín promediador sin contacto, asegúrese de que el sensor central esté detrás de la conexión del punto de remolque. Es posible que se deba mover la viga hacia la parte trasera para colocar el sensor de nivelación longitudinal central en una posición aceptable.

Luego, prevea que haya un sensor individual detrás del eje del sinfín o detrás de la barra tamper, y que el sensor detecte los cambios en la elevación del suelo. Cuando el sistema responda, probablemente sea demasiado tarde. Se producirá un cambio en la elevación después de que la regla pase el punto donde se ubica la desviación, y se observará una aspereza extrema en la capa.

Siempre verifique que el sensor esté ubicado correctamente y que genere la respuesta deseada de la regla.

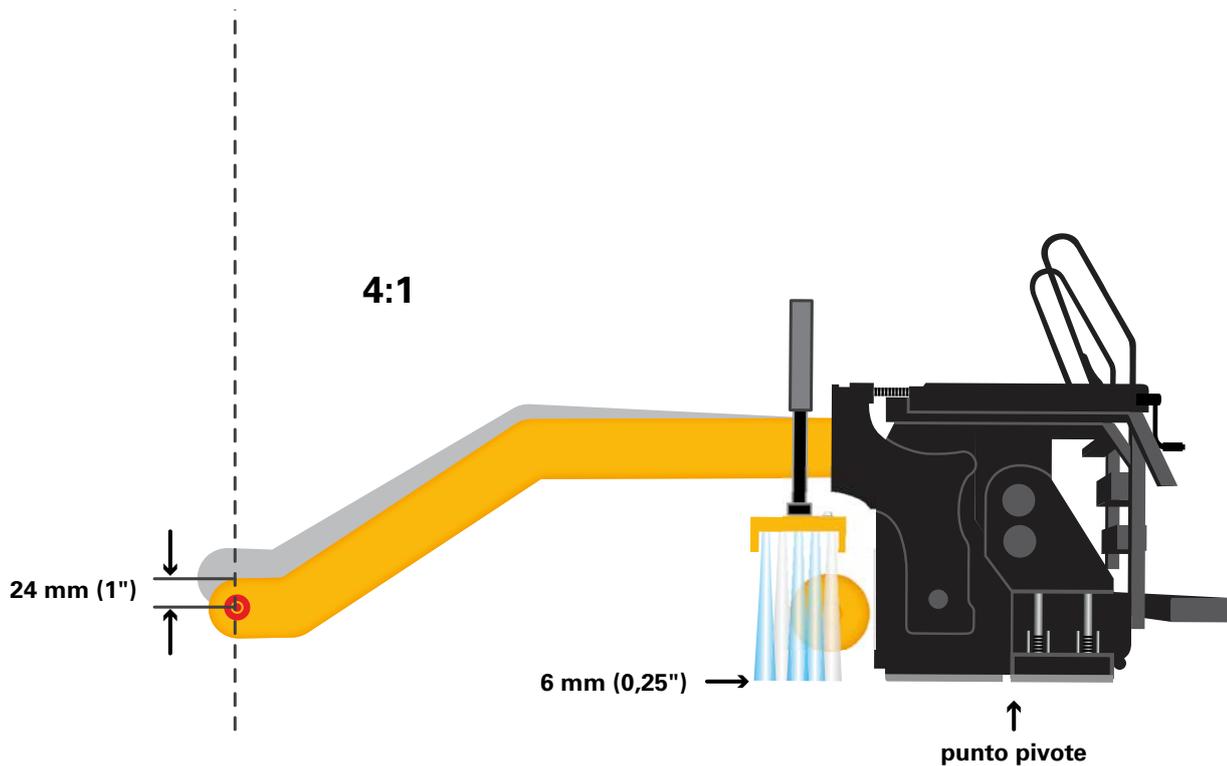


Posición del sensor para una reacción lenta de la regla.

Para crear una regla que reaccione lentamente a los cambios, coloque el sensor de nivelación longitudinal detrás de la conexión del punto de remolque. Esta posición del sensor crea una relación 1:1 entre la cantidad de desviación del nivel y la distancia que se desplaza el punto de remolque. Por ejemplo, si el sensor en esta posición hacia adelante detecta una desviación del nivel de 6 mm (0,25"), el sistema de control de nivelación longitudinal hará que el punto de remolque se desplace 6 mm (0,25").

El ángulo de ataque de la regla principal cambia ligeramente y la regla ascenderá o descenderá lentamente. El cambio en la elevación se producirá gradualmente en una distancia de aproximadamente la longitud de cinco brazos de remolque. La capa bituminosa tenderá a rellenar los baches y recortar las zonas elevadas del suelo con el sensor cerca del punto de remolque. Seleccione esta posición del sensor cuando sea importante mejorar la calidad de marcha del suelo.

NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL



Posición del sensor para una reacción rápida de la regla.

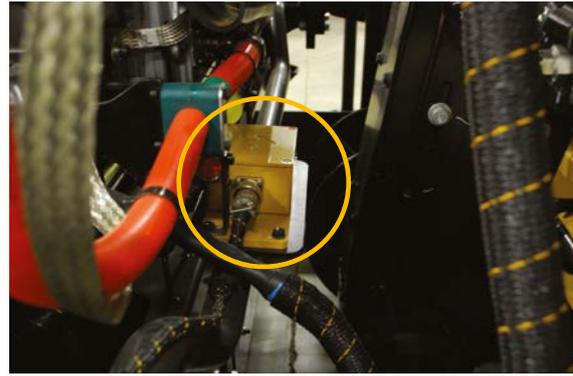
Para crear una regla que reaccione rápidamente a los cambios, coloque el sensor de nivelación longitudinal alineado con el centro del eje del sinfín o nivelado con la barra tamper. Esta posición del sensor crea una relación 4:1 entre la cantidad de desviación del nivel y la distancia que se desplaza el punto de remolque. Por ejemplo, si el sensor en esta posición detecta una desviación del nivel de 6 mm (0,25"), el sistema de control de nivelación longitudinal hará que el punto de remolque se desplace 24 mm (1").

El ángulo de ataque de la regla principal cambia considerablemente y la regla ascenderá o descenderá rápidamente. El cambio en la elevación se producirá casi instantáneamente, y la capa bituminosa coincidirá exactamente con el cambio

en la elevación donde se produce el cambio. La capa bituminosa tenderá a seguir los baches y las zonas elevadas del suelo con el sensor cerca del eje del sinfín. El espesor de la capa será uniforme, pero es posible que se sacrifique la homogeneidad. Seleccione esta posición del sensor cuando sea importante tener un control preciso de la producción o una altura exactamente equivalente con una junta longitudinal o una canaleta.

Coloque el sensor de nivelación longitudinal por delante del eje del sinfín o de la barra tamper para comenzar a ralentizar la reacción de la regla. Esto creará una capa con una producción y un perfil aceptables mientras al mismo tiempo se mejora la homogeneidad.

El sensor de nivelación transversal está instalado en una viga transversal que se extiende a lo ancho de la regla directamente por encima de la nariz de la regla principal. En esta posición, el sensor de nivelación transversal también genera una relación 4:1 entre la distancia que se desplaza el punto de remolque con el fin de crear el cambio de elevación necesario para mantener la nivelación transversal especificada. Es importante que los operadores comprendan cómo funciona el control de nivelación transversal automático. Primero, se debe comprender la relación entre la corrección de la inclinación transversal y los cambios de elevación.



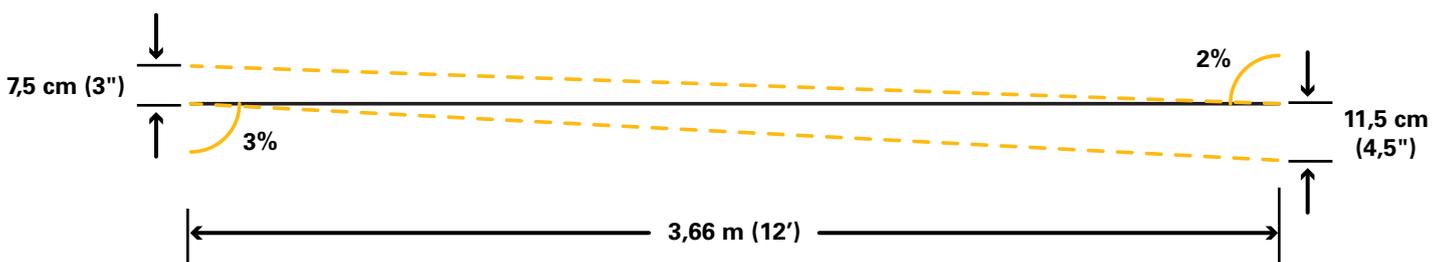
La posición del sensor de nivelación transversal también genera una reacción rápida de la regla.



Prevea el hecho de que una estructura necesita tener una nivelación transversal del 1 por ciento de izquierda a derecha. A partir del borde izquierdo de la estructura, la elevación de la capa debe disminuir 1 cm por metro, 0,125" por pie. Si el ancho de la estructura es de 3 m (10'), el cambio de elevación será de 3 cm (1,25").

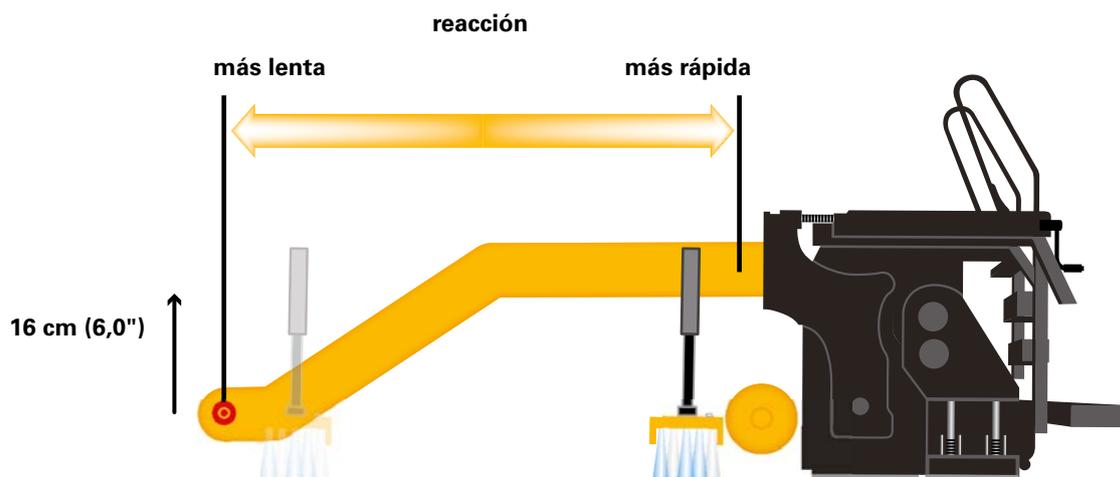
En términos prácticos, considere el siguiente ejemplo. La inclinación transversal de una base granular sin compactar es de hasta el 3 por ciento

de izquierda a derecha en algunas áreas. El plan especifica una inclinación transversal del 2 por ciento. El personal de pavimentación necesita corregir la inclinación transversal al 2 por ciento en todas las áreas, mientras se pavimenta la capa base. El ancho de la capa es de 3,66 m (12'). Se supone que la profundidad sin compactar de la capa es de 7,5 cm (3"). En aquellas áreas en las que la inclinación transversal de la base granular sea del 3 por ciento, ¿cuál será el espesor de la capa en el borde derecho de pavimentación?



En este ejemplo, el espesor de la capa se debe aumentar 4 cm (1,5") para crear la inclinación transversal especificada. El personal debe mantener el espesor de la capa en el borde izquierdo de pavimentación. Ese es el único lugar donde el operador puede verificar el espesor de la capa.

La profundidad de la capa aumentará a medida que se extienda de izquierda a derecha. En el borde derecho, el espesor de la capa debe ser de 11,5 cm (4,5") para corregir la inclinación transversal en un 2 por ciento. ¿Cuánto se desplazará el punto de remolque derecho para crear la inclinación transversal correcta en esta situación?



Debido a que el sensor de nivelación transversal está ubicado cerca de la parte frontal de la regla, el desplazamiento del punto de remolque es una relación 4:1 con el cambio de elevación. Por lo tanto, para crear una corrección de la inclinación transversal de un 1 por ciento a su debido tiempo para este ejemplo, el punto de remolque se desplazará 16 cm (6") hacia arriba.

El control de nivelación transversal automático puede crear variaciones significativas en el espesor de la capa y, por consiguiente, variaciones en la producción. El control de nivelación transversal automático también puede generar aspereza en la capa bituminosa.

Consejo para el usuario: Cuando se utilice el control de nivelación transversal automático para corregir el perfil transversal, es recomendable analizar los posibles resultados con el titular del proyecto y el personal de inspección en el lugar. Asegúrese de notificarles que la producción puede ser variable. Si el equipo de inspección está acostumbrado a verificar la producción camión por camión o por distancias cortas, es posible que se sorprendan con los resultados de la producción, a menos que estén preparados para las variaciones. Puede ser recomendable utilizar un tablero o medidor de nivelación transversal para indicar al inspector donde se harán las correcciones.

Consejo para el usuario: Cuando utilice el control de nivelación transversal automático para corregir el perfil transversal, la demanda de material que pasa debajo de la regla variará según la variación del espesor de la capa. Los operadores de la pavimentadora y de la regla deberán estar preparados para ajustar el sistema de alimentación frecuentemente. Deben prestar especial atención al área delante del extensor donde la cabeza de material desaparecerá más rápidamente. La velocidad del sinfín variará según la demanda de material, y se puede producir una segregación de franjas.

[RESTAURACIÓN DE LA ALTURA DEL PUNTO DE REMOLQUE]

Como se analizó en secciones anteriores de este manual, la altura de los puntos de remolque afecta la línea de tracción y el ángulo de ataque de la regla principal. La altura del punto de remolque se configura al comienzo de la pavimentación según el espesor planificado de la capa bituminosa.

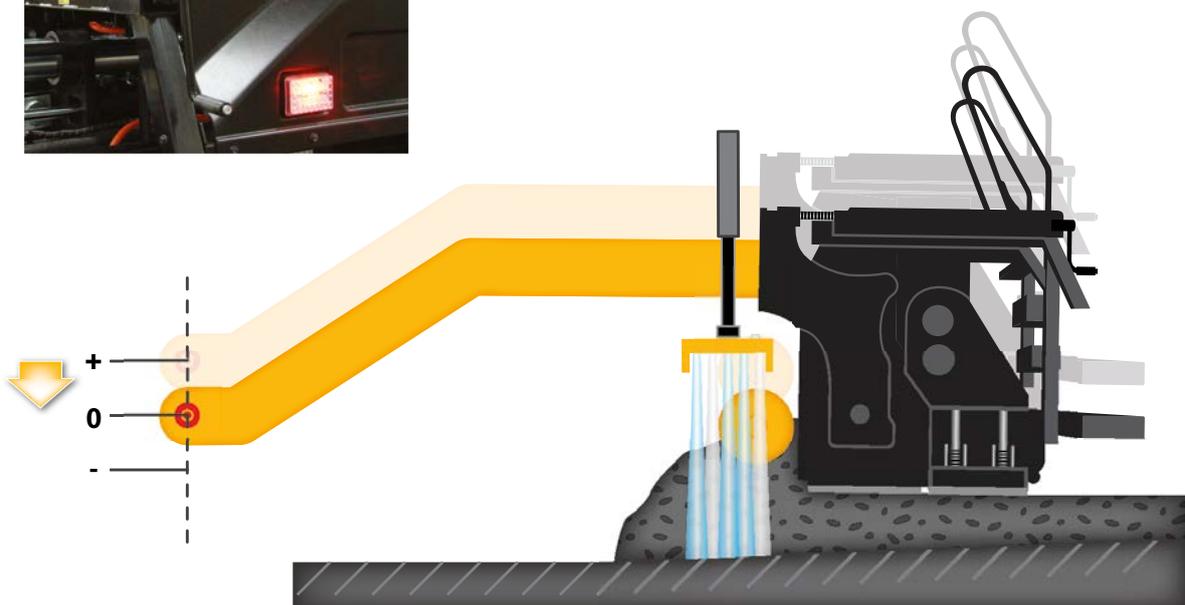
Un operador puede cambiar manualmente la altura del punto de remolque mientras pavimenta con el fin de aumentar o reducir el espesor de la capa. O bien, un operador puede utilizar el sistema de control de nivelación longitudinal o transversal en el modo automático para cambiar la altura del punto de remolque y el espesor de la capa automáticamente.

En la sección anterior se describe cómo la posición del sensor afecta el movimiento del punto de remolque y la reacción de la regla. Los sensores de nivelación longitudinal ubicados cerca de la nariz de la regla pueden crear grandes desplazamientos del punto de remolque. Los sensores de nivelación transversal, debido a su posición fija cerca de la nariz de la regla, también pueden crear grandes desplazamientos del punto de remolque.

Según la cantidad de desviación del nivel que se está corrigiendo o la cantidad de corrección de la inclinación transversal, el cilindro del punto de remolque puede alcanzar el fin de su recorrido, mientras que el sistema de control de nivelación



longitudinal y transversal continúa indicando los desplazamientos adicionales. Cuando esto sucede, el operador puede utilizar una técnica para "recuperar" el cilindro del punto de remolque para restablecer el funcionamiento normal.



NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

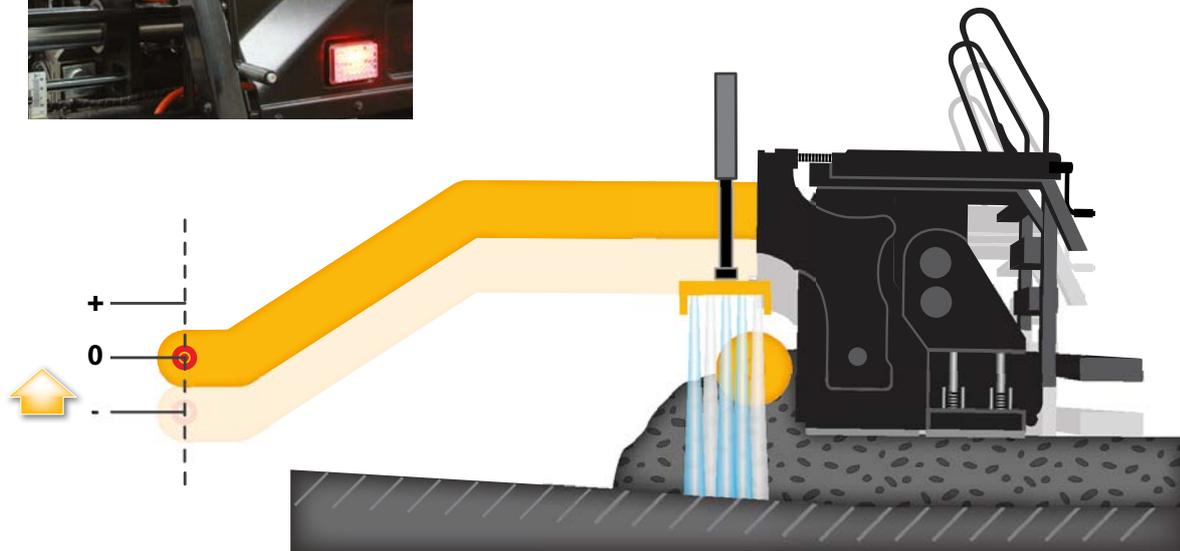
Si se necesita un espesor adicional cuando el punto de remolque está completamente elevado y se utiliza un sistema de control de nivelación longitudinal de sensor individual, deje el sistema en modo automático. En las reglas vibratorias, desbloquee el tornillo de profundidad manual. Gire el tornillo lentamente en la dirección que aumente el espesor de la capa. Observe el indicador de altura

del punto de remolque. Cuando el indicador de altura comience a desplazarse hacia abajo, deje de girar el tornillo de profundidad manual. Deje que el cilindro del punto de remolque se estabilice. Haga ajustes adicionales si es necesario. Una vez que se alcanzó la posición deseada del punto de remolque, trabe el tornillo de control de profundidad.

Nota: En las reglas de la barra tamper, utilice los tornillos de espesor para modificar el ángulo de ataque de la regla principal y comience la corrección de la altura del punto de remolque. Gire el tornillo hacia las marcas positivas para bajar el punto de remolque. Gire el tornillo hacia las marcas cero o negativas para elevar el punto de remolque.

Si el punto de remolque está demasiado bajo, gire el tornillo de profundidad manual o el tornillo de espesor en la dirección que reduzca el espesor de la capa. Deje de girar cuando la conexión del punto de remolque comience a desplazarse hacia arriba. Deje que el cilindro del punto de remolque se estabilice. Si se necesita un ajuste adicional, proceda a girar lentamente el tornillo de profundidad manual. Deténgase cuando se alcance la posición deseada del punto de remolque.

En ocasiones, cuando pavimente con control de nivelación longitudinal automático, se pueden agotar los ajustes del cilindro del punto de remolque. Utilice la técnica mencionada anteriormente para alterar la altura del punto de remolque o para ajustar la línea de tracción durante la pavimentación.



Consejo para el usuario: Es casi imposible "recuperar" el recorrido del cilindro cuando se utiliza un patín promediador o si se instala un sensor individual cerca de la conexión del punto de remolque. Recuerde, todos los cambios en la elevación de la regla se producen sobre una larga distancia cuando se utiliza un patín promediador o cuando el sensor está cerca de la conexión del punto de remolque. Generalmente, el punto de remolque se desplaza distancias muy pequeñas cuando se utiliza un patín y no se requiere el ajuste manual del punto de remolque.

[CALIBRACIÓN DE LAS VÁLVULAS DEL CILINDRO DEL PUNTO DE REMOLQUE]

Independientemente del tipo de sistema de control de nivelación longitudinal y transversal que se utilice, las válvulas del cilindro del punto de remolque se deben calibrar a cada lado de la pavimentadora. La calibración de las válvulas del cilindro del punto de remolque garantiza que los puntos de remolque se desplacen hacia arriba y hacia abajo sin problemas y en el período de tiempo correcto como respuesta a las señales del módulo de control de nivelación longitudinal y transversal.

Cada válvula del cilindro del punto de remolque se calibra de manera independiente. Los datos de calibración de cada válvula del cilindro del punto de remolque se guardan en el módulo de control del sistema de control de nivelación longitudinal de Cat. En otros sistemas, los datos de la válvula del cilindro del punto de remolque izquierdo se guardan en la caja de control izquierda. Los datos de la válvula del cilindro del punto de remolque derecho se guardan en la caja de control derecha. Marque claramente las cajas de control izquierda y derecha, de manera que siempre se instalen en el lado correcto de la regla.

La mayoría de las pavimentadoras más modernas, tienen válvulas del cilindro del punto de remolque proporcionales. Al calibrar una válvula del cilindro del punto de remolque proporcional, configure la cantidad de corriente necesaria para mover la bobina de la válvula lo suficiente como para enviar una pequeña cantidad de aceite hidráulico al extremo de la cabeza o del vástago del cilindro del punto de

remolque. Debe desplazarse una pequeña distancia y detenerse en un período de tiempo breve. Si el cilindro del punto de remolque se desplaza demasiado lejos o demasiado rápido, la regla creará aspereza en la capa bituminosa. Si el cilindro del punto de remolque se demora demasiado en responder, la regla no colocará el espesor correcto.

Nota: Las instrucciones para la calibración de las válvulas del cilindro del punto de remolque cuando se utiliza el sistema de nivelación longitudinal de Cat, se encuentran en el Manual de Operación y Mantenimiento. Siempre siga las instrucciones del modelo de la pavimentadora y el tipo de control de nivelación longitudinal y transversal que se está utilizando.

Para llevar a cabo la calibración de la válvula del punto de remolque, comience con el monitor en el modo de control de nivelación longitudinal. Seleccione el ícono del menú en el monitor de pantalla táctil. Luego, seleccione la barra de instalación. Hay distintas barras para la calibración de la válvula izquierda y derecha. Seleccione el lado que se calibrará.



Monitor que muestra el comienzo de la calibración de la válvula del punto de remolque izquierda.

NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

El sistema de nivelación longitudinal de Cat utiliza un proceso de calibración automática de válvulas. Asegúrese de seleccionar la válvula derecha o izquierda y calibrar un lado de la pavimentadora por vez. Ingrese al menú de instalación y siga las indicaciones que se muestran en el monitor.



Monitor con instrucción de centrar el punto de remolque.

Las instrucciones del monitor proporcionan instrucciones para completar tareas como el centrado de los puntos de remolque y la configuración de los límites superiores e inferiores del recorrido del punto de remolque. Una vez que se completaron todos los requisitos manuales para la calibración de la válvula del punto de remolque, el sistema realizará una calibración automática. Cuando la calibración se completó con éxito, un mensaje en el monitor indica que es momento de pulsar el botón adyacente al ícono OK.



Monitor con instrucción de configurar el límite inferior del recorrido del punto de remolque.

Cuando se calibren las válvulas del cilindro del punto de remolque para cualquier tipo de condición de nivelación longitudinal y transversal, siga estas pautas para garantizar una calibración precisa.

- Aceite hidráulico a una temperatura operativa normal
- Pavimentadora estacionada en una superficie plana y nivelada
- Puntos de remolque centrados
- Regla en modo de flotación
- Se eliminó la flojedad de las conexiones del punto de remolque
- Se puso a cero la regla
- Transmisión en modo Pave (Pavimentación)
- Paquete de frenos de estacionamiento
- Palanca de avance completamente hacia adelante
- Dial de control de la velocidad encendido hasta la mitad

La calibración de las válvulas del cilindro del punto de remolque no forma parte del programa de mantenimiento planificado. La calibración inicial de las válvulas del punto de remolque es necesaria cuando se instalan sistemas de control de nivelación longitudinal. Una vez que se calibró el sistema y se verificó el rendimiento, no es necesario volver a calibrarlo a menos que ocurra lo siguiente:

1. El sistema de control de nivelación longitudinal se desplazó hacia otra pavimentadora.
2. Se reemplazó el cilindro o la válvula del punto de remolque.

Puede haber ocasiones en las que sea adecuado volver a calibrar el sistema de control de nivelación longitudinal. Por ejemplo, cuando la pavimentadora sale del almacenamiento después de permanecer en ralentí durante un largo período de tiempo o antes de comenzar un proyecto con una recompensa o riesgo relacionado con la calidad de marcha.

[**PATINES PROMEDIADORES**]

Los patines promediadores se usan generalmente en proyectos donde se necesita una mejora del perfil longitudinal (homogeneidad) de la estructura. Un patín promediador está diseñado para proporcionar una referencia física que ignore las zonas elevadas y los baches del suelo que se está pavimentando o para promediar electrónicamente tres o cuatro medidas tomadas por los sensores

de nivelación longitudinal sobre una distancia determinada.

Generalmente se utilizan dos tipos de patines promediadores: mecánicos, patines de contacto o electrónicos, patines sin contacto. Cada tipo tiene sus propias ventajas específicas.

Patines electrónicos sin contacto

Los patines electrónicos sin contacto tienen entre tres y cuatro sensores de nivelación longitudinal ubicados a la misma distancia entre sí a lo largo de la viga que lleva los sensores. El largo típico de la viga es 9 metros (30'). También hay patines con vigas de 12 metros (40') o más. Los patines sin contacto se pueden configurar para que detecten una referencia que esté por fuera o por dentro del ancho de pavimentación.



Dos brazos de montaje, individuales o tipo tijera, conectados al brazo de remolque llevan el patín sin contacto.

NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

Es importante que el personal tenga los brazos de montaje correctos para instalar un patín sin contacto. Dos brazos individuales son adecuados para llevar un patín que se instalará por dentro o por fuera del ancho de pavimentación si este es relativamente angosto, por ejemplo, 3,6 metros (12'). El personal necesitará brazos de montaje más largos, tipo tijera para instalar el patín de manera que indique la nivelación por fuera del ancho de pavimentación para una pavimentación más ancha, por ejemplo 4,9 metros (16').



Patín promediador sin contacto de Cat instalado para indicar la nivelación fuera del ancho de pavimentación.

Instale el patín sin contacto de manera que el centro de la viga (punto de equilibrio) esté ubicado en alguna parte entre el centro del brazo de remolque y la conexión del punto de remolque. Mientras más cerca está el punto de equilibrio de la conexión del punto de remolque, más lenta será la reacción de la regla.

El patín sin contacto de Cat tiene tres varas ajustables verticalmente que llevan los sensores de nivelación longitudinal. Mida la altura de cada sensor sobre la referencia de nivelación longitudinal. No es necesario que tengan exactamente la misma altura, pero todos deben estar dentro del rango recomendado de 40 a 46 cm (16" a 18"). Cuando se establezca la referencia (puesta a cero) del sistema de control de nivelación longitudinal en ese lado de la pavimentadora, cada sensor medirá el nivel según su propia referencia.

Siga estas guías de instalación para todos los tipos de patines electrónicos sin contacto.

Los tres sensores de nivelación longitudinal del patín sin contacto de Cat deben ser paralelos a la dirección de pavimentación y la conexión del cable del sensor debe estar orientada hacia la parte trasera de la pavimentadora.



Configuración del patín sin contacto de Cat para indicar la nivelación dentro del ancho de pavimentación.

Consejo para el usuario: En algunos tipos de patines sin contacto, los cables que se conectan con los sensores están numerados. La conexión del cable etiquetada como número uno debe conectarse al sensor más cercano a la parte frontal de la viga. Los otros cables se conectan con los sensores en orden numérico, de adelante hacia atrás. Si el personal une las conexiones con los sensores en el orden inverso, el sistema de control de nivelación longitudinal puede funcionar de manera errática. Caterpillar recomienda etiquetar claramente cada extremo de cable, de manera que el personal siempre instale las conexiones de cables en la secuencia correcta.

Cuando un patín promediador sin contacto se extiende sobre la regla, el último sensor de nivelación longitudinal utilizará la nueva superficie de la capa bituminosa como referencia de nivelación. Esta referencia probablemente proporcionará la medición de nivelación más uniforme de todas las señales del sensor enviadas al módulo de control. Por lo tanto, se mejora el factor de promedio y la calidad de marcha de la capa. Caterpillar recomienda, siempre que sea posible, que el patín sin contacto se configure para que el último sensor de nivelación longitudinal esté sobre la nueva capa bituminosa.



El último sensor del patín sin contacto de Cat se configura para indicar la superficie de la capa directamente detrás de la regla.

Consejo para el usuario: Algunos sensores de nivelación longitudinal sónicos tienen transductores de aluminio que emiten pulsos sonoros. Los transductores de aluminio pueden verse afectados por el calor extremo y los humos del asfalto. Cuando se configure un sensor sónico con un transductor de aluminio sobre una capa bituminosa caliente, asegúrese de inspeccionar ese sensor al final del turno. Observe si hay arrugas o acumulación de una película grasa en el transductor. Prepárese para reemplazar el transductor dañado.

Consejo para el usuario: Cuando utilice cualquier tipo de patín promediador, Caterpillar recomienda empezar desde la referencia inicial en modo manual. Establezca el espesor de la capa manualmente, luego establezca la referencia del patín e ingrese el modo automático para el control de nivelación longitudinal. Recuerde, hacer cambios en la profundidad cuando utilice un patín promediador tarda mucho tiempo. Es más fácil hacer cambios en la profundidad manualmente y dejar que el patín se encargue de la tarea de mejorar la homogeneidad.



Patín promediador sin contacto de Cat con las secciones finales plegadas y configurado para utilizar solo el sensor central para una aplicación de sensor individual.

Como se mencionó anteriormente en esta unidad, la cantidad de sensores que están activos en el patín sin contacto de Cat se puede seleccionar a través de la función de selección de sensor del monitor.

Cuando utilice la función de selección de sensor para elegir un sensor activo del patín promediador sin contacto, el sensor central mide la referencia de nivelación longitudinal y envía una señal al módulo de control. No es necesario quitar el patín. Es posible que sea necesario colocar los brazos de montaje en una ubicación que permita al sensor central proporcionar la mejor respuesta de la regla. Es posible que el resto de los sensores se deban desconectar para eliminar la retroalimentación por parte del sensor activo.

Se prefieren los patines promediadores sin contacto para algunas aplicaciones, en lugar de los patines promediadores mecánicos de contacto. A continuación se detallan algunas de las razones:

- Restricciones de tiempo. Debido a que el patín sin contacto está unido al lateral de la pavimentadora y es independiente de la nivelación, permanece en la pavimentadora cuando el personal se reubica a una nueva posición del proyecto. El ahorro de tiempo es especialmente importante durante los turnos nocturnos cuando hay necesidad de reabrir el tráfico de una carretera a una hora determinada.

- Obstáculos en el suelo. En algunos proyectos se pueden encontrar obstáculos como entradas de drenaje o cajas de servicios públicos. Los patines de contacto se ven afectados por estos obstáculos. Los patines sin contacto pueden atravesar estos obstáculos fácilmente.
- La referencia de nivelación es aceptable. Los patines promediadores electrónicos no tienen tanta capacidad promediadora como los patines mecánicos. Sin embargo, si la referencia de nivelación (superficie fresada, por ejemplo) no tiene una aspereza extrema, un patín promediador electrónico es adecuado y preferible debido a su conveniencia en comparación con el patín mecánico.
- La especificación de homogeneidad es moderada. Hay muchos sistemas de medición de homogeneidad. El índice de perfil, que fue el sistema más común durante muchos años, está siendo reemplazado en muchas áreas por el Índice de Rugosidad Internacional. Otras áreas utilizan un sistema conocido como número de recorrido. Cada departamento de obras públicas elige el sistema que prefiere y establece los estándares que debe cumplir el contratista. Si dichos estándares son de alguna manera fáciles de satisfacer, se preferirá un patín promediador electrónico debido a su conveniencia de configuración.

Patines mecánicos de contacto

Se han utilizado patines promediadores mecánicos desde al menos 1950. Su desarrollo se basó en la necesidad de mejorar la calidad de marcha aun más de lo que pudo lograr la regla de flotación. Recuerde, la regla de flotación tiende a minimizar las desviaciones del nivel según la distancia desde la conexión del punto de remolque con la parte frontal de la regla principal. Un patín promediador mecánico dobla o triplica esa longitud. Un patín mecánico también tiende a aislar el tractor de la pavimentadora de las desviaciones del nivel.

Se utilizan numerosas referencias con los patines mecánicos. Algunas de las primeras fueron líneas de referencias de recorrido y vigas sólidas. Ese tipo de dispositivos promediadores proporcionaron una referencia de nivelación para un sensor que era una mejora del 50 por ciento. En otras palabras, si hay una protuberancia de 25 mm (1") en el suelo, dicha desviación será de 12,5 mm (0,5") en el centro del dispositivo promediador.

El nivelador exterior multiarticulado de 9 metros (30') de Cat indica una referencia de nivelación fuera del ancho de pavimentación. Este patín promediador mecánico también está disponible en la longitud de 12 m (40'). El nivelador exterior de 9 metros (30') está compuesto por tres secciones de aluminio de 2,5 m (8') atornilladas entre sí después del transporte al lugar de trabajo. Cada sección lleva dos vigas más cortas (alrededor de 1 metro/3 pies de largo) a través de conexiones articuladas. Cada viga corta lleva dos patines de contacto cortos (alrededor de 30 cm/12" de largo), también a través de conexiones articuladas.

Un patín de 9 metros (30') conectará, o rellenará, una depresión de hasta 9 m (30') de largo. La versión de 12 metros (40') extiende dicha capacidad de conexión.

El nivelador exterior es extremadamente bueno para reducir la aspereza del suelo para el cual se establece la referencia. Cuando un patín de contacto pasa por encima de una protuberancia, dicha protuberancia se reduce en un 50 % en la conexión de la articulación entre el patín de contacto y la viga corta. La desviación experimenta otra reducción del 50 por ciento en la conexión de la articulación entre la viga corta y la sección principal de la viga. Otra reducción del 50 por ciento del resto de la desviación se produce en el centro del nivelador. Las tres reducciones en aspereza representan una mejora del 88 por ciento en el centro del nivelador donde se debe colocar el sensor de nivelación longitudinal.

Los patines mecánicos modernos proporcionan una reducción de las desviaciones de nivel que representa aproximadamente el 88 %. En otras palabras, si hay una protuberancia de 25 mm (1") en el suelo, dicha desviación será de 3 mm (0,125") en el centro del dispositivo promediador.

Al igual que los patines electrónicos sin contacto, los patines mecánicos típicos son de 9 m (30') de largo. También hay disponibles versiones más largas de 12 m (40').

Se utilizan dos tipos básicos de patines mecánicos: patines que circulan por fuera del ancho de pavimentación y patines que circulan por dentro de este.



Capa adyacente promediadora del nivelador exterior multiarticulado de 9 metros (30') de Cat mientras iguala la junta longitudinal.

NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

Siempre que sea posible, Caterpillar recomienda el uso de patines mecánicos cuando se encuentre un alto nivel de aspereza en la base que se desea pavimentar. Cuando utilice un patín promediador y prácticas recomendadas de pavimentación, se debe lograr una mejora del 60 al 70 por ciento en las mediciones de calidad de marcha cuando la aspereza inicial es alta. En la unidad 7 se ofrece más información sobre técnicas de pavimentación para lograr homogeneidad.



El nivelador exterior multiarticulado de 9 metros (30'), se debe usar para mejorar un suelo extremadamente áspero.

El nivelador Fore 'N Aft de Cat frecuentemente se instala cuando no hay una referencia de nivelación adecuada fuera del ancho de pavimentación o cuando el ancho de pavimentación es tan grande que no se puede instalar un nivelador exterior. El nivelador Fore 'N Aft está compuesto de una viga de aluminio de 2,5 m (8') con dos vigas cortas

articuladas. Cada una de las vigas cortas tiene dos patines de contacto articulados. De manera que la sección frontal es muy similar al nivelador exterior. Un poste se extiende desde el centro de la viga principal. Un cable se extiende desde el poste de la sección frontal sobre la regla y se conecta con un poste de la siguiente viga detrás de la regla.



El nivelador Fore 'N Aft de 9 metros (30') proporciona una capacidad promediadora dentro del ancho de pavimentación.

La siguiente viga con un poste de cable tiene una bandeja articulada que pasa sobre la nueva capa bituminosa. El cable que se extiende entre los dos postes es de 9 m (30') de largo. El centro del cable tiene un factor de reducción de aspereza similar al nivelador exterior.

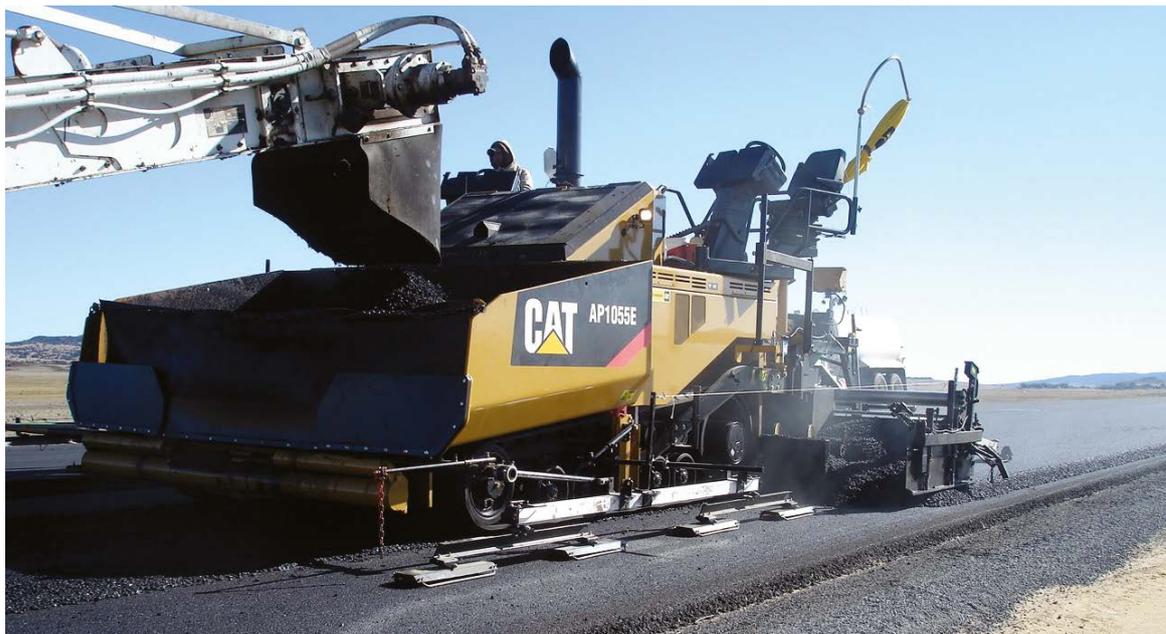


La sección trasera del nivelador Fore 'N Aft pasa sobre la nueva capa bituminosa.

Consejo para el usuario: Durante el calentamiento de la placa de la regla principal y la placa de la regla del extensor, caliente la bandeja de arrastre de la viga de salida. La mayor parte del personal utiliza carbón para calentar la bandeja para que no se adhiera al material bituminoso caliente. También se puede usar un soplete de propano para un calentamiento más rápido.

Ambos tipos de patines mecánicos de Cat son remolcados por el tractor de la pavimentadora. El brazo de remolque frontal tiene un collarín que gira alrededor de un eje que se extiende desde la disposición de la guía de dirección del tractor. El brazo de remolque siempre remolca el patín, nunca lo empuja. El brazo de remolque debe estar casi paralelo, o ligeramente orientado hacia arriba, a la viga del patín.

La sección trasera del nivelador Fore 'N Aft está conectada con un eje que se extiende más allá del bastidor del tractor. La sección trasera del nivelador exterior está conectada con un eje que se extiende más allá de la parte trasera de la regla. Estas conexiones son mecanismos de guía que ayudan a mantener derechos los niveladores.



El tractor remolca el patín promediador mecánico.

NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

El centro de la línea de referencia que amplía los dispositivos de nivelación es el punto de máximo promedio. La mayor mejora en la calidad de marcha se produce cuando el centro del cable se encuentra justo detrás de la conexión del punto de remolque y el sensor está ubicado por encima del centro de la línea de referencia.

El cable debe ser de múltiples cabos de un diámetro de al menos 3 mm (0,125") cuando se utilice un sensor sónico. No use líneas o cables monofilamento. Son objetivos deficientes para los pulsos sonoros sónicos.

El cable debe estar tenso, especialmente cuando se utiliza un sensor de nivelación longitudinal mecánico. La varilla del sensor siempre debe ejercer un poco de presión hacia arriba o hacia abajo en el cable. El tensor debe estar tenso para evitar que la presión de la varilla lo doble.

El cable debe ser de al menos 10 cm (4") por encima del cuerpo del patín. Si el sensor sónico pierde el cable como su objetivo o si la varilla del sensor mecánico se desliza por fuera de la línea de referencia, el sistema de control de nivelación longitudinal se bloqueará en la posición a mantener. Es decir, el sistema ignorará cualquier desviación repentina del nivel que supere los 5 cm (2").



Los sensores mecánicos o sónicos tienen la misma precisión si se usa la línea de referencia del patín como guía.



Los sensores de nivelación longitudinal sónicos de Cat están orientados horizontalmente cuando se lee una línea de referencia.

Use la función de selección del sensor en el monitor para seleccionar el sensor sónico con un sensor mecánico o de la línea de referencia. Gire el sensor sónico de manera horizontal con respecto a la línea de referencia y centre el sensor sobre una línea de referencia. Siempre tenga la conexión del cable del sensor en el lado izquierdo del sensor. El cable en el lado izquierdo permite que los transductores exteriores actúen como guías para la ubicación del sensor sobre el cable. El monitor indicará al operador si el sensor sónico se desvía hacia la derecha o la izquierda sobre la línea de referencia.

Se prefieren los patines mecánicos de contacto para algunas aplicaciones, en lugar de los patines promediadores electrónicos sin contacto. A continuación se detallan algunas de las razones para elegir patines promediadores mecánicos:

- **Máximo promedio necesario.** Un patín mecánico es la mejor opción cuando hay un alto nivel de aspereza en el suelo que se desea

pavimentar. Recuerde, un patín mecánico como el nivelador exterior multiarticulado tiene un factor de promedio predecible del 88 por ciento.

- **Sin restricciones de tiempo.** Cuando no hay restricciones de tiempo en un proyecto, se pueden usar patines mecánicos. Generalmente, dichos proyectos tienen pasadas largas en una dirección sin necesidad de regreso y reinicio. Dichos proyectos generalmente son turnos diurnos en zonas rurales.
- **Especificaciones difíciles.** Cuando es difícil alcanzar el límite para obtener una compensación de incentivo por el máximo nivel de calidad de marcha, elija patines promediadores mecánicos siempre que sea posible. Un ejemplo sería cuando hay necesidad de estar por debajo de los 0,6 metros por kilómetro (40" por milla) con el Índice de Rugosidad Internacional. O bien, cuando se utiliza hay un índice de perfil con banda de supresión cero y hay una necesidad de estar por debajo de los 16 centímetros por kilómetro (10" por milla).



El patín mecánico es la mejor opción cuando hay un alto nivel de aspereza en el suelo que se desea pavimentar.



Pavimentadora de Cat equipada con sistema de guía tridimensional de Trimble.

[PAVIMENTACIÓN TRIDIMENSIONAL]

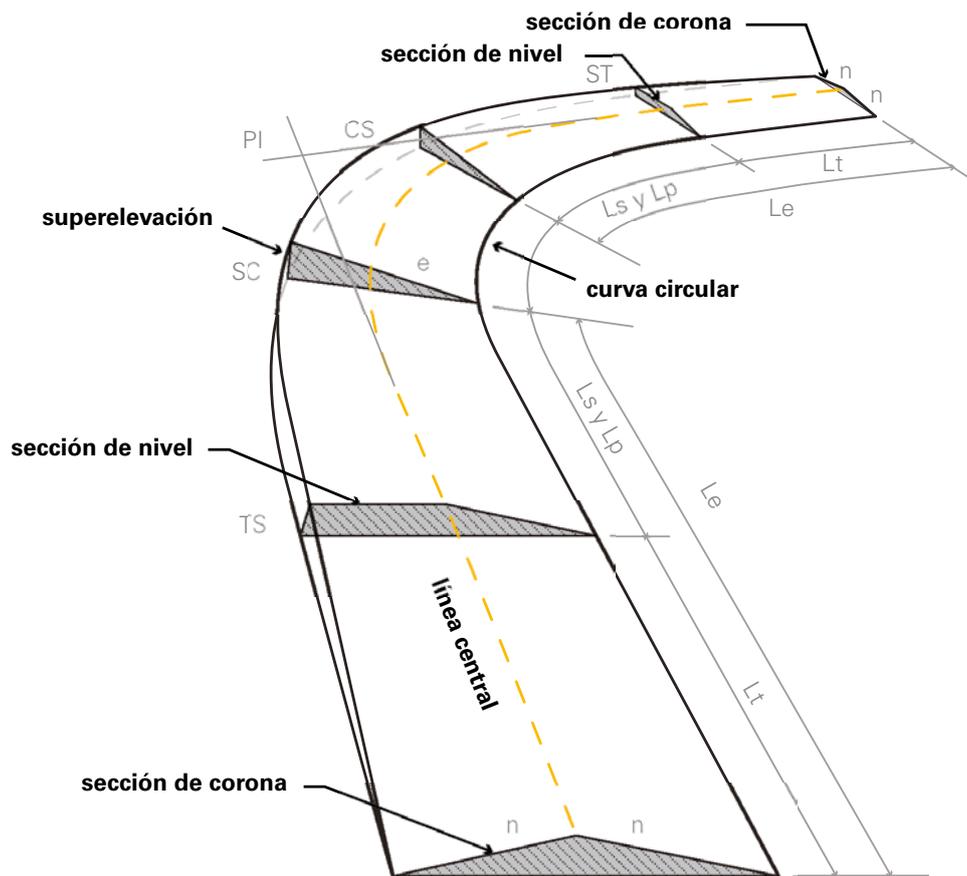
El material de la unidad 6 hasta este punto se trató sobre el control de nivelación longitudinal y transversal de la máquina. Estos tipos de sistemas de guía en ocasiones se conocen como sistemas bidimensionales. Controlan la regla basada en mediciones de la nivelación longitudinal o transversal como progresos de pavimentación. Hay disponible otro tipo de sistema de guía. Los sistemas conocidos como tridimensionales reciben la información que controla la reacción de la regla desde fuentes que son independientes de la pavimentadora.

Una amplia variedad de equipos de construcción utiliza sistemas de guía tridimensionales. Esta lista de aplicaciones va de las fases iniciales de topografía, limpieza y movimiento de tierras a la preparación y compactación de la base final de agregados para la pavimentación, y finalmente al mantenimiento del pavimento.

En una pavimentadora de Cat, Trimble PCS900 proporciona una mejora a los sistemas de control de Trimble o Cat ya existentes en la pavimentadora.



Una estación total universal ofrece retroalimentación de guía fuera de la máquina para la pavimentadora.



Las estaciones totales universales llevan a cabo sondeos sin estacas y pueden crear diseños complicados.

Para proporcionar la guía fuera de la máquina necesaria para la pavimentación tridimensional, debe haber al menos una estación total universal en el proyecto. Para una precisión extrema ($\pm 1,75 \text{ mm} / 0,07''$), las estaciones deben estar dentro de los 350 m (1150') de la pavimentadora. Estas proporcionan retroalimentación continua de diseño a los receptores de la pavimentadora. La información puede estar relacionada con un diseño que se creó a través de los sondeos originales realizados por la estación o con un mapa de la estructura existente creada por una fresadora en frío, por ejemplo.

La información de diseño creada y almacenada por el sistema tridimensional se puede transmitir al equipo de construcción durante cualquier fase del proyecto. Desde el punto de vista de la pavimentación, el control fuera de la máquina simplifica el trabajo en segmentos difíciles de un proyecto (zonas como superelevaciones). La responsabilidad de planificar y reaccionar a los cambios de la inclinación transversal de las estacas de nivelación se retira de los operadores y se hace de acuerdo con los datos de diseño y las mediciones transmitidas por la estación total universal. Además, si todas las fases del movimiento de tierras y preparación de la base se realizaron con equipos bajo guía tridimensional, el último paso, pavimentación con material bituminoso costoso, se hará con cálculos de producción precisos.

NIVELACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

Se colocan objetivos de la máquina en los mástiles que se extienden sobre la pavimentadora. La posición de los objetivos es una indicación de la posición de la regla. Esta información se envía continuamente al módulo de control. El módulo de control indica a las válvulas del cilindro del punto de remolque que se muevan hacia arriba o hacia abajo para mantener la regla en la elevación e inclinación transversal del diseño. La capacidad de integrar las condiciones de nivelación existentes con los criterios del diseño otorga a los sistemas de guía tridimensionales una ventaja considerable con respecto a los sistemas bidimensionales. Dicha ventaja es la capacidad de crear una capa que compense el índice de compensación de la capa.



Los objetivos de la máquina de la pavimentadora son monitoreados por las estaciones totales universales.

SUPERFICIE ORIGINAL (LARGAS ONDAS LONGITUDINALES EN LA CARRETERA)



SUPERFICIE DESPUÉS DE LA PAVIMENTACIÓN SEGÚN EL DISEÑO O CON UN SISTEMA 2D capa antes de aplicar el rodillo



SUPERFICIE DESPUÉS DE APLICAR EL RODILLO capa antes de aplicar el rodillo ↓ capa después de aplicar el rodillo ↓



Con los sistemas de guía bidimensionales convencionales, es posible crear una superficie extremadamente homogénea en una capa que se coloca sobre suelo irregular. Con el uso especialmente de patines promediadores, es común rellenar los baches y nivelar las zonas elevadas del suelo que se está pavimentando. Una carretera con ondas se puede homogeneizar con un material distribuido por la regla. Sin embargo, debido al índice de compactación (alrededor de 6 mm por

25 mm [0,25" por pulgada]), la capa de espesor variable experimenta un índice de compactación variable. Por consiguiente, la aspereza del suelo original reaparece hasta un cierto grado después de la compactación. La superficie es más homogénea, pero puede ser aun mejor.

SUPERFICIE ORIGINAL (LARGAS ONDAS LONGITUDINALES EN LA CARRETERA)



SUPERFICIE PAVIMENTADA CON SISTEMA 3D (CON EL DISEÑO DIFERENCIAL)



SUPERFICIE PAVIMENTADA Y COMPACTADA CON SISTEMA 3D (DISEÑO DIFERENCIAL)



Un sistema de control tridimensional puede aceptar el factor de compactación (en este caso 1,25) y planificar el factor de compactación en el diseño. Se indicará a la regla que aumente el espesor aun más cuando se pavimente sobre baches y que lo disminuya cuando se pavimente sobre zonas elevadas del suelo. En este ejemplo, la compactación diferencial producirá una superficie más homogénea y nivelada.

Muchos tipos de proyectos son candidatos para la pavimentación tridimensional. Las pistas de aterrizaje y plataformas que necesitan un control de elevación preciso ya se están realizando con sistemas de guía tridimensionales. Los grandes proyectos de carreteras, tanto construcciones nuevas como reparaciones, se benefician del control exhaustivo y la homogeneidad mejorada. Los contratistas que se encargan de proyectos de desarrollo de grandes sitios se están dando cuenta de que la tarea de sondeos y control de máquinas con sistemas tridimensionales permiten ahorrar tiempo y reducir costos.

[RESUMEN]

El control automático de nivelación longitudinal y transversal en las pavimentadoras es una opción diseñada para facilitar el trabajo del personal y mejorar la calidad del producto final. Un personal capacitado en el uso del control de nivelación longitudinal y transversal puede configurar la pavimentadora para que tenga éxito en todas las aplicaciones. Los miembros del personal deben conocer las consideraciones importantes en cualquier proyecto dado, y luego deben poder decidir qué tipo de respuesta de la regla es necesario para la aplicación. Deben conocer

cómo la posición del sensor afecta la reacción de la regla. Deben poder seleccionar e instalar los patines promediadores que sean correctos para la aplicación.

Recuerde, el uso del control de nivelación longitudinal y transversal no puede solucionar los defectos ocasionados por el incumplimiento de las prácticas básicas de pavimentación o grandes errores cometidos por el personal. Asegúrese de que los principios básicos se cumplan correctamente cada vez y que no se tomen atajos.



CAT AP1055F

1096 GRADE CONTROL

Unidad 7

APLICACIONES DE PAVIMENTACIÓN

Mientras cada aplicación presenta sus propios desafíos, los principios básicos de la pavimentación generalmente se mantienen constantes. El uso del control de nivelación longitudinal y transversal automático es uno de los pocos factores de éxito clave que cambian con casi todas las aplicaciones. El control de nivelación longitudinal y otros avances tecnológicos han ayudado a contratistas a tener más éxito al administrar lugares de trabajo complejos y las principales aplicaciones.





La unidad 7 se concentra en las técnicas exitosas utilizadas en una variedad de aplicaciones de pavimentación. Cada aplicación presenta sus propios desafíos y algunas requieren el uso de opciones o equipos especiales. En general, sin embargo, los principios básicos de la pavimentación son los mismos para cada aplicación. Asimismo, la necesidad de ser eficiente y evitar errores es la misma para cada aplicación de pavimentación. Sin embargo, un factor importante que cambia con casi todas las aplicaciones es el uso del control de nivelación longitudinal y transversal automático. Por lo tanto, la configuración y el uso de sistemas de control de nivelación longitudinal y transversal son puntos clave que se cubren en esta unidad.

No todas las aplicaciones de pavimentación ni todas las variables se pueden abordar en una publicación sobre pavimentación. Tanto como sea posible, esta unidad cubrirá las principales aplicaciones, además de aquellas que generalmente representan mayores desafíos. A continuación se detallan los temas generales que se encuentran en esta unidad:

- Preparación de la junta plana.
- Pavimentación para producción (espesor).
- Pavimentación para homogeneidad.
- Pavimentación para perfil transversal (inclinación transversal).
- Pavimentación en elevaciones.
- Construcción de junta longitudinal.
- Pavimentación de superelevaciones.
- Procedimientos de intercambios de camión.
- Técnicas de pavimentación por hilera.
- Pavimentación con vehículos de traslado de material.
- Balance de producción (velocidad de pavimentación).
- Pavimentación escalonada (gradual).
- Concreto compactado con rodillo.
- Base de agregados para pavimentación.

[PREPARACIÓN DE LA JUNTA PLANA]

Una junta plana generalmente se define como la intersección transversal de una capa bituminosa previamente distribuida y compactada con una capa nueva de material bituminoso caliente o tibio. Las juntas planas, generalmente en combinación con algún tipo de tablero fino o tira de metal, con frecuencia son el punto inicial de una pasada de pavimentación. Con demasiada frecuencia, la junta plana transversal es un área de aspereza considerable y protuberancias aisladas que requieren pulido para cumplir con las pautas de homogeneidad y control de protuberancias. El objetivo principal de la construcción y compactación de una junta transversal es construir una junta homogénea y duradera.

Una gran parte de la construcción adecuada de una junta transversal es la preparación de la pavimentadora. La unidad 4 cubre la preparación para pavimentar con una regla vibratoria. La unidad 5 cubre la preparación para pavimentar con una regla tamper y vibratoria.

A continuación se detallan otros pasos que ayudarán a garantizar que la junta plana esté lista para formar parte de la referencia inicial de la pavimentadora.



El final de una pasada se debe preparar, de manera que crear una junta plana sea fácil cuando se termina la pavimentación.

Cuando el personal completa la pasada de pavimentación al final del turno o al final de la distancia designada, dejar el material suficiente en la cámara del sinfín es una práctica recomendable, de manera que la regla mantenga su elevación hasta que se detenga la pavimentadora. Cuando el operador levanta la regla y la mueve hacia adelante,

la cabeza de material que estaba en la cámara del sinfín debe ser uniforme en tamaño a lo ancho de la capa. El personal luego debe dejar un poco del material antiadherente y quitar con un rastrillo el asfalto restante sobre la cubierta del suelo, y construir una rampa estrecha para el equipo de compactación y para el tráfico, si lo hubiere.

Si el personal tiene el hábito de utilizar la mayor parte del material de la cámara del sinfín antes de detenerse al final de la pasada, la regla perderá la elevación. La superficie de la capa bituminosa al final de la pasada

tendrá una inclinación hacia abajo. Si la junta plana está ubicada dentro del área de la inclinación hacia abajo, la regla iniciará con una dirección descendente y la capa será demasiado delgada.



Marque la ubicación de la junta plana donde la capa es plana y no se inclina hacia abajo.

Verifique la condición de la capa compactada con un tablero o medidor de nivelación transversal electrónico cuando prepare la pavimentación. Encuentre un lugar donde la capa sea plana y márkelo. Retire el material delante de dicha marca.

Consejo para el usuario: Una manera para encontrar donde la capa comienza a inclinarse hacia abajo al final de la pasada consiste en pintar una marca en la capa en el punto donde el personal intercambia el sistema de alimentación del modo automático al modo manual. Los operadores de la regla generalmente usan alimentación manual para controlar el material delante de la regla al final de la pasada. Apenas cambien al modo manual, las fuerzas delante de la regla comienzan a cambiar y la elevación de la regla se torna variable.

Corte una superficie recta para la junta plana. Una sierra giratoria con control de profundidad ajustable es el dispositivo más común. Use un cargador pequeño o de dirección deslizante para retirar el material delante de la junta plana. Barra el área delante de la junta plana y una pequeña distancia hacia atrás de la junta plana.



Una junta plana debe tener una superficie vertical, recta.

Nota: Nunca comience desde una junta que tenga una superficie redondeada. En algunas aplicaciones, una fresadora en frío funciona inmediatamente delante de la pavimentadora. Después de que la fresadora en frío hace su incisión, la superficie de la junta plana forma un arco. Tómese el tiempo para hacer un corte vertical en la superficie con una sierra antes de retomar la pavimentación.

La mayor parte del personal utiliza algún tipo de tablero delgado de madera o tira de metal para crear la altura correcta previa a la compactación en la junta transversal. Para las capas distribuidas por una regla vibratoria, la norma general es una compactación de 6 mm (0,25") por cada 25 mm (1") de espesor sin compactar. Para las capas distribuidas por una regla tamber, se presume una compactación de 1 mm (0,4") por cada 5 cm (2") de espesor sin compactar. Dichas pautas son bastante precisas, pero se ven afectadas por el tipo de material bituminoso que se coloca, la temperatura del material y el tipo de regla que se está usando. Para tener aun más precisión al seleccionar el grosor de los tableros de inicio, mida la altura de la junta vertical. Reste esa dimensión del espesor de la capa proyectada. La diferencia entre esas dos dimensiones es el índice de compactación y el espesor exacto de los tableros de inicio requeridos.



Mida la altura de la junta plana para ayudar a seleccionar el espesor correcto del tablero de inicio.

Algunos miembros del personal comienzan satisfactoriamente con la regla apoyada directamente sobre la capa bituminosa alrededor de 1 m (3') detrás de la superficie de la junta plana y suben ligeramente la regla a medida que la pavimentadora comienza a pavimentar para crear el espesor correcto previo a la compactación en la junta transversal. Caterpillar recomienda el uso de esta técnica solo para capas relativamente delgadas (no más de 5 cm (2") de espesor). Las capas más gruesas requieren la asistencia de tableros de inicio en la junta plana.

Preste especial atención al asfalto de la superficie de la junta plana y al área justo delante de la junta transversal. Es posible que el camión distribuidor de asfalto con barra de rociado no pueda cubrir la superficie de la junta completamente. Cuando use una varilla de rociado o un aplicador manual, asegúrese de que la junta plana se cubra completamente con asfalto antes de colocar la pavimentadora sobre la junta.



Use una varilla de rociado o un aplicador manual para aplicar el asfalto en la superficie de la junta plana.

Si el personal preparó la junta y la pavimentadora correctamente, es posible que la junta necesite solo mínimas tareas manuales antes de la compactación.



Una junta plana construida correctamente requiere mínimas tareas manuales antes de la compactación.

[PAVIMENTACIÓN PARA PRODUCCIÓN]

La producción es la relación del peso del material real que se está colocando en comparación con el peso del material que se estimó en una licitación o contrato según la longitud, el ancho y

la profundidad. Por ejemplo, si una licitación de un proyecto requiere la instalación de 5000 toneladas métricas (5500 toneladas) de material y el uso real es de 5200 toneladas métricas (5720 toneladas), la producción calculada es la siguiente:

$$\frac{5200 \text{ T}}{5000 \text{ T}} = \text{producción del } 104 \%$$

Otra manera común de pensar la producción es en términos de la longitud que puede ser pavimentada por una cierta cantidad de material cuando se conoce el peso del material, además del ancho y la

profundidad de pavimentación planificados. En ese caso, la producción es la relación de la distancia real pavimentada con respecto a la distancia de pavimentación calculada.

Considere este ejemplo. El peso compactado del material es 2450 kg/m³ (153 lb/ft³). La profundidad compactada es de 5 cm (2") a un ancho de 3,66 m (12'). Si la unidad de transporte promedio lleva 18 toneladas métricas (19,8 toneladas) y la distancia

cubierta por una carga de camión de 41 m (135'), ¿cuál es la producción de esa carga de material del camión? El cálculo es más complicado. La manera más simple de hacer este cálculo es usar el software Paving Production Calculator o uno similar.

CALCULADORA DE PRODUCCIÓN

Conducción de camión	Información general		<i>Unidades imperiales</i>	<i>Unidades métricas</i>
Velocidad de la pavimentadora	Esesor de pavimentación:	[1,97] in	[50,0] mm	
Compactación	Ancho de pavimentación:	[12,00] pies	[3,658] metros	
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[153] lb/ft ³	[2450] kg/m ³	
Producción	Capacidad del camión o tonelaje total:	[19,8] toneladas	[18,0] toneladas métricas	
Inclinación transversal	Longitud de la capa a una producción del 100 %:	[131,38] pies	[40] metros	
Espesor	Longitud real de la capa producida:	[134,51] pies	[41] metros	
Resumen del trabajo	% de producción de una carga de camión o tonelaje determinado:	[102]		
Información legal	Espesor:	[1,97] in	[50,0] mm	
Salir	Longitud de la capa producida:	[134,51] pies	[41] metros	
	Ancho:	[12] pies	[3,658] metros	

Con Paving Production Calculator, se puede calcular la producción para la distancia que cubrirá una carga de material del camión.

En este ejemplo, la distancia real cubierta por una carga de material del camión promedio es de 41 m (135'). La distancia calculada es de 40 m (131'). La

producción es del 102 por ciento en este ejemplo. El mismo cálculo de producción se puede hacer para la distancia cubierta en un turno.

CALCULADORA DE PRODUCCIÓN

Conducción de camión	Información general		Unidades imperiales	Unidades métricas	
Velocidad de la pavimentadora	Espesor de pavimentación:	[1,97]	in	[50,0]	mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[12,00]	pies	[3,658]	metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[153]	lb/ft ³	[2450]	kg/m ³
Producción	Capacidad del camión o tonelaje total:	[2204,6]	toneladas	[2000,0]	toneladas métricas
Inclinación transversal	Longitud de la capa a una producción del 100 %:	[14628,58]	pies	[4459]	metros
Espesor	Longitud real de la capa producida:	[14435,70]	pies	[4400]	metros
Resumen del trabajo	% de producción de una carga de camión o tonelaje determinado:	[99]			
Información legal		[80]			
Salir	Espesor:	[1,97]	in	[50,0]	mm
	Longitud de la capa producida:	[14435,70]	pies	[4400]	metros
	Ancho:	[12]	pies	[3,658]	metros

La producción se puede calcular según el peso del material que se coloca en un turno completo.

Sustituya el total de toneladas métricas colocadas durante un turno por las toneladas llevadas por una unidad de transporte. En un turno, por ejemplo, el personal instaló 2000 toneladas métricas (2200 toneladas) de material bituminoso. Ese peso debe cubrir una distancia de 4459 metros (14 629'). Dicho peso realmente cubrió solo 4400 metros (14 435'). Por lo tanto, la producción es del 99 por ciento en ese turno.

La longitud y el ancho de pavimentación se pueden controlar fácilmente en la mayoría de los proyectos. La variable que con mayor frecuencia afecta la producción es el espesor de pavimentación. En la mayoría de las situaciones, el espesor de la capa bituminosa se debe controlar atentamente, si es necesario cumplir con objetivos de producción precisos.

Con el fin de controlar atentamente el espesor de la capa bituminosa, el personal debe considerar distintas variables. Primero, ¿es correcto el perfil transversal (inclinación)? Si la inclinación no es correcta y el personal es responsable de corregir el perfil transversal, es muy probable que la producción sea incorrecta. Este es un punto muy importante.

Nota: En cualquier momento en que la pavimentadora corrija el perfil transversal, se debe notificar al titular del proyecto que la producción probablemente sea incorrecta.



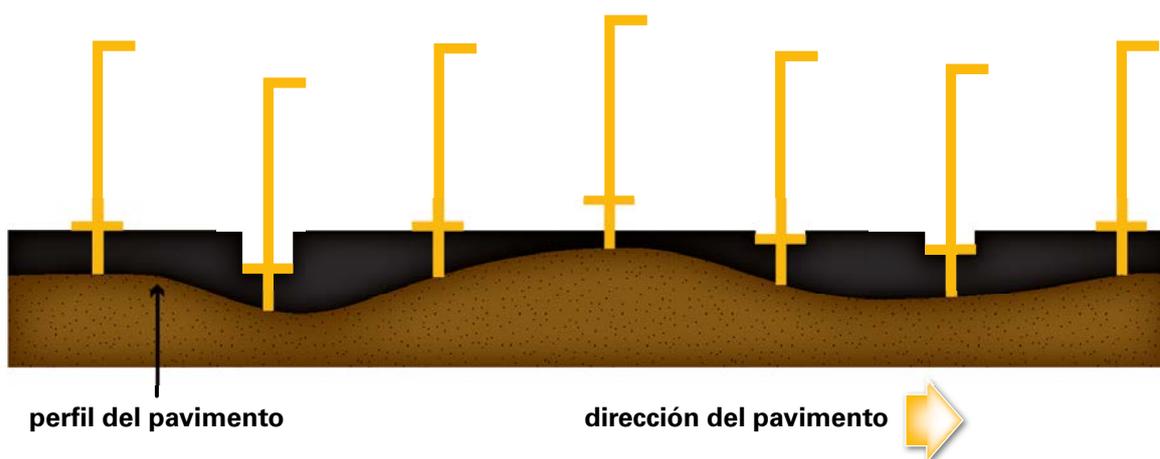
La pavimentación con control de nivelación longitudinal automático para corregir el perfil transversal creó una capa delgada de material en el borde derecho, lo que genera una producción incorrecta.

En otro proyecto, prevea que el perfil transversal sea correcto. Hay, por lo tanto, aspereza en el suelo que se desea pavimentar, y se solicita al personal que mejore la calidad de marcha. En esa situación, el personal decidió instalar patines promediadores.

Si los patines promediadores están haciendo mejoras considerables en la calidad de marcha de la estructura, habrá alguna variación en la producción. Sin embargo, es posible que al final de un turno, se promedien las zonas elevadas y los baches, y la producción diaria sea cercana a la producción calculada. Lo mismo se puede decir cuando el personal controla el espesor de la capa manualmente.



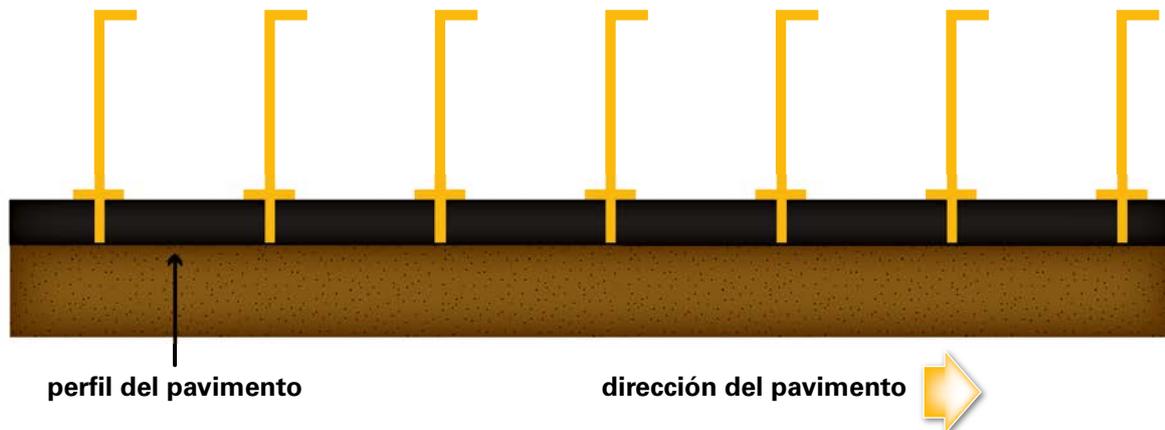
Cuando se usan patines promediadores, la regla tiende a rellenar los baches y nivelar las zonas elevadas con producciones que varían en consecuencia.



Una serie de mediciones de profundidad pueden mostrar una variación considerable cuando la regla se controla manualmente o si se instala un patín promediador.

Recuerde, la regla de flotación por naturaleza no sigue las desviaciones del suelo. Por el contrario, la regla de flotación, aun sin información del patín promediador rellena los baches y nivela las zonas elevadas. Una serie de mediciones de profundidad

puede mostrar que el espesor es excesivo en algunas áreas y no es suficiente en otras. No haga ajustes de espesor según esta serie de mediciones. Solo haga correcciones cuando la capa sea consistentemente espesa o delgada.



Cuando el perfil longitudinal es plano, es más fácil crear una capa de espesor uniforme.

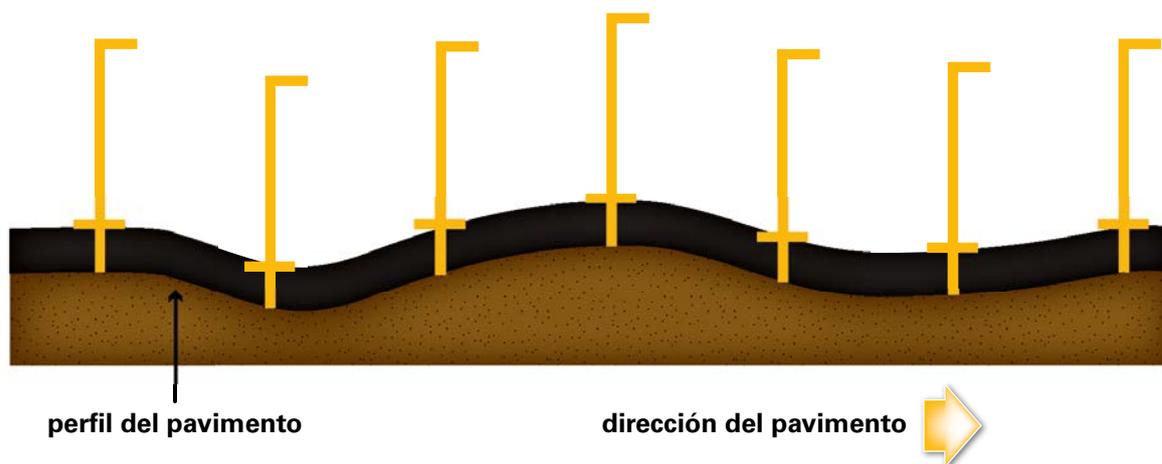
Si el nivel de la capa bituminosa que se está colocando es consistente, es más fácil controlar el espesor y la producción. Sin embargo, si la base tiene variaciones, hay solo una manera de controlar la producción, pavimentación con control de nivelación longitudinal automático y sensor individual.



Un sensor de nivelación longitudinal individual instalado cerca de la cámara del sinfín proporciona el mejor control de espesor de la capa y producción.

Los principios de control de nivelación longitudinal y transversal se detallan en la Unidad 6. Uno de los principios aborda el tema de cómo la posición del sensor afecta la reacción de la regla. Para que la regla siga los contornos del suelo, coloque un sensor de nivelación longitudinal individual junto a la cámara del sinfín. Cualquier desviación medida por

el sensor de nivelación longitudinal se transferirá como un movimiento del punto de remolque cuatro veces mayor que el tamaño de la desviación del nivel. La regla reaccionará rápidamente. El espesor de la capa cambiará exactamente en el lugar de la desviación, lo que no es bueno para la homogeneidad, pero es excelente para la producción.



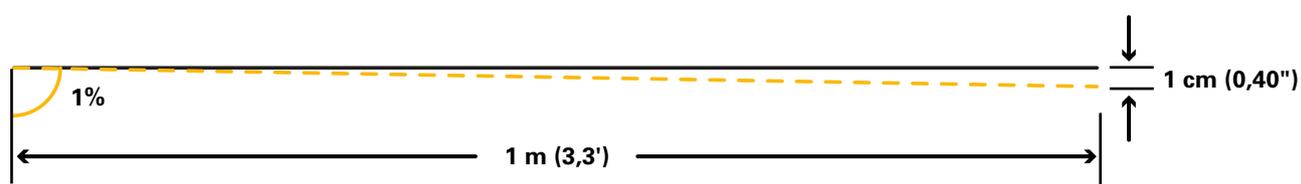
Una regla que reacciona rápidamente a las desviaciones del nivel creará un espesor de la capa y un control de la producción precisos.

La desventaja de concentrarse en la producción puede ser una calidad de marcha deficiente. Si el perfil longitudinal es áspero y los controles de nivelación longitudinal están configurados para controlar el espesor, es posible que la aspereza longitudinal continúe. Si la producción y el espesor de la capa son los factores más importantes del proyecto, otros factores pueden verse afectados.

[CREACIÓN DE UN PERFIL TRANSVERSAL (INCLINACIÓN)]

En muchos proyectos, el perfil transversal o la inclinación de la superficie de la capa bituminosa es una consideración importante. La inclinación de la estructura permite cumplir con dos factores importantes. Uno, la inclinación controla el flujo de agua en la dirección correcta y hacia las entradas de drenaje, de manera que no se acumule humedad en la superficie. Dos, el perfil transversal mejora la seguridad en las curvas (superelevaciones).

Si el perfil longitudinal es áspero y los controles de nivelación longitudinal están configurados para controlar el espesor, es posible que la aspereza longitudinal continúe. La fórmula para calcular el espesor cambia cuando se usa el control de nivelación longitudinal para corregir el perfil transversal como se describe en la unidad 6.



Si la superficie de la capa bituminosa tiene una inclinación diferente que la base, el espesor de la capa variará a lo ancho de la capa. Por cada 1 por ciento de corrección de la inclinación transversal, el espesor varía 1 centímetro por metro (0,125" por

pie). Para determinar si el personal utilizará el control de nivelación transversal y si esta se controlará manualmente o automáticamente, controle la inclinación de la base en distintas ubicaciones del proyecto.



La verificación del perfil transversal antes de la pavimentación ayuda al personal a comprender cómo configurar la pavimentadora.

Si la aplicación está colocando la primera capa base sobre material granular, verifique atentamente el perfil transversal. Aun si la recortadora de nivelación longitudinal o la motoniveladora que terminó el material base granular usó algún tipo de control de nivelación transversal, nunca dé por sentado que las inclinaciones sean correctas. Si se encuentran discrepancias, notifique al titular del proyecto o al

ingeniero. Es posible que deseen corregir la base granular antes de colocar el material bituminoso más costoso. Si se encuentran discrepancias y se debe continuar con la pavimentación, notifique al titular o al ingeniero que la producción puede ser incorrecta debido al espesor variable de la capa ocasionado por correcciones de la inclinación transversal.

Nota: *En algunas áreas, se requiere el uso del control de nivelación transversal de la pavimentadora durante la instalación de la primera capa base sobre material granular. Sigue siendo recomendable determinar la precisión del perfil transversal antes de pavimentar.*

Si la inspección de la nivelación transversal revela que las correcciones de la inclinación transversal se limitarán a un 1 por ciento o menos, el control de nivelación transversal automático se puede usar con confianza.

Configure el sistema de control de nivelación longitudinal de Cat para el funcionamiento automático después de completar los pasos para preparar la pavimentadora en la referencia inicial. Para seleccionar el control de nivelación transversal, toque el ícono de estado del sistema en la pantalla interactiva. La lista de los sensores disponibles se mostrará en el monitor. Toque el ícono de nivelación transversal y presione el botón OK.



Seleccione el control de nivelación transversal para el lado correcto de la pavimentadora.

Mantenga presionado el botón de valor de referencia (botón central) hasta que se encienda la luz verde "En la posición a mantener". El sistema se encuentra en este momento en el modo manual. Pulse y suelte el botón de selección del modo (segundo desde abajo) y la palabra "AUTO" (Automático) aparecerá en el área de estado del sistema.



El valor y la dirección de inclinación que se muestran en el monitor en este momento pueden ser correctos o no.

Verifique la inclinación de la regla mientras esta está apoyada en la referencia inicial. O bien, verifique la inclinación de la capa bituminosa después de que la pavimentadora se haya apartado de la referencia inicial y la regla haya alcanzado su equilibrio.



Verifique la inclinación real de la regla.

Para calibrar el sensor de inclinación transversal, seleccione el valor de inclinación transversal objetivo en el monitor interactivo. Con la pantalla emergente, ingrese el valor y la dirección de inclinación transversal medidos. Pulse el botón OK para aceptar el cambio de valor y para regresar al monitor de funcionamiento normal.



Calibre el sensor de inclinación transversal con la inclinación medida.

Al mover el cilindro del punto de remolque adecuado hacia arriba o hacia abajo, el control de inclinación transversal automático mantendrá la inclinación transversal de la capa dentro del 0,05 por ciento del valor de referencia, si no se modifica la tolerancia de la franja muerta. La franja muerta se puede configurar tan bajo como del 0,01 por ciento o tan alto como del 0,50 por ciento.

Para aumentar o disminuir la referencia de la inclinación transversal mientras se pavimenta, pulse las teclas de flecha hacia arriba o hacia abajo. Pulsar y liberar una tecla de flecha hacia arriba o hacia abajo modifica la inclinación transversal en 0,10 por ciento cada vez.

Nota: La unidad de medida del control de inclinación transversal se puede cambiar a 0,01 por ciento, si lo desea.

Nota: El sistema de control de nivelación de Cat tiene una función única denominada “acoplamiento entrelazado”. Cuando la función de acoplamiento entrelazado se configura en el valor predeterminado del 100 por ciento, el punto de remolque del lado de la inclinación longitudinal y transversal se mueve al mismo tiempo para la creación de una inclinación transversal extremadamente precisa. Si se reduce el valor predeterminado, el sensor de inclinación transversal debe detectar el cambio de inclinación e indicar la válvula del punto de remolque independiente del punto de remolque del lado de la inclinación longitudinal. Caterpillar recomienda mantener el valor predeterminado para el acoplamiento entrelazado a menos que el sensor de nivelación longitudinal esté indicando una superficie extremadamente áspera.

Es posible que algunas aplicaciones necesiten correcciones de la inclinación transversal superiores al 1 por ciento. En dichas aplicaciones, puede ser beneficioso controlar la inclinación transversal manualmente. Recuerde, el espesor de la capa cambia a medida que la diferencia entre la inclinación transversal deseada de la superficie y la inclinación transversal real del suelo se hace más grande o más pequeña. Debido a que el punto de remolque hace grandes movimientos cuando se activa el control de inclinación transversal automático, es posible que el cilindro del punto de remolque se extienda o se retraiga completamente antes de que se complete la corrección de la inclinación transversal. Cuando el cilindro del punto de remolque no tiene más recorrido disponible, el operador de la regla debe “recuperar el cilindro”. (Consulte las páginas 167 y 168 de la unidad 6.) Si se prevén grandes movimientos del punto de remolque, se pueden hacer correcciones manuales de la inclinación transversal para evitar la pérdida del movimiento del cilindro del punto de remolque.

El monitor utilizado en el sistema de control de nivelación de Cat muestra constantemente el valor de inclinación transversal real en el área de valores medidos cuando se selecciona la inclinación transversal. La inclinación transversal también se muestra en la barra de texto en la parte inferior del monitor cuando se configura la barra de texto para que muestre la inclinación transversal. La inclinación transversal se muestra en la barra de texto independientemente de qué otras condiciones de la máquina se hayan seleccionado, siempre que se conecte el sensor de inclinación transversal. El control de nivelación se puede usar en cualquiera de los lados en el modo AUTO (Automático) o MANUAL (Manual). El valor de la inclinación no se verá afectado y actúa como una referencia constante para el control de inclinación transversal manual. Asegúrese de verificar que se calibre el sensor de inclinación transversal.

La manera más común de controlar la inclinación transversal manualmente es utilizar los tornillos de control de profundidad que son funciones de las reglas vibratorias.

Nota: Otros sistemas de control de nivelación longitudinal y transversal tienen capacidades similares para monitorear la inclinación transversal. Consulte las instrucciones incluidas en otros tipos de sistemas de control de nivelación longitudinal y transversal.



El monitor actúa como un sistema de monitoreo de la inclinación transversal en todo momento.

REDUCCIÓN MANUAL DE LA INCLINACIÓN TRANSVERSAL



Prevea que el sistema se haya configurado para controlar la nivelación en el lado izquierdo de la regla y que la inclinación transversal se mantenga de manera manual de izquierda a derecha entre un 1,8 y un 2,2 por ciento. Monitoree la inclinación transversal con el monitor correcto. Si el valor de la inclinación transversal del monitor supera el 2,2 por ciento, se deberá aumentar el espesor de la capa en el lado derecho. Gire lentamente el tornillo de control de profundidad derecho en la dirección de aumento. Observe el valor de la inclinación transversal en el monitor. Cuando el valor de la inclinación transversal comience a disminuir, deje de girar el tornillo de control de profundidad. Recuerde, los cambios en la

profundidad se producen lentamente en una distancia equivalente a la longitud de cinco brazos de remolque, y el valor de la inclinación transversal puede continuar disminuyendo. Para detener el cambio en la inclinación transversal, gire el tornillo de control de profundidad en la dirección opuesta hasta no encontrar más resistencia. En ese punto, la regla está en equilibrio y flota sin cambiar la elevación (espesor).

En las mismas condiciones, gire el tornillo de control de profundidad en la dirección de reducción del espesor de la capa y, por lo tanto, aumente la inclinación transversal de izquierda a derecha.

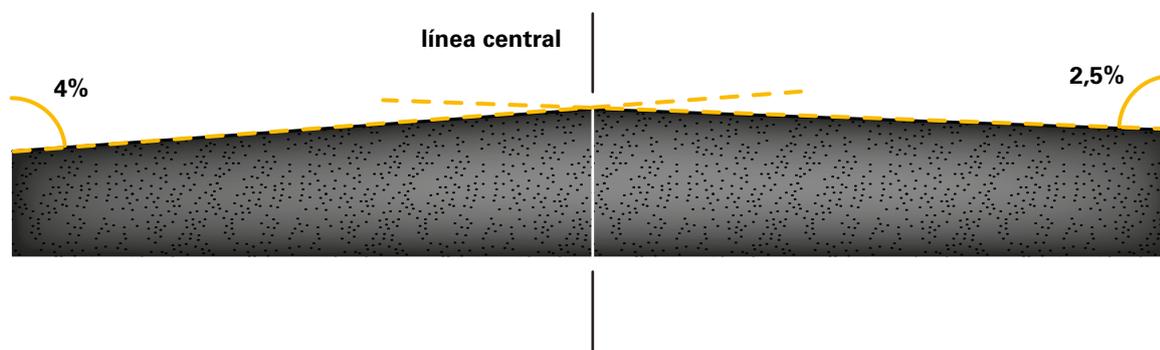
AUMENTO MANUAL DE LA INCLINACIÓN TRANSVERSAL



Consejo para el usuario: Los operadores de la regla deben estar alertas a las distintas condiciones cuando hagan cambios en la inclinación transversal de manera manual o automática. Cuando se aumente el espesor de la capa para corregir la inclinación transversal, el sistema de alimentación puede tender a funcionar más rápido debido a la mayor demanda de material. Es posible que el operador de la pavimentadora deba hacer ajustes frecuentes a los diales de control de relación para mantener la velocidad correcta del sinfín. Por el contrario, si se disminuye el espesor de la capa para modificar la inclinación transversal, el sistema de alimentación puede ralentizarse demasiado. O bien, lo que es más importante, la regla puede comenzar a arrastrar agregados, si el espesor de la capa es demasiado delgado para sostener la regla de flotación.

La inclinación transversal junto con la corona de la regla se puede usar para pavimentar diferentes inclinaciones transversales en cualquiera de los lados de la línea central de la estructura.

ESTRUCTURA CON DOS INCLINACIONES TRANSVERSALES



Algunas estructuras tienen una inclinación transversal a la izquierda y otras a la derecha que se extienden desde la línea central. En ocasiones, la inclinación transversal a la izquierda y la inclinación transversal a la derecha no son iguales. La tendencia sería pavimentar el lado izquierdo de la estructura en una pasada y crear la inclinación transversal deseada. Luego, pavimentar el lado derecho de la estructura con la inclinación transversal especificada. Sin embargo, se puede combar e inclinar la regla para pavimentar esta estructura con una pasada ancha. La configuración de esta aplicación requiere algunos cálculos matemáticos básicos.

Primero, sume los dos porcentajes de inclinación transversal:

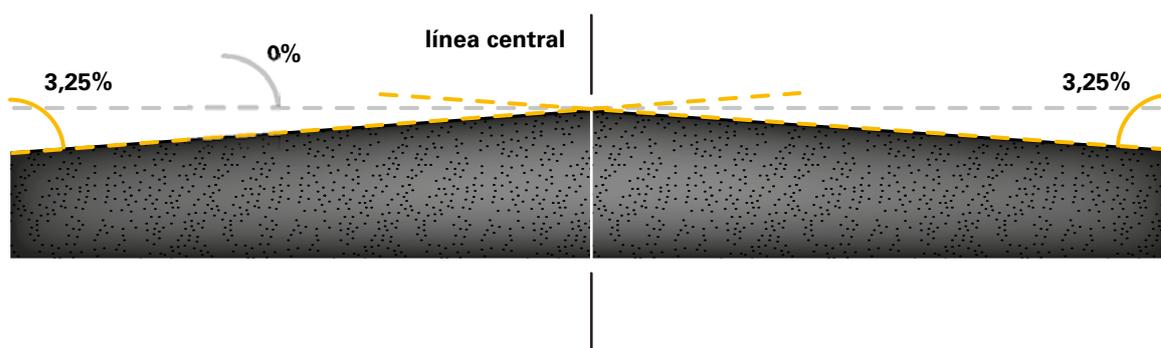
$$4 \% + 2,5 \% = 6,5 \%$$

Luego, divida la suma de las inclinaciones por 2:

$$\frac{6,5\%}{2} = 3,25 \%$$

El resultado: La cantidad de corona de la regla principal se debe configurar en 3,25 %.

ESTRUCTURA CON CORONA



Al combiar la regla principal un 3,25 por ciento y centrar la regla principal directamente sobre la línea central de la estructura, las inclinaciones serán idénticas a ambos lados de la línea central. Para crear la inclinación transversal deseada del 4 por ciento a la derecha y del 2,5 por ciento a la izquierda, la regla principal requerirá una inclinación transversal. La determinación de la inclinación transversal correcta exige algunos cálculos adicionales.

Reste la inclinación transversal más pequeña de la más grande:

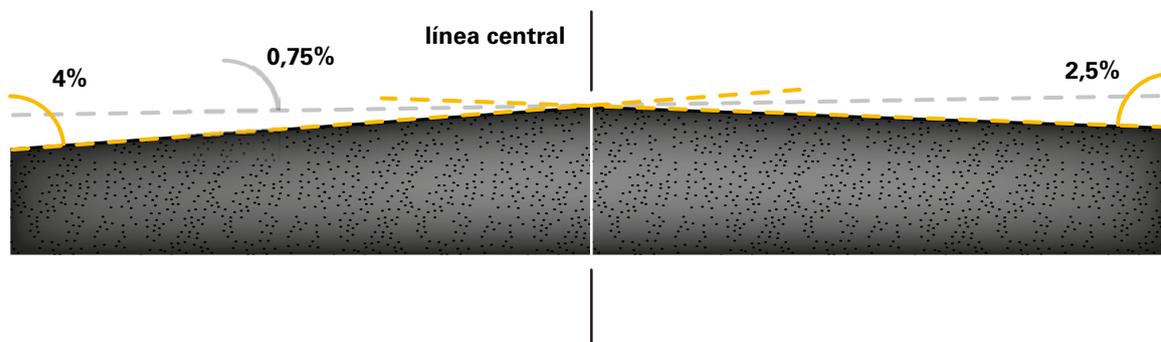
$$4\% - 2,5\% = 1,5\%$$

Divida la diferencia de las inclinaciones por 2:

$$\frac{1,5\%}{2} = 0,75\%$$

El resultado: 0,75 % es la cantidad de inclinación transversal.

ESTRUCTURA CON CORONA E INCLINADA



La inclinación transversal del 0,75 por ciento de derecha a izquierda disminuye la inclinación transversal del lado derecho con corona al 2,5 por ciento, y aumenta la inclinación transversal con corona del lado izquierdo al 4,0 por ciento.

En resumen, use el control de nivelación transversal cuando las condiciones exijan correcciones en el perfil transversal existente o cuando se lo especifique en los planos del proyecto. El control de nivelación transversal tiene dos objetivos. Uno, es crear el flujo adecuado de agua hacia la banquina o las entradas de drenaje. El segundo es tener los contornos adecuados para la seguridad del tráfico. Tenga en cuenta que el control de nivelación transversal puede interferir con la producción y la calidad de marcha.

[MEJORA DE LA CALIDAD DE MARCHA]

Todos se benefician de calles y carreteras homogéneas. Además de la satisfacción de conducir vehículos en una superficie homogénea, otras razones impulsan a los departamentos de obras públicas a centrarse / enfocarse en las especificaciones que requieren altos niveles de homogeneidad. En primer lugar, se ha demostrado en investigaciones que las carreteras homogéneas duran más tiempo que las carreteras ásperas, si los demás factores son iguales. Por lo tanto, se reducen los costos del ciclo de vida; el dinero de impuestos tiene una mayor rentabilidad y hay menos interrupciones del flujo de tráfico cuando las reparaciones y pasos de mantenimiento no son tan frecuentes. En segundo lugar, las carreteras homogéneas contribuyen con el ahorro de combustible debido a una menor resistencia de rodamiento. Menor consumo de combustible implica menor cantidad de emisiones.

La creación de capas bituminosas homogéneas supone la administración de los cuatro factores

que contribuyen con una pavimentación de calidad. La ejecución correcta de los principios básicos y la elusión de grandes errores son importantes para la homogeneidad. Sin embargo, los otros dos factores, la pavimentación eficiente y el uso adecuado del control de nivelación longitudinal y transversal son aun más importantes.

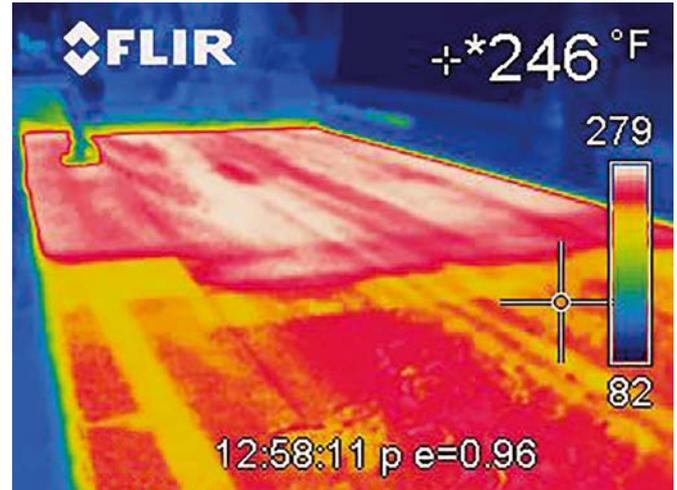
La mayoría de los proyectos que tienen especificaciones de homogeneidad conducen a una pavimentación eficiente. Antes de pavimentar, el superintendente o el supervisor del personal debe calcular la velocidad de pavimentación que reducirá las detenciones de la pavimentadora. Hay fórmulas para calcular la velocidad según el tonelaje por hora, el peso del material, la profundidad de pavimentación y el ancho de pavimentación. El software como Paving Production Calculator simplifica el proceso de cálculo de las velocidades de pavimentación. (Consulte la unidad 2 para obtener detalles sobre la planificación previa al proyecto).

CALCULADORA DE VELOCIDAD DE LA PAVIMENTADORA

Conducción de camión	Información general	<i>Unidades imperiales</i>	<i>Unidades métricas</i>
Velocidad de la pavimentadora	Espesor de pavimentación:	[2,56] in	[65] mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[16,00] pies	[4,877] metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[140] lb/ft ²	[2243] kg/m ²
Producción	Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado		
Inclinación transversal	Índice de producción de la planta caliente:	[220] toneladas/hora	[200] toneladas métricas/hora
Espesor	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[15,3] ft/min	[4,67] m/min
Resumen del trabajo	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[16,1] ft/min	[4,90] m/min
Información legal	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[16,8] ft/min	[5,14] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[17,6] ft/min	[5,37] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[18,4] ft/min	[5,60] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[19,1] ft/min	[5,84] m/min
Salir	Velocidad de pavimentación efectiva:	[15,3] ft/min	[4,67] m/min

Las velocidades de pavimentación varían según el factor de eficiencia.

En cualquier proyecto que tenga pasadas largas, el factor de eficiencia mínima debe ser del 75 %. En otras palabras, la pavimentadora debe colocar material al menos durante 45 minutos por hora. La calidad de marcha mejora a medida que asciende el índice de eficiencia. Las interrupciones breves en el proceso de pavimentación, generalmente durante los intercambios de camión, con frecuencia son inevitables y no necesariamente significan que se producirá una aspereza considerable. Pero, la mejor calidad de marcha se logra cuando la pavimentación es continua, si los demás factores son iguales. En el ejemplo anterior, la mejor calidad de marcha se logra si la velocidad de pavimentación se puede mantener en 4,7 m/minuto (15'/minuto) para una eficiencia del 100 por ciento. La calidad de marcha comenzará a deteriorarse a medida que el índice de eficiencia descienda. El personal puede elevar un poco la velocidad de trabajo para establecer el índice de producción por hora, pero las detenciones tienden a crear un poco de aspereza.



Diferencia de temperatura creada por la detención de la pavimentadora.

Las detenciones de la pavimentadora pueden crear aspereza de dos maneras. Una es mediante la creación de una diferencia de temperatura entre la parte de la capa bituminosa confinada por la regla y la parte de la capa que se encuentra directamente detrás de la regla en el área que el compactador de la fase inicial no puede alcanzar. Según la temperatura ambiente y el espesor de la capa,

el material puede perder calor bastante rápido. Cuando la diferencia de temperatura supera los 15 °C (59 °F), es posible que haya una diferencia de compactación. En otras palabras, el material más caliente confinado por la regla se compactará en un índice diferente que el material más frío expuesto a las condiciones ambientales detrás de la regla.

Consejo para el usuario: Para determinar cuánto tardará el espesor de una capa determinada en perder 15 °C (30 °F) en condiciones ambientales específicas, use el software *PaveCool*. *PaveCool* está disponible para descargar del Departamento de Transporte de Minnesota.



Impresión de la regla en la capa bituminosa creada por la detención de la pavimentadora.

La otra manera en que las detenciones de la pavimentadora pueden contribuir con la aspereza es al crear una marca de asentamiento de la regla en la superficie de la capa bituminosa. La profundidad de las marcas de asentamiento se ve afectada por distintos factores.

Parámetros de mezcla

- Temperatura (las mezclas más calientes se deforman más fácilmente).
- Tamaño de grano (las mezclas más finas se deforman más fácilmente).
- Curva de gradación granulométrica (las mezclas bien graduadas se deforman más fácilmente).
- Firmeza (las mezclas firmes se deforman menos).

Parámetros de pavimentación

- Espesor de la capa (mientras más espesa es la capa, más profunda es la marca).
- Ancho de pavimentación (a mayor extensión, más profunda es la marca).
- Temperatura ambiente (mientras más calor hace, más profunda es la marca).

El rodillo de fase inicial puede borrar la marca de asentamiento, pero la aspereza continúa siendo una preocupación. Por ejemplo, el sistema de control de nivelación longitudinal y transversal puede reaccionar al asentamiento de la regla cuando la pavimentadora reanude el funcionamiento. Observe el punto de remolque. Si el punto de remolque hace un movimiento significativo (más de 12 mm/0,5") cuando la pavimentadora reanude el funcionamiento, habrá una desviación de la capa que podrá ser percibida por un vehículo.

- Cabeza de material (mientras más bajo está el cabeza de material, más profunda es la marca).
- Duración de la detención (mientras más prolongada es la detención, más profunda es la marca).

Parámetros de la pavimentadora

- Velocidad de pavimentación (a mayor velocidad, mayor es el asentamiento).
- Amplitud de tamper (a mayor amplitud, más bajo es el asentamiento).
- Velocidad de tamper (a mayor velocidad, más bajo es el asentamiento).
- Configuración de la regla (mientras mayor es el ángulo de ataque, mayor es el asentamiento).

Las pavimentadoras de Cat están equipadas con un sistema de contrapeso de la regla que reduce la cantidad de asentamientos de la regla durante las detenciones. Algunas pavimentadoras de Cat también cuentan con un sistema de bloqueo de bajada de la regla. Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento para obtener instrucciones sobre el funcionamiento del contrapeso de la regla y los sistemas de bloqueo de bajada de la regla.



Los dispositivos de traslado de material, este equipado con un cabezal de elevación de hilera, permiten a la pavimentadora funcionar continuamente a la misma velocidad.

El uso de dispositivos de traslado de material hace posible altos índices de eficiencia. Con la planificación adecuada, es posible pavimentar durante horas sin parar ni cambiar la velocidad de pavimentación.

Los dispositivos de traslado de material incluyen máquinas como elevadores de hilera que se acoplan en la parte frontal de la pavimentadora y son empujados por esta. También hay disponibles vehículos de traslado de material autopropulsados que funcionan independientemente de la pavimentadora. Algunos vehículos de traslado de material tienen una capacidad de compensación de hasta 23 toneladas métricas (25 toneladas). Con frecuencia se instalan piezas en la tolva de la pavimentadora para aumentar la cantidad de material disponible mientras se coloca un nuevo camión para abastecer al dispositivo de traslado.

Es común tener hasta 36 toneladas métricas (40 toneladas) de material total disponible para la producción entre los camiones. No consuma todo el material almacenado en el vehículo de traslado o la inserción de la tolva cuando continúa pavimentando. La utilización de todo el material, especialmente si se trata de una material a base de agregados grandes, puede ocasionar la segregación de la capa bituminosa.

Prevea que haya 27 toneladas métricas (30 toneladas) disponibles para pavimentar entre los camiones y se colocará una capa de 65 mm (2,50") de espesor y 3,66 m (12') de ancho. El índice de producción planificado es de 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora. La velocidad de pavimentación calculada con una eficiencia del 100 por ciento en dichas condiciones es de 6,25 m/minuto (20,5'/minuto).

CALCULADORA DE PRODUCCIÓN

Conducción de camión
Velocidad de la pavimentadora
Compactación
Hilera
Producción
Inclinación transversal
Espesor
Resumen del trabajo
Información legal

Salir

Información general

	Unidades imperiales	Unidades métricas
Espesor de pavimentación:	[2,56] in	[65,0] mm
Ancho de pavimentación:	[12,00] pies	[3,658] metros
Densidad del material sin compactar:	[140] lb/ft ³	[2243] kg/m ³
Capacidad del camión o tonelaje total:	[30,0] toneladas	[27,2] toneladas métricas
Longitud de la capa a una producción del 100 %:	[167,41] pies	[51] metros
Longitud real de la capa producida:	[0,00] pies	[0,00] metros
% de producción de una carga de camión o tonelaje determinado:	[0]	

Espesor:	[2,56] in	[65,0] mm
Longitud de la capa producida:	[0,00] pies	[0,00] metros
Ancho:	[12] pies	[3,658] metros

La calculadora de producción proporciona la longitud de pavimentación para una determinada cantidad de peso de material.

Use la función de calculadora de producción de Paving Production Calculator. Si hay disponibles 27 toneladas métricas (30 toneladas) en el vehículo de traslado y la inserción de la tolva, se puede pavimentar 51 m (167"). A una velocidad de pavimentación de 6,25 m/minuto (20,5"/minuto), habrá más de ocho minutos de producción de pavimentación. Si se está tardando más de ocho minutos en completar un intercambio de camión, hay algún inconveniente con el procedimiento. Un intercambio de camión no debe tardar más de tres minutos a menos que haya una congestión de tráfico severa.

Los patines promediadores mecánicos son adecuados para aplicaciones en las que hay pasadas largas y pocos obstáculos como entradas de drenaje y cajas de servicios públicos. Los patines mecánicos como el nivelador exterior de 9 metros (30') de Cat se deben instalar cuando haya una referencia de nivelación adecuada fuera del ancho de pavimentación. Los patines mecánicos como el nivelador Fore 'N Aft de Cat se deben instalar cuando haya una referencia de nivelación adecuada dentro del ancho de pavimentación. Caterpillar recomienda el uso de patines promediadores mecánicos a ambos lados de la pavimentadora cuando haya una aspereza moderada a severa en la superficie que se desea pavimentar.

Caterpillar recomienda el uso de dispositivos de traslado de material en proyectos que tienen una especificación de calidad de marcha o en cualquier momento que haya una necesidad de mejorar considerablemente la homogeneidad. La pavimentación ininterrumpida a una velocidad continua producirá una superficie entre un 10 y un 15 por ciento más homogénea en comparación con una pavimentación con detenciones y arranques, si los demás factores son iguales.

Además de la pavimentación continua a una velocidad constante, la instalación de patines promediadores es otra manera comprobada de crear una mejor calidad de marcha.



Los patines promediadores mecánicos dobles pueden producir una mejora de hasta un 60-70 por ciento en homogeneidad en una pasada.

Las bases granulares con frecuencia tienen un alto grado de aspereza. Algunas superficies fresadas también tienen una aspereza moderada. Con el Índice de Rugosidad Internacional como referencia, se puede clasificar la aspereza moderada como desviaciones totales entre 1,9 m/kilómetro y 2,8 m/kilómetro (120"/milla y 180"/milla). La aspereza extrema según las medidas del Índice de Rugosidad Internacional equivaldría a desviaciones que superen los 2,8 m/kilómetro (180"/milla).

La investigación de Caterpillar indica que una pavimentadora equipada con patines promediadores mecánicos a ambos lados y la pavimentación a una velocidad continua puede reducir la aspereza en un 60 – 70 por ciento en una pasada cuando exista una aspereza moderada a severa. Por ejemplo, si las

desviaciones de nivelación suman un total de 2,3 m/kilómetro (150"/milla) antes de la pavimentación, las desviaciones previstas se reducirán a aproximadamente 80 cm/kilómetro (53"/milla) en una pasada cuando haya patines promediadores mecánicos instalados en la pavimentadora.

Durante la instalación de otra capa bituminosa con una pavimentadora equipada con dos patines promediadores mecánicos, se puede lograr otra mejora de homogeneidad del 20-40 por ciento. Con el ejemplo anterior, las desviaciones previstas se pueden reducir aproximadamente a 56 cm/kilómetro (37"/milla). El porcentaje de mejora de homogeneidad será aun menor si se agrega una tercera capa de material bituminoso.

Los patines sin contacto son más versátiles y más convenientes que los patines mecánicos. Se pueden instalar patines sin contacto para indicar la nivelación dentro o fuera del ancho de pavimentación. Los patines sin contacto tienen capacidad promediadora electrónica para reducir la aspereza. El factor de reducción de aspereza de los patines sin contacto no es tan alto como el factor de reducción de aspereza de los patines promediadores mecánicos. Los patines promediadores sin contacto son más adecuados en proyectos donde hay una aspereza ligera a moderada en la superficie que se desea pavimentar. Se han obtenido excelentes resultados de homogeneidad con los patines sin contacto en proyectos en los que la superficie fresada tiene el perfil transversal correcto y un perfil longitudinal razonablemente homogéneo.

No es necesario quitar los patines sin contacto para desplazar la pavimentadora por el lugar de trabajo. Por lo tanto, Caterpillar recomienda la instalación de patines sin contacto en proyectos con restricciones de tiempo, como turnos nocturnos. Los patines sin contacto no se ven afectados por obstáculos como entradas de drenaje y muchos miembros del personal los prefieren por su conveniencia.



Los patines sin contacto ofrecen conveniencia y una capacidad promediadora adecuada para superficies con una aspereza ligera a moderada.

Otra técnica que puede ayudar a mejorar la homogeneidad en los carriles de conducción es la pavimentación del carril de emergencia (banquina). Cuando se pavimenta el carril de emergencia en primer lugar, este se convierte en una referencia de nivelación mejorada para el patín

promediador cuando la pavimentadora funciona en el carril de conducción adyacente. Los planos no siempre especifican la pavimentación del carril de emergencia en primer lugar, pero es recomendable solicitar autorización.



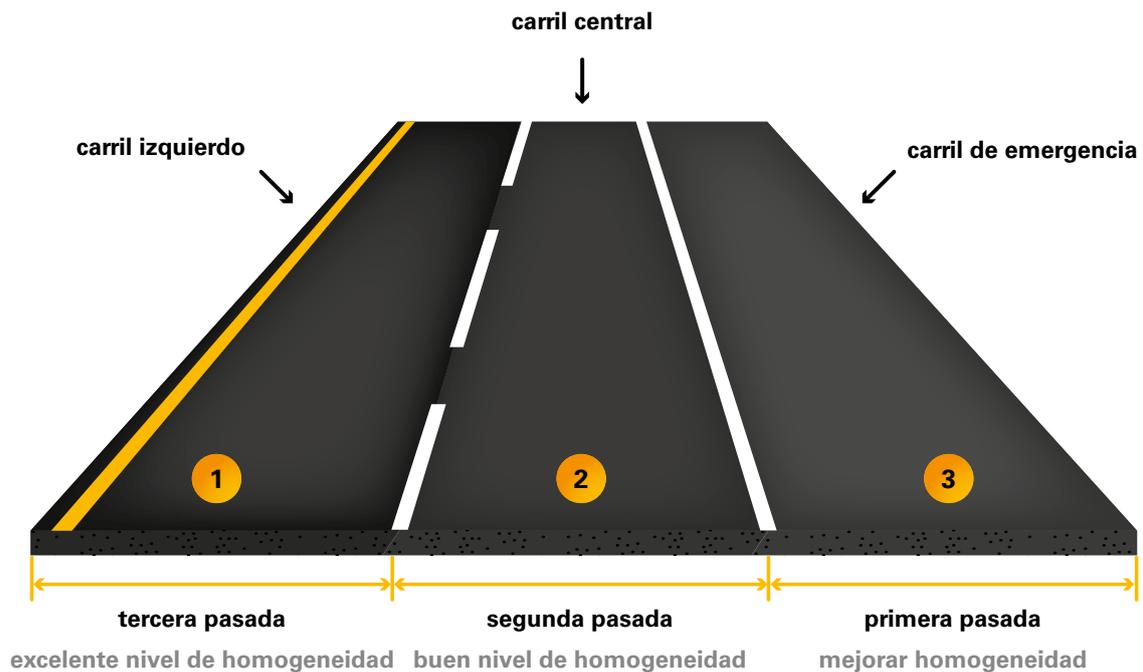
La pavimentación del carril de emergencia en primer lugar mejora la homogeneidad de los carriles de conducción adyacentes.

El carril de emergencia que se pavimentó en primer lugar debe ser una mejor referencia de nivelación que una superficie fresada, o una base granular, o incluso una superficie bituminosa existente. Además, el carril de emergencia proporciona un lugar para que los compactadores se detengan y retrocedan sin dejar marcas en la nueva capa del carril de conducción. Recuerde, no se mide la homogeneidad del carril de emergencia. Solo se miden los carriles de conducción.

La homogeneidad continuará mejorando a medida que la pavimentadora complete los carriles adyacentes debido a que la homogeneidad de la referencia de nivelación se mejora constantemente.



Patín promediador que utiliza carril de emergencia como referencia de nivelación.



La homogeneidad del carril de emergencia se debe mejorar en comparación con una superficie fresada, por ejemplo. Luego, la homogeneidad del carril de conducción adyacente al carril de emergencia será mejor que la calificación del carril de emergencia. Finalmente, el carril de emergencia del extremo izquierdo tendrá la mejor homogeneidad.

En resumen, para maximizar la homogeneidad de la capa bituminosa, planifique una pavimentación continua a una velocidad constante. Pavimente con patines promediadores instalados a ambos lados de la pavimentadora siempre que sea posible. Elija el tipo de patín promediador adecuado para la aplicación. Evite el uso de control de nivelación transversal a menos que sea un requisito de la especificación o si el perfil transversal necesita corrección. Siempre que sea posible, pavimente el carril de emergencia en primer lugar para proporcionar una referencia de nivelación para los carriles de conducción.

[PAVIMENTACIÓN EN ELEVACIONES]

Debido a que está relacionado con la pavimentación de asfalto, el término elevación se refiere a la altura sobre el nivel del mar de cualquier ubicación geográfica. Distintos tipos de equipos de sondeo, en ocasiones junto con satélites de posicionamiento global, miden las elevaciones en los proyectos de construcción. Los inspectores registran las elevaciones y los ingenieros las usan para ayudar a crear planos para un proyecto. Algunos equipos de construcción que usan sistemas tridimensionales mencionados en la unidad 6 incorporan planos de ingeniería en sus sistemas de guía. Generalmente, al menos al momento de la publicación de esta guía, las elevaciones de una estructura bituminosa, como una carretera o una pista de aterrizaje, son controladas por una línea de referencia o marcas de cuadrícula en una superficie.



Control de la elevación de una capa base con una línea de referencia instalada en la construcción de una carretera nueva.

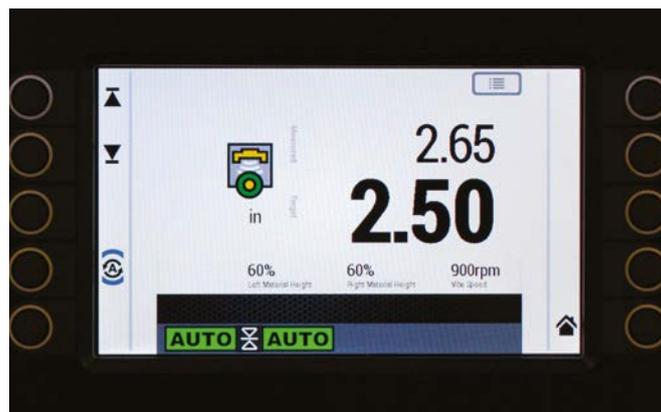
Consejo para el usuario: El sistema de control de nivelación de Cat tiene una función denominada “acoplamiento entrelazado”. Cuando el acoplamiento entrelazado se deja en la configuración predeterminada del 100 por ciento, el control de nivelación transversal actúa simultáneamente con las correcciones del control de nivelación longitudinal. No hay demoras en el movimiento del punto de remolque del lado del control de inclinación transversal. Las inclinaciones transversales serán más precisas y el personal podrá unir las juntas más fácilmente cuando pavimente cualquier carril adyacente.

Se puede usar un tendel como referencia para la elevación. El tendel puede ser un dispositivo temporal usado para una fase de la construcción. O bien, se puede usar un tendel para muchas fases del movimiento de tierras y pavimentación completamente hasta la última capa superficial bituminosa. La línea de referencia se utiliza para un lado de la pavimentadora. Se puede usar un sensor de nivelación longitudinal sónico o mecánico con un seguidor de varilla para indicar una línea de referencia. El otro lado de la pavimentadora puede usar un control de nivelación longitudinal o transversal. El uso de un control de nivelación transversal, ya sea manual o automático, se usa más frecuentemente en el lado opuesto a la línea de referencia. El lado de la nivelación longitudinal garantiza que todas las elevaciones sean correctas mientras que la nivelación transversal garantiza que el perfil transversal dirija agua en la dirección correcta. Además, las elevaciones se trasladarán correctamente a través del ancho de la capa siempre que la inclinación transversal sea correcta.



Sensor de nivelación longitudinal de Cat en orientación de la línea de referencia.

Hay algunas cosas que se deben recordar cuando se use el sensor de nivelación longitudinal de Cat. En primer lugar, oriente el sensor perpendicularmente con respecto a la línea de referencia en el lado izquierdo del sensor cuando esté mirando hacia adelante. Coloque el sensor sónico a 40 a 45 cm (16 - 18") sobre el tendel y lo más centrado posible sobre la línea de referencia. Los tres transductores centrales analizarán la línea de referencia y el promedio de esas tres medidas proporcionará la señal enviada al módulo de control. Los dos transductores externos habilitan la guía horizontal para el monitor.



Un símbolo de guía de línea de referencia aparecerá en la pantalla cuando se seleccione el sensor sónico sobre la línea de referencia. Esta vista muestra que el sensor está centrado sobre la línea de referencia.

Cuando el operador seleccione el sensor sónico del ícono de la línea de referencia en el área del sistema de la máquina, la posición del sensor sobre la línea de referencia se muestra en el área de guía. Cinco símbolos de guía ofrecen una excelente referencia visual.

Un círculo verde alrededor del tendel amarillo significa que el sensor está centrado sobre la línea de referencia. (Como se muestra en la ilustración adyacente).

Una flecha roja a cada lado del tendel amarillo significa que el sensor está ligeramente fuera del centro, hacia la izquierda o la derecha, pero que aún es funcional y preciso.

Si el centro del sensor sónico se mueve demasiado lejos del centro de la línea de referencia, la flecha roja se mantiene y el símbolo de guía completo

se resalta. Siempre que la línea de referencia esté por encima de los 5 cm (2") del suelo o el cuerpo del patín, el sensor se bloqueará en la posición a mantener. El control de nivelación longitudinal dejará de funcionar hasta que el operador vuelva a centrar el sensor sobre la línea de referencia.

En ocasiones, no se instala una línea de referencia. Por el contrario, las elevaciones se marcan en el suelo que se desea pavimentar. Las elevaciones se diseñan en una cuadrícula con marcas separadas cada 7,6 m (25'). El operador de la regla mira hacia adelante para determinar la diferencia de elevación, si la hubiere, que existe en la siguiente marca.



Un equipo de sondeo puede marcar elevaciones directamente en el suelo en un diseño de cuadrícula.

El operador de la regla hará que el cambio de elevación, si lo hubiere, se produzca en menos de 7,6 m (25'). Prevea, por ejemplo, que el cambio de elevación sea de 6 mm (0,25") hacia arriba desde una marca de sondeo hasta la siguiente. El operador pulsará cinco veces la flecha hacia arriba en el monitor. Los cambios del control de nivelación longitudinal se producen en incrementos de 1,3 mm (0,05") cada vez que se pulsa la flecha hacia arriba o hacia abajo.

Con el sensor de nivelación longitudinal ubicado justo delante de la cámara del sinfín, el movimiento del punto de remolque será alrededor de tres veces más lejos que la distancia de la corrección requerida. En este caso, el punto de remolque ascenderá alrededor de 18 mm (0,75"). La regla comenzará a ascender inmediatamente y completará su movimiento a una nueva elevación alrededor de los 3,5 m (12'). Un sensor ubicado justo delante de la cámara del sinfín es una buena opción para continuar los cambios de elevación que tengan una separación de 7,6 metros (25").

El ajuste de velocidad de la válvula de elevación puede afectar la velocidad de la reacción de la regla. Ingrese al menú de instalación en el menú de inicio. Seleccione Control Settings (Ajustes del control), Valve Speeds (Velocidad de la válvula) y finalmente Elevations (Elevaciones). El valor predeterminado es 50 por ciento. Si se necesita una reacción más rápida de la regla, use la barra de desplazamiento de la pantalla táctil para aumentar el valor de la velocidad de la válvula. Ajústela hacia arriba, por ejemplo, hasta un 75 por ciento y verifique que se produzcan los cambios de elevación dentro de la distancia de la cuadrícula.



La posición del sensor de nivelación longitudinal justo delante de la cámara del sinfín ayuda a crear una reacción más rápida de la regla.



El aumento del valor de la velocidad de la válvula de elevación también acelera la reacción de la regla.

Consejo para el usuario: Caterpillar recomienda el uso del control de nivelación longitudinal automático durante la pavimentación para cumplir con las elevaciones exactas. El control de nivelación longitudinal es extremadamente preciso y se puede usar para actuar rápidamente. Si se utiliza el control de elevación manual, el cambio de elevación se producirá en una distancia aproximada a la longitud de cinco brazos de remolque o 12 metros (40').



La creación de un borde recto para la unión es el primer paso en la construcción de juntas longitudinales.

[CONSTRUCCIÓN DE JUNTAS LONGITUDINALES]

La construcción deficiente de juntas longitudinales se reconoce como uno de los principales problemas en la construcción de pavimento bituminoso. A lo largo de los años se han llevado a cabo grandes investigaciones sin ninguna solución universal más que eliminar la junta. La solución al problema, como lo indican algunos departamentos de obras públicas, consiste en hacer pasadas más anchas sin juntas entre los carriles o pavimentar de manera escalonada. De manera realista, estas soluciones no siempre son posibles ni rentables. Las técnicas de pavimentación escalonada y de ancho completo, que se cubren más adelante en esta unidad, pueden requerir el cierre de carreteras completas para la pavimentación y posiblemente la ampliación de las capacidades de las pavimentadoras, rodillos y plantas de asfalto. Esta sección supone la construcción de juntas longitudinales que consistan en una junta caliente/frío o caliente/tibio.

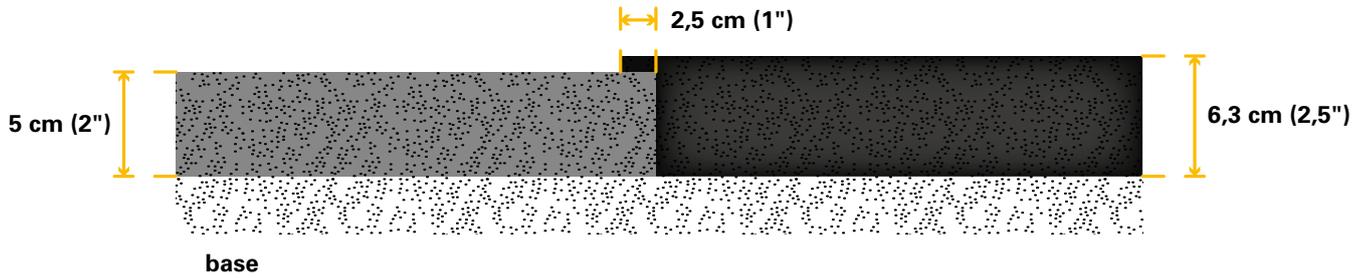
Para unir exitosamente las juntas longitudinales, el personal debe tener un borde no delimitado que sea recto y razonablemente homogéneo. Antes del comienzo de la pavimentación, cree una guía de dirección para el operador de la pavimentadora. Diseñe la pasada de pavimentación y coloque la pavimentadora y las extensiones de la regla de manera que cualquier cambio en el ancho de pavimentación se logre con el uso del lado de la pavimentadora que no tenga una unión de junta. Caterpillar recomienda hacer funcionar los patines de la compuerta trasera de manera que floten sobre el suelo que se desea pavimentar y creen una cara vertical recta en el borde en el que se hará la unión.

Para reforzar la unión entre el lado frío y el lado caliente de la junta, la cara de la junta se debe cubrir completamente con asfalto o adhesivo de junta. Tenga cuidado de no superponer demasiado la junta con la barra de rociado sobre el lado frío. El patín de la compuerta trasera se desliza sobre esta superficie y puede verse afectado por el asfalto adherente. Además, el área cercana a la junta se puede usar como referencia para un patín promediador mecánico de contacto. Un patín de contacto puede verse afectado por la acumulación de asfalto en sus patines o zapatas.



Se debe aplicar asfalto o adhesivo en la cara de la junta, además de la base antes de la pavimentación.

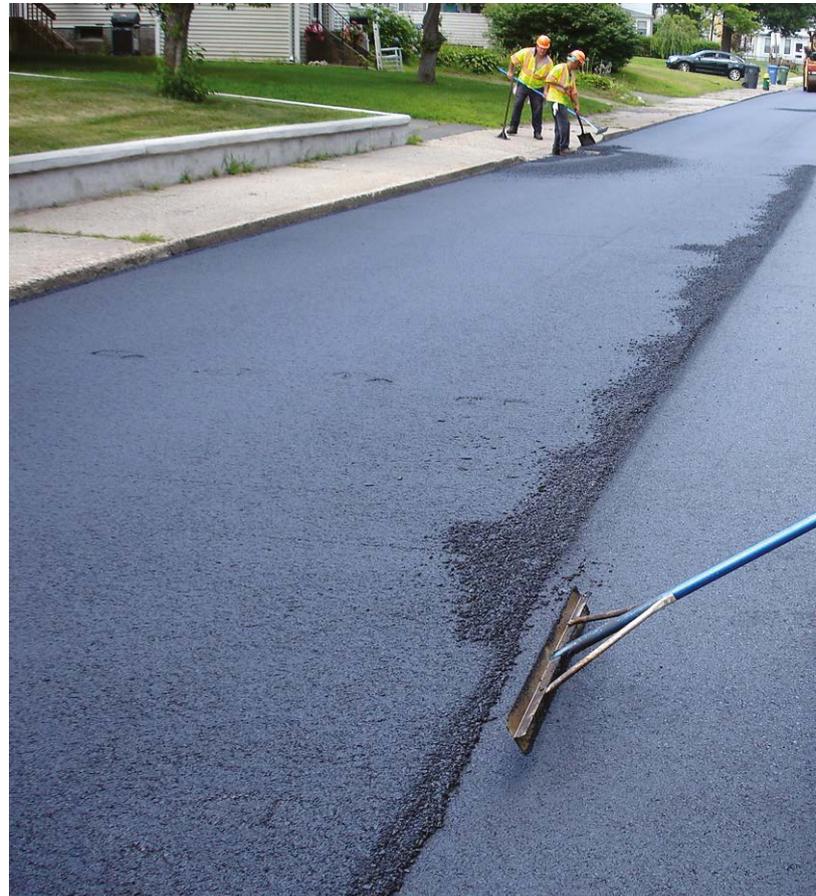
JUNTA NIVELADA CORRECTAMENTE – COMPUERTA TRASERA HACIA ABAJO



Con el patín de la compuerta trasera flotando sobre el lado frío, superponga el lado frío hasta 25 mm (1").

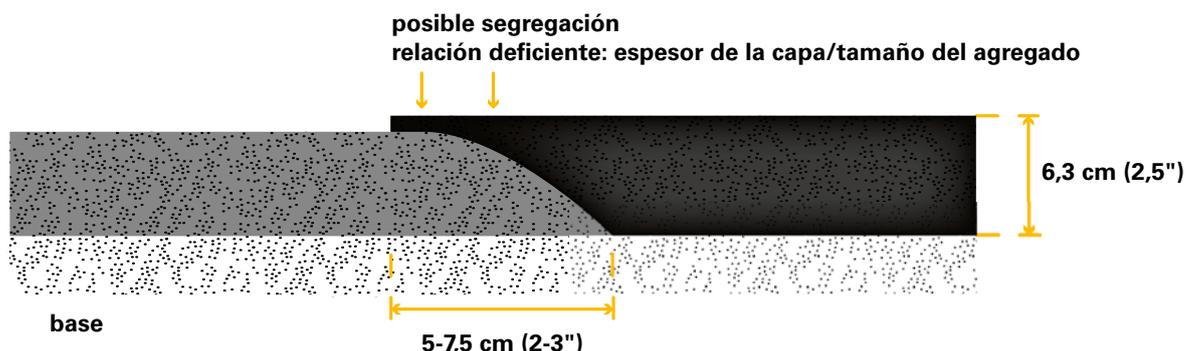
Una vez que haya comenzado la pavimentación, mantenga una ligera superposición sobre el lado frío de la junta. Al unir en una línea recta, el extensor no debe moverse constantemente hacia adentro y hacia afuera. Una superposición de hasta 2,5 cm (1") es aceptable. Si hay una superposición excesiva, un obrero deberá quitar con un rastrillo el material extra de la junta sobre el lado caliente de la junta. Mantenga la altura de la capa caliente de acuerdo con el índice de compactación del material. Por ejemplo, para unir una capa compactada de 5 cm (2") de espesor, el espesor de la capa de unión caliente puede ser de 6,3 cm (2,5"). Si hay una equiparación de altura incorrecta, un obrero deberá pasar un rastrillo por la junta.

Si bien es aceptable una ligera protuberancia en la junta, se debe evitar lo más posible el rastrillado de la junta longitudinal. El rastrillado tiende a empujar el material fuera de la cara de la junta y, según el tamaño de los agregados de la mezcla bituminosa, puede ocasionar una franja de segregación adyacente a la junta. El rastrillado tiene un efecto negativo en la durabilidad de la junta ya que aumenta la permeabilidad, que posibilita la penetración de humedad. El objetivo sería construir siempre juntas longitudinales que no necesiten rastrillado.



Una superposición excesiva o una equiparación de altura incorrecta puede ocasionar el rastrillado excesivo de la junta.

JUNTA NIVELADA INCORRECTAMENTE – COMPUERTA TRASERA HACIA ARRIBA



La apertura de las compuertas traseras hacia arriba ocasiona problemas en las juntas.

Cuando se cree una regla para la unión de las juntas, siempre abra las compuertas traseras hacia abajo sobre el suelo. Cuando pavimente con las compuertas traseras hacia arriba, lo cual algunos operadores tienden a hacer para medir el espesor de la capa, el borde de la capa se redondeará, especialmente después de la compactación. La superposición es excesiva cuando la pasada de

unión de las juntas se extiende sobre el lado frío. Y, lo que es más importante, habrá un área sobre la junta en la que la regla arrastra agregados debido a la pérdida de espesor de la capa. El proceso de compactación romperá los agregados de esta área. Es más posible que se produzcan las dos fallas que se deben evitar en la junta longitudinal (baja densidad y gran permeabilidad).

Es posible que se necesiten juntas longitudinales especializadas. Algunos departamentos de obras públicas especifican juntas tipo cuña con muesca por dos razones. En primer lugar, en algunas áreas de tráfico intenso, está prohibido tener un borde no delimitado abierto al tráfico si este es de 5 cm (2") o más. En segundo lugar, si la cuña con muesca está construida correctamente, la densidad de la junta longitudinal tiende a ser tan alta como las juntas del borde vertical convencionales.

El accesorio de cuña con muesca entra dentro de la extensión de la regla. La altura de la muesca y el ángulo de la cuña son ajustables.

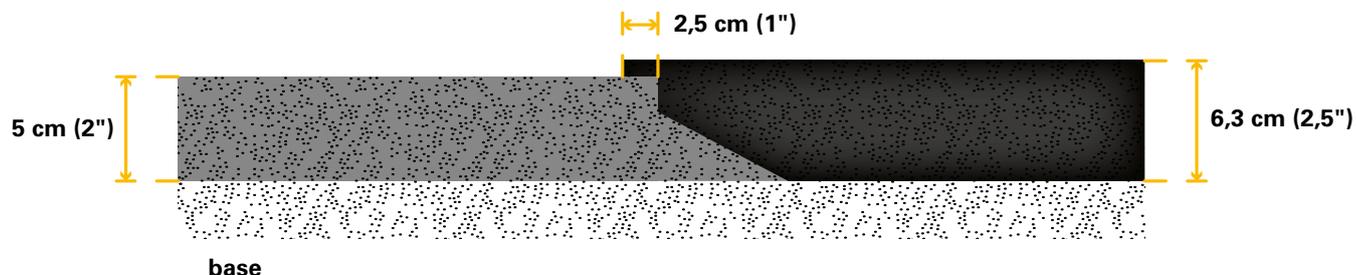
Algunos miembros del personal remolcan un pequeño tambor de acero (se muestra a la derecha) o neumático de goma detrás de la regla para compactar la cuña. Otros miembros del personal usan un compactador de placa tamper para compactar la cuña.



En algunos proyectos se requieren juntas de cuña con muescas.

Una junta tipo cuña con muesca debe superponerse de la misma manera que una junta de cara vertical. Mantenga la superposición a un máximo de 25 mm (1") y calcule la altura de la capa caliente previa a la compactación.

CUÑA CON MUESCA CORRECTA



Superponga una junta tipo cuña con muesca al igual que una junta de cara vertical.

Consejo para el usuario: Una consideración muy importante sobre las juntas tipo cuña con muescas es la altura de la muesca. La altura de la muesca debe ser 1,5 veces superior que el tamaño del agregado más grande de la mezcla bituminosa. Esta altura libre permitirá que la mezcla fluya a través del área de la muesca sin arrastres. Si hay marcas visibles en la intersección de las capas calientes y frías, aumente la profundidad de la muesca.

Caterpillar recomienda el uso del control automático de nivelación longitudinal para equiparar la altura de la capa fría. La equiparación de la altura de la capa fría se puede lograr manualmente, pero el control de nivelación longitudinal automático es más sencillo y preciso.

Al mismo tiempo, la mayor parte del personal instaló un sensor individual en el lado de unión de la junta. El sensor generalmente estaría sostenido por soportes de montaje acoplados a la compuerta trasera de la regla. El sensor siempre estaría relativamente cerca de la cámara del sinfín, una posición del sensor que crea una regla de rápida acción.

El control de nivelación de Cat permite al personal instalar soportes de montaje en la compuerta trasera de la regla o en el brazo de remolque. Para mayor versatilidad, Caterpillar recomienda la instalación de soportes de montaje para el sensor de nivelación longitudinal en el brazo de remolque. Hay una posición de instalación hacia la parte trasera del brazo de remolque. Hay otra posición de instalación en el centro del brazo de remolque. Una tercera posición se encuentra justo detrás del cilindro del punto de remolque en la parte frontal del brazo de remolque. El brazo de montaje gira de manera que el sensor se pueda colocar en una posición apta para cumplir con los requisitos de la aplicación de la reacción de la regla.



Generalmente se usa un sensor individual para equiparar la altura en una junta longitudinal en playas de estacionamiento y calles.

Siempre que la capa compactada sea razonablemente homogénea, la regla no debe ser extremadamente reactiva. El personal con frecuencia coloca un sensor de nivelación longitudinal aproximadamente a mitad de camino entre la cámara del sinfín y la conexión del punto de remolque. (Consulte la fotografía de la página 216). La regla responderá, pero no hará grandes cambios en la altura inmediatamente si tiene un sensor de nivelación longitudinal individual en el punto central del brazo de remolque.

Si se desea una reacción rápida de la regla, deje el soporte de montaje del sensor en la misma posición y simplemente vuelva a girar el sensor hacia la cámara del sinfín.

La instalación de un sensor de nivelación longitudinal individual es adecuado para la unión de las juntas en aplicaciones de calles y playas de estacionamiento donde no haya especificaciones de la calidad de marcha.

Consejo para el usuario: *Recuerde, no importa donde se conecta el brazo de montaje. Lo que afecta la reacción de la regla es la posición del sensor de nivelación longitudinal en relación con la conexión del punto de remolque o el eje del sinfín. Muchos miembros del personal han recibido capacitación para instalar soportes de montaje en la compuerta trasera de la regla. La instalación del soporte de montaje en la compuerta trasera limita la versatilidad del sistema de nivelación longitudinal. Use los orificios roscados del brazo de remolque para conectar el soporte de montaje.*

La mayor utilización de especificaciones de calidad de marcha ha impulsado a muchos miembros del personal a llevar a cabo la unión de juntas con patines promediadores. Al mismo tiempo, los miembros del personal pensaron que un patín promediador no puede equiparar la altura de manera adecuada debido a que la regla se mueve muy lentamente cuando el sensor de nivelación usa un patín promediador para la referencia de nivelación o cuando hay instalado un patín promediador electrónico.

Si la capa compactada tiene un nivel de aspereza moderado a severo, la equiparación de altura proporcionada por un patín promediador no será precisa. Habrá algunas zonas elevadas y baches en la junta longitudinal. En ese caso, sería mejor usar un sensor de nivelación longitudinal individual para una mejor equiparación de altura. Sin embargo, si la capa compactada se colocó bajo el control de uno o dos patines promediadores, su calidad de marcha normalmente será aceptable y un patín promediador proporcionará una equiparación de altura aceptable en la capa adyacente.



La unión de juntas con patines promediadores es común cuando hay una especificación de la calidad de marcha y la capa adyacente es razonablemente homogénea.



En algunas aplicaciones se especifica el precalentamiento de las capas frías compactadas.

Una junta longitudinal construida adecuadamente, tratada con un buen adhesivo y compactada correctamente debe ser resistente a la penetración de humedad y mantenerse unida. Otra técnica que puede ayudar a las juntas longitudinales a durar más tiempo es el precalentamiento antes de la compactación.

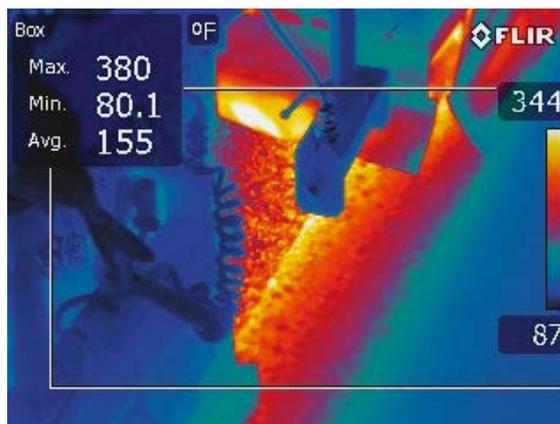
Investigaciones llevadas a cabo por organismos de obras públicas, asociaciones y universidades han demostrado que el precalentamiento de la capa fría, compactada justo antes de la unión de las juntas

y de la compactación aumenta la densidad de la junta y disminuye la permeabilidad. En algunas aplicaciones, el calentamiento de la junta es una especificación técnica indicada por el titular del proyecto.

Hay varios tipos de calentadores de juntas. Algunos se conectan con la pavimentadora y son remolcados por la pavimentadora. Otros son remolcados por algún otro vehículo. Con frecuencia, la decisión de remolcar con la pavimentadora o con otro vehículo es determinada por el ancho de pavimentación.

Los calentadores de juntas generan altas temperaturas, pero no demasiado altas como para dañar las propiedades del cemento asfáltico utilizado como aglutinante. Un calentador de propano con tecnología infrarroja puede calentar la junta fría hasta un promedio típico de 120 °C (250 °F) mientras es remolcado a una velocidad de pavimentación normal. La capa fría se torna flexible en la junta hasta una profundidad de aproximadamente 25 mm (1") para una mejor unión con la capa caliente adyacente.

En resumen, la construcción de juntas longitudinales es una de las responsabilidades más importantes del personal de pavimentación. Los principales elementos de una buena construcción de juntas son los siguientes: línea recta fácil de unir; superposición correcta de hasta 25 mm (1"); altura correcta que posibilita el índice de compactación y ausencia de rastrillado.



El calor del calentador de la junta penetra la capa fría por la junta longitudinal.



[PAVIMENTACIÓN DE SUPERELEVACIONES]

Las secciones curvas de calles y carreteras generalmente se construyen con perfiles transversales denominados superelevaciones. En la superelevación, un borde de la carretera está más elevado de lo normal en comparación con el otro borde. Esta superelevación se clasifica en términos de declive o inclinación transversal, en lugar de centímetros o pulgadas. La inclinación transversal más elevada de lo normal crea una

sección de "acumulación" en la curva que ayuda a contrarrestar la aceleración centrípeta producida por un vehículo cuando dobla la curva. La inclinación transversal normal máxima de las superelevaciones en carreteras de alta velocidad es del 6 por ciento. Se pueden usar inclinaciones transversales más elevadas para carreteras y calles de menor velocidad y tráfico.

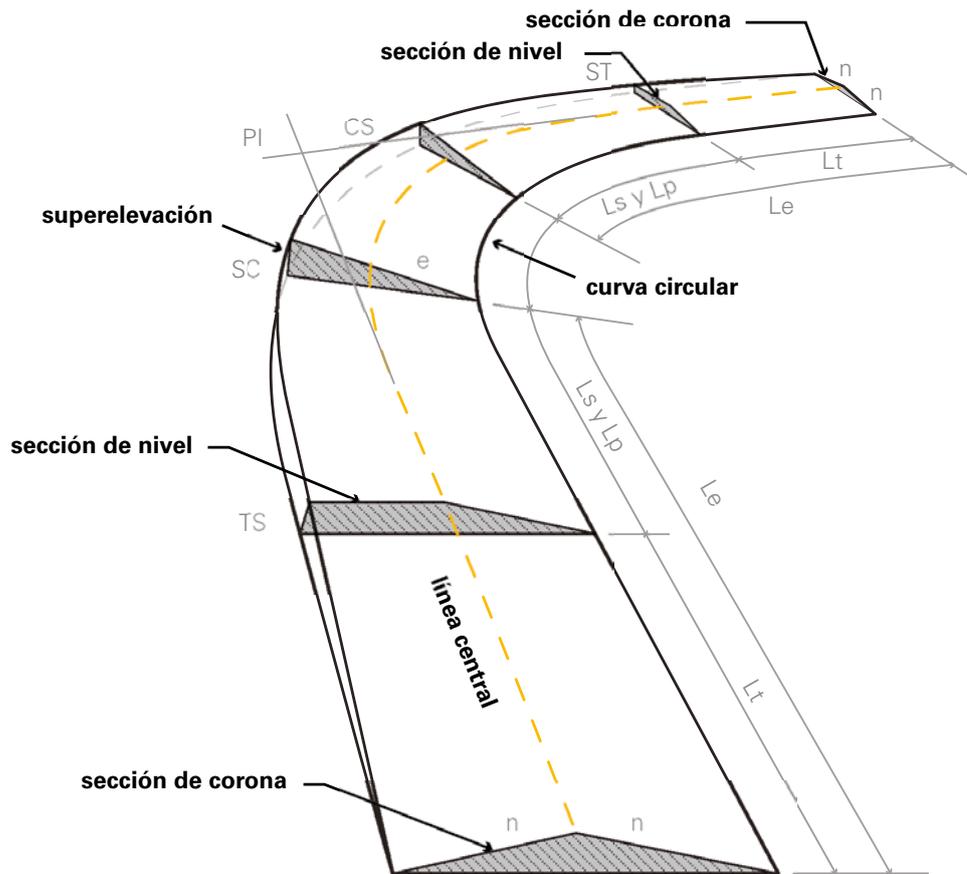


Diagrama de superelevación típico

Es importante estar familiarizado con las secciones que forman una superelevación típica. En la entrada de la curva, la estructura tiene una corona en el centro. Esto se denomina sección de corona. En este ejemplo, hay una inclinación transversal del 2 por ciento a cada lado de la corona en el centro de la carretera.

A cierta distancia delante de la sección de corona está la sección de nivel. En el punto de la sección

de nivel, la mitad superior de la estructura (carril izquierdo) es plano, 0 por ciento de inclinación. La mitad inferior de la estructura (carril derecho) continúa proporcionando un 2 por ciento de inclinación transversal. La distancia entre la sección de corona y la sección de nivel se conoce como (desviación de la tangente). La transición entre la sección de corona y la sección de nivel (desviación de la tangente) se debe producir como un cambio gradual en el perfil transversal.

A cierta distancia delante de la sección de nivel se encuentra la superelevación. Este es el punto de la inclinación transversal máxima de la estructura. No hay corona en la estructura. En este caso, la inclinación transversal es del 6 por ciento de izquierda a derecha. La distancia entre la sección de nivel y la superelevación se conoce como desviación de la superelevación. Nuevamente, la transición entre la sección de nivel y la superelevación debe ser gradual.

La distancia entre la sección de pavimento normal y la inclinación transversal máxima de la superelevación es la distancia usada para desarrollar la inclinación transversal máxima en la curva. Dicha distancia varía según el tipo de carretera y los límites de velocidad.

El perfil de la superelevación será constante en la inclinación transversal máxima para una cierta distancia en el centro de la curva.

A medida que la curva comienza a enderezarse, el perfil transversal comienza a cambiar otra vez a la sección de nivel donde la mitad de la estructura es plana y la mitad tiene una inclinación transversal del 2 por ciento.

Finalmente, a cierta distancia, donde la carretera es recta, vuelve a comenzar la sección de corona normal con inclinaciones del 2 por ciento.

Desde el punto de vista del personal de pavimentación, la manera en que se configura la pavimentación de superelevaciones depende de la calidad del trabajo realizado antes que ellos por el personal de preparación de la base (construcción nueva) o por el personal de fresado (fresado en frío y repavimentación), o del estado de la estructura existente (revestimiento).

Antes de pavimentar, verifique en varios puntos la longitud de la curva de las inclinaciones transversales del suelo que se desea pavimentar. Use un tablero de nivelación transversal de 2,5 m (8') o un medidor de nivelación electrónico calibrado.

Las inclinaciones transversales se deben indicar claramente con estacas adyacentes a la carretera. Antes de pavimentar, asegúrese de que todas las estacas estén en su lugar y sean fácilmente visibles desde una distancia de al menos 15 m (50'). Verifique la inclinación transversal del suelo en la ubicación de cada estaca y también entre las estacas.



Verifique las inclinaciones transversales en toda la longitud de la curva de la superelevación.



Estaca de nivelación que indica la inclinación transversal en un punto de la desviación de la superelevación.

Si las inclinaciones transversales se encuentran todas dentro del 0,2 por ciento de las inclinaciones transversales marcadas con las estacas de nivelación, se puede usar el control de nivelación longitudinal para pavimentar la superelevación. Si las inclinaciones transversales que están cerca (dentro del 0,3 al 1 por ciento) de las inclinaciones transversales marcadas con las estacas de nivelación, se puede usar el control de nivelación transversal automático para hacer cambios precisos en la inclinación transversal que coincidan con el diseño. Si las inclinaciones transversales revelan que se deben hacer correcciones por encima del 1 por ciento, se debe usar el control de inclinación transversal manual.



El medidor de nivelación transversal electrónico que muestra una inclinación transversal del 3,6 por ciento de derecha a izquierda junto a donde la estaca de nivelación de la página 221 muestra el 4 por ciento requerido.

Recuerde la fórmula usada para calcular los cambios de elevación cuando utilice el control de inclinación transversal. Por cada 1 por ciento de corrección de la inclinación transversal, la elevación (espesor de la capa) se modificará 1 cm por metro (0,125" por pie) en el ancho de pavimentación. Cuando utilice el control de nivelación transversal automático para hacer grandes correcciones de la inclinación transversal, es posible que el cilindro del punto de remolque se salga del recorrido. Las inclinaciones transversales no serán precisas y el operador deberá "recuperar" el cilindro del punto de remolque mientras intenta pavimentar la superelevación. (Consulte la sección, Pavimentación con control de nivelación transversal, de la unidad 6 en las páginas 167-168).

Las secciones transversales muestran el perfil de la carretera en varias estaciones de un proyecto. Pensar las secciones transversales como dos pasadas

separadas de pavimentación facilita relativamente la comprensión de cómo configurar y controlar la regla, y crear el perfil para un lado de la estructura.

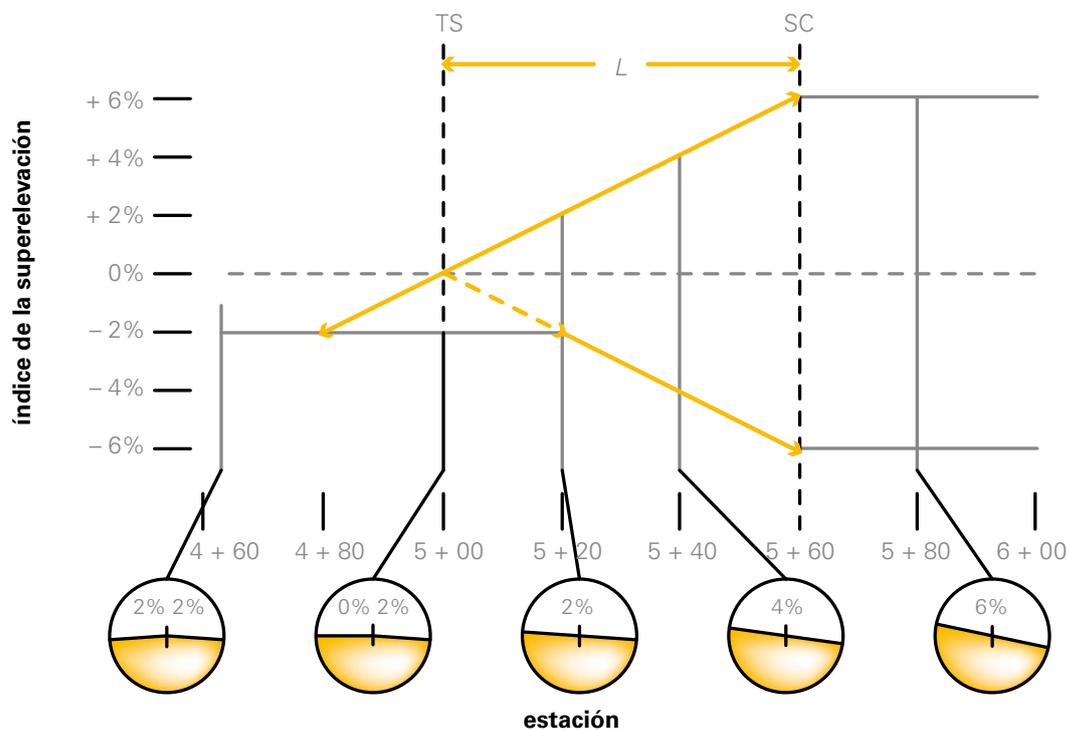


Diagrama de superelevación, que muestra las secciones transversales de la carretera.

Prevea que la pavimentación de la estructura comience en el lado derecho de la línea central. En la sección de corona, la regla no tiene ninguna corona y hay una inclinación transversal del 2 por ciento de izquierda a derecha. En la sección de nivel y en la estación 5 + 20, aún hay una inclinación transversal del 2 por ciento de izquierda a derecha. La inclinación transversal comienza a aumentar gradualmente hasta que alcanza el 6 por ciento en la estación 5 + 80. La inclinación transversal eventualmente invierte esta secuencia hasta el final de la curva y comienza una nueva sección de corona.

Ahora, prevea que la pavimentación se haga en el lado izquierdo de la estructura. Esta capa será una unión de junta del carril derecho. En la sección de corona, la regla tendrá una inclinación transversal del 2 por ciento de derecha a izquierda. Comience a disminuir la inclinación transversal hasta que se alcance el 0 por ciento en la estación de nivelación, 5 + 00. Luego, siguiendo las marcas de las estacas de nivelación, comience a crear una inclinación transversal de izquierda a derecha y gradualmente ascienda a una inclinación transversal del 6 por ciento al momento que se alcanza la estación 5 + 00. Luego, invierta la secuencia para comenzar una nueva sección de corona al final de la curva.

Ahora, prevea que se haga una pavimentación del ancho completo de la superelevación. Antes de comenzar, haga algunos cálculos y úselos como referencia cuando paviemente la superelevación.

ESTACIÓN 4 + 60, SECCIÓN DE CORONA

La sección de corona es el perfil normal cuando se hagan pavimentaciones del ancho completo. El centro de la regla principal está alineado con la línea

central de la estructura. La regla principal tiene una corona del 2 por ciento.

ESTACIÓN 5 + 00, SECCIÓN DE NIVEL

Paso 1: Suma de las inclinaciones transversales dividida por 2 = corona

$$\frac{0\% + 2\%}{2} = \text{corona del } 1\%$$

Paso 2:

Reste la inclinación transversal más pequeña de la más grande:

$$2\% - 0\% = 2\%$$

Divida la diferencia de las inclinaciones por 2:

$$\frac{2\%}{2} = 1\%$$

El resultado: 1 %, es la cantidad de inclinación transversal.

A partir de la sección de corona 4 + 60, comience por aplanar gradualmente la corona de la regla principal para crear una corona del 1 por ciento en la estación de nivel 5 + 00. A partir de la sección de corona 4 + 60, comience por crear una inclinación transversal de izquierda a derecha que termine en una inclinación transversal del 1 por ciento en la sección de nivel.

ESTACIÓN 5 + 20, ESTACIÓN DE TRANSICIÓN

La regla es plana en la estación 5 + 20. En otras palabras, hay una inclinación transversal que atraviesa la línea central. A partir de la sección de nivel 5 + 00, comience por aplanar gradualmente la corona de la regla principal para crear una corona

del 0 por ciento en la estación de transición 5 + 20. A partir de la sección de nivel 5 + 00, comience por aumentar la inclinación transversal de izquierda a derecha que termina en una inclinación transversal del 2 por ciento en la sección 5 + 20.

ESTACIÓN 5 + 80, SUPERELEVACIÓN

En la estación de transición 5 + 20, continúe aumentando la inclinación transversal de izquierda a derecha. En la estación 5 + 40, la inclinación transversal será del 4 por ciento. Finalmente en la estación 5 + 80, la inclinación transversal deberá

Cuando se pavimente una superelevación con control de nivelación transversal automático, lentamente haga los cambios en la inclinación transversal requeridos. Los cambios en la inclinación transversal se hacen en incrementos del 0,1 por ciento con las flechas hacia arriba y hacia abajo en el monitor o con la perilla de ajuste de nivelación en algunos otros sistemas. Por ejemplo, si se requiere hacer cambios en la inclinación transversal del 2 al 3 por ciento en una distancia de 15 m (50"), comience haciendo los cambios cuando la regla está junto a la estaca de nivelación marcada con 2 por ciento.

Trate de espaciar los cambios en la inclinación transversal de manera que el cambio se haga justo antes de alcanzar la estaca de nivelación marcada con 3 por ciento. Aumente la inclinación transversal al 2,1 por ciento. Cuando pavimente a una velocidad de 5 m/min (17'/min), se tardará alrededor de tres minutos en alcanzar una estaca de nivelación que esté a una distancia de 15 m (50'). Espere alrededor de 15 segundos y aumente la inclinación transversal al 2,2 por ciento. Continúe este patrón hasta que se hayan hecho 10 ajustes del 0,1 por ciento de la inclinación transversal. Esto creará un cambio gradual en la inclinación transversal y esta se corregirá (3 por ciento cuando se alcanza la estaca de nivelación marcada con 3 por ciento). Recuerde, los cambios en la inclinación transversal se producen rápidamente. Solo toma aproximadamente un metro (una yarda) para que el cambio se produzca completamente. Controle la conexión del punto de remolque. No deje que el cilindro del punto de remolque se salga del recorrido.

ser del 6 por ciento. Continúe pavimentando al 6 por ciento hasta que ingrese a la transición para salir de la curva. En ese punto, invierta los pasos para regresar eventualmente al perfil normal de la corona de la regla principal del 2 por ciento.



Use el monitor o la caja de control para hacer cambios en la inclinación transversal lentamente.



Pavimentación de superelevación con patín promediador a la izquierda, inclinación transversal a la derecha.

Al menos un lado de la pavimentadora estará bajo control de nivelación longitudinal mientras se pavimenta a través de una superelevación. En un proyecto de carretera, el lado de la nivelación longitudinal puede estar usando un patín promediador. Según la longitud de la superelevación y la velocidad con la que cambian las inclinaciones transversales, es posible que se deba suspender el uso del patín promediador. Un patín promediador normalmente mide al menos 9 m (30') de largo. La parte frontal del patín puede estar indicando una elevación considerablemente diferente a la de la parte trasera en las áreas de transición de la superelevación y, por consiguiente, la reacción de la regla puede ser errática. Si el punto de remolque comienza a hacer movimientos grandes y frecuentes cuando se ingresa a un área de transición en una superelevación, coloque

el sistema de control de nivelación longitudinal en modo manual. Controle el espesor de la capa manualmente hasta que se reanude la pavimentación de la sección de corona normal.

En resumen, siempre verifique la precisión de las inclinaciones transversales reales de la superelevación antes de la pavimentación. Asegúrese de que las inclinaciones transversales estén claramente indicadas en las estacas de nivelación y sean fácilmente visibles desde la regla a una distancia de hasta 15 m (50'). Según la precisión de las inclinaciones transversales, decida si pavimentará con control de nivelación doble, control de nivelación longitudinal de un lado y control de nivelación transversal automático del otro, o control de nivelación longitudinal de un lado y control de nivelación transversal manual del otro.

[PAVIMENTACIÓN ESCALONADA]

Cuando dos o más pavimentadoras están distribuyendo material bituminoso al mismo tiempo, en una misma dirección en una carretera, generalmente se denomina pavimentación escalonada o gradual. La pavimentación escalonada crea una junta longitudinal caliente para el proceso

de compactación y es un método comprobado para mejorar la densidad de la junta. Para llevar a cabo la pavimentación escalonada, puede ser necesario acordar que dos plantas de asfalto suministren el material necesario.

Nota: Si más de una planta suministra el material para el proyecto, designe qué planta abastece a qué pavimentadora.

Según el tipo de carretera, puede ser necesario cerrarla y dirigir el tráfico a rutas alternativas o establecer un control de tránsito que desvíe el tráfico a carriles opuestos. La pavimentación escalonada también requiere cierta planificación adicional.

- Calcule las velocidades de trabajo que equilibran los índices de producción de las pavimentadoras.
- Ajuste las velocidades de trabajo a la capacidad de la pavimentadora menos productiva.
- Seleccione pavimentadoras con reglas similares que desarrollen una precompactación de elevación uniforme.
- Cuando se utilicen reglas diferentes, ajústelas según los resultados producidos por la regla de menor rendimiento.
- Siempre que sea posible, cree anchos de pavimentación similares para todas las pavimentadoras.
- Cuando pavimente anchos diferentes, la pavimentadora de mayor ancho debe dirigir.
- Seleccione compactadores con anchos de tambor que creen patrones de rodamiento uniformes detrás de cada pavimentadora independientemente de los anchos de pavimentación.



Prevea que se esté pavimentando la capa base en una carretera de 11,6 m (38') de ancho. La profundidad de pavimentación es de 75 mm (3"). Dos plantas de asfalto suministrarán al proyecto 400 toneladas métricas (440 toneladas) de asfalto por hora. El plano requiere que se utilicen tres pavimentadoras para el proyecto.

La pavimentadora del lado izquierdo pavimentará un ancho de 4,7 m (15,5"). Dicho ancho de pavimentación incluye una banquina interior pavimentada con una inclinación transversal del 2 por ciento de derecha a izquierda y el carril de conducción con una inclinación transversal del 2 por ciento de izquierda a derecha.

La pavimentadora central pavimentará el carril de conducción derecho a un ancho de 3,7 m (12') y una inclinación transversal del 2 por ciento de izquierda a derecha.

La pavimentadora central pavimentará el carril de conducción derecho a un ancho de 3,2 m (10,5') y una inclinación transversal del 4 por ciento de izquierda a derecha.

La pavimentadora izquierda se encontrará ligeramente más adelante que las otras dos pavimentadoras. Limite el espacio longitudinal entre las pavimentadoras a una distancia no mayor que la longitud de una pavimentadora con el fin de mantener temperaturas casi iguales entre las capas, y así la densidad producida por los compactadores a través del ancho de pavimentación es igual.

PRIMERA CAPA

Para calcular las velocidades de pavimentación de las tres pavimentadoras, primero sume los tres anchos de pavimentación.

Pavimentadora 1: 4,7 m (15,5')

Pavimentadora 2: 3,7 m (12')

Pavimentadora 3: 3,2 m (10,5')

Ancho total: 11,6 m (38')

Ahora divida el ancho total por el ancho de cada pasada. El resultado será el porcentaje de producción por hora de cada pavimentadora.

$$\text{Pavimentadora 1: } \frac{4,7 \text{ m (15,5')}}{11,6 \text{ m (38')}} = 40\%$$

$$\text{Pavimentadora 2: } \frac{3,7 \text{ m (12')}}{11,6 \text{ m (38')}} = 32\%$$

$$\text{Pavimentadora 3: } \frac{3,2 \text{ m (10,5')}}{11,6 \text{ m (38')}} = 28\%$$

Finalmente, divida el índice de producción por hora por el porcentaje de cada pavimentadora. Esto proporcionará el índice de producción por hora en toneladas para cada pavimentadora.

Pavimentadora 1:

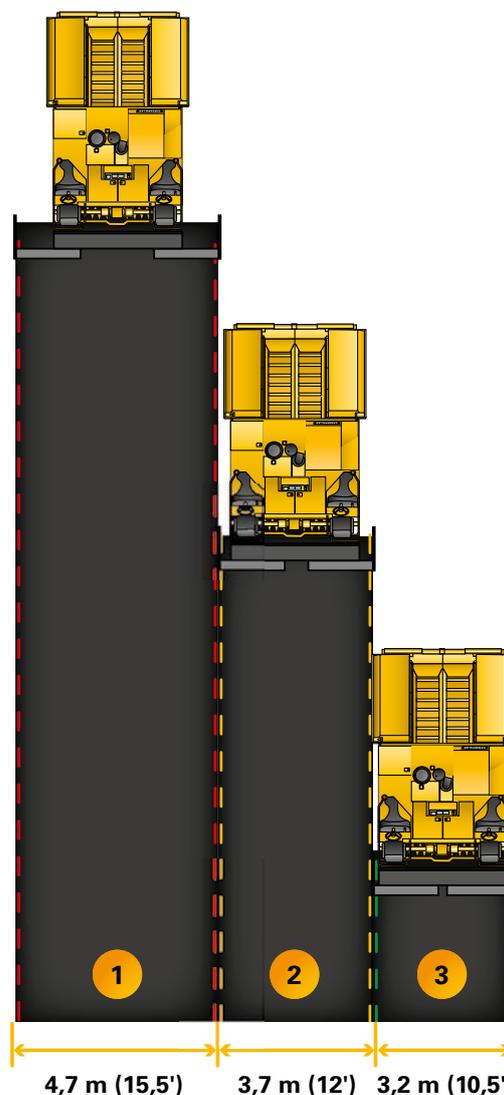
$$\frac{400 \text{ T}}{40\%} = 160 \text{ toneladas métricas (176 toneladas)/hora}$$

Pavimentadora 2:

$$\frac{400 \text{ T}}{32\%} = 128 \text{ toneladas métricas (140 toneladas)/hora}$$

Pavimentadora 3:

$$\frac{400 \text{ T}}{28\%} = 112 \text{ toneladas métricas (124 toneladas)/hora}$$



velocidad de pavimentación: 3,7 m (12')/min.
 profundidad de pavimentación: 75 mm (3")

APLICACIONES

Paving Production Calculator se puede usar para confirmar que cada pavimentadora estará funcionando a la misma velocidad según el tonelaje

por hora asignado. Prevea el uso de vehículos de traslado de material y que el índice de eficiencia será del 95 %.

PAVIMENTADORA UNO

Conducción de camión	Información general	Unidades imperiales	Unidades métricas
Velocidad de la pavimentadora	Esesor de pavimentación:	[2,95] in	[75,0] mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[15,42] pies	[4,7] metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[140] lb/ff ³	[2243] kg/m ³
Producción	Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado		
Inclinación transversal	Índice de producción de la planta caliente:	[176] toneladas/hora	[160] toneladas métricas/hora
Espesor	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[11,1] ft/min	[3,39] m/min
Resumen del trabajo	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[11,7] ft/min	[3,56] m/min
Información legal	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[12,2] ft/min	[3,73] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[12,8] ft/min	[3,90] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[13,3] ft/min	[4,07] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[13,9] ft/min	[4,24] m/min
Salir	Velocidad de pavimentación efectiva:	[11,1] ft/min	[3,39] m/min

La velocidad de pavimentación real de la pavimentadora uno es de 3,6 m (12') por minuto con un índice de eficiencia del 95 por ciento.

PAVIMENTADORA DOS

Conducción de camión	Información general	Unidades imperiales	Unidades métricas
Velocidad de la pavimentadora	Esesor de pavimentación:	[2,95] in	[75,0] mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[12,14] pies	[3,7] metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[140] lb/ff ³	[2243] kg/m ³
Producción	Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado		
Inclinación transversal	Índice de producción de la planta caliente:	[141] toneladas/hora	[128] toneladas métricas/hora
Espesor	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[11,2] ft/min	[3,42] m/min
Resumen del trabajo	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[11,8] ft/min	[3,59] m/min
Información legal	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[12,3] ft/min	[3,76] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[12,9] ft/min	[3,93] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[13,4] ft/min	[4,10] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[14,0] ft/min	[4,28] m/min
Salir	Velocidad de pavimentación efectiva:	[11,2] ft/min	[3,42] m/min

La pavimentadora dos también funciona a 3,7 metros (12') por minuto. Tenga en cuenta que el tonelaje por hora es menor que el

de la pavimentadora uno y que el ancho de pavimentación también es menor que el de la pavimentadora uno.

PAVIMENTADORA TRES

Conducción de camión	Información general	<i>Unidades imperiales</i>	<i>Unidades métricas</i>
Velocidad de la pavimentadora	Esesor de pavimentación:	[2,95] in	[75,0] mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[10,50] pies	[3,2] metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[140] lb/ft ²	[2243] kg/m ²
Producción	Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado		
Inclinación transversal	Índice de producción de la planta caliente:	[123] toneladas/hora	[128] toneladas métricas/hora
Espesor	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[11,3] ft/min	[3,45] m/min
Resumen del trabajo	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[11,9] ft/min	[3,62] m/min
Información legal	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[12,4] ft/min	[3,80] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[13,0] ft/min	[3,97] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[13,6] ft/min	[4,14] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[14,1] ft/min	[4,31] m/min
Salir	Velocidad de pavimentación efectiva:	[11,3] ft/min	[3,45] m/min

El cálculo de velocidad de pavimentación de la pavimentadora tres confirma que las tres pavimentadoras están en equilibrio, cada una con su propio índice de producción según el ancho de su pasada.

Las guías de los camiones del proyecto son responsables de dirigir las unidades de transporte hacia las pavimentadoras y vehículos de traslado adecuados. En algunos casos, un vehículo de traslado puede abastecer a dos pavimentadoras. El uso de un vehículo de traslado para abastecer a dos pavimentadoras implica cierta coordinación, pero si las pavimentadoras tienen grandes inserciones de tolva y velocidades de pavimentación inferiores a los 6 m (20') por minuto, se puede hacer sin detener las pavimentadoras.

La siguiente capa requerirá nuevos cálculos.

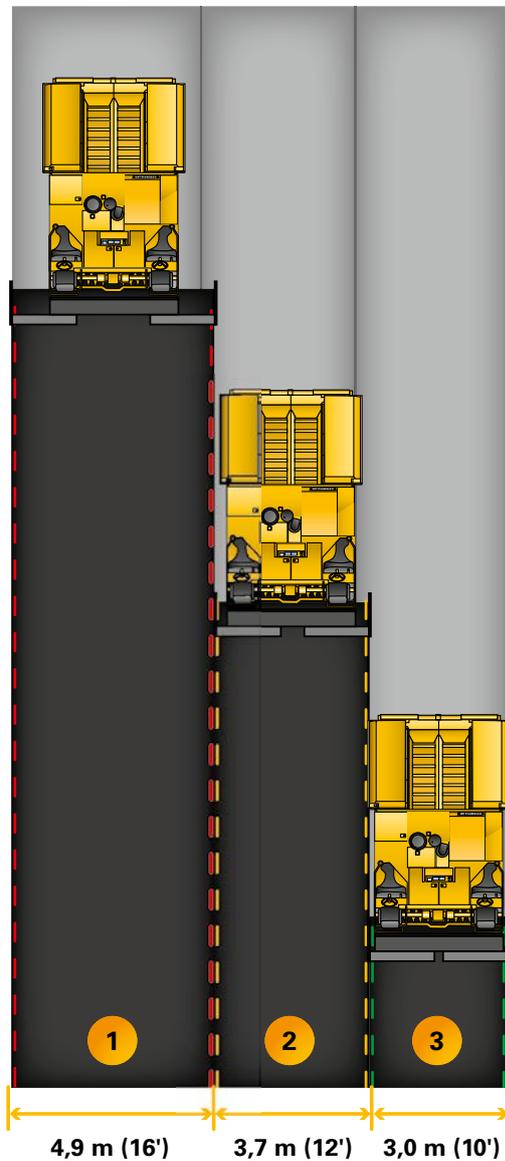
Se necesitan nuevos cálculos por dos razones. En primer lugar, la profundidad de pavimentación de esta capa se redujo a 50 mm (2"). En segundo lugar, el ancho de dos de las pasadas también se modificó. La pasada del extremo izquierdo es ligeramente más ancha, tiene 4,9 metros (16') de ancho. El cambio del ancho de la pasada se hace para evitar la alineación de las juntas longitudinales directamente una sobre la otra. Las juntas longitudinales siempre se deben escalonar, o desplazar para ayudar a evitar la penetración de humedad a través de las juntas.

La pasada del centro continúa siendo de 3,7 metros (12') de ancho, pero ahora está desplazada 15 cm (6") hacia la derecha en comparación con la capa inferior.

La pasada derecha ahora se redujo a 3 m (10'). Estos son los anchos finales de los carriles de conducción y banquetas.

Desplace las juntas longitudinales de manera alternada en cada capa. El desplazamiento normalmente se hace de 15 cm a 30 cm (6" a 12"). Normalmente, se debe elegir el desplazamiento más pequeño si hay un cambio en la inclinación transversal en la junta longitudinal. El desplazamiento más pequeño crea un cambio más pequeño en el espesor debido a los cambios en la inclinación transversal.

Haga los mismos cálculos para determinar la velocidad de pavimentación para el espesor de la nueva capa y el ancho de las pasadas. Prevea el mismo índice de producción por hora de las plantas abastecedoras de material.



velocidad de pavimentación: 5 m (16,5')/min
 profundidad de pavimentación: 50 mm (2")

SEGUNDA CAPA

Pavimentadora 1: 4,9 m (16')

Pavimentadora 2: 3,7 m (12')

Pavimentadora 3: 3,0 m (10')

Ancho total: 11,6 m (38')

Ahora divida el ancho total por el ancho de cada pasada. El resultado será el porcentaje de producción por hora de cada pavimentadora.

$$\text{Pavimentadora 1: } \frac{4,9 \text{ m (16')}}{11,6 \text{ m (38')}} = 40\%$$

$$\text{Pavimentadora 2: } \frac{3,7 \text{ m (12')}}{11,6 \text{ m (38')}} = 32\%$$

$$\text{Pavimentadora 3: } \frac{3,0 \text{ m (10')}}{11,6 \text{ m (38')}} = 26\%$$

Finalmente, divida el índice de producción por hora por el porcentaje de cada pavimentadora. Esto proporcionará el índice de producción por hora en toneladas para cada pavimentadora.

Pavimentadora 1:

$$\frac{400 \text{ T}}{42\%} = 168 \text{ toneladas métricas (185 toneladas)/hora}$$

Pavimentadora 2:

$$\frac{400 \text{ T}}{32\%} = 128 \text{ toneladas métricas (140 toneladas)/hora}$$

Pavimentadora 3:

$$\frac{400 \text{ T}}{26\%} = 104 \text{ toneladas métricas (115 toneladas)/hora}$$

Paving Production Calculator ahora se puede usar para calcular la velocidad de pavimentación que equilibrará las tres pavimentadoras del proyecto. Nuevamente, prevea el uso de vehículos de traslado de material y que el índice de eficiencia será del 95 por ciento.

PAVIMENTADORA UNO

Conducción de camión	Información general	<i>Unidades imperiales</i>	<i>Unidades métricas</i>
Velocidad de la pavimentadora	Esesor de pavimentación:	[2,00] in	[50,8] mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[16,00] pies	[4,877] metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[140] lb/ft ²	[2243] kg/m ²
Producción	Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado		
Inclinación transversal	Índice de producción de la planta caliente:	[185] toneladas/hora	[168] toneladas métricas/hora
Espesor	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[16,5] ft/min	[5,03] m/min
Resumen del trabajo	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[17,3] ft/min	[5,28] m/min
Información legal	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[18,2] ft/min	[5,53] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[19,0] ft/min	[5,78] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[19,8] ft/min	[6,04] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[20,6] ft/min	[6,29] m/min
Salir	Velocidad de pavimentación efectiva:	[16,5] ft/min	[5,03] m/min

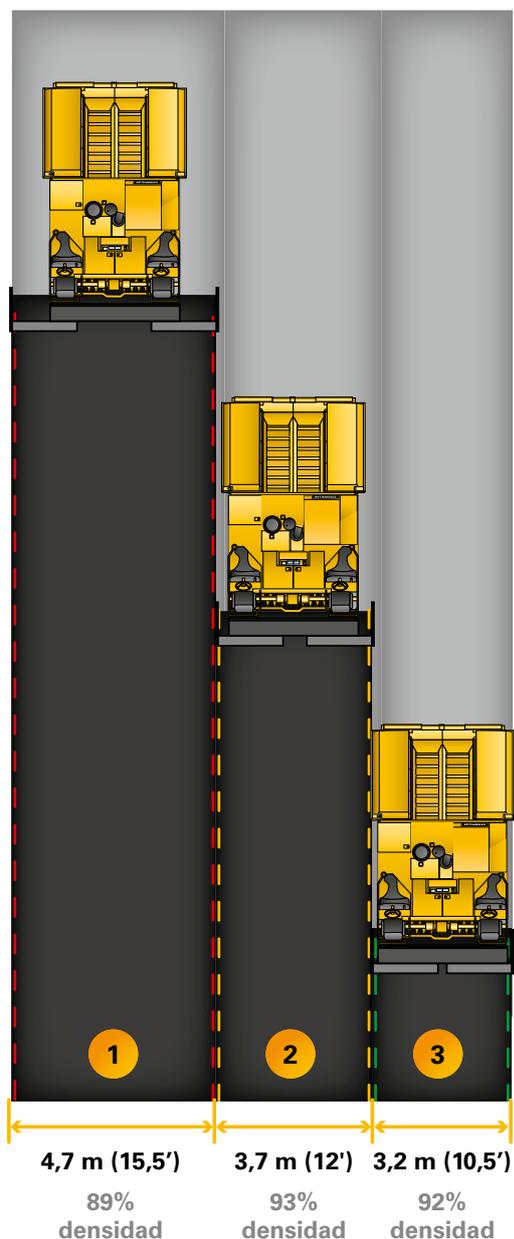
Cada pavimentadora pavimentará apenas por encima de 5 m (16,5') por minuto. Hay otra consideración involucrada en la pavimentación escalonada. En algunos casos, las velocidades de pavimentación pueden verse afectadas por la densidad de la capa detrás de cada pavimentadora.

TERCERA CAPA

En el ejemplo que se muestra aquí, hay tres pavimentadoras equipadas con reglas vibratorias y tamper. Una especificación de control de calidad de este proyecto requiere que esta capa tenga una densidad del 92 por ciento detrás de la regla. Con un funcionamiento de 5 m (16,5') por minuto, las dos pavimentadoras que completan la pasada central y la derecha cumplen esta especificación. Con un funcionamiento de 5 m (16,5') por minuto, la pavimentadora que circula por el lado izquierdo de la carretera está generando solo el 89 por ciento de la densidad de la capa bituminosa.

El personal ajustó hacia arriba la frecuencia de tamper hasta su capacidad máxima, pero la regla continúa sin generar la densidad requerida. En esta situación, hay dos posibles soluciones. En primer lugar, si hay otra pavimentadora disponible, reemplace la pavimentadora que no esté generando los resultados especificados. Quizás, la base de la barra tamper está muy desgastada y la regla necesita reparación o reconstrucción. En segundo lugar, reduzca la velocidad de la pavimentadora hasta que la densidad alcance el nivel requerido.

La velocidad de la pavimentadora menos productiva debe ser la velocidad de todas las pavimentadoras. Cuando se pavimente de manera escalonada, las pavimentadoras deben mantenerse juntas.



**velocidad de pavimentación: 5 m (16,5')/min.
profundidad de pavimentación: 50 mm (2")**

Consejo para el usuario: Cuando se pavimente de manera escalonada, una o más pavimentadoras deberán equiparar la altura de una junta longitudinal. Hay dos factores que deben controlarse. Uno es la altura del patín de la compuerta trasera. Tenga cuidado de no aplicar demasiada presión hacia abajo en el patín. El patín puede dejar una marca en el material bituminoso caliente sin compactar. En segundo lugar, asegúrese de que los operadores del compactador tengan instrucciones claras con respecto a cuándo compactar la junta longitudinal. Cuando la pavimentadora trasera esté usando el área cercana al borde de la junta como referencia para el sensor de nivelación, los compactadores no pueden pasar el rodillo por el borde antes de que la pavimentadora trasera complete la equiparación de altura.

[**PROCEDIMIENTOS DE INTERCAMBIOS DE CAMIÓN.]**

Los procedimientos de intercambio de camión pueden afectar la calidad de la capa bituminosa que el personal está distribuyendo. Los conductores de las unidades de transporte se deben considerar parte del equipo de pavimentación. Los conductores necesitan recibir capacitación e instrucciones claras con respecto a sus roles en el proyecto.



Los conductores de camiones deben estar atentos a las instrucciones mientras descargan el material.

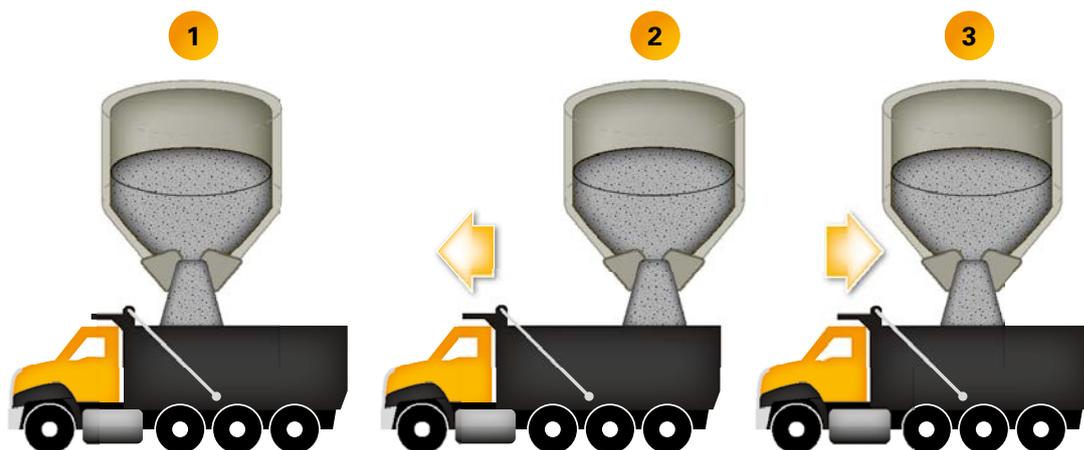
Responsabilidades de los conductores de camiones

- Cubrir la plataforma del camión con un agente de desmoldeo aprobado.
- Seguir los procedimientos de carga.
- Cubrir la carga.
- Conducir por la ruta aprobada.
- Cargar donde se indique.
- Detenerse cerca de la pavimentadora o el dispositivo de traslado.
- Mantener una ligera presión de frenado.
- Estar atento a las instrucciones de descarga del material y seguirlas.
- Descargar donde se indique.

Evitar la acumulación de material en la plataforma del camión es una de las responsabilidades del conductor. La mayoría de las plantas de asfalto tienen una plataforma ubicada cerca del área de carga donde los conductores de camiones pueden aplicar el agente de desmoldeo. Mientras la película del agente de desmoldeo se deteriora, el material comienza a adherirse a la plataforma. Eventualmente, estas aglomeraciones se desprenden y contaminan la carga.



Las plataformas de camiones requieren la aplicación periódica del agente de desmoldeo aprobado.



El conductor sigue las instrucciones de carga en la planta.

Los conductores de camiones son responsables de obedecer todas las instrucciones de carga en la planta de asfalto. Es posible que haya luces o señales que indiquen a los conductores que reubiquen los camiones para las diferentes descargas de los silos de almacenamiento. Una vez que las plataformas de los camiones están llenas, los conductores reciben comprobantes de carga del operador de la balanza.

En la mayoría de las áreas, la carga se debe cubrir, no solo para conservar el calor, sino también para evitar que los agregados se derramen sobre la carretera.

Cada conductor debe recibir indicaciones para conducir en una ruta aprobada hasta el lugar de trabajo. El gerente o superintendente del proyecto determina la ruta según el tráfico y el peso de la carga. Es responsabilidad del conductor mantenerse en esa ruta y no detenerse, a menos que se trate de una emergencia. Los camiones deben llegar al proyecto en intervalos coherentes con la carga en la planta y las condiciones del tráfico.

Según el tipo de proyecto, es posible que las unidades de transporte deban estacionar temporalmente en una zona de montaje. En este momento, cada conductor de camión debe

estar atento a las instrucciones del personal. Los conductores y los miembros del personal deben contar con una serie de señales acordadas que indiquen las acciones de los conductores.

El conductor debe observar al operador de la pavimentadora o al guía del camión para retroceder la unidad de transporte hasta la parte frontal de la pavimentadora. Ante la señal del operador o guía del camión, el conductor detiene el camión cerca de los rodillos de empuje. Nunca retroceda hasta los rodillos de empuje. Si el camión choca con la pavimentadora, la regla se empujará hacia atrás y hacia abajo, y dejará una incisión en la capa fresca.



El camión siempre se detiene cerca de los rodillos de empuje.

A medida que la pavimentadora avanza y toca los neumáticos traseros del camión, el conductor debe aplicar una ligera presión de frenado para evitar que el camión se aleje de la pavimentadora. Un enganche de camión hidráulico opcional ofrece una conexión positiva entre el camión y la pavimentadora.



Un enganche de camión ofrece una conexión positiva entre la unidad de transporte y la pavimentadora.

Como regla general, los camiones se deben alinear en el centro de la tolva para facilitar la conducción en línea recta al operador de la pavimentadora. Sin embargo, hay ocasiones en las que los camiones se deben alinear fuera del centro. Por ejemplo, cuando se pavimenta a través de una superelevación (consulte la imagen adyacente), el personal debe compensar una inclinación transversal más grande de lo normal en un lado de la pavimentadora. Los camiones siempre se debe desplazar cerca del borde de la tolva que está alineada con el lado alto de la superficie inclinada. La gravedad moverá el material de los camiones hacia el lado bajo de la tolva. El transportador del lado bajo se mantiene lleno mientras que el transportador del lado alto se queda vacío. El operador de la pavimentadora debe detener la pavimentadora para evitar quedarse sin material en la cámara del sinfín. Cuando los camiones se apartan, habrá un derrame delante de la pavimentadora en el lado bajo. En dicha situación, la alineación de los camiones con el lado alto eliminará o minimizará el derrame.



La alineación incorrecta de camiones conduce a derrames de la tolva.

El conductor del camión eleva la plataforma para dividir la carga y comenzar a abastecer la tolva de la pavimentadora. El material debe fluir hacia la tolva como un depósito de compensación, no como una carga lenta de material. Un traslado lento del material tiende a ocasionar segregación, especialmente si el material tiene agregados de 19 mm (0,75") o más.

Cuando la plataforma está vacía, el operador de la pavimentadora o el guía del camión indica al conductor del camión que se aparte de la parte frontal de la pavimentadora.



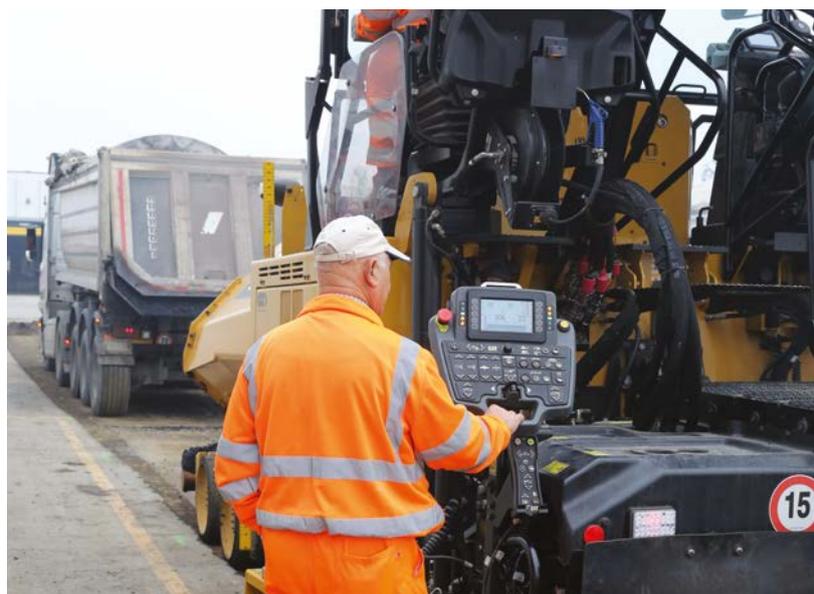
Divida la carga y espere la indicación de elevar la plataforma.

Con frecuencia, queda material en la boca de descarga de la plataforma del camión, y en ocasiones queda un poco de material en la plataforma del camión. Limpie este material en un lugar aprobado del proyecto. La limpieza del camión no se debe hacer delante de la pavimentadora. El material que se arroja al suelo cuando se limpia delante de la pavimentadora se debe eliminar. Nunca pavimente sobre derrames en el suelo o pilas dejadas después de la limpieza de los camiones. El proceso de limpieza lleva tiempo e interrumpe la producción. Siempre es recomendable enviar los camiones a un lugar aprobado para la limpieza.



La limpieza del camión no debe hacerse delante de la pavimentadora.

Cuando maneje la pavimentadora durante un intercambio de camión, la primera opción es continuar pavimentando a una velocidad normal mientras se aparta el camión vacío. El operador, quizás con la ayuda del guía del camión, debe monitorear el nivel de material de la tolva. A medida que disminuye el nivel de la tolva, el operador de la pavimentadora puede comenzar a elevar lentamente las alas de la tolva para combinar el material de los lados de la tolva con el material del centro de la tolva. El personal necesita asegurarse de que el material no se derrame delante de la tolva sobre el vertebrales mientras se pliegan las alas de la tolva.



La pavimentadora continúa pavimentando con una velocidad normal mientras el camión vacío se aparta.

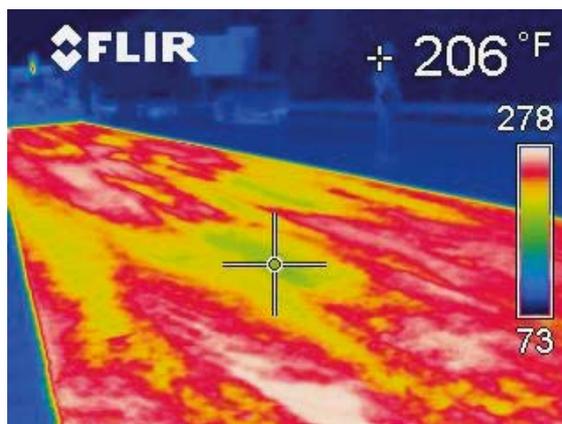
Nota para el usuario: Cuando indique la descarga de los camiones en la pavimentadora, una plataforma frontal plegable puede ayudar a reducir los derrames y eliminar los costosos esfuerzos de limpieza.

Cuando el nivel del material haya bajado en la tolva, pero los transportadores están todavía llenos, detenga la pavimentadora y espere que el siguiente camión se ubique en su posición. Si la pavimentación continúa entre los camiones, hay un riesgo de quedarse sin material en la tolva y en la cámara del sinfín delante de la regla. Recuerde, mantener la cabeza de material correcta en la cámara del sinfín es un principio básico de la pavimentación. El incumplimiento de dicho principio básico es un gran error. La regla comenzará a desplazarse hacia atrás, a medida que la cabeza de material disminuya. Cuando se vuelva a llenar la cámara del sinfín, la regla comenzará a ascender. Este procedimiento crea protuberancias en la capa debido al flujo inconsistente de material.



Deje de pavimentar con los transportadores izquierdo y derecho todavía llenos de material.

La aspereza ocasionada por quedarse con poco material se acentuará si las alas de la tolva se pliegan cuando hay poco material en la tolva. La mezcla fría que se haya acumulado en los lados de la tolva se trasladará hacia los transportadores sin combinarse con material caliente. El material frío no se compacta de la misma manera que el material caliente. El posible resultado no solo será una zona de baja densidad y grandes vacíos de aire, sino que además la superficie será más áspera debido a la variación de compactación ocasionada por la diferencia de temperatura.



El plegado de las alas de la tolva cuando esta tiene poco material puede crear puntos fríos en la capa bituminosa.

Consejo para el usuario: Nunca accione las alas de la tolva en las últimas etapas del proceso de intercambio de camión cuando la tolva está casi vacía.

Puede haber ocasiones en las que las alas de la tolva no se deban accionar durante los intercambios de camión, ya sea porque hay una especificación escrita que prohíbe el accionamiento de las alas de la tolva o debido a problemas de calidad. Por ejemplo, cuando distribuya material bituminoso con agregados grandes (19 mm/0,75" o más), hay una tendencia de estos grandes agregados de segregarse y rodar hacia los bordes externos de la tolva. Cuando se pliegan las alas de la tolva, este material segregado tiende a atravesar el sistema de alimentación como una masa y se muestra en la capa bituminosa como una mancha de agregados grandes. La segregación en forma de mancha muestra un patrón durante los intercambios de camión y generalmente se conoce como segregación del final de la carga. (En la unidad 8 se analizan las causas de segregación y las soluciones).



Es muy recomendable no accionar las alas de la tolva en ciertos proyectos.

En situaciones en las que las alas de la tolva no se deban plegar, esté atento a la acumulación de material a los lados y cerca de la parte frontal de la tolva. Una gran cantidad de material puede evitar que la compuerta trasera se abra. La falta de material fresco puede hacer que los transportadores se queden vacíos, lo que disminuye la cabeza de material de la cámara del sinfín. Este material extra en la parte frontal de la tolva también puede ocasionar un derrame directamente asociado con el bastidor de la pavimentadora o el sensor de nivelación longitudinal si este está ubicado cerca del lado de la pavimentadora. Periódicamente quite el exceso de material de la parte frontal de la tolva para evitar derrames y para facilitar la descarga de material de los camiones.



Las acumulaciones de material a los lados de la tolva pueden interferir con la compuerta trasera del camión.

En muchas situaciones, el operador de la pavimentadora debe detener la pavimentadora para esperar una nueva carga de material. Según el tipo de mezcla, el peso de la regla y la duración de la detención de la pavimentadora, la marca producida por el asentamiento de la regla puede ser tan profunda que el compactador de la fase inicial no puede quitarla con el rodillo. Una marca de asentamiento profunda será un indicio de que el operador debe accionar el sistema de contrapeso de la regla o el bloqueo de bajada de la regla.

Caterpillar no recomienda la reducción de la velocidad de pavimentación normal durante los intercambios de camión como medio para evitar las detenciones de la pavimentadora. Recuerde, cuando el operador reduce la velocidad de pavimentación, la regla tiende a elevarse. El sistema de control de nivelación longitudinal, si se usa en modo automático, detectará el movimiento de la regla y hará que esta se mueva hacia abajo y hacia atrás. Si se cambia la velocidad de pavimentación para evitar quedarse sin mezcla durante un intercambio de camión, se puede producir una serie de protuberancias u ondas.



La detención de la pavimentadora durante los intercambios de camión puede producir una marca de asentamiento de la regla.

La velocidad de pavimentación se debe calcular según la producción por hora de la planta, el ancho y la profundidad de pavimentación. Calcule una velocidad que compense las detenciones de la pavimentadora durante los intercambios de camión.

CALCULADORA DE VELOCIDAD DE LA PAVIMENTADORA

Conducción de camión	Información general	Unidades imperiales	Unidades métricas
Velocidad de la pavimentadora	Espesor de pavimentación:	[2,95] in	[75,0] mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[15,00] pies	[4,572] metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[140] lb/ff ²	[2243] kg/m ²
Producción	Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado		
Inclinación transversal	Índice de producción de la planta caliente:	[220] toneladas/hora	[200] toneladas métricas/hora
Espesor	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[14,2] ft/min	[4,33] m/min
Resumen del trabajo	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[14,9] ft/min	[4,55] m/min
Información legal	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[15,6] ft/min	[4,76] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[16,3] ft/min	[4,98] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[17,0] ft/min	[5,20] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[17,8] ft/min	[5,41] m/min
Salir	Velocidad de pavimentación efectiva:	[14,2] ft/min	[4,33] m/min

La velocidad de pavimentación calculada se basa en el factor de eficiencia que considera cómo se traslada el material del camión a la pavimentadora.

Cuando el material se traslada directamente de la unidad de transporte a la pavimentadora, el índice de eficiencia debe dar cuenta de la duración de la detención de la pavimentadora durante los intercambios de camión. En cualquier proyecto que tenga principalmente pasadas de pavimentación largas e ininterrumpidas, apunte a una eficiencia de al menos el 75 por ciento.

Prevea que el índice de producción sea de 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora. El ancho de pavimentación es de 4,6 m (15'). El espesor de pavimentación es de 75 mm (3"). En ese ejemplo, la velocidad de pavimentación real será de aproximadamente 5,5 m/minuto (18"/minuto) con un factor de eficiencia del 75 %. A medida que aumenta la eficiencia de pavimentación, la velocidad de pavimentación real

disminuye hasta que se alcanza la eficiencia del 100 por ciento o la pavimentación ininterrumpida. En este ejemplo, la pavimentación continua de 4,3 m/minuto (14"/minuto) consumiría 200 toneladas métricas (220 toneladas) en una hora.

La pavimentación continua sin un dispositivo de traslado de material generalmente no es posible debido a la capacidad de almacenamiento limitada de la tolva de la pavimentadora. Aun así, se pueden hacer algunos cálculos para determinar si es posible pavimentar a una velocidad de pavimentación normal sin un dispositivo de traslado. Prevea, para hacer el cálculo, que haya 7 toneladas métricas (7,7 toneladas) disponibles en la tolva y en los transportadores que se puedan consumir antes de que se vacíen los transportadores.

CALCULADORA DE PRODUCCIÓN

Conducción de camión			
Velocidad de la pavimentadora			
Compactación			
Hilera			
Producción			
Inclinación transversal			
Espesor			
Resumen del trabajo			
Información legal			
Salir			

Información general	Unidades imperiales	Unidades métricas
Espesor de pavimentación:	[3,00] in	[76,2] mm
Ancho de pavimentación:	[15,00] pies	[4,572] metros
Densidad del material sin compactar:	[140] lb/ft ³	[2243] kg/m ³
Capacidad del camión o tonelaje total:	[7,7] toneladas	[7,0] toneladas métricas
Longitud de la capa a una producción del 100 %:	[29,33] pies	[9] metros
Longitud real de la capa producida:	[29,53] pies	[9] metros
% de producción de una carga de camión o tonelaje determinado:	[101]	

Espesor:	[3,00] in	[76,2] mm
Longitud de la capa producida:	[29,53] pies	[9] metros
Ancho:	[15,00] pies	[4,572] metros

El cálculo de producción muestra la distancia de pavimentación para una determinada cantidad de toneladas métricas.

La parte de la calculadora de producción de Paving Production Calculator muestra que 7 toneladas métricas (7,7 toneladas) que se supone están disponibles en la tolva permitirán a la pavimentadora aplicar 9 m (29') de material en el ancho y profundidad de este ejemplo. La velocidad de pavimentación calculada con una eficiencia del 100 por ciento es de 4,3 m/minuto

(14"/minuto). Por lo tanto, hay aproximadamente dos minutos disponibles antes de que la tolva y los transportadores se queden sin material. Si se puede retirar el camión vacío y ubicar otro camión en menos de dos minutos, generalmente la pavimentadora podrá continuar la pavimentación a la velocidad normal sin detenerse.

En la mayoría de los casos, la pavimentadora no puede pavimentar de manera continua entre camiones sin quedarse sin material. Para pavimentar sin detenciones ni reducciones de velocidad entre camiones, se deberá reducir la velocidad de pavimentación. Esto significa la reducción de la producción por hora.

[VEHÍCULOS DE TRASLADO DE MATERIAL]

El uso de un vehículo de traslado de material autopropulsado para abastecer a la pavimentadora permite pavimentar a una velocidad de pavimentación normal sin detenciones. Distintos tipos de vehículos de traslado de material tienen diferentes capacidades de almacenamiento. Algunos vehículos de traslado de material incluyen tecnología de mezcla. En otros casos, la mezcla se produce en la inserción de la tolva incluida en el vehículo de traslado.

Algunos departamentos de obras públicas tienen especificaciones técnicas escritas que describen el tipo de vehículo de traslado de material que se debe usar en determinados proyectos. Cuando considere el uso de cualquier dispositivo de traslado de material, consulte las especificaciones y reglamentaciones locales.

Los dispositivos de traslado de material vienen en diferentes formas y tamaños, pero

tienen una función en común. Pueden separar completamente la unidad de transporte de la pavimentadora. Por lo tanto, el operador de la pavimentadora ya no depende del volumen del material que haya en la tolva para determinar la longitud que se pavimentará entre camiones. Cada vehículo de traslado de material tiene una capacidad de almacenamiento especificada, y frecuentemente se coloca una inserción de la tolva en la pavimentadora. Los vehículos de traslado pequeños tienen una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 11 toneladas métricas (12 toneladas). Las inserciones de la tolva varían en capacidad entre aproximadamente 12 toneladas métricas (13 toneladas) y 16 toneladas métricas (18 toneladas). En función de un vehículo de traslado pequeño completamente cargado y una inserción de tolva llena, puede haber hasta 27 toneladas métricas (30 toneladas) disponibles para una pavimentación continua entre camiones.



Un vehículo de traslado de material no toma contacto con la pavimentadora ya que traslada el material de la unidad de transporte.

CALCULADORA DE PRODUCCIÓN

Conducción de camión
Velocidad de la pavimentadora
Compactación
Hilera
Producción
Inclinación transversal
Espesor
Resumen del trabajo
Información legal

Información general

Espesor de pavimentación:

Unidades imperiales

Unidades métricas

[3,00] in

[76,2] mm

Ancho de pavimentación:

[15,00] pies

[4,572] metros

Densidad del material sin compactar:

[140] lb/ft³

[2243] kg/m³

Capacidad del camión o tonelaje total:

[30,0] toneladas

[27,2] toneladas métricas

Longitud de la capa a una producción del 100 %:

[114,29] pies

[35] metros

Longitud real de la capa producida:

[115] pies

[35,05] metros

% de producción de una carga de camión o tonelaje determinado:

[101]

Salir

Espesor:

[3,00] in

[76,2] mm

Longitud de la capa producida:

[115] pies

[35,05] metros

Ancho:

[15,00] pies

[4,572] metros

Cálculo de producción que indica la distancia de pavimentación con mayor capacidad de almacenamiento.

La mayor capacidad de almacenamiento del vehículo de traslado de material y la inserción de la tolva aumenta la distancia que se puede pavimentar antes de que se vacíe la pavimentadora. Prevea que la velocidad de pavimentación calculada sea de 4,3 m/minuto (14"/minuto) con una eficiencia del 100 por ciento. Debido a que la distancia

de pavimentación para 27 toneladas métricas (30 toneladas) es de 35 m (114"), el tiempo disponible para pavimentar entre camiones es de alrededor de ocho minutos. Compare ese tiempo con los aproximadamente dos minutos disponibles cuando se descarga directamente del camión a la pavimentadora.



Los vehículos de traslado de material más grandes tienen mayor capacidad de almacenamiento.

Los vehículos de traslado de material más grandes pueden llevar y almacenar más material. Un vehículo de traslado de material con una capacidad de almacenamiento de 23 toneladas

métricas (25 toneladas) en combinación con la inserción grande de la tolva tiene aproximadamente 40 toneladas métricas (44 toneladas) de material disponible entre camiones.

CALCULADORA DE PRODUCCIÓN

Conducción de camión	Información general		<i>Unidades imperiales</i>	<i>Unidades métricas</i>	
Velocidad de la pavimentadora	Espesor de pavimentación:	[3,00]	in	[76,2]	mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[15,00]	pies	[4,572]	metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[140]	lb/ft ³	[2243]	kg/m ³
Producción	Capacidad del camión o tonelaje total:	[44,0]	toneladas	[39,9]	toneladas métricas
Inclinación transversal	Longitud de la capa a una producción del 100 %:	[167,62]	pies	[51]	metros
Espesor	Longitud real de la capa producida:	[167,00]	pies	[50,90]	metros
Resumen del trabajo	% de producción de una carga de camión o tonelaje determinado:	[100]			
Información legal	Espesor:	[3,00]	in	[76,2]	mm
Salir	Longitud de la capa producida:	[167,00]	pies	[50,90]	metros
	Ancho:	[15,00]	pies	[4,572]	metros

Cálculo de producción que muestra la distancia de pavimentación con aun más capacidad de almacenamiento.

La mayor capacidad de almacenamiento proporcionada por el vehículo de traslado de material más grande y la inserción de la tolva aumenta la distancia que se puede pavimentar antes de que la pavimentadora se vacíe. Nuevamente, prevea que la velocidad de pavimentación calculada sea de 4,3 m/minuto (14"/minuto) con una eficiencia del 100 por ciento. Debido a que la distancia de pavimentación para 40 toneladas métricas (44 toneladas) es de 51 m (167'), el tiempo disponible para pavimentar entre camiones es de casi 12 minutos. Compare ese tiempo con los aproximadamente dos minutos disponibles cuando se descarga directamente del camión a la pavimentadora o los ocho minutos disponibles cuando se pavimente con un vehículo de traslado de material más pequeño.

Esta cantidad de tiempo de pavimentación entre camiones abre más posibilidades. Por ejemplo, es posible el abastecimiento de dos pavimentadoras que funcionan de manera escalonada (pavimentación gradual) con un vehículo de traslado de material. Esta aplicación requiere cierta coordinación pero personal experimentado utiliza este enfoque de manera regular.

La otra posibilidad es la reducción de la cantidad de camiones requeridos.

CALCULADORA DE CONDUCCIÓN DE CAMIÓN

Conducción de camión	Información general	<i>Unidades imperiales</i>	<i>Unidades métricas</i>
Velocidad de la pavimentadora	Índice de producción de la planta caliente:	[220] toneladas/hora	[200] toneladas métricas/hora
Compactación	Múltiples plantas de silos: Almacenamiento inicial	[0] toneladas	[0] toneladas métricas
Hilera	Horas de pavimentación:	[0,0] horas	[0,0] horas
Producción	Capacidad del camión (tamaño):	[24,3] toneladas netas	[22,0] toneladas métricas netas
Inclinación transversal	Duración de ciclos de transporte (minutos)		
Espesor	Hora y comprobante de carga:	[6]	
Resumen del trabajo	Lona:	[4]	
Información legal	Transporte hasta el trabajo:	[40]	
	Hora en el lugar:	[12]	
	Vertido/limpieza:	[10]	
	Transporte de regreso:	[40]	
Salir	Factor de ciclo de transporte (tiempo total en horas)	[1,9]	
	Cantidad de camiones necesarios:	[17,2]	

La cantidad de camiones necesarios para transportar 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora con un ciclo de 1,9 horas.

Considere estas condiciones del proyecto para solicitar camiones. La producción por hora es 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora. La carga promedio de una unidad de transporte es 22 toneladas métricas (24 toneladas). Se asignaron seis minutos para hacer una carga de un silo de almacenamiento y cuatro minutos para cubrir la carga. Es un viaje de 40 minutos de transporte hasta el proyecto y 40 minutos de regreso.

En el proyecto, prevea un promedio de 12 minutos de tiempo de espera para la descarga. Prevea 10 minutos para hacer la descarga en la tolva de la pavimentadora y limpiar la plataforma del camión antes de salir del lugar de trabajo. La duración total del ciclo es de 1,9 horas. Para proporcionar el índice de producción por hora en estas condiciones, se deben solicitar 18 camiones.

CALCULADORA DE CONDUCCIÓN DE CAMIÓN

Conducción de camión		Información general	Unidades imperiales	Unidades métricas
Velocidad de la pavimentadora		Índice de producción de la planta caliente:	[220] toneladas/hora	[200] toneladas métricas/hora
Compactación		Múltiples plantas de silos: Almacenamiento inicial	[0] toneladas	[0] toneladas métricas
Hilera		Horas de pavimentación:	[0,0] horas	[0,0] horas
Producción		Capacidad del camión (tamaño):	[24,3] toneladas netas	[22,0] toneladas métricas netas
Inclinación transversal		Duración de ciclos de transporte (minutos)		
Espesor		Hora y comprobante de carga:	[6]	
Resumen del trabajo		Lona:	[4]	
Información legal		Transporte hasta el trabajo:	[40]	
		Hora en el lugar:	[6]	
		Vertido/limpieza:	[5]	
		Transporte de regreso:	[40]	
Salir		Factor de ciclo de transporte (tiempo total en horas)	[1,7]	
		Cantidad de camiones necesarios:	[15,4]	

Cantidad de camiones necesarios para transportar 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora con un ciclo de 1,7 horas.

Si se agrega un vehículo de traslado de material al proyecto, la duración del ciclo se modificará. La producción por hora continúa siendo 200 toneladas métricas (220 toneladas) por hora. La carga promedio de una unidad de transporte se mantiene en 22 toneladas métricas (24 toneladas). Aún se pueden asignar seis minutos para la carga del silo de almacenamiento y cuatro minutos para cubrir la carga. Es un viaje de 40 minutos de transporte hasta el proyecto y 40 minutos de regreso. En el proyecto, debido a que los camiones

pueden hacer la descarga más rápidamente en el vehículo de traslado de material, el tiempo de espera y el tiempo de descarga se reducen considerablemente. Prevea un promedio de seis minutos de tiempo de espera para la descarga. Prevea cinco minutos para hacer la descarga en el vehículo de traslado del material y limpiar la plataforma del camión antes de salir del lugar de trabajo. La duración total del ciclo se reduce a 1,7 horas. Se necesitan solo 16 camiones para proporcionar la producción por hora en estas condiciones.

Estudios realizados por departamentos de obras públicas y universidades revelan que durante el proceso de traslado de material se produce la mezcla del material. La mezcla es beneficiosa para ayudar a volver a mezclar material que se haya segregado en la unidad de transporte. Se deben cumplir todas las prácticas recomendadas normales para evitar defectos en la capa, pero los vehículos de traslado con capacidad de mezcla producen capas bituminosas que han mejorado la apariencia visual. La capacidad de mezcla también ayuda a producir una capa con temperatura uniforme de extremo a extremo. Es común medir la temperatura de la superficie de la capa dentro de un rango de 10 °C (15 °F). Particularmente, las variaciones de temperatura asociadas con los intercambios de camión prácticamente desaparecen cuando se usan dispositivos de traslado en un proyecto.



La mezcla de material por parte del vehículo de traslado de material mejora el control de segregación, la uniformidad y la temperatura de la capa.

APLICACIONES

El personal debe tener algunas cosas en cuenta cuando use dispositivos de traslado de material y piezas de la tolva.

Se debe tener el mismo cuidado para hacer una descarga de la unidad de transporte a la tolva del vehículo de traslado de material que el que se tiene cuando se hace una descarga en la tolva de la pavimentadora. Si se produjera algún derrame, límpielo rápidamente. Preste especial atención a los derrames que estén directamente asociados con el bastidor de la pavimentadora o el recorrido de los sensores de nivelación longitudinal. Recuerde, la pavimentación sobre derrames nunca es una práctica recomendada.



El personal debe evitar derrames que se puedan producir delante de los vehículos de traslado de material.



Lleve las dos primeras cargas directamente a través del vehículo de traslado cuando este esté frío.

Al comienzo de un turno de pavimentación, no llene el vehículo de traslado de material hasta su máxima capacidad de almacenamiento, especialmente cuando la temperatura ambiente está por debajo de 15 °C (60 °C). El material bituminoso caliente se adhiere al metal frío. Hay una posibilidad de que el material comience a obstruir las zonas de descarga y reducir la cantidad de material que se está trasladando. Para evitar que el material se adhiera al metal frío, lleve las primeras dos o tres cargas del camión directamente a través del vehículo de traslado para calentar las superficies de metal.



Nunca use todo el material de la pieza de la tolva o el vehículo de traslado cuando paviemente.

Cuando el material bituminoso incluye agregados grandes, puede haber un poco de segregación en el compartimento de almacenamiento del vehículo de traslado de material o en la pieza de la tolva. Caterpillar recomienda que el nivel del material en el compartimento de almacenamiento del dispositivo de traslado o en la pieza de la tolva se mantenga al menos a un tercio de su capacidad total si el material tiene agregados de 19 mm (0,75") o más. Si se usa el material restante en el almacenamiento, es posible que esté compuesto principalmente por agregados grandes.

Al igual que la segregación se puede producir en la capa cuando las alas de la tolva se accionan sobre una tolva sin material, también aparecerán manchas de material segregado en la capa cuando una pieza de la tolva o vehículo de traslado se quede con poco material. Por ejemplo, si se necesita vaciar

el vehículo de traslado de material para aligerar la carga del vehículo cuando se cruce un puente, no use la última cantidad de material para pavimentar. Por el contrario, descargue el material en la unidad de transporte y recupere esa última carga de material más adelante.



La segregación en forma de mancha ocasionada por quedarse con poca cantidad de material en la inserción de la tolva.

[ELEVADORES DE HILERA]

Los elevadores de hilera fueron los primeros dispositivos de traslado de material. Todavía son muy usados en algunas áreas y son preferidos debido a que proporcionan los medios más económicos para crear una pavimentación continua a una velocidad constante.



Elevador de hilera de gran producción trasladando material a una pavimentadora con una pieza de la tolva.

Los elevadores de hilera se conectan directamente a la parte frontal de la pavimentadora. El material bituminoso se descarga de las unidades de transporte como una hilera sobre el suelo delante de la pavimentadora. Algunos elevadores de hilera tienen sinfines combinados que empujan el material hacia el centro del transportador de traslado. Las rejillas del transportador de traslado recogen el material de la hilera y lo depositan en el transportador. El material cae del extremo del transportador a la tolva. Para aumentar la capacidad de almacenamiento de la tolva de la pavimentadora, muchos miembros del personal instalan vierteaguas con correa de goma a través del frente de la tolva o una inserción de la tolva.

Hay una vertedera ajustable ubicada detrás de los sinfines combinados y el transportador de descarga. Configure la altura de la vertedera en 6 mm a 12 mm (0,25" a 0,50") sobre el suelo para evitar dejar material bituminoso en el suelo.

Las mismas pautas se aplican para mantener la tolva o la inserción de la tolva al menos a un tercio de su capacidad durante la pavimentación. Esto es especialmente importante si se pavimenta con una mezcla que tenga agregados de 19 mm (0,75") o más.

El tipo de unidad de transporte más usado para la pavimentación con hilera se conoce como “camión de descarga inferior”. Este tipo de camión puede ser una unidad individual o en tándem. La descarga se hace desde la parte inferior de la carrocería del camión.

Cuando no hay camiones de descarga inferior fácilmente disponibles, se han usado exitosamente camiones de descarga con aberturas de descarga modificadas y camiones de descarga inferior automática.

La habilidad del operador que está controlando la descarga del material para formar la hilera es fundamental en el proceso de pavimentación. Este operador, conocido como “hombre de descarga”, debe equilibrar el tamaño de la hilera con la demanda del material que pasa a través de la pavimentadora. En ocasiones se necesita un espacio en la hilera para evitar el llenado en exceso de la tolva o la inserción. En otras ocasiones, se necesita una superposición en la hilera de un camión a otro para suministrar material adicional. Los elevadores de hilera de gran producción con amplias aberturas de elevación facilitan el traslado de hozadas grandes, fuera del centro.



Se pueden usar distintos tipos de unidades de transporte para crear hozadas.

Para evitar la pérdida de calor en el material bituminoso, el personal debe administrar la longitud de la hilera de acuerdo con las condiciones ambientales. Por ejemplo, cuando la temperatura ambiente es inferior a 25 °C (80 °F), el personal puede limitar la longitud de la hilera a lo que un camión puede transportar. En los días calurosos, cuando hay pocos riesgos de pérdida de calor, la longitud de la hilera puede ser la longitud que dos camiones puedan transportar. Recuerde, cada vez

que se traslade material bituminoso caliente, se pierde un poco de calor. Para verificar la pérdida de calor, use una sonda para controlar la temperatura interior de la hilera tan pronto como sale de la unidad de transporte. Luego, vuelva a verificar la temperatura interior de la hilera justo antes de que el elevador de la hilera la levante. Si la pérdida de calor es superior a 5 °C (10 °F), acorte la longitud de la hilera para reducir el tiempo que se apoya en el suelo expuesto a las inclemencias del tiempo.



Cuando las condiciones de la temperatura ambiente lo permitan, puede haber una hilera larga delante de la pavimentadora.

[CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR)]

El concreto compactado con rodillo es un material ligado de forma hidráulica usado para pavimentos y otras aplicaciones. El material se aplica con equipos de pavimentación de asfalto, pero adquiere resistencia a través de la compactación con rodillos, además del curado químico que se asocia con el concreto de cemento Portland. Debido a la rápida adquisición de resistencia, el concreto compactado con rodillo se puede abrir al tráfico mucho antes que con pavimento de concreto convencional.

El concreto compactado con rodillo es un material que no se hunde y es fácil de transportar. Es más común usar camiones volquetes, si bien los camiones mezcladores también pueden llevar material al lugar de trabajo. Debido a que es compactada por un rodillo, la superficie es relativamente homogénea y densa. Es adecuada para aplicaciones industriales exigentes y para pavimentos de carreteras donde las cargas son pesadas pero las velocidades son bajas. En el caso de las carreteras de gran velocidad, la superficie de la capa compactada con rodillo está revestida con una o más capas bituminosas.

A continuación se detallan algunas de las principales aplicaciones del concreto compactado con rodillo:

- Zonas de estacionamiento comerciales.
- Estacionamiento y almacenamiento industrial.
- Zonas de traslado de desechos.
- Zonas de almacenamiento de contenedores.
- Terminal de camiones y mercancías.
- Aplicaciones donde la velocidad de construcción es esencial.
- Carreteras o banquetas urbanas y rurales de bajo volumen.
- Zonas de aterrizaje (con revestimiento bituminoso espeso).

Las pavimentadoras realizan la compactación inicial a través de reglas vibratorias o reglas que combinan energía de vibración y de tamper. Las reglas vibratorias generalmente desarrollan una densidad del 80 al 85 por ciento, mientras que las reglas combinadas desarrollan el 90 por ciento o más de la densidad del diseño. De cualquier manera, la compactación con rodillos es necesaria para alcanzar la densidad mínima estándar de hasta un 98 por ciento.



El concreto compactado con rodillo puede ser trasladado a la pavimentadora por un camión volquete o por un camión mezclador de cemento.



Generalmente las capas gruesas de concreto compactado con rodillo se aplican con reglas combinadas.

Las pavimentadoras equipadas con reglas vibratorias normalmente aplican capas de concreto compactado con rodillo a una profundidad máxima de 15 cm (6"). Si la profundidad del diseño es superior a los 15 cm (6"), se deben pavimentar múltiples capas.

Las pavimentadoras equipadas con reglas vibratorias y tamper pueden desarrollar una densidad adecuada mientras pavimentan capas de hasta 30 cm (12") de espesor.

Consejo para el usuario: Cuando se apliquen múltiples capas de concreto compactado con rodillo, aplique una segunda capa sobre la primera dentro de una hora para crear una unión adecuada entre las capas.

Consejo para el usuario: Cuando pavimente a una profundidad de 15 cm (6") o más del concreto compactado con rodillo, asegúrese de activar el sistema de contrapeso de la regla. Quitar un poco de peso de la regla ayudará a la regla a flotar cuando se pavimenten capas gruesas. Además, asegúrese de agregar un ángulo de ataque adicional a la regla principal. Gire los tornillos de espesor a ambos lados de la regla hacia su rango positivo para agregar un ángulo de ataque a la regla principal. Ajuste la presión del contrapeso y el ángulo de ataque hasta que la textura de la capa sea correcta en el espesor deseado.



Use el sistema de contrapeso de la regla para ayudar a la regla a que flote adecuadamente cuando aplica capas gruesas de concreto compactado con rodillo.

El concreto compactado con rodillo tiende a desplazarse lateralmente cuando se somete a fuerzas de compactación. Para evitar el desplazamiento lateral, intente evitar la construcción de bordes no delimitados. Si esa opción es poco factible, simplemente haga lo siguiente:

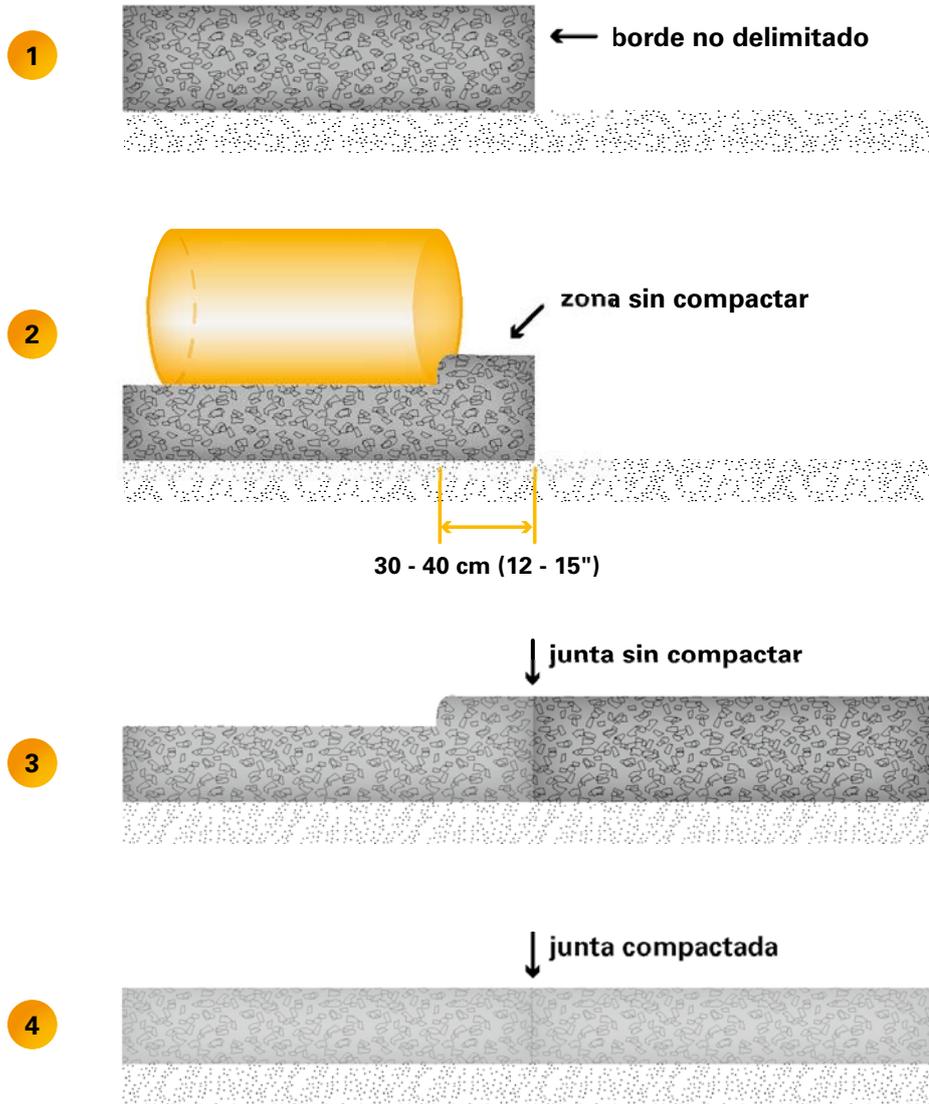
- Extienda el pavimento 30 a 45 cm (12 a 15") más allá del ancho del diseño y restrínjalo al material completamente compactado después de la compactación.
- Use una contención del borde temporal.

En general, el concreto compactado con rodillo se debe compactar dentro de una hora posterior a la mezcla. Sin embargo, en las juntas longitudinales, es aceptable demorar la compactación hasta una hora más cuando las capas adyacentes forman una junta longitudinal.



La compactación de las juntas longitudinales requiere un patrón especial.

SECUENCIA DE COMPACTACIÓN CON RODILLO DEL CONCRETO



Cuando sea posible, la compactación de los bordes no delimitados se demora hasta que se pavimente el carril adyacente.

El proceso de compactación puede comenzar tan pronto como se haya iniciado la primera capa de concreto compactado con rodillo. Los compactadores, sin embargo, deben mantenerse alejados del borde no delimitado que formará parte de la junta longitudinal.



Para evitar deformar el borde, manténgase a una distancia de 30 cm a 40 cm (12" a 15") del borde.

Durante la pasada de unión de las juntas, el personal de pavimentación usa el borde sin compactar de la capa previa como referencia de altura.

A medida que se está pavimentando la capa de unión, para comenzar la compactación, combine la junta longitudinal con la mitad del tambor a ambos lados. Según el tipo de material, la profundidad de la capa, la densidad desarrollada por la regla y la densidad final especificada, es posible que sea necesario comenzar con un compactador relativamente ligero y avanzar a compactadores vibratorios o neumáticos más pesados.



Combine la junta longitudinal cuando haga la primera pasada hacia adelante.

[BASE DE AGREGADOS PARA PAVIMENTACIÓN]

En algunos proyectos se prefiere el uso de una pavimentadora para aplicar la base de agregados o una base de agregados estabilizada, fabricada en la planta debido a la capacidad de la pavimentadora de proporcionar un control de profundidad y ancho precisos. Las pavimentadoras equipadas con reglas combinadas, vibratorias y tamper también desarrollan una densidad relativamente alta en comparación con los procedimientos de nivelación convencionales. La profundidad de la capa de agregados puede ser de hasta 30 cm (12") con modificaciones mínimas o sin modificaciones en los cilindros de elevación de la regla y los cilindros de elevación del sinfín. Según la especificación de densidad y la disponibilidad de equipos de compactación de gran producción, la aplicación de múltiples capas más finas puede producir mejores resultados.

El ancho de la capa de agregados se puede configurar según los límites de cualquier regla. Con frecuencia, el ancho de pavimentación es determinado por la producción deseada y la velocidad de pavimentación que mejor se adapte al objetivo de densidad de la capa inicial.



Regla combinada de 2,5 m (8') aplicando una base de agregados de 3,5 m (11,5') de ancho y 30 cm (12") de profundidad.

Por ejemplo, piense en un proyecto donde el índice de producción es de 500 toneladas métricas (550 toneladas) por hora. A una profundidad de 25 cm (10"), la regla combinada de 2,5 m (8') que se planea usar normalmente desarrolla una

densidad de aproximadamente el 85 por ciento a una velocidad de trabajo de 4 m (13') por minuto. Paving Production Calculator se puede usar para determinar el ancho de pavimentación que coincida con la producción por hora.

CALCULADORA DE VELOCIDAD DE LA PAVIMENTADORA

Conducción de camión	Información general	<i>Unidades imperiales</i>	<i>Unidades métricas</i>
Velocidad de la pavimentadora	Espesor de pavimentación:	[9,84] in	[250,0] mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[16,40] pies	[5] metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[120] lb/ft ³	[1922] kg/m ³
Producción	Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado		
Inclinación transversal	Índice de producción de la planta caliente:	[551] toneladas/hora	[500] toneladas métricas/hora
Espesor	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[11,4] ft/min	[3,48] m/min
Resumen del trabajo	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[12,0] ft/min	[3,65] m/min
Información legal	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[12,5] ft/min	[3,83] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[13,1] ft/min	[4,00] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[13,7] ft/min	[4,18] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[14,2] ft/min	[4,35] m/min
Salir	Velocidad de pavimentación efectiva:	[11,4] ft/min	[3,48] m/min

Seleccione la pantalla de velocidad de la pavimentadora. Ingrese el espesor de pavimentación, 250 mm (10"). Ingrese la densidad del material, 1922 kg/cm³ (120 lb/ft³) de este ejemplo. Ingrese el índice de producción, 500 toneladas métricas (560 toneladas) por hora. Luego, experimente con el ancho de pavimentación. Para este proyecto, prevea un índice de eficiencia del 85 por ciento según los camiones que trasladen material directamente hacia la tolva de la pavimentadora. Un ancho de pavimentación de 5 m (16,4') será exactamente adecuado para producir una velocidad de trabajo de 4 metros (13') por minuto.

O bien, haga cálculos para determinar la productividad máxima que es posible con el uso de una pavimentadora para aplicar el agregado base. Puede ser beneficioso comparar el uso de una pavimentadora frente al uso de una motoniveladora. Para determinar la máxima productividad, se deben conocer el ancho y la profundidad de pavimentación máximos de la pavimentadora. Además, se debe conocer la velocidad de trabajo que generará la densidad inicial deseada.

Nuevamente, seleccione la pantalla de velocidad de la pavimentadora. La pavimentadora que se utilizará tiene una profundidad de pavimentación máxima de 30 cm (12") y un ancho de pavimentación máximo de 7 m (23'). Ingrese esos valores. Una velocidad de trabajo de 4 m (13') por minuto normalmente produce una densidad inicial aceptable. Prevea

un índice de eficiencia del 85 por ciento. Experimente con la producción por hora hasta que 4 m (13') por minuto aparezca como la velocidad de pavimentación calculada con una eficiencia del 85 por ciento. En este ejemplo, el índice de producción máxima por hora es de 850 toneladas métricas (952 toneladas). Si pensamos en términos de volumen en lugar de peso, esto equivale a 440 metros cúbicos (578 yardas cúbicas) por hora.

CALCULADORA DE VELOCIDAD DE LA PAVIMENTADORA

Conducción de camión	Información general	<i>Unidades imperiales</i>	<i>Unidades métricas</i>
Velocidad de la pavimentadora	Espesor de pavimentación:	[11,81] in	[300,0] mm
Compactación	Ancho de pavimentación:	[22,97] pies	[7] metros
Hilera	Densidad del material sin compactar:	[120] lb/ft ³	[1922] kg/m ³
Producción	Velocidad de pavimentación con un índice de producción determinado		
Inclinación transversal	Índice de producción de la planta caliente:	[937] toneladas/hora	[850] toneladas métricas/hora
Espesor	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 100 %:	[11,5] ft/min	[3,51] m/min
Resumen del trabajo	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 95 %:	[12,1] ft/min	[3,69] m/min
Información legal	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 90 %:	[12,7] ft/min	[3,86] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 85 %:	[13,2] ft/min	[4,04] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 80 %:	[13,8] ft/min	[4,21] m/min
	Velocidad de pavimentación calculada - eficiencia del 75 %:	[14,4] ft/min	[4,39] m/min
Salir	Velocidad de pavimentación efectiva:	[11,5] ft/min	[3,51] m/min

Configure la pavimentadora con control de nivelación longitudinal y transversal de la misma manera que cuando coloca material bituminoso. Un sensor de nivelación longitudinal individual ubicado junto a la cámara del sinfín generará la mejor productividad. Un patín promediador producirá el mejor perfil longitudinal. Se puede usar el control de nivelación transversal para corregir el perfil transversal.



Un control de nivelación longitudinal y transversal convencional proporciona una profundidad precisa y un perfil transversal.

A continuación se detallan cinco puntos que se deben recordar cuando se pavimenten capas gruesas de base de agregados.

1. Ajuste el punto de remolque a la profundidad de la capa. Cuando distribuya bases gruesas de agregados, el punto de remolque estará cerca del máximo de su rango.
2. Ajuste los tornillos de espesor a ambos lados para dar a la regla principal el ángulo de ataque correcto. Gire cada tornillo, de manera que el indicador se encuentre en el rango "positivo" siempre que el espesor de pavimentación sea de 15 cm (6") o más.
3. Si la pavimentadora tiene dos posiciones para la conexión del vástago del cilindro de elevación del sinfín, seleccione la posición inferior. La posición inferior da al sinfín un espacio libre adicional cuando el vástago está completamente retraído.
4. Es posible que se requieran modificaciones del punto de remolque para permitir la distribución de capas base gruesas. Consulte al proveedor del equipo si necesita asistencia.
5. Aumente la frecuencia de inspección en los elementos desgastados. La distribución de una base de agregados ocasiona más desgaste en componentes como transportadores, sinfines y placas de la regla. A diferencia de las mezclas bituminosas que tienen las propiedades lubricantes del cemento asfáltico, el agua es el único aglutinante para las bases de agregados. Por lo tanto, las mezclas de agregados son mucho más abrasivas. Prepárese para observar un mayor desgaste de lo normal. Para ayudar a reducir el desgaste de las placas de la regla, siempre active el sistema de contrapeso de la regla cuando distribuya mezclas de agregados. Además, mantenga el ángulo de ataque correcto para evitar el desgaste excesivo en el borde de salida de las placas de la regla.



[RESUMEN]

Cada aplicación de pavimentación tiene sus propios requisitos. Dichos requisitos deben ser analizados y comprendidos por los miembros del equipo antes de la pavimentación. ¿Qué es más importante en la aplicación: producción, elevación, homogeneidad, inclinación transversal o apariencia? En general, la pavimentadora se puede configurar para que cumpla con cualquiera de estos requisitos.

Si se necesitan accesorios o herramientas especiales como patines promediadores, asegúrese de hacer los arreglos necesarios a su debido tiempo para su envío al proyecto. Algunos proyectos tienen especificaciones técnicas escritas que indican el uso de ciertos tipos de equipos, accesorios o técnicas. Asegúrese de seguir todas las pautas obligatorias.

Configure los controles de nivelación longitudinal y transversal para cumplir con los requisitos del proyecto. Los miembros del equipo deben poder tomar decisiones con respecto a la posición de los sensores de nivelación longitudinal para controlar la reacción de la regla. Acentúe la importancia de la instalación de los soportes del sensor de nivelación longitudinal de una manera que permita que el

personal coloque los sensores donde deban estar. Los miembros del personal deben poder decidir si usar el control de nivelación transversal automático o hacer las correcciones de la inclinación transversal de manera manual.

Considere todas las variables del proyecto cuando elija los patines promediadores. Los patines promediadores mecánicos proporcionan la máxima reducción de aspereza. Los patines promediadores sin contacto proporcionan la mayor versatilidad y conveniencia.

Para aplicaciones especiales, como concreto compactado con rodillo o instalación de base de agregados de profundidad-elevación, asegúrese de hacer todas las modificaciones de la máquina que sean necesarias.

Finalmente, diseñe cada proyecto para maximizar la eficiencia y comunique los objetivos de producción además de las inquietudes de control de calidad a cada miembro del personal.



Unidad 8

GUÍA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La resolución de problemas puede transformar una catástrofe en un día rutinario en el lugar de trabajo. Reconocer defectos en la capa, determinar sus causas y prevenirlos o corregirlos requiere una labor en equipo que involucra al personal de supervisión, los operadores de pavimentadoras y reglas, y el control de calidad. Cuando ocurren problemas, saber qué buscar y cómo corregirlos ayudará a mantener la calidad, productividad y eficiencia general del lugar de trabajo.





Reconocer defectos comunes en capas bituminosas, cómo determinar la causa de esos defectos y cómo prevenirlos o corregirlos es fundamental para cada contratista de pavimentación.

Muchas veces, los defectos en la capa se deben a que los equipos no ejecutan los principios básicos de la pavimentación de manera correcta. A menudo, pequeños errores resultan en defectos mucho más grandes. Cuando los equipos llevan a cabo los principios básicos de manera correcta, se pueden evitar muchos problemas potenciales.

Esta unidad cubre defectos visibles, y también otros defectos como la aspereza, y las condiciones que contribuyen al problema.

Pavimentar de manera eficiente afecta considerablemente la calidad del material bituminoso. La pavimentación continua a una velocidad consistente permite que el equipo mantenga en equilibrio fácilmente todos los factores que afectan la regla.

El uso adecuado del control de nivelación longitudinal y transversal contribuye a la calidad, no solo de la homogeneidad y producción, sino que también de la apariencia del material. Si el equipo comprende los requisitos más importantes del proyecto, debería poder configurar la nivelación longitudinal y transversal para cumplir con esos requisitos. Sin embargo, deben comprender que "automático" no significa que la nivelación longitudinal y la transversal se configuran de la misma manera en todos los proyectos.

Desarrollar conocimientos sobre las causas y curas de los problemas de pavimentación es un proceso continuo. Todos los proyectos presentan una oportunidad para usar las experiencias pasadas y obtener nuevos conocimientos. Los equipos cambian con el tiempo, como también las especificaciones. Es posible que lo que haya aprendido hace unos años no sea útil hoy en día.

[TEXTURA DE LA SUPERFICIE]

La textura de la superficie de la capa bituminosa debe ser uniforme de extremo a extremo por el ancho total de la capa. El tipo de material que se coloca no tiene efecto en la textura de la superficie. Las mezclas de granulometría densa tendrán una apariencia firme y un poco brillante. Las mezclas de granulometría abierta tendrán una textura más abierta y una apariencia más oscura. Sin embargo, independientemente del tipo de mezcla que se está pavimentando, la textura debe ser la misma para brindar la mejor calidad. Si las franjas de textura están visibles, use la siguiente lista de verificación de las posibles causas más comunes para identificar y corregir el problema:

- Placa de la regla fría
- Zonas elevadas en la superficie
- Derrame compactado delante de la pavimentadora
- Placa de la regla ondulada
- Placas de la regla con diferentes longitudes
- Accesorios del enrasador
- Regla dañada
- Ángulo de ataque incorrecto
- Configuración de los sinfines demasiado baja



Una placa que no está calentada adecuadamente o que tiene secciones frías creará marcas de arrastre y franjas de textura.

Cuando cualquier parte de la placa de la regla está considerablemente más fría que el material bituminoso que pasa por debajo, el material caliente se adherirá al metal frío. La superficie de la capa bituminosa tendrá un aspecto abierto o rasgado en esa zona. Normalmente, esto resultará evidente cuando la pavimentadora se aleje de la referencia inicial.

Detenga la pavimentación y permita que las placas frías de la regla se apoyen en la capa caliente por un breve período de tiempo antes de retomar la actividad. El asfalto caliente calentará las placas rápidamente. Las placas frías de la regla también

crean arrastre que ocasiona la caída de la regla cuando se aleja de la referencia inicial. En algunas ocasiones, se crea una depresión y puede ser necesaria una reparación. Puede llevar a cabo una reparación manual mientras espera que las placas de la regla se calienten.

Otra solución para reparar la depresión es volver a la referencia inicial. Caliente la regla adecuadamente. Lleve a cabo los procedimientos de arranque y baje la regla hasta la referencia inicial. Retome la pavimentación y verifique que la capa no tenga marcas de arrastre ni franjas de textura.

Consejo para el usuario: Caterpillar recomienda dejar el generador activado cuando pavimenta con una regla con calentamiento eléctrico, especialmente cuando pavimenta en proyectos urbanos con reinicios frecuentes. Este sistema de calentamiento eléctrico de la regla activará automáticamente los elementos de calentamiento de la regla, si los sensores detectan que las placas de la regla perdieron mucho calor y están por debajo de la temperatura objetivo.

En algunos proyectos, puede encontrar zonas elevadas en la superficie. Cuando la regla pase sobre estas zonas elevadas, la textura de la capa de asfalto tendrá un aspecto abierto debido a que se están arrastrando los agregados. Esto es especialmente problemático cuando pavimenta con control de inclinación automático. Como norma general, el espesor de la capa debe ser al menos 1.5 veces mayor que el tamaño más grande de agregado para que la mezcla pase por debajo de la regla de manera uniforme.

Las zonas elevadas en la superficie se pueden deber a lo siguiente:

- Procedimientos de planificación de frío inadecuados
- Surcado y ondulación
- Preparación de pendiente inadecuada
- Deformación de la base por unidades de transporte

Antes de pavimentar, repare las zonas elevadas de la superficie. Siempre verifique las condiciones de la superficie antes de pavimentar.

Pueden aparecer y desaparecer franjas de textura creadas por zonas elevadas. Cuando la capa tiene un espesor adecuado y todos los otros factores se mantienen iguales, la textura de la superficie es normal. Sin embargo, cuando la capa es demasiado fina, como cuando pavimenta sobre una zona elevada, la textura pasa a ser abierta y rasgada.



Pavimentar sobre una zona elevada en la superficie creará diferencias de textura en la superficie de la capa de asfalto.



Franjas de textura temporales causadas por la pavimentación sobre zonas elevadas en superficies fresadas.

Algunas zonas elevadas en la superficie ocurren durante el proceso de pavimentación cuando se derrama material y no se limpia inmediatamente. Los derrames se convierten en grandes problemas cuando son compactados por neumáticos de unidades de transporte o por el tren de rodaje de la pavimentadora. El derrame compactado ya no es un material suelto, sino que es una zona elevada dura.



Los derrames delante de la pavimentadora pueden causar zonas elevadas en la superficie.



Marca de arrastre causada por la pavimentación sobre un derrame compactado.

Según el espesor del derrame compactado, la regla puede perder su característica de flotación cuando pavimenta sobre el derrame. La regla puede subirse a la zona elevada, lo que provoca aspereza. Las marcas de arrastre y la textura abierta serán evidentes. Las superficies de textura abierta pierden el calor más rápidamente que las texturas compactas. Por lo tanto, el área de la textura abierta

estará considerablemente más fría que el material que la rodea. Es posible que aún se puedan ver los agregados fracturados en el área sobre el derrame compactado ya que la capa es demasiado fina para absorber la energía de vibración. Todos estos factores contribuyen a la aspereza, la baja densidad y el espesor de la capa inadecuado.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Las franjas de textura en la superficie de la capa bituminosa pueden ser el resultado de una placa de la regla ondulada. Cuando se instalan las placas de la regla, se debe revisar el borde de salida para verificar su planicidad. Si hay zonas elevadas, estas áreas de la placa de la regla emplearán mayor presión y la superficie tendrá una apariencia firme y brillante. Si hay zonas bajas en el borde de salida de la regla, la regla aplicará menor presión y aparecerán franjas de textura abierta en la superficie de esas áreas. Si se deja ondulada, eventualmente la placa de la regla se desgastará hasta quedar plana. Sin embargo, el patrón de desgaste acortará la vida útil de la placa de la regla.



Una placa de la regla ondulada aplica presión irregular y crea franjas de textura.

Consejo para el usuario: Los proveedores de Cat pueden proporcionar instrucciones claras para reemplazar placas de la regla. Solicite "Comprobaciones y ajustes de la regla".

En algunas reglas, la longitud de la placa principal de la regla y la longitud de las placas de extensión de la regla son diferentes. Por ejemplo, la placa principal de la regla puede tener 45 cm (18") de largo (parte delantera a parte trasera) y las placas de extensión de la regla pueden tener 30 cm (12") de largo (parte delantera a parte trasera). Debido a que las placas de la regla tienen diferentes longitudes, aplican presiones diferentes sobre la superficie de la capa. Por lo general, las diferencias de textura son relativamente menores. Ajuste el ángulo de ataque de las extensiones de la regla para crear una textura más uniforme.



Las placas de la regla de diferentes longitudes pueden causar pequeñas diferencias de textura.

El ángulo de ataque de la regla tiene una gran influencia en la textura de la superficie de la capa bituminosa. Si el ángulo de ataque es demasiado alto, la superficie tendrá una apariencia firme y

brillante. Si el ángulo de ataque es demasiado bajo o si la nariz de la regla está inclinada hacia abajo, la superficie tendrá una apariencia abierta y rasgada.



Múltiples franjas de textura causadas por diversos factores.

La imagen anterior muestra ejemplos de un ángulo de ataque incorrecto, una placa de regla dañada y una textura abierta detrás de una placa de enrasador.

1. En este proyecto, hay un requisito de un estrechamiento de 30 grados y 60 cm (24") de ancho en el borde de la superficie pavimentada. El equipo forma el estrechamiento con un accesorio de enrasador inclinado. No hay una placa de regla para crear textura. Solo hay un borde del enrasador. Por lo tanto, la textura estará muy abierta. Se espera este resultado, y el equipo no debe tomar medidas.
2. Hay una extensión de 45 cm (18") de ancho atornillada en el extremo de la extensión de la regla izquierda. La extensión atornillada está funcionando de manera plana. En otras palabras, no hay un ángulo de ataque suficiente. La textura de la superficie es mucho más abierta que la textura de la superficie hacia el centro de la capa. El equipo debe ajustar el borde de salida en la extensión atornillada hasta que el ángulo de ataque sea correcto y la textura coincida con el resto de la capa.
3. El enrasador que se encuentra frente a la extensión atornillada se dañó cuando impactó una entrada de drenaje. El enrasador doblado está provocando una franja de textura más oscura. El equipo debe reparar o reemplazar la extensión atornillada para deshacerse de esa franja de textura.
4. También hay una textura abierta detrás de la parte izquierda de la extensión de la regla izquierda. Esta franja de textura puede ser el resultado de una placa de regla ondulada. Más probablemente, es el resultado de la regla funcionando con un ángulo de ataque plano o con la nariz hacia abajo. Observe la excesiva cabeza de material delante de la extensión izquierda. Demasiado peso en la parte delantera de la extensión ocasionará que la extensión se eleve. El patín promediador de pendiente en la parte izquierda de la pavimentadora detectará este movimiento de la regla. El sistema de control de la pendiente enviará señales constantemente al punto de tracción para que baje, con el fin de compensar la fuerza de elevación creada por la cabeza de material. Por consiguiente, el ángulo de ataque siempre está con la nariz hacia abajo. La solución al problema es bajar la cabeza de material al agregar segmentos para sinfín adicionales y más extensiones de bastidor.

Este es un ejemplo de lo que puede suceder cuando no se siguen los principios básicos con atención. Nunca pavimente con una cabeza de material continuamente excesiva.

Cuando los sinfines están demasiado bajos, aparece un patrón de textura diferente. La superficie de la capa bituminosa estará firme en el centro. Habrá dos áreas de textura abierta en cualquier lado del centro. Esas franjas de textura, comúnmente llamadas "sombras de sinfín", tendrán el mismo ancho que los sinfines. Los bordes de la capa tendrán una textura más firme, similar a la franja del centro.

Para eliminar las sombras de sinfín, aumente la altura del sinfín hasta que la textura de la superficie se ponga uniforme. Las sombras de sinfín son más propensas a ocurrir cuando la mezcla tiene agregados grandes de 19 mm (0.75") o más. La norma general es mantener la altura del sinfín a alrededor de 50 mm (2") sobre la superficie de la capa. Cuando pavimenta con mezclas de agregado grande, es posible que deba aumentar la altura a 75 mm (3") sobre la superficie de la capa.



Un funcionamiento con los sinfines muy bajos puede causar dos áreas de textura abierta directamente detrás de los ejes del sinfín.

[SEGREGACIÓN]

El material bituminoso que coloca la pavimentadora se supone que es una mezcla uniforme de agregados, material fino, cemento asfáltico, aditivos, material reciclado, etc. según la fórmula de la mezcla. Por diversas razones, los agregados más grandes de la mezcla a menudo se separan de los agregados más pequeños y aparecen como franjas o manchas en la capa bituminosa. Estas áreas de agregados segregados grandes son susceptibles a penetración de humedad y, por lo general, desarrollan una densidad inferior a la aceptable. Eventualmente, las áreas con segregación pueden agrietarse y convertirse en baches.

Aunque la segregación de materiales puede ocurrir en casi todos los tipos de mezclas bituminosas, las mezclas que son más propensas a la segregación de materiales son las que contienen agregados de 19 mm (0.75") o más. Los agregados más

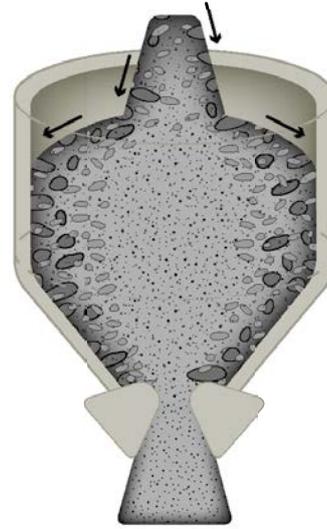
grandes son más pesados que sus equivalentes más pequeños. Cuando traslada, arroja o mueve una mezcla, los agregados más grandes pueden despegarse de los agregados más pequeños y acumularse como cavidades segregadas.

La segregación puede ocurrir en diversos lugares:

- En el silo de almacenamiento
- En la unidad de transporte
- En el dispositivo de traslado
- En la tolva o inserción de tolva de la pavimentadora
- En la cámara del sinfín

La segregación en silos de almacenamiento puede ocurrir como un derivado natural del proceso de carga del silo o puede ocurrir si los componentes de carga o descarga están defectuosos.

Durante el llenado del silo, el contenido puede formar una especie de cono o pico directamente debajo del punto de llenado. Se produce un poco de segregación durante el llenado ya que más agregados grandes bajan aún más por la inclinación del cono hacia las paredes del silo. Cuando vacía contenido a través de una salida central individual, el cono se invierte y se forma un orificio debajo del centro sobre la salida. El flujo inicial de material cambiará y se mostrará más fino, y cuando el orificio alcance el diámetro del silo, volverá a cambiar y será más espeso. Cuando se coloca material adicional en el silo parcialmente vacío, se segregará para formar una capa espesa (inmediatamente sobre el nivel de la carga parcial) mientras se desarrolla el cono hasta alcanzar el diámetro completo del silo. Esto se presentará como una acumulación espesa la próxima vez que se tome material de este nivel. La repetición del ciclo puede acumular capas de material segregado.



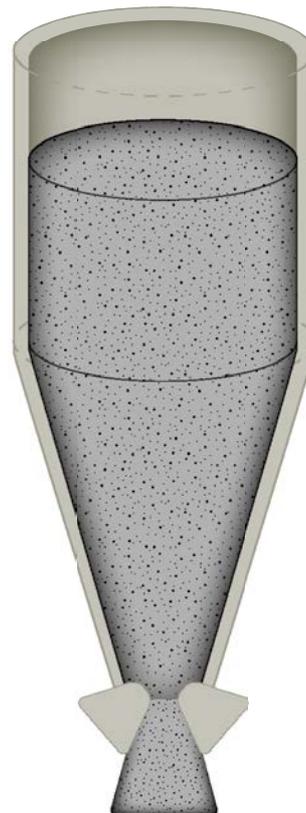
Los agregados más grandes pueden desplazarse hacia fuera de un silo de almacenamiento durante la carga.

El material que se ha segregado de esta manera en el silo de almacenamiento se mostrará como manchas aleatorias de agregados segregados grandes en la capa bituminosa. La mezcla segregada puede detectarse mientras se descarga de la unidad de transporte hacia la pavimentadora o el dispositivo de traslado.

Los dispositivos antisegregación (placas, deflectores), como también las compuertas con abrazadera de rápida apertura para cargar dosificadores y sistemas de descarga de flujo de masa con ángulo inclinado, ayudan a minimizar este problema.

Las compuertas con abrazadera de rápida apertura minimizan la segregación durante la carga del silo de almacenamiento. En lugar de cargar el silo desde un transportador, la mezcla se traslada a un depósito de almacenamiento por lotes en la parte superior del silo. Cuando el depósito de almacenamiento por lotes está lleno, las compuertas dobles con abrazadera se abren rápidamente y la mezcla cae como una masa en el silo. La mezcla se aplana con el impacto y no fluye hacia los lados del silo.

Los silos con flujo de masa tienen conos de descarga con ángulos inclinados. El ángulo del cono se encuentra normalmente entre 66 y 72 grados. El patrón de flujo de masa permite que el material se desplace por el silo como una columna sin canales de flujo. Hay menos áreas con una mezcla estancada sin movimiento, por lo que los efectos de la segregación dentro del silo de almacenamiento están eliminados o minimizados.

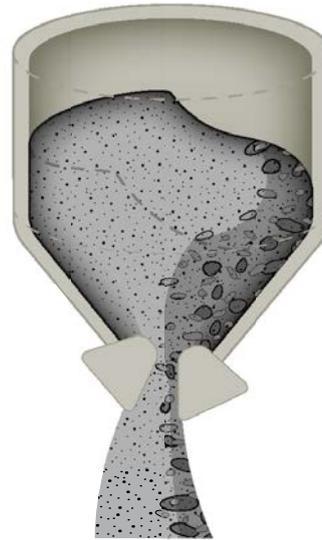


Los silos con ángulos de descarga inclinados minimizan la segregación.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En ocasiones, es posible que haya agregados grandes en un lado de la capa y agregados más pequeños en el otro lado de la capa. Normalmente, este defecto de la capa no es creado por la pavimentadora. En cambio, este tipo de segregación proviene del silo de almacenamiento. Si una compuerta con abrazadera no se abre correctamente, la mezcla se puede dirigir a un lado del silo. La descarga desviada hace que los agregados más grandes se desplacen al lado opuesto del silo. Los agregados más pequeños y finos terminan en el lado de carga del silo.

El material que se ha segregado en el silo de almacenamiento se mostrará como manchas aleatorias o como una segregación de dos mitades. Otro tipo de segregación aparecerá en un patrón repetitivo.



La carga desviada puede crear segregación en un lado del silo.

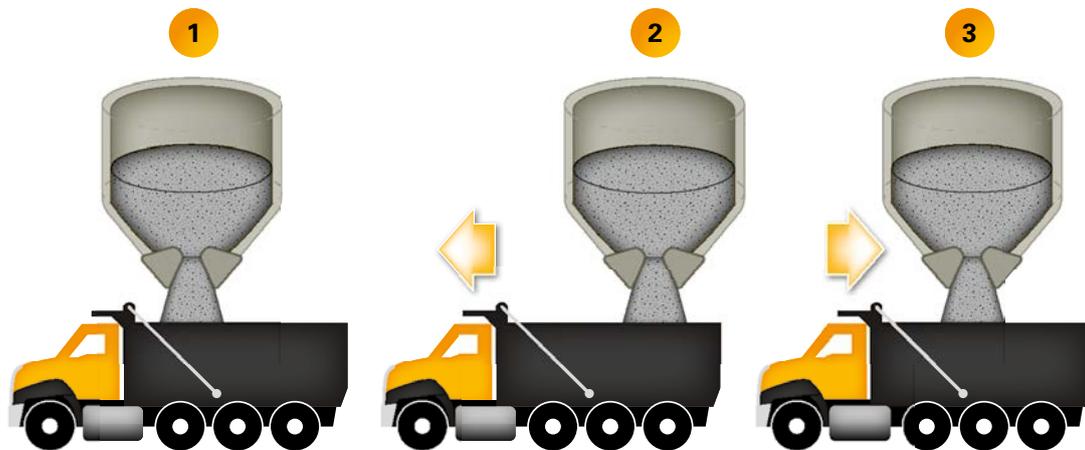
Consejo para el usuario: Para confirmar que la segregación de dos mitades proviene del silo de almacenamiento, cargue diversas unidades de transporte de la dirección opuesta debajo del silo. Si la segregación de la capa cambia de extremo a extremo cuando la mezcla de estos camiones se envía a través de la pavimentadora, se puede determinar que la segregación se está originando en el silo de almacenamiento.

Normalmente, la segregación de final de carga es fácil de identificar ya que aparece en la capa bituminosa en intervalos regulares. Por ejemplo, si la carga promedio en una unidad de transporte abastecerá a la pavimentadora por una distancia de 30 metros (100'), aparecerán manchas de material segregado cada 30 metros (100'). Las manchas de segregación pueden tener una forma en V o pueden ser circulares. Su apariencia indica que el material se segrega probablemente en los cuerpos de las unidades de transporte.



La segregación de final de carga aparece en intervalos regulares como manchas o formas en V en la capa de asfalto.

La manera en que se cargan las unidades de transporte en la planta de asfalto tiene un impacto considerable en la aparición de segregación en la capa bituminosa.



Múltiples descargas ayudan a reducir la segregación en las unidades de transporte.

Una manera de reducir la segregación de final de carga es asegurarse de que los camiones se carguen con un método de tres descargas en la planta. Para la primera descarga, el camión debe estar posicionado para que la mezcla llene el frente de la plataforma del camión. La pared frontal de la plataforma ayuda a confinar la mezcla, por lo que no se forma una pila cónica. Para la segunda descarga, adelante el camión para que la mezcla caiga en la parte trasera de la plataforma. Ahora, la compuerta trasera es la barrera vertical que previene la pila cónica. Por último, retroceda el camión un poco para que la tercera descarga sea en el centro de la plataforma. La primera y la segunda descargas ayudan a confinar la tercera descarga, por lo que los agregados grandes no se desplazarán tanto.

Cuando traslada una mezcla directamente a la tolva de la pavimentadora desde la unidad de transporte, puede haber acumulaciones de agregados grandes en los costados de la tolva. Este fenómeno es una consecuencia inevitable de la descarga de la mezcla desde la unidad de transporte a la tolva, especialmente si hay agregados grandes en la mezcla. Algunos de los agregados más grandes se desplazarán a los costados de la tolva. La clave para reducir la cantidad de segregación en la capa es detener el ciclo de las alas de la tolva o aplicar el ciclo de las alas de la tolva, a un mínimo, cuando aún hay materiales en el centro de la tolva. Nunca aplique el ciclo de las alas de la tolva cuando los transportadores tienen poca carga o están vacíos.

El procedimiento de tres descargas es especialmente importante para los diseños de mezcla que tienen una gran cantidad de agregados de 19 mm (0.75") o más. Las mezclas finas son menos propensas a la segregación, pero aún en esos casos se recomienda el método de tres descargas.

Si no hay segregación durante el proceso de carga del camión, continúe con la resolución de problemas para encontrar la causa del patrón de segregación.



Observe la tolva de la pavimentadora en busca de segregación.

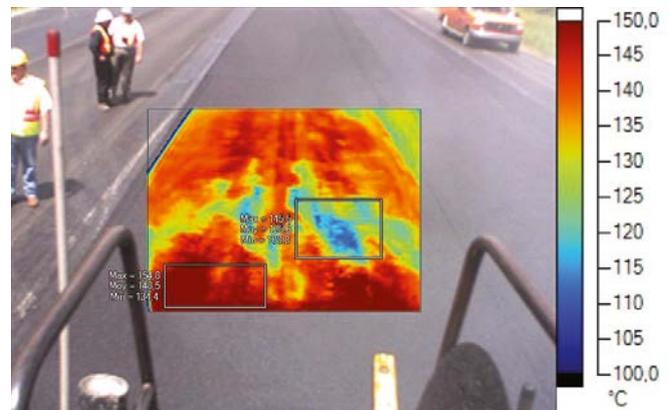
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

El ciclo de las tolvas solo debe ocurrir cuando los transportadores están llenos de material. El ciclo de las alas de la tolva en transportadores vacíos o parcialmente vacíos aumentará la cantidad de segregación del final de la carga. Los problemas creados por el ciclo de las alas de la tolva son ampliamente reconocidos. De hecho, algunas agencias de obras públicas han escrito especificaciones que prohíben el ciclo de las alas de la tolva en determinados tipos de proyectos.



Segregación severa en la tolva causada por el ciclo de las alas de la tolva cuando el nivel estaba demasiado bajo.

Incluso si no hay segregación de materiales en la tolva ni segregación visible en la capa bituminosa, puede haber un gran diferencial de temperatura causado por el ciclo de las alas de la tolva. Cuando hay un diferencial de temperatura de 15 ° C (30 ° F) o mayor, hay una gran probabilidad de que experimente una variación de densidad considerable, como también una protuberancia detectable. Algunas agencias de obras públicas han escrito especificaciones que requieren la documentación de la temperatura de la capa como parte del proceso de control de calidad. Las cámaras infrarrojas y los sistemas de detección térmica incorporados serán más comunes en el futuro y pueden ser una herramienta importante para resolver problemas.



Gran diferencial de temperatura causado por el ciclo de las alas de la tolva cuando los transportadores estaban casi vacíos.

El uso de dispositivos de traslado de material ayuda a eliminar o minimizar la segregación de final de carga. Sin embargo, los dispositivos de traslado de material no garantizan que se pueda evitar la segregación en la capa bituminosa. Se deben controlar diversos factores.

A menudo se usan inserciones de tolva junto con los dispositivos de traslado de material. Según el tipo de mezcla, el nivel de la mezcla en la inserción de la tolva y la altura desde la que se traslada la mezcla, se forma un cono en el centro de la inserción de la tolva y los agregados grandes se desplazan a los costados de la inserción, de manera similar a lo que puede suceder cuando carga un silo de almacenamiento. Cuando observa segregación en la inserción de la tolva, tenga cuidado de no tener un nivel bajo de material en la inserción entre camiones.



Puede haber segregación en la inserción de la tolva.

Los agregados segregados grandes que se han acumulado alrededor del diámetro exterior de la inserción de la tolva pasarán por la pavimentadora como una masa cuando el nivel de la inserción sea muy bajo. Intente mantener la inserción al menos medio llena para minimizar la segregación causada por agregados grandes que son la última fracción de la carga en trasladarse fuera de la inserción. Puede haber una segregación en forma de manchas aleatorias cuando se vacía el material del vehículo de traslado.



Segregación en forma de manchas aleatorias causada por un bajo nivel de mezcla en la inserción de la tolva.

Consejo para el usuario: Use la *Paving Production Calculator* para determinar la cantidad de tiempo disponible para pavimentar durante los intercambios de camión. Con la mitad del volumen del vehículo de traslado y la mitad del volumen de la inserción de la tolva como la cantidad que se puede consumir mientras se intercambian camiones, determine la distancia que el volumen pavimentará (producción). Por ejemplo, la cantidad de mezcla disponible puede producir 30 metros (100') de pavimentación. Si la velocidad de pavimentación es de 6 metros por minuto (20 pies por minuto), hay cinco minutos de pavimentación antes de ejecutar la inserción de la tolva o el vehículo de traslado con tan bajo nivel que el material segregado puede comenzar a pasar a través de la pavimentadora.

Es mejor detener la pavimentadora y esperar la mezcla en lugar de seguir pavimentando y arriesgarse a introducir material segregado en la capa. También es mejor detener la pavimentación en el final del turno o en el final de una pasada de pavimentación antes de consumir toda la mezcla en el vehículo de traslado. Preserve una unidad de transporte vacía en el proyecto. Cargue las últimas toneladas del vehículo de traslado en el camión vacío. Quite las partes de la capa bituminosa que tienen material segregado de la última parte de la mezcla adyacente a la inserción de la tolva.

Cuando pavimenta con hilera, puede haber agregados segregados al final de la hilera. El último material que sale del cuerpo de los camiones basculantes puede ser una masa de agregados grandes. La persona encargada del volcado debe intentar quitar el material que queda en el camión. Luego, superponga el extremo de la hilera para que la mezcla segregada se cubra con mezcla de buena calidad. Ocurrirá un mezclado mientras el elevador de la hilera recoge el material.



El final de una hilera a menudo consta de agregados segregados.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

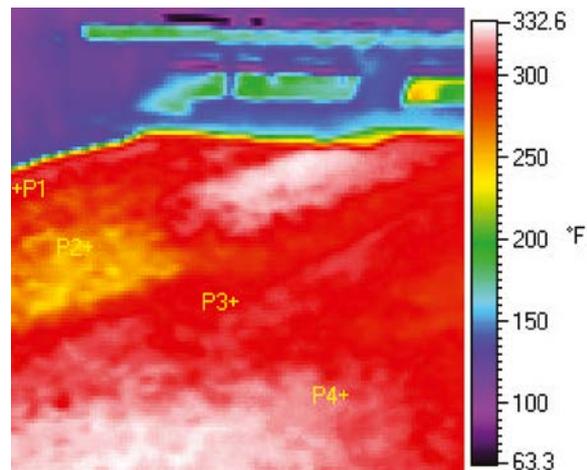
Los ajustes inadecuados en el sistema de alimentación pueden causar otros problemas de segregación.

La velocidad del sinfín tiene un impacto en la apariencia de la capa bituminosa. La velocidad adecuada del sinfín es entre 20 y 40 revoluciones por minuto. Cuando la velocidad del sinfín es demasiado alta, los sinfines pueden provocar la separación de los agregados en la mezcla. Los agregados más grandes rodarán y se detendrán en áreas estancadas debajo de los soportes para sinfín o en el extremo del bastidor del tractor. Se marcarán franjas continuas si los sinfines están girando demasiado rápido todo el tiempo. Si la velocidad del sinfín varía entre un rango aceptable y una velocidad demasiado alta, las franjas aparecerán y desaparecerán.

Para desacelerar los sinfines, aumente la velocidad del transportador o eleve las compuertas de caudal. Recuerde, todos los transportadores y todos los sinfines tienen ajustes individuales. Es posible que un lado del sistema de alimentación funcione en el rango aceptable y que el otro lado funcione de manera inadecuada. Puede haber una franja de segregación alineada con el soporte para sinfín derecho, y no en el lado izquierdo de la capa. Esta condición indica que el sistema de alimentación del lado derecho necesita ajustarse para crear una velocidad aceptable del sinfín.



Las franjas de segregación continuas a menudo se relacionan con la alta velocidad del sinfín.



La segregación de manchas aleatorias puede observarse y detectarse en imágenes térmicas.

Ocasionalmente, aparecen agregados segregados en la capa; a esa condición se la conoce como segregación de manchas aleatorias. La segregación de manchas aleatorias normalmente está asociada con el sistema de alimentación que funciona de manera errática. En otras palabras, ambos sinfines o cualquiera de los sinfines pueden girar a la velocidad recomendada durante un período de tiempo y, luego, disminuir la velocidad o detenerse. Cuando un sinfín disminuye la velocidad o se detiene, los agregados más grandes tienden a rodar hacia áreas estancadas. Se forma una cavidad de agregados segregados y esos segregados aparecen como una mancha de segregación en la capa. La segregación se detiene cuando los sinfines están girando a una velocidad continua normal. Por lo tanto, la apariencia de la segregación es aleatoria.

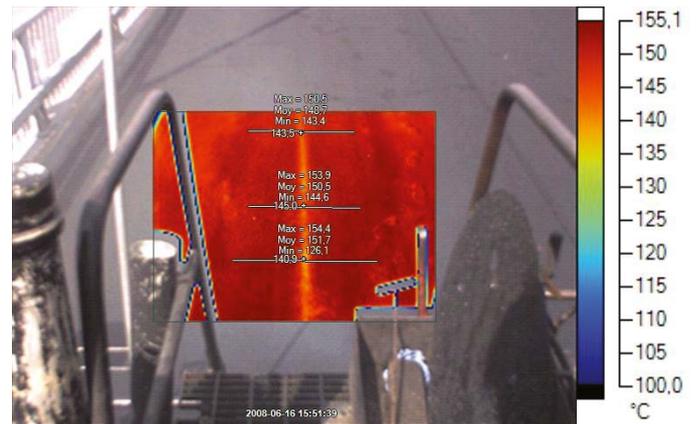
Si los sinfines funcionan a velocidades variables, vuelva a orientar el sensor de alimentación. El funcionamiento errático del sistema de alimentación ocurre cuando los pulsos sonoros emitidos por el sensor de alimentación no se reflejan en el sensor. Use una cinta métrica o regla plegable extendida a 45 cm (18"). Sostenga la regla en el extremo del sensor de alimentación sónico. Asegúrese de que el objetivo esté a 45 cm (18") del sensor y que el sensor esté perpendicular al objetivo, para que se reflejen los pulsos sonoros. Oriente el sensor hasta que el dial de altura del material o el dial de velocidad del transportador tenga la posibilidad de producir un funcionamiento del sistema de alimentación consistente en ambos lados de la pavimentadora.



Las franjas de la línea central se pueden relacionar con el funcionamiento del sistema de alimentación.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Las franjas de segregación en el centro de la capa bituminosa pueden ser el producto de diversas causas. La franja a menudo ocurre cuando el área debajo de la caja de cadena del sinfín restringe el caudal de material. Los agregados grandes tienden a acumularse en esta área y aparecerán como una franja, a veces apenas detectable a la vista.



Una imagen térmica confirma la franja de segregación de textura abierta en el centro.

Cualquier área de segregación en la capa bituminosa tendrá una textura más abierta comparada con otras áreas de la capa. La superficie de textura abierta pierde calor más rápidamente que las áreas donde la superficie está más firme. Con una cámara infrarroja, es posible confirmar la ubicación exacta de la franja de segregación y la gravedad del diferencial de temperatura.



La cabeza de material debajo y frente a la caja de cadena central puede estar estancada.

La caja de cadena de tracción del sinfín se extiende a la cámara del sinfín. La caja de cadena impide el caudal de material en el centro de la regla principal. Para mejorar el caudal de material debajo de la caja de cadena, hay diversos tipos de paletas o segmentos instalados en los extremos interiores de los sinfines derechos e izquierdos. En algunas pavimentadoras, estos segmentos se instalan para que ambos empujen material debajo de la caja de cadena para eliminar la posibilidad de vacíos en el centro de la cámara del sinfín. Cuando ambos segmentos empujan material debajo de la caja de cadena, la cabeza de material frente a la caja de cadena puede estar estancada. En otras palabras, el material está atrapado aquí, y puede ocurrir una pérdida de calor junto con una posible acumulación de agregados. En esta situación, cambie uno de los segmentos centrales para sinfín para crear un caudal de material que tenga un segmento empujando material debajo de la caja de cadena

mientras que el otro segmento extrae material de la caja de cadena. La cabeza de material frente a la caja de cadena se vuelve activa, y la franja de segregación debería desaparecer mientras mejora la uniformidad de la temperatura.

Inspeccione estos sinfines invertidos o estas paletas lanzadoras con frecuencia. Experimentan mayor desgaste y daños que otros segmentos para sinfín. Un desgaste excesivo también puede causar variaciones en el caudal de material y las franjas.

No permita que el material se acumule en los componentes en el centro de la cámara del sinfín. Las placas reflectoras en diversas ubicaciones están diseñadas para ayudar al caudal de material y prevenir la segregación. Al final del turno, inspeccione estas placas y límpielas para prevenir la acumulación de material bituminoso frío.

Debido a que el área en el centro de la cámara del sinfín puede tener un caudal restringido de material, la manera en que la mezcla pasa debajo del centro de la regla puede verse afectada. En particular cuando pavimenta con mezclas firmes que tienen agregados grandes, puede aparecer una franja en la línea central debido a una curvatura principal baja.



Una curvatura principal insuficiente puede causar una franja en la línea central.

La mayoría de reglas se ajustan para estar planas en el borde delantero de la placa principal de la regla, como también en el borde trasero de la placa principal de la regla. Para eliminar o reducir franjas en la línea central, Caterpillar recomienda instalar una curvatura principal de 3 mm (0.125") en la placa principal de la regla.

Para instalar una curvatura, primero eleve la placa principal de la regla. Con la regla levantada y bloqueada de manera segura, coloque una línea a través de los bordes delantero y trasero de la placa de la regla. Use el interruptor de encendido de la curvatura o el ajustador manual de la curvatura para crear una curvatura positiva. Cree un espacio de 3 mm (0.125") entre el borde de la línea de referencia y el borde delantero de la placa de la regla en el centro exacto de la placa de la regla. Luego, use los ajustadores de borde trasero en la parte posterior de la placa de la regla para aplanar el borde trasero. El borde delantero mantendrá la curvatura principal de 3 mm (0.125"). Confirme que la curvatura principal tenga el efecto deseado de reducir o eliminar la franja de la línea central. Si el centro de la capa bituminosa es firme y brillante comparado con el resto de la capa, reduzca o quite completamente la curvatura principal.



Instalar una curvatura principal de 3 mm (0.125") en la placa principal de la regla ayuda a reducir las franjas en la línea central.



Puede haber segregación en cualquier parte en donde el caudal de material es incorrecto.

Si se manifiesta una franja de segregación en la superficie de la capa bituminosa, siga la franja hasta su origen. Observe la acción de la cabeza de material en ese punto. Verifique que el material esté fluyendo en una manera uniforme a la velocidad correcta y con el volumen correcto. Cualquier interrupción de las características del caudal normal puede provocar que los agregados más grandes se separen y formen franjas o manchas.

Por ejemplo, en la ilustración anterior el material está fluyendo hacia adelante alrededor del bastidor del tractor en lugar de fluir hacia fuera de la compuerta trasera. A medida que los agregados más grandes fluyen hacia abajo de la pila, se separan y forman una franja. En ese caso, hay una explicación simple. En el inicio de esta pasada de pavimentación, el ancho de pavimentación era de 5 metros (16.5'). Gradualmente, el ancho de pavimentación se estrechó a 3.8 metros (12.5').

Cuando se movieron las extensiones de la regla para crear el ancho de pavimentación especificado, el material se atrapó entre la compuerta trasera y el borde de la regla principal. El material frente a la extensión de la regla se compactó ligeramente y formó una barrera para el material suelto que salía de la cámara del sinfín. En lugar de fluir hacia fuera de la compuerta trasera y debajo de la extensión de la regla, el material rueda hacia adelante y se segrega. Hay una solución simple para este problema. Elimine el material compactado frente a la extensión hasta que el área esté repleta de material suelto y fresco que se desplace hacia la compuerta trasera.

[GUÍA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS]

Use la siguiente guía de resolución de problemas para determinar las causas de defectos comunes en la capa bituminosa. Puede haber más de un factor que contribuye a un defecto. Cuando solucione un problema, sea metódico y cambie una condición a la vez.

TEXTURA DE LA SUPERFICIE

Problema	Solución
1. Textura abierta detrás de la extensión	<ul style="list-style-type: none"> - Aumente el ángulo de ataque de la extensión - Aumente el calor; verifique el sistema de calentamiento de la regla en busca de averías - Aumente la profundidad para prevenir arrastres
2. Textura brillante detrás de la extensión	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuya el ángulo de ataque de la extensión
3. Franjas de textura, continuas	<ul style="list-style-type: none"> - Aplane en el borde de salida del reglón - Aumente el calor; verifique el calentamiento de la regla - Inspeccione la regla en busca de daños o desgaste
4. Franjas de textura, intermitentes	<ul style="list-style-type: none"> - Revise en busca de zonas elevadas en la superficie; corrija defectos en la superficie; limpie los derrames - Aumente la profundidad
5. Textura abierta de ancho completo	<ul style="list-style-type: none"> - Eleve el punto de tracción para corregir la línea de empuje - Aumente el ángulo de ataque en el arranque - Reduzca la cabeza de material para prevenir una reacción excesiva del sistema de control de la pendiente - Aumente la temperatura de salida de la planta - Active el sistema vibratorio - Aumente la frecuencia vibratoria - Reduzca la velocidad de pavimentación - Aumente la temperatura del calentamiento de la regla - Aumente el espesor de la capa
6. Textura brillante de ancho completo	<ul style="list-style-type: none"> - Baje el punto de tracción para corregir la línea de empuje - Disminuya el ángulo de ataque en el arranque - Disminuya la frecuencia vibratoria
7. Textura abierta en cualquier lado del centro	<ul style="list-style-type: none"> - Aumente la altura del sinfín - Disminuya la curvatura
8. Textura abierta en el centro	<ul style="list-style-type: none"> - Aumente la curvatura - Verifique la condición de los sinfines invertidos - Limpie las placas deflectoras

SEGREGACIÓN

Problema	Solución
1. Segregación en un lado de la capa	<ul style="list-style-type: none"> - Busque segregación en el silo de almacenamiento - Verifique la apertura de las compuertas con abrazadera en el silo - Inspeccione las cargas en los cuerpos de la unidad de transporte - Cargue las unidades de transporte desde la dirección opuesta
2. Franja en la junta longitudinal	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzca la superposición en el lado frío - Ajuste la altura de la compuerta trasera - Ajuste la altura de la muesca si usa una junta tipo cuña
3. Franjas continuas	<ul style="list-style-type: none"> - Ajuste la velocidad del sinfín a 20-40 rpm - Busque zonas altas en la superficie - Busque sinfines desgastados o dañados - Busque material atascado - Agregue extensiones del sinfín/bastidor principal
4. Franjas intermitentes	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccione en busca de una velocidad errática del sinfín - Ajuste la velocidad del sinfín a 20-40 rpm - Limpie los derrames frente a la pavimentadora - Busque zonas altas en la superficie
5. Franja en el centro	<ul style="list-style-type: none"> - Limpie las placas deflectoras - Verifique paletas/sinfines invertidos - Agregue una curvatura principal
6. Manchas repetitivas	<ul style="list-style-type: none"> - Verifique la carga de la unidad de transporte en la planta - Inspeccione en busca de segregación en los cuerpos de los camiones - Mantenga la tolva al menos medio llena - Detenga el plegado de las alas de la tolva - Pliegue las alas de la tolva sobre los transportadores completos - Aumente la superposición de hilera
7. Manchas aleatorias	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccione el material que sale de los silos - Verifique la operación de encendido/apagado del sinfín - Ajuste la velocidad del sinfín a 20-40 rpm - Detenga la pavimentación antes de vaciar la inserción de la tolva - Detenga la pavimentación antes de vaciar el vehículo de traslado

ASPEREZA

Problema	Solución
1. Ondas	<ul style="list-style-type: none"> - Ajuste los controles del alimentador para obtener una cabeza de material consistente - Reduzca la cabeza de material - Compruebe si el sinfín tiene desgastes excesivos - Compruebe si las placas de la regla están desgastadas - Ajuste la velocidad de pavimentación para que sea consistente - Reduzca la presión del freno de la unidad de transporte - Compruebe si temperatura del material es variable; corrija en la planta de asfalto - Compruebe si hay una holgura excesiva en el punto pivote de la regla - Compruebe si hay una holgura excesiva en los tornillos de espesor - Aumente la frecuencia de la barra tamper o reduzca la velocidad de pavimentación para lograr una superposición tamper correcta - Ajuste la altura del punto de remolque para obtener una línea de tracción correcta - Ajuste el ángulo de ataque para obtener una nariz de 3 mm (0.125") hacia arriba
2. Superficie ondulada (corta)	<ul style="list-style-type: none"> - Evite las correcciones excesivas con tornillos de profundidad manuales - Calibre el sistema de control de nivelación - Ajuste los controles del alimentador para obtener una cabeza de material consistente - Ajuste la velocidad del sinfín a 20-40 rpm - Reduzca la cabeza de material - Coloque el sensor de nivelamiento más cerca del punto de tracción
3. Superficie ondulada (larga)	<ul style="list-style-type: none"> - Verifique la referencia de nivelamiento en busca de depresiones largas o zonas elevadas - Reduzca el tiempo de detención en espera de los camiones; reduzca la velocidad de pavimentación - Active el sistema de contrapeso de la regla - Aumente la presión en el sistema de contrapeso de la regla - Active el sistema de sujeción de la regla, si está instalado - Detenga la pavimentación con los transportadores llenos - Detenga el plegado de las alas de la tolva si hay segregación
4. Asperidad intermitente	<ul style="list-style-type: none"> - Calibre el sistema de control de nivelación - Inspeccione los sensores de nivelación - Controle el funcionamiento del patín promediador mientras pavimenta niveles elevados - Limpie los derrames frente a la pavimentadora - Limpie los derrames frente a los sensores de nivelación - Repare las zonas elevadas de la superficie antes de pavimentar - Controle el funcionamiento del sistema de alimentación - Suspnda el control de inclinación automático; controle la inclinación manualmente - Instale un patín promediador en lugar del sensor de nivelación individual

DEFECTOS

Problema	Solución
1. Marcas de arrastre	<ul style="list-style-type: none"> - Limpie los derrames frente a la pavimentadora - Repare las zonas elevadas antes de pavimentar - Aumente el espesor de la capa - Verifique la inclinación de la superficie antes de usar el control de inclinación automático - Controle la cabeza de material, no opere con poco material - Aumente la temperatura de la regla
2. Material de gran tamaño	<ul style="list-style-type: none"> - Verifique los filtros de gradación en la planta - Verifique los filtros de gaga en la reserva de reciclado - Limpie los cuerpos del camión - Baje las compuertas de caudal, si están instaladas
3. Marcas de la regla	<ul style="list-style-type: none"> - El camión se detiene cerca de los rodillos de empuje - Reduzca el tiempo de detención en espera de los camiones; reduzca la velocidad de pavimentación - Active el sistema de contrapeso de la regla - Aumente la presión en el sistema de contrapeso de la regla - Active el sistema de sujeción de la regla, si está instalado
4. Acumulaciones / pérdidas	<ul style="list-style-type: none"> - Corrija la humedad de la mezcla - Reduzca el contenido de cemento asfáltico - Reduzca la frecuencia vibratoria - Cambie a la compactación estática - El mantenimiento de la planta elimina las bolas de polvo
5. Marcas de separación	<ul style="list-style-type: none"> - Ajuste la altura de la extensión de la regla - Ajuste la inclinación de la extensión de la regla - Ajuste el tope de la inclinación para aplanar la extensión de la regla

[RESUMEN]

Nuevas tecnologías han simplificado el proceso de pavimentación de asfalto y han logrado que a los equipos les resulte fácil optimizar el rendimiento, la productividad y la eficiencia de la pavimentadora. Sin embargo, el elemento humano sigue siendo el factor más importante en el uso de pavimentadoras con el máximo provecho.

Muchas circunstancias en el lugar de trabajo pueden provocar problemas al colocar una capa de alta calidad o cumplir con los objetivos diarios de producción. No hay un sustituto para la experiencia de los miembros del equipo para prevenir problemas, y cuando ocurren, para resolverlos rápidamente.

La capacitación de operaciones de pavimentación de Cat es una opción que produce dividendos inmediatos y muchos más con el paso del tiempo. Esta *Guía para la pavimentación de asfalto* es otra herramienta clave que debe estar disponible a modo de referencia rápida. La Unidad 8 es una buena guía para diagnosticar y resolver problemas. Muchos temas pueden resultar familiares, pero es probable que incluso los supervisores, operadores de pavimentadoras y reglas, y el personal de calidad más experimentados aprendan algo nuevo y obtengan mayores conocimientos acerca de muchos defectos comunes, algunos visibles y otros no.

La textura de la superficie de la capa bituminosa debe ser uniforme, de extremo a extremo, por el ancho total de la capa. Cuando aparecen problemas en la capa, los miembros del equipo necesitan conocer las posibles causas, determinar qué sucedió y tomar medidas correctivas de inmediato. Las fotos y descripciones de la Unidad 8 ayudarán a determinar la causa.

La segregación puede ser un problema especialmente molesto. Saber dónde está sucediendo y qué hacer para eliminar o minimizar su impacto sobre la capa bituminosa es fundamental. Las pautas para el análisis de la causa raíz ayudarán a determinar si el problema se está originando en la planta, en las unidades de traslado, en un dispositivo de traslado, en la tolva o inserción de la tolva de la pavimentadora o en la cámara para sinfín de la pavimentadora.

La breve Guía de resolución de problemas al final de esta unidad es un buen recurso para detectar problemas y aplicar soluciones que involucran la textura de la superficie, segregación, aspereza y defectos. Busque un lugar para almacenar esta guía en la pavimentadora o en un vehículo del lugar de trabajo. Cuando se trata de entender qué está sucediendo en el lugar de trabajo, el conocimiento es poder. Esta guía presenta décadas de conocimientos embalados en un formato ilustrado y fácil de usar.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- A -

Acoplamiento entrelazado	El acoplamiento entrelazado es una característica de algunos sistemas de control de pendiente y nivelación longitudinal que conectan los movimientos de ambos puntos de remolque para proporcionar correcciones de pendiente y nivelación longitudinal simultáneas.
Acumulación	Una acumulación en la capa bituminosa es una acumulación de cemento asfáltico y partículas finas o polvo.
Agente de desmoldeo	Un agente de desmoldeo es un tipo de líquido que ayuda a prevenir que el material bituminoso se adhiera a las superficies de goma o acero. Los destilados de petróleo, como el combustible diésel, están prohibidos en la mayoría de ubicaciones debido a sus efectos perjudiciales en el material bituminoso. Hay una variedad de agentes de desmoldeo biodegradables.
Aglutinante	Material orgánico (alquitrán, alquitrán de hulla) con propiedades de cohesión y adhesión que le permite conectar agregados.
Agregado	Agregado se refiere al tipo o tipos de piedras utilizadas en la fabricación de material de pavimentación bituminoso.
Arena	Material granular fino que resulta de la desintegración natural de la roca o la trituración de la roca. Generalmente tiene menos de 6 mm (0.25").
Contenido de humedad	El contenido de humedad es un factor importante con respecto a la adecuación de un agregado para su uso en material bituminoso. Humedad excesiva implica tiempo de secado adicional y menor producción. La humedad excesiva en la mezcla crea inestabilidad.
Grava	Material granular grande producido por la erosión o desintegración natural de la roca. Por lo general, la grava tiene superficies redondeadas y tiene más de 6 mm (0.25").
Piedra triturada	La reducción técnica de grava y roca a través de máquinas de trituración. La piedra triturada se clasifica al pasar por filtros vibratorios.
Alquitrán	El alquitrán es una mezcla negra y viscosa de hidrocarburos que se encuentra de manera natural o se obtiene como residuo de la destilación de petróleo. El alquitrán también se denomina cemento asfáltico.
Clasificación del rendimiento	El sistema de clasificación de rendimiento clasifica alquitranes según las propiedades de ingeniería en diversas temperaturas altas y bajas del pavimento.
Modificado	Los alquitranes modificados contienen aditivos como polímeros que mejoran las propiedades de ingeniería del alquitrán.
Recto	Residuo de tramo recto que se produce a partir de la destilación atmosférica del petróleo crudo.
Análisis de calidad	El análisis de calidad consiste en probar, medir y analizar material bituminoso y otros aspectos especificados de un proyecto en un laboratorio u otro entorno controlado.
Ángulo de ajuste	La disposición en la que la regla flota sobre la capa bituminosa. También se lo conoce como ángulo de ataque.
Aproximación	Una aproximación es la conexión con una estructura existente, como una intersección o una rampa, que está perpendicular a un lado de la pasada de pavimentación principal.
Área de limpieza	Un área especificada para la limpieza de unidades de transporte. Puede encontrarse en el proyecto o en la planta de asfalto.
Asfalto	Asfalto es el término genérico utilizado para describir material de pavimentación bituminoso, también llamado asfalto de mezcla caliente o, a veces, asfalto de mezcla templada. El asfalto también se puede clasificar como mezcla fría.

Asfalto con base de piedra	El asfalto con base de piedra está compuesto casi completamente de agregados grandes, partículas finas y cemento asfáltico modificado. Hay contacto entre piedras, pero las piedras están recubiertas con una masilla gruesa de partículas finas y cemento asfáltico viscoso.
Asfalto de módulo alto	Mezcla bituminosa rígida que resiste la deformación bajo carga. Normalmente especificada para carreteras que soportan un gran volumen de tránsito.
Asfalto espumado	Mezcla que usa aglutinante espumado (expandido) que se crea al agregar pequeñas cantidades de agua o vapor al asfalto líquido caliente.
Asfalto modificado con polímeros	Un polímero es un compuesto sintético en la forma de una cadena de moléculas vinculadas de manera similar. Los polímeros se agregan al cemento asfáltico para mejorar la resistencia de la capa en temperaturas altas y la elasticidad de la capa en temperaturas bajas. El cemento asfáltico modificado por polímeros tiene un alto nivel de viscosidad.
Asfalto permeable	También conocidas como “asfalto de drenaje”, estas mezclas tienen un alto contenido de vacíos que permite que el agua fluya por los vacíos conectados.
Autonivelación	La acción de una regla flotante que reduce las zonas elevadas y rellena las zonas bajas mientras pavimenta.

- B -

Barra de la nariz	La barra de la nariz es una banda de desgaste redondeada instalada frente a la placa de la regla.
Base de la barra tamper	La parte inferior de la barra tamper que está en contacto con la superficie de la capa bituminosa.
Bisel	Un bisel es la inclinación creada al biselar el borde del pavimento, normalmente a un ángulo de 45°. Un borde biselado resiste la deformación y los efectos del clima.
Bloqueo de bajada - Regla	En las pavimentadoras con reglas tamper, el bloqueo de bajada de regla se activa cuando la pavimentadora está en el modo de emergencia para prevenir marcas de regla mientras se detiene la pavimentadora en material bituminoso sin compactar.
Borde delimitado	Un borde delimitado es un borde de una capa de asfalto que está delimitado por una capa colocada anteriormente. La intersección de las dos capas es denominada una junta longitudinal.
Borde no delimitado	Un borde no delimitado es el borde de una capa de asfalto que está abierto y no está unido por una capa, bordillo o canaleta adyacente.
Brazos de remolque	Los brazos de remolque en la pavimentadora son la conexión entre la regla y el tractor, que proporciona la energía para remolcar la regla.

- C -

Cabeza de material	El nivel de material en la cámara del sinfín delante de la regla. Una gran influencia en la manera en que flota la regla.
Cabezal del elevador de hilera	Un mecanismo de recolección del elevador de hilera con elevador que se utiliza para que cargue material bituminoso depositado por vertederos inferiores en una columna lineal de la pendiente en un vehículo de traslado de material.
Cámara de control	La estación de control para el operador de la planta de asfalto que contiene todos los controles para la producción, el almacenamiento y la descarga de material bituminoso.
Cámara infrarroja	Una cámara infrarroja produce una imagen de la temperatura de la superficie de la capa de asfalto. Por lo general, la imagen abarca el ancho de la capa por una distancia de no más de 9 metros (30').
Capa aglutinante	La capa aglutinante es material bituminoso colocado sobre la parte superior de la capa base. La capa aglutinante consta de agregados medianos y, por lo general tiene de 50 a 100 mm (de 2 a 4") de espesor.

Capa base	Normalmente, la capa base es la primera capa de material bituminoso en una estructura de carretera. La capa base, por lo general, consta de agregados grandes y tiene 75 mm (3"), o más, de espesor.
Capa de desgaste	La capa de desgaste, a menudo llamada capa de fricción o superficie, es la capa final en la estructura de la carretera. Por lo general, es la capa más delgada y está diseñada para ser la capa más firme.
Capa de nivelación	Una capa de nivelación es una capa delgada de material bituminoso colocado sobre una superficie fresada con la doble finalidad de restaurar la superficie y mejorar la homogeneidad.
Capacidad de compensación	La capacidad de compensación es el volumen de almacenamiento de un dispositivo de traslado de material o de la tolva o inserción de tolva de la pavimentadora.
Célula de carga	Balanzas en cualquier costado de los silos de almacenamiento que miden el peso de la unidad de transporte con y sin carga.
Cemento asfáltico	El cemento asfáltico es el aceite utilizado en la fabricación de material de pavimentación bituminoso. El cemento asfáltico también se denomina alquitrán.
Elastómero	Cemento asfáltico de polímeros modificados con mayores propiedades elásticas y menor susceptibilidad térmica.
Fundente	Cemento asfáltico suavizado por la adición de fundente de petróleo con baja volatilidad.
Modificado	Por lo general se refiere a cemento asfáltico de polímeros modificados con mayor rigidez.
Pigmentado	Cemento asfáltico al que se le ha agregado un agente colorante.
Recubierto	Cemento asfáltico con aditivos para mejorar la adhesión.
Reducción	Las reducciones son cementos asfálticos mezclados con un solvente de hidrocarburo, por lo general un destilado de petróleo, para disminuir la viscosidad del cemento asfáltico.
Coefficiente de fuerza de frenado	El coeficiente de la fuerza de frenado es una medida que caracteriza la resistencia al derrape de la superficie de la carretera longitudinal.
Compactación	La compactación es el proceso mecánico de reducir los vacíos de aire y desarrollar una capacidad de carga en una capa de material bituminoso al trasladar los agregados al contacto de enclavamiento.
Compactación de fase inicial	La fase inicial de la compactación ocurre inmediatamente detrás de la pavimentadora donde la capa de asfalto está más caliente. La fase inicial debe alcanzar la mayoría de la densidad final meta.
Compactación de fase intermedia	La fase intermedia de la compactación ocurre inmediatamente después de la fase inicial en una zona de temperatura donde la capa de asfalto aún está lo suficientemente caliente para permitir incrementos en densidad. La fase intermedia debe alcanzar la densidad final meta.
Compensación de temperatura	Los sensores sónicos de nivelación tienen algún tipo de compensación de temperatura para mantener la precisión cuando funcionan en condiciones donde la temperatura puede cambiar rápidamente.
Comprobante de peso	Documento impreso que se proporciona al conductor del camión en la planta de asfalto. Contiene el número de carga, la hora, el peso bruto, el peso neto y los totales diarios cumulativos del proyecto.
Compuerta trasera	Una regla de pavimentación tiene compuertas traseras en la izquierda y derecha que limitan la capa de asfalto al ancho deseado. La parte posterior de una compuerta trasera tiene una tira de metal llamada patín. Cuando la compuerta trasera está baja, el patín flota sobre el suelo y el borde de la capa de asfalto está vertical para que coincidan las juntas de mejor manera.
Compuertas con abrazadera	Las compuertas de descarga con abrazadera están diseñadas para abrirse simultáneamente desde el centro y descargar una masa de material bituminoso caliente en un silo de almacenamiento. La apertura inadecuada de la compuerta puede causar segregación en el silo de almacenamiento.

Compuertas de caudal	Las compuertas de caudal son enrasadores ajustables verticalmente que están instalados sobre los transportadores izquierdo y derecho en la parte posterior de la tolva. Proporcionan una manera de controlar el nivel de la mezcla en el centro de la cámara del sinfín.
Concreto asfáltico	Concreto asfáltico es otra frase utilizada para describir el material de pavimentación bituminoso.
Colada delgada	Rodadura de asfalto de 30 a 50 mm (de 1.2 a 1.9") de espesor.
Colada muy delgada	Rodadura de asfalto con menos de 30 mm (1.2") de espesor.
Concreto compactado con rodillo	El concreto compactado con rodillo es un material de cemento ligado de manera hidráulica y utilizado para las capas de pavimentación y como capas de bases de apoyo. Adquiere fuerza a través de la compactación y el curado químico.
Condiciones ambientales	Las condiciones ambientales incluyen la temperatura del aire, la velocidad y dirección del viento y la nubosidad. Las condiciones ambientales afectan la pérdida de calor en el asfalto desde el momento de fabricación en la planta hasta el traslado a la pavimentadora.
Contenido aglutinante	Expresado como porcentaje, el contenido aglutinante es la proporción entre el peso del aglutinante y el peso de los agregados secos en la mezcla. O bien, es la proporción entre el peso del aglutinante y el peso total de la mezcla.
Control automático de la pendiente	Utilizar un sistema de control incorporado con sensores y computadoras para regular la elevación de la superficie de la capa bituminosa.
Control de calidad	El control de calidad consiste en probar, medir y analizar material bituminoso y otros aspectos especificados de un proyecto en el lugar de trabajo mientras el trabajo está en curso.
Control de la inclinación	Mantener la inclinación lateral de la regla de pavimentación para crear la inclinación deseada de la superficie de la capa bituminosa.
Control de la inclinación - Automático	Utilizar un sensor y controlador para mantener la inclinación lateral de la regla de pavimentación.
Control de la pendiente	Mantener la elevación correcta de la superficie del material bituminoso. También se refiere a controlar el espesor de la capa bituminosa.
Control de tráfico	El control de tráfico es la actividad asociada con el cambio del flujo de tráfico para adaptar toda la actividad de construcción, normalmente dentro de los períodos especificados y según las regulaciones de seguridad locales.
Corona - Estructural	La corona de una estructura es la intersección de dos capas con inclinaciones transversales opuestas.
Corona - Regla	La placa de la regla principal puede configurarse en el punto medio para crear inclinaciones transversales opuestas positivas o negativas.
Corrugaciones	Las corrugaciones, u ondulaciones, son una forma de deformación plástica que genera ondas sobre la superficie del pavimento. Por lo general, son el resultado del frenado repetido del vehículo en las intersecciones.
Cortador de bordes	Un cortador de bordes es un accesorio, que frecuentemente se instala en el tambor del compactador para recortar el borde no delimitado de una capa de asfalto con el fin de proporcionar una superficie vertical y una línea derecha para igualar las juntas.
Curva de refrigeración	Una curva de refrigeración es una planilla de horarios gráfica de la pérdida de calor en una capa de asfalto según el espesor de la capa, el tipo de material y las condiciones ambientales.
Curvatura principal	La curvatura principal existe cuando el frente de la placa de regla principal tiene una pequeña curvatura, 3 mm (0.125") por ejemplo, mientras el borde de salida de la placa de la regla está plano.
- D -	
Delaminación	La separación de dos capas de material bituminoso. Puede ser el resultado de que no haya asfalto suficiente entre las capas o del proceso de planificación de frío.

GLOSARIO

Densidad	La densidad es el peso de un determinado volumen de material, normalmente expresada en kilogramos por metro cúbico o libras por pie cúbico.
Densidad aparente	Densidad de material bituminoso suelto o no compactado.
Densidad - Máxima teórica	La densidad máxima teórica es el peso de un determinado volumen de material bituminoso compactado de una manera controlada repetible en un entorno de laboratorio.
Densidad requerida	La densidad requerida se expresa como porcentaje y representa la proporción entre el peso de una muestra de la mezcla compactada y el peso de una muestra de referencia compactada en el laboratorio (Marshall, Duriez, por ejemplo).
Depósito de compensación	Una unidad, o silo, de almacenamiento utilizada para almacenar material bituminoso para descargar en las unidades de transporte en la planta de fabricación de asfalto.
Depósitos de alimentación	
Calor	Los depósitos de alimentación en calor reciben cantidades medidas de agregados fríos para calentar antes de trasladarlos al mezclador de paletas en una planta de asfalto en lotes.
Frío	Los depósitos de alimentación en frío contienen los agregados utilizados en un diseño de mezcla particular. Cada depósito se carga con agregado de un tamaño. Los transportadores trasladan a los agregados fríos al mezclador de tambor o a los depósitos de alimentación en calor.
Desviación de la tangente	La desviación de la tangente es la distancia entre una sección de corona de pavimento y una sección de nivel de pavimento. Normalmente está construida en cualquier extremo de una superelevación.
Dial de altura de mezcla	Potenciómetros ubicados en cada caja de control de la regla utilizados para ajustar la cabeza de material en el extremo exterior de los sinfines. Las pavimentadoras equipadas con cuatro sensores del alimentador también tienen diales de altura de mezcla en la estación del operador para controlar la cabeza de material en el extremo exterior de los transportadores.
Diales de control de relación	Los potenciómetros ubicados en la estación del operador se usan para ajustar la velocidad de los transportadores. Los potenciómetros proporcionan una manera de controlar el nivel de la mezcla en el centro de la cámara del sinfín.
Duración del ciclo	La duración del ciclo es el tiempo que le lleva a la unidad de transporte ir desde la planta del asfalto al proyecto y volver. La duración del ciclo es el elemento fundamental para determinar la cantidad de unidades de transporte que se requieren para igualar la producción de la planta.

- E -

Elemento de gran tamaño	Un elemento de gran tamaño es cualquier material descargado en la tolva de la pavimentadora que es más grande que el tamaño máximo de agregado especificado por la fórmula de mezcla.
Elevación	En términos simples, la elevación es la altura de cualquier capa de pavimento. La elevación a menudo se expresa como el espesor de una determinada capa en relación con una superficie analizada.
Elevador de hilera	Un elevador de hilera es un dispositivo de traslado que está fijado en el frente de una pavimentadora. Un transportador elevador con rampa recoge el material que las unidades de transporte de vertido inferior dejan en una hilera, y traslada el material a la tolva de la pavimentadora.
Enganche de camión	Algunas pavimentadoras tienen la opción de enganche de camión. Los brazos del enganche de camión se extienden hacia adelante de los rodillos de empuje para contactar las ruedas de la unidad de transporte y proporcionar una conexión sólida entre la pavimentadora y la unidad de transporte.
Equilibrio	Equilibrio es el punto en el que todos los factores que afectan la regla son regulares y la regla está flotando en una condición relajada en un nivel fijo.

Equipo de montaje	El equipo de montaje consta de los brazos que respaldan los sensores de nivelación y los patines promediadores. El equipo de montaje está fijado a los brazos de remolque y las compuertas traseras de la pavimentadora.
Escáner infrarrojo	Una escáner infrarrojo es un dispositivo portátil que mide y muestra la temperatura de un punto en la superficie de una capa de asfalto.
Escoria	La escoria es un subproducto no metálico de un alto horno o una caldera de fondo húmedo. Se utiliza como agregado después de pruebas y dimensionamiento adecuados. Puede ser porosa y requiere alquitrán adicional en la fórmula de mezcla.
Espaciamiento de impacto	Espaciamiento de impacto es la relación entre la frecuencia de una barra tamper y la velocidad de trabajo de una pavimentadora. El espaciamiento de impacto debe ser de tal manera que haya al menos una superposición de 6 mm (0.25") entre los impactos de la barra tamper.
Especificación - Método	Una especificación de método describe el tipo de equipo o las técnicas que deben utilizarse en un proyecto.
Especificación - Resultado final	Una especificación de resultado final es la serie de objetivos de medición de un control de calidad/análisis de calidad para elementos como la calidad de conducción, la densidad y el cumplimiento de la mezcla de asfalto.
Espesor suelto	El espesor de la capa bituminosa colocada por la regla antes de la compactación.
Estaca de nivelación	Una estaca de nivelación es un marcador de construcción que se coloca junto al pavimento para usar como indicador de elevación o inclinación.
Estación total universal	Una estación total universal es parte del sistema de guía utilizado en las aplicaciones de pavimentación tridimensional. Cada estación envía información al sistema de control incorporado según un modelo generado por la computadora.
Extensión	
Bastidor	Las extensiones de bastidor están atornilladas al extremo del bastidor del tractor o se pueden extender hidráulicamente. Las extensiones de bastidor siempre se deben agregar frente a las extensiones del sinfín.
Sinfín	Las extensiones de sinfín están fijadas a los extremos de los ejes del sinfín para ayudar a quitar material de las compuertas traseras mientras mantiene una cabeza de material aceptable.
Extensión del enrasador	Algunas reglas tienen una extensión del enrasador que es una parte integral de la regla o una que está atornillada en la regla. Los enrasadores son un dispositivo de nivelación y no tienen una placa de la regla.
- F -	
Factor de eficiencia	Se debe usar un factor de eficiencia cuando se calcula la velocidad de trabajo de una pavimentadora para compensar paradas, esperar a camiones u otras razones.
Filtro de clasificación	Los filtros de clasificación son parte del sistema del alimentador de agregados en la planta que ayudan a mantener los materiales de gran tamaño fuera de la secadora o mezcladora.
Filtro de sacos	Sistemas de recolección de polvo seco o húmedo que son parte del sistema de control de calidad en una planta de asfalto. Por lo general, el polvo del filtro de sacos se recicla como parte de la mezcla de asfalto.
Flojedad	En relación con una pavimentadora, flojedad se refiere a la falta de tensión en las conexiones del brazo de remolque y las conexiones de la regla. Elimine la flojedad al adelantar la pavimentadora unos centímetros mientras la regla descansa sobre el punto inicial.
Formación de grietas	Diversos tipos de defectos que, por lo general, se pueden ver en la capa de la superficie.
Debilitamiento	Serie de grietas interconectadas causadas por un fallo por debilitamiento de la superficie debajo de carga de tráfico repetida.

GLOSARIO

Desfasada	Las grietas desfasadas son grietas con forma de media luna y son el producto de fuerzas horizontales inducidas por el tráfico. Por lo general, se generan por una falta de unión entre la capa de la superficie y la capa aglutinante.
Longitudinal	Una grieta o discontinuidad en un pavimento que, por lo general, está en paralelo a la línea central del pavimento. Las grietas longitudinales pueden ocurrir como resultado de juntas de carril de pavimentación mal construidas, contracción térmica, soporte inadecuado, reflexión de capas subyacentes, o como precursor de formación de grietas por debilitamiento. Las grietas longitudinales que ocurren en la trayectoria de la rueda por lo general indican una formación de grietas por debilitamiento (con forma de piel de caimán).
Reflectante	Las grietas reflectantes ocurren en la superposición de capas y reflejan el patrón de grietas en la capa subyacente.
Transversal	Las grietas transversales ocurren en ángulos rectos aproximadamente a la línea central de la estructura y, a menudo, en intervalos regulares. La causa es el movimiento que se ocasiona debido a cambios de temperatura y endurecimiento del cemento asfáltico con el paso del tiempo.
Fórmula de mezcla	El diseño de la fórmula o mezcla aprobado por la producción de material bituminoso en un proyecto específico. Describe la gradación de agregados, el tipo de cemento asfáltico y el contenido del cemento asfáltico.
Frecuencia	
Tamper	La frecuencia de tamper es la cantidad de trazos verticales realizados por la barra tamper en un minuto.
Vibratoria	La frecuencia vibratoria es la velocidad de rotación, expresada en vibraciones por minuto, del eje del peso excéntrico instalado en la regla de la pavimentadora.
Fricción interna	La fricción interna es la resistencia al movimiento por parte del agregado en una capa de asfalto. La forma del agregado determina la cantidad de fricción interna.
Fuerza de corte	La fuerza de corte es la capacidad de la regla de pasar una determinada cantidad de material debajo del frente de la regla mientras empuja el resto del material en la cámara del sinfín.
Fuerza de elevación	La fuerza de elevación es la fuerza hidrodinámica creada por el material que pasa debajo y sostiene la regla flotante. La fuerza de elevación está afectada por el tipo de mezcla, el espesor de la capa y la temperatura del material.

- G -

Gradación	Con respecto al material bituminoso, la gradación es una progresión sistemática en el tamaño de los agregados que se utilizan en la fórmula de diseño de la mezcla. Una curva de gradación indica los tamaños y las cantidades de agregado que se utilizarán.
Continua	Término usado para describir una curva de gradación sin discontinuidades.
Granulometría densa	Las mezclas de granulometría densa se producen con una variedad de tamaños de agregado, cemento asfáltico y partículas finas. Los agregados más grandes están rodeados por una masilla de partículas finas y cemento asfáltico.
Granulometría discontinua	Las mezclas de granulometría discontinua usan una gradación de agregados con partículas que varían de grandes a partículas finas con algunos tamaños intermedios faltantes. Las mezclas de granulometría discontinua son permeables con mucho contacto entre piedras.
Granulometría discontinua doble	Mezcla bituminosa con una discontinuidad doble en su curva de gradación.

Guía del camión	La guía del camión es la persona responsable de ayudar a dirigir el caudal de las unidades de transporte frente a la pavimentadora y dirigir la descarga de material desde las unidades de transporte a la tolva de la pavimentadora o a un vehículo de traslado de materiales.
- I -	
Impacto	El impacto es una fuerza de compactación dinámica. El impacto ocurre cuando la barra tamper frente a la regla se mueve hacia la capa de asfalto.
Impresión de la regla	Una impresión de regla, también llamada marca de asentamiento de la regla, es la hendidura en la capa bituminosa caliente que la regla deja durante una parada de la pavimentadora.
Inclinación transversal	La inclinación transversal de la superficie de la capa bituminosa. Por lo general, la inclinación transversal se expresa como porcentaje, y es el cambio en elevación (subir) sobre una distancia predeterminada (ejecutar).
Índice de perfil	Índice de perfil es un rastro de la superficie de una estructura de pavimentación. Se genera al presionar un perfilógrafo sobre la superficie que se debe medir o al activar un perfilador de inercia sobre la superficie.
Índice de Rugosidad Internacional	El Índice de Rugosidad Internacional mide la calidad de conducción. Un vehículo de prueba certificado conduce sobre una superficie pavimentada a una velocidad de carretera normal y registra el movimiento del chasis provocado por la regularidad.
Intercambio de camión	Un intercambio de camión es el procedimiento para reemplazar una unidad de transporte vacía con una unidad de transporte cargada frente a la pavimentadora o al dispositivo de traslado de materiales.
- J -	
Junta de compensación	Una junta de compensación se crea al variar el ancho de las capas que forman una junta longitudinal mientras se desarrolla la estructura del pavimento. Las juntas escalonadas o de compensación evitan crear una serie de juntas en una ubicación cuando se colocan varias capas.
Junta longitudinal	Una junta longitudinal es la intersección de dos capas de asfalto a lo largo de los bordes que están paralelos a la dirección del pavimento.
Junta caliente/caliente	Una junta longitudinal caliente/caliente se crea con dos pavimentadoras que colocan capas adyacentes escalonadas.
Junta caliente/fría	Una junta longitudinal caliente/fría se crea al colocar una capa de asfalto caliente junto a una capa de asfalto frío compactado anteriormente.
Junta caliente/templada	Una junta longitudinal caliente/templada se crea al colocar una capa de asfalto caliente junto a una capa colocada hace poco.
Junta plana	Una junta plana (también denominada junta a tope) es un término común utilizado para describir el punto de partida transversal para una pasada de pavimentación que une una sección de pavimento colocada anteriormente con una sección nueva.
Junta tipo cuña	Una junta tipo cuña es un borde estrecho que elimina una cara vertical del borde no delimitado que puede estar abierto al tráfico. Una junta tipo cuña se forma al instalar un formador en el extremo de la regla de pavimentación.
Junta tipo cuña ranurada	Una junta tipo cuña se crea al instalar un formador de juntas en el extremo de la regla de pavimentación. Las juntas tipo cuña a menudo se especifican para evitar crear un gran borde vertical no delimitado que puede estar abierto al tráfico.
Junta transversal	Una junta transversal, también llamada una junta plana, es la intersección perpendicular de dos capas de asfalto. A menudo, una junta transversal es el punto de inicio para la reanudación de la pavimentación desde una capa compactada fría.

- L -

Línea de empuje	También llamada ángulo de tracción, la línea de empuje es la relación entre la altura del punto de remolque y el punto pivote de la regla.
Líneas de referencia	Una línea de referencia es una referencia de pendiente mecánica basada en datos topográficos y colocada en un lado de la pavimentadora para un control de elevación preciso.

- M -

Manivela de profundidad	Las manivelas de profundidad están ubicadas en cada lado de las reglas vibratorias. El espesor de la capa se puede cambiar manualmente a través de las manivelas de profundidad.
Marca del extensor	Una marca de extensor es una línea longitudinal continua en la superficie de la capa bituminosa. Es el resultado de un desfase de altura entre la regla principal y el extensor.
Marcas de arrastre	Las marcas de arrastre son franjas de textura abierta en la superficie de la capa bituminosa. Pueden ser el resultado de una regla fría, una regla dañada, un ángulo de ataque insuficiente o una capa no lo suficientemente espesa para que la regla flote.
Marcas de impacto	Las marcas de impacto son líneas visibles en la superficie de la capa de asfalto. Las marcas de impacto se generan al aplicar demasiada fuerza en la capa de asfalto o espaciamiento de impacto incorrecto.
Marcas de separación	Las marcas de separación son líneas continuas en la superficie provocadas por la desigualdad de altura entre la regla principal y un extensor de la regla.
Masilla asfáltica	Mezcla de alquitrán, agregado y rellenos que es líquida cuando está caliente. Mezclada en una planta fija o móvil, se transporta en una camión de mezclado. La masilla asfáltica se utiliza en aceras, capas de rodadura o cubiertas de puentes como agente impermeabilizante, y se esparce a mano.
Material bituminoso	El material bituminoso es la combinación de agregados, cemento asfáltico y ciertos aditivos. El material bituminoso se fabrica en las plantas de asfalto.
Mezcla caliente	Material bituminoso producido en una planta de asfalto a temperaturas de 150 a 180 ° C (de 300 a 350 ° F).
Mezcla fría	Mezcla de agregados y aglutinantes que proporciona un recubrimiento sin calentar ni secar los agregados. Por lo general, la emulsión de alquitrán se utiliza como aglutinante.
Mezcla templada	Material bituminoso producido en una planta de asfalto a temperaturas de hasta 40 ° C (100 ° F).
Medidor de inclinación	Un medidor de inclinación es un nivel electrónico, normalmente de 1 metro o 2 metros (3' o 6') de largo, utilizado para medir la inclinación de una superficie de pavimentación.
Medidor de prueba de densidad	Los medidores de prueba de densidad se usan para probar la densidad del proyecto mientras el material bituminoso se encuentra todavía lo suficientemente caliente para hacer ajustes. El técnico de control de calidad calibra y usa el medidor del proyecto.
Mezcla de granulometría abierta	El material bituminoso de granulometría abierta está conformado solo por algunos tamaños de agregado con la ausencia de tamaños intermedios. Por lo general, el cemento asfáltico modificado es parte del diseño. Hay mucho contacto entre las piedras.
Mezclador de paletas	Un mezclador de paletas consta de un eje giratorio, o una serie de ejes, con paletas utilizadas para mezclar agregados y cemento asfáltico en una planta de lotes.
Microfresado	Eliminación de una cantidad especificada de material de pavimentación por parte de una fresadora en frío equipada con un tambor de corte de alta densidad.

Movilización	La movilización es una actividad asociada con el transporte de equipos y suministros a la ubicación de un proyecto. La movilización puede ser un elemento separado en una solicitud de licitación.
Muestra básica	Una muestra básica es una pequeña parte de la capa de asfalto refrigerada y compactada que el personal de control de calidad quita y lleva a un laboratorio para un análisis de calidad.
Muestra de la mezcla	Una pequeña parte del material bituminoso que se probará para verificar su cumplimiento con los parámetros de diseño. Las muestras se toman de diversas ubicaciones como la descarga de la planta, la tolva de la pavimentadora, la cámara de sinfín de la pavimentadora y la propia capa.

- N -

Nivelador exterior	Un nivelador exterior es un patín promediador mecánico que usa una referencia de inclinación fuera del ancho de pavimentación.
Nivelador hacia delante y hacia atrás	El nivelador hacia delante y hacia atrás es un patín promediador mecánico que está instalado para extenderse sobre la regla y usar una nivelación dentro del ancho de pavimentación.
Nula, regla	Anule la regla al girar manivelas de profundidad para eliminar cualquier torcedora mientras la regla está apoyada en el punto inicial.
Nulo, sensor	Anular, o establecer parámetros de, un sensor de pendiente o sensor de nivelación transversal crea una distancia de referencia para un sensor de pendiente o una nivelación para un sensor de inclinación transversal.

- O -

Ondas	Las ondas son desviaciones o protuberancias con poca distancia entre sí en la superficie de la capa bituminosa. También se las conoce como ondulaciones o corrugaciones.
Ondulación	La ondulación está caracterizada por ondas muy separadas entre sí en la superficie de la capa bituminosa.
Oxidación	Endurecimiento del cemento asfáltico después de la exposición a oxígeno durante un largo periodo de tiempo.

- P -

Partículas finas	Las partículas más pequeñas en la fórmula de mezcla. Las partículas finas se combinan con el asfalto para ayudar a crear el efecto aglutinante entre las partículas de agregado más grandes.
Agregado fino	Agregados que pasan por la apertura del tamiz de 4.75 mm (0.2").
Partículas finas del filtro de sacos	Material agregado a la mezcla después de la recolección de polvo en el filtro de sacos.
Pasada	Una pasada es un movimiento de la pavimentadora en una dirección desde el punto inicial al punto donde se recoge la regla y se detiene la pavimentación.
Patín promediador - Eléctrico	Un patín promediador eléctrico está fijado a la pavimentadora y no hace contacto con la referencia de inclinación longitudinal. Un patín electrónico usa diversos sensores sónicos de nivelación y promedia las señales. Se puede instalar fuera o dentro del ancho de pavimentación.
Patín promediador - Mecánico	Un patín promediador mecánico es remolcado por la pavimentadora y hace contacto con la referencia de inclinación longitudinal. Se puede instalar fuera o dentro del ancho de pavimentación.
Pavimentación de hilera	La pavimentación de hilera es el proceso donde la unidad de transporte coloca el material bituminoso en una hilera para que un elevador de hilera lo paviemente y transfiera a la tolva de la pavimentadora.
Pavimentación escalonada	La pavimentación escalonada es el uso de dos o más pavimentadoras para colocar material bituminoso mientras se crea una junta longitudinal caliente.

GLOSARIO

Pavimentación tridimensional	Un sistema de guía de regla que recibe información de fuentes independientes a la pavimentadora.
Pavimento asfáltico recuperado	El pavimento asfáltico recuperado, también llamado material fresado, es el material que se quita de una capa de asfalto existente. El asfalto recuperado a menudo se especifica como parte de una fórmula de material bituminoso.
Pavimento de larga duración	Pavimento de larga duración es un término usado para describir una estructura de asfalto de profundidad total diseñado para soportar casi una cantidad infinita de cargas por eje sin que se deteriore la estructura.
Pendiente	Por lo general se refiere a la base sobre la cual se coloca el material bituminoso.
Perfil	Perfil es la sección transversal de una estructura de carretera, con mayor frecuencia refiriéndose a la inclinación de la superficie de la carretera para drenaje.
Longitudinal	La sección longitudinal de una carretera que muestra cambios de elevación en una determinada distancia.
Transversal	Otra manera de referirse a la inclinación de la estructura.
Perfil transversal	El perfil transversal es la inclinación de una sección de pavimento.
Peso excéntrico	El peso excéntrico es una masa desviada en un eje vibratorio montado en la regla de pavimentación. La rotación rápida del peso excéntrico crea fuerzas que hacen que la regla vibre y transmita ondas vibratorias a la capa de asfalto.
Peso suelto	El peso del material bituminoso antes de la compactación, expresado en kilogramos por metro cúbico (libras por pie cúbico). Útil cuando calcula las velocidades de pavimentación.
Planta asfáltica, continuo	También conocida como planta continua o mezcla de tambor, suministra continuamente agregados, aditivos y cemento asfáltico. El material terminado se traslada a uno o más silos de almacenamiento.
Planta asfáltica, lote	Una planta de asfalto en lotes produce una cantidad fija de mezcla en una operación discontinua. Ese lote se traslada a un silo de almacenamiento.
Precompactación	Precompactación es la cantidad de densidad que la regla coloca en la capa de asfalto. Los índices de precompactación se ven afectados por el peso de la regla, la velocidad de pavimentación y la energía suministrada por una regla tamper o vibratoria.
Producción	Producción se refiere a la distancia lineal que una determinada cantidad de material bituminoso pavimentará con una profundidad y un ancho especificados.
Proporción de diseño	La proporción de diseño se define como la proporción entre el espesor de la capa de asfalto y el agregado más grande de la capa. La mayoría de departamentos de obras públicas requieren al menos una proporción de 3:1 de espesor de capa a tamaño de agregado. La proporción de diseño tiene un efecto directo en el proceso de compactación. Mientras más alta sea la proporción, mejor.
Prueba de penetración	Prueba utilizada para medir la solidez del alquitrán. Según la solidez, los alquitranes se clasifican en diversos grados.
Punto pivote	El punto pivote de la regla es el punto en la regla desde donde se genera el ángulo de ataque.
Puntos de remolque	Los puntos de remolque son la ubicación donde los brazos de remolque se conectan al tractor.
Altura	La altura de los puntos de remolque afecta la línea de tracción y el ángulo de ataque de la regla, o ángulo de ajuste.
Cilindro	El cilindro del punto de remolque aumenta y disminuye la conexión del punto de remolque para controlar la altura del punto de remolque.

- R -

Reacción, regla	La reacción de la regla es el tiempo que le lleva a la regla cambiar la elevación en respuesta a una corrección de profundidad manual o a una corrección enviada por el sistema de control de nivelación automático.
Regla	Esa parte de la pavimentadora que es remolcada por el tractor y establece el ancho de la capa, la profundidad de la capa y la densidad precompactación.
Ancho fijo	Regla que consta de una regla principal de un determinado ancho. Las extensiones firmes están atornilladas para variar el ancho de la pavimentación.
Extensible	Regla que incluye extensiones que se pueden extender por energía y que se utilizan para variar el ancho de la pavimentación.
Regla de extensión	
Altura	La altura de un extensor de regla es su relación vertical con la regla principal.
Atornillable	Las extensiones de regla atornillables están disponibles en diferentes anchos y están fijadas al extremo de los extensores de energía para obtener un ancho de pavimentación adicional.
Energía	Un extensor es la parte exterior de la regla que se puede mover hacia fuera o hacia dentro de manera hidráulica para cambiar el ancho de pavimentación. Los extensores de regla están frente a la regla principal en algunas pavimentadoras y detrás de la regla principal en otras.
Inclinación transversal	Un extensor de regla puede tener una inclinación positiva o negativa en relación con la regla principal.
Regla del enrasador	Algunas reglas tienen un enrasador que se ajusta verticalmente y que está ubicado en el frente de la regla. La posición del enrasador afecta la manera en que el material fluye por debajo de la barra de nariz de la regla.
Regla tamper	Una regla tamper usa una o más barras tamper para brindar energía de compactación adicional a la capa de asfalto, por lo que produce mayor densidad en la capa de asfalto antes del proceso de compactación. Por lo general, las reglas tamper usan vibración para tensar la textura de la superficie.
Altura de dosificación	La distancia desde la parte superior de la cara angulada a la base de la barra tamper.
Amplitud	La distancia que la barra tamper se mueve hacia la capa de asfalto.
Ángulo de dosificación	El ángulo en el frente de la barra tamper.
Área de dosificación	La longitud de la parte angular de la barra tamper.
Regla vibratoria	Una regla vibratoria proporciona fuerza vibratoria a la capa de asfalto a medida que la capa pasa debajo de la regla. La vibración de la regla aumenta un poco la densidad de la capa de asfalto y también ayuda a tensar la textura de la superficie.
Relleno mineral	También denominados partículas finas, los rellenos minerales pueden ser polvo de trituradora, cemento Portland seco, cenizas volantes o cal. Los rellenos ayudan a rellenar los espacios entre los agregados más grandes.
Reserva	Suministro de agregados de un tamaño en la planta de fabricación de asfalto.
Residuo pegajoso	El residuo pegajoso es una emulsión formada por petróleo de pavimentación, agua y un agente emulsionante. El residuo pegajoso se aplica a las superficies antes de pavimentar para mejorar la unión entre las capas.
Resistencia al rodamiento	La resistencia al rodamiento es la fuerza que se emplea contra el movimiento de un objeto sobre una superficie. Por ejemplo, una superficie de pavimento lisa ofrece menor resistencia al rodamiento que una superficie de pavimento irregular.

Retroceso	Un retroceso es el movimiento de la pavimentadora hacia atrás para volver al inicio de la pasada que acaba de completar en preparación para pavimentar una pasada igual.
Roca	Minerales que ocurren naturalmente.
Ígnea	El resultado del enfriamiento y endurecimiento de materiales fundidos debajo de la superficie de la tierra. Las rocas ígneas son un agregado duradero, pero pueden causar un desgaste acelerado de las piezas de la pavimentadora.
Metamórfica	Formada al exponer rocas sedimentarias o ígneas a presión y calor prolongados. Las rocas metamórficas son muy duras, pero son quebradizas y pueden dañarse por las fuerzas de impacto fuerte.
Sedimentaria	Formada por la colección de sedimento en agua o depósitos acarreados por el viento, como piedra caliza y arenisca. Pueden ser frágiles y dañarse fácilmente durante la pavimentación y compactación.
Rodamiento de prueba	Confirmación de la estabilidad de un agregado o base regenerada antes de la pavimentación. Normalmente se realiza con rodillos neumáticos pesados.
Rodillo de empuje	Los rodillos de empuje están ubicados en el frente del tractor. Contactan a los neumáticos de una unidad de transporte cuando la pavimentadora empuja la unidad de transporte que está volcando su carga en la tolva.
- S -	
Sangrado	El efecto indeseable de cemento asfáltico que surge de la superficie de una rodadura.
Sección de nivel	Una sección de nivel es una parte de una estructura de pavimentación con una inclinación del 0 por ciento.
Sección transversal	Una sección transversal es un plano de ingeniería que ilustra el perfil transversal de una sección de pavimento en una ubicación.
Segregación	Segregación se refiere a la tendencia que tienen los agregados más grandes en una mezcla bituminosa de separarse de partículas más pequeñas y formar cavidades o franjas de agregados grandes dentro de la capa.
Franjas	La segregación de franjas es una línea continua de agregados grandes que aparecen en la superficie de la capa bituminosa.
Mancha, aleatoria	La segregación de manchas aleatorias es la aparición de cavidades de agregados grandes en intervalos irregulares.
Mancha, patrón	Las manchas formadas de agregados segregados aparecen regularmente y se asocian, por lo general, con la segregación de final de carga.
Sellado de grietas	El uso de una emulsión de asfalto o productos similares para rellenar las grietas en el pavimento y prevenir la penetración de humedad. Según el tipo y la antigüedad del sellador de grietas, puede expandirse y generar baches cuando se lo cubre con asfalto caliente.
Sensor de inclinación	Instalado en un travesaño sobre la regla, el sensor de inclinación mide la inclinación de la regla y envía datos al controlador del sistema.
Sensor de la pendiente	Un sensor de la pendiente, ya sea sónico o mecánico, es un dispositivo de medición que envía datos al controlador del sistema con respecto a la elevación de la referencia de la pendiente.
Sensor mecánico	Un sensor mecánico, ya sea de nivelación o alimentador, se contacta con el objetivo de referencia.
Sensores del alimentador	Los sensores del alimentador miden el nivel del material en el extremo de los ejes del sinfín o el nivel del material detrás de cada transportador en la cámara del sinfín. Hay sensores sónicos del alimentador y sensores mecánicos del alimentador.
Sinfín	Tornillos giratorios continuos utilizados para mover el asfalto por las caras izquierda y derecha de la regla.
Altura	La distancia entre la parte inferior de los segmentos para sinfín y la superficie de la capa bituminosa. Por lo general, la altura del sinfín es de 5 a 8 cm (de 2 a 3").

Cámara	El espacio entre la parte trasera del bastidor del tractor y el frente de la regla.
Velocidad	La velocidad del sinfín es la velocidad de la rotación de los sinfines durante la pavimentación. Por lo general está configurada en 20 a 40 revoluciones por minuto.
Sinfines invertidos	Los segmentos para sinfines invertidos, o paletas lanzadoras, están instalados en los extremos internos de los ejes del sinfín. Trasladan material debajo de la caja de cadena central para eliminar o minimizar la segregación en el centro de la capa bituminosa.
Sistema de contrapeso	El sistema de contrapeso, cuando se activa, ejerce una determinada cantidad de presión hidráulica ascendente en los cilindros de elevación de la regla. El contrapeso de la regla quita parte del peso de la regla y transfiere ese peso al tractor. Se utiliza para minimizar las marcas de la regla en la capa cuando se detiene la pavimentadora.
Sistema del alimentador	El sistema del alimentador de una pavimentadora consta de transportadores a la izquierda y a la derecha, y sensores del alimentador y sinfines izquierdos y derechos.
Solapado	Solapado se refiere a la distancia en la que el patín de la compuerta trasera se extiende sobre la capa de asfalto adyacente.
Sombra del sinfín	Las sombras del sinfín son franjas de textura abierta que aparecen en la superficie de la capa alineadas con los sinfines. Las sombras son el resultado de los sinfines configurados demasiado bajos.
Sujeción	Una sujeción es la conexión a una estructura existente, como un tablero de puente que está perpendicular a la dirección del pavimento.
Superelevación	Una superelevación es un segmento del pavimento con mayor perfil transversal (inclinación), normalmente diseñada para superar el efecto de la fuerza centrífuga en vehículos que viajan a través de secciones curvas.
Desviación	Una desviación de superelevación es la distancia entre una sección de nivel de pavimento y una sección superelevada de pavimento.
Superficie fresada	La nivelación que queda después de que una fresadora en frío quita una cantidad especificada de material de pavimentación.
Superposición	Colocación de material bituminoso sobre pavimentación existente.
- T -	
Tablero de inclinación	Un tablero de inclinación es un nivel tipo burbuja, normalmente de 2.5 metros o 3 metros (8' o 10') de largo, utilizado para medir la subida o bajada (inclinación) de una superficie de pavimentación.
Tableros de inicio	Los tableros de inicio son bandas de madera o metal colocadas debajo de la regla de la pavimentadora antes de que se baje la regla al punto de inicio. Los tableros de inicio deben tener el mismo espesor que el índice de compactación de la capa de asfalto que se coloca.
Tasa de compactación	La diferencia en espesor entre la capa que pasa debajo de la regla (altura antes de la compactación) y el espesor compactado después de que se completa el proceso de compactación.
Temperatura central	La temperatura central se refiere a la temperatura medida por una sonda insertada dentro del centro de una capa de asfalto. La temperatura central siempre es más elevada que la temperatura de la superficie, y es el verdadero indicador de la viabilidad de una capa de asfalto.
Textura - Superficie	La textura de la superficie es la apariencia de la superficie de la capa bituminosa. La textura se ve afectada principalmente por el ángulo de ataque de la regla.
Tira de prueba	Se utiliza una tira de prueba para confirmar que el equipo y patrón de rodamiento propuestos sean adecuados para alcanzar la densidad meta y proporcionar la producción de pavimentación estimada. La tira de prueba puede ser parte del proyecto o puede ser un elemento separado.

Tolva	La tolva es un compartimiento en el frente del tractor de la pavimentadora. Proporciona capacidad de almacenamiento limitada mientras que la pavimentadora recibe material desde la unidad de transporte. Los costados de la tolva se pueden doblar para mover material desde los costados de la tolva hacia los transportadores.
Inserción	Una inserción de tolva aumenta la capacidad de almacenamiento de la tolva para que la pavimentadora pueda funcionar durante intervalos más largos entre camiones.
Plataforma plegable	Una plataforma plegable es una opción que ayuda a mover material desde el frente de la tolva de regreso a los transportadores.
Tapajuntas	El tapajuntas de la tolva contiene material en el frente de la tolva.
Tope de inclinación	El tope de inclinación es el limitador de la inclinación del extensor de una regla.
Transportadores	Ubicados en la tolva de la pavimentadora, los transportadores izquierdo y derecho con rampa trasladan material desde la tolva a la cámara del sinfín frente a la regla.
Tornillos de espesor	Los tornillos de espesor en cada lado de las reglas tamper se ajustan para establecer el ángulo de ataque correcto.
Transductor	Un transductor es la parte de un sensor sónico que emite pulsos de sonido y usa los ecos de retorno para medir la distancia entre el transductor y el objetivo de referencia.
Transición	Transición es el cambio del perfil transversal entre las secciones de corona, secciones de nivel y secciones superelevadas.
Tren de rodaje	La parte del sistema de avance que proporciona tracción entre la pavimentadora y la superficie de la pendiente.
Cinta de goma	Cinta de goma continua reforzada, ya sea lisa o enlistonada. Se prefiere cuando la tracción y flotación son fundamentales. También proporciona una alta velocidad de transporte y un radio de giro estrecho.
Neumático de goma	Dos neumáticos de goma, a menudo con asistencia en el neumático delantero, impulsan la pavimentadora. Se prefiere por su marcha suave y alta velocidad de transporte.
Oruga de acero	Tren de rodaje del tipo oruga continua. Alta tracción, pero baja velocidad de transporte.
Tren de pavimentación	Equipo de pavimentación y compactación asignado al lugar de trabajo desde la entrega de asfalto a la superficie terminada y compactada.

- U -

Unidades de transporte	Los camiones utilizados para transportar el asfalto de la planta de producción al lugar de trabajo.
Depósitos inferiores	Depósito realizado desde la parte inferior de un remolque en una hilera que requiere un dispositivo de traslado para alimentar la tolva de la pavimentadora.
Depósitos traseros	Depósito realizado desde la parte trasera del camión o remolque al dispositivo de traslado de material o directamente a la tolva de la pavimentadora.

- V -

Vacios de aire	Los vacíos de aire son cavidades de aire atrapadas dentro de la capa de asfalto que fue colocada por una regla de pavimentación.
Valor de guía	Un número de referencia seleccionado por un operador de la regla y que se muestra en la pantalla del sistema de control de pendiente y nivelación longitudinal.
Vehículo de traslado de material	Máquina autopropulsada que recibe material de las unidades de transporte y traslada el material a la tolva o la inserción de tolva de la pavimentadora. Facilita la pavimentación continua y puede proporcionar una mezcla para reducir el riesgo de segmentación.

Velocidad de trabajo efectiva

La velocidad de trabajo efectiva es la velocidad de trabajo real multiplicada por el factor de eficiencia.

Viscosidad

Viscosidad se refiere al caudal de un líquido a una determinada temperatura. La viscosidad del cemento asfáltico utilizada en el material bituminoso se ve afectada por la temperatura y por los aditivos mezclados con el cemento asfáltico. A los efectos de la pavimentación, la viscosidad del cemento asfáltico afecta la manera en que la regla flota y la manera en que se realizan los ajustes de la regla.

- Z -

Zapatas de límite

Una zapata de límite se instala en la cámara del sinfín para reducir el ancho de la pavimentación a una medida menor que el ancho de la regla principal.

Zonas de grasa

Grumos de polvo que aparecen en la capa bituminosa. Por lo general, su presencia indica que se necesita realizar mantenimiento en el filtro de sacos.



CAT

AP555F



CATERPILLAR®