



boletín técnico T-117S



SEGREGACION CAUSAS Y SOLUCIONES

por J. Don Brock, PhD., P.E., y James G. May, y Greg Renegar



ASTEC anima a sus ingenieros y ejecutivos a redactar artículos que sean de valor para los miembros de la industria de mezcla de asfalto caliente (HMA). La compañía también patrocina actividades de investigación independiente cuando lo estima apropiado y ha coordinado la redacción conjunta con empresas competidoras de la industria. La información se divulga a las partes interesadas a través de boletines técnicos. El propósito de los boletines técnicos es poner la información a disposición de la industria de HMA a fin de contribuir al proceso de mejoramiento continuo que beneficia a la industria.

CONTENIDO

INTRODUCCION	3
DISEÑO DE LA MEZCLA	3
FORMACION DE PILAS DE MATERIAL	6
PLANTAS DE ASFALTO	7
Tolvas de alimentación en frío	7
Tolvas calientes en una planta dosificadora	8
Secador mezclador	9
Tolvas de compensación y almacenamiento	11
CARGA Y DESCARGA DE CAMIONES	16
PAVIMENTADORA	17
VEHICULO DE TRANSFERENCIA DE MATERIALES SHUTTLE BUGGY™	19
SISTEMA DE DIAGNOSTICO	21
PRUEBAS	21



INTRODUCCION

Las mezclas de asfalto caliente que están debidamente diseñadas, producidas y vaciadas en su lugar proporcionan pavimentos duraderos y resistentes que requieren muy poco mantenimiento.

Sin embargo, hay una cantidad de problemas potencialmente dañinos que pueden surgir durante el diseño, producción y vaciado de mezclas calientes para pavimentación. De todos estos problemas, probablemente el más grave es el de segregación. La segregación es un problema que ocurre con frecuencia y que ha generado preocupación en la industria de la pavimentación por varias décadas, por lo cual recibe la atención general de los contratistas, departamentos de obras públicas y fabricantes de equipos.

Cuando hay segregación en la mezcla, se produce una concentración de materiales gruesos en unas áreas del pavimento, mientras que las demás contienen una concentración de materiales más finos. La segregación produce mezclas no uniformes que no cumplen con la fórmula original de la mezcla especificada para la tarea, en cuanto a la graduación del contenido de asfalto. El pavimento resultante exhibe características pobres en su estructura y su textura y tiene una vida útil más corta.

Los problemas relacionados con la segregación son graves. Eliminarlos es esencial para poder producir mezclas de pavimentación de alta calidad. La eliminación de la segregación es responsabilidad de los encargados de producir y vaciar la mezcla de asfalto, de los departamentos de obras públicas encargados del diseño de la mezcla y de la inspección del producto terminado, y de los fabricantes que diseñan y venden máquinas para la industria de la pavimentación.

Este artículo se ha preparado para ayudar a los diseñadores, operadores de plantas y cuadrillas de pavimentación a conocer las causas de la segregación y las soluciones conocidas de la misma. Cada porción de las operaciones de planta, pavimentadora y transporte que puede causar segregación se describe por separado. Además, una tabla para diagnóstico acompaña el presente artículo para ayudar a identificar los tipos de segregación y sus causas probables.

DISEÑO DE LA MEZCLA

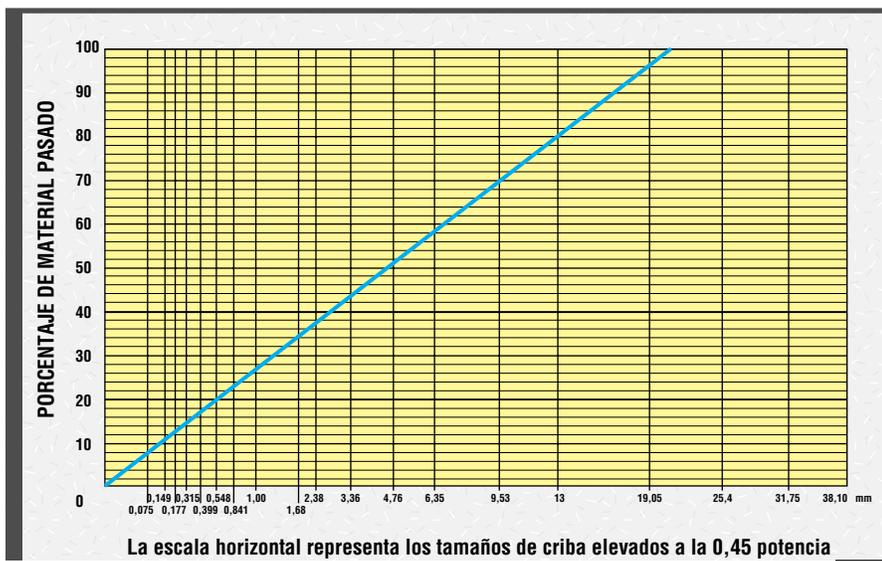
El diseño adecuado de la mezcla es importante para eliminar la segregación. Las mezclas que se diseñan de modo uniforme, sin granulometría discontinua, generalmente son muy tolerantes. Permiten la existencia de errores en otras partes de las operaciones de la planta o de vaciado sin afectar de modo significativo el rendimiento de la mezcla.

Las mezclas con granulometría discontinua son intolerantes. En consecuencia, el más leve error en el proceso de planta, transporte o vaciado puede producir superficies no uniformes. Si la granulometría de la mezcla es suficientemente discontinua con un bajo nivel de asfalto, sencillamente no es posible producir una mezcla sin segregación, sin importar las técnicas utilizadas.

Las mezclas con granulometría discontinua se han utilizado con éxito en Inglaterra y otros países europeos. Sin embargo, estas mezclas frecuentemente incluyen fibras o polímeros, lo cual permite el uso de un mayor contenido de asfalto, haciendo que la película quede más espesa. En muchos casos, un aumento ligero en el contenido de asfalto (por un margen tan bajo como 0,2%), reduce la segregación de la mezcla significativamente. El mayor espesor de la película amortigua el contacto de partícula a partícula y reduce la tendencia de separación en los puntos de transferencia a lo largo del proceso. Las nuevas mezclas SMA y Superpave que se usan en los EE.UU. tienen granulometría discontinua. Sin embargo, el añadir fibras y polímeros las hacen menos sensibles a la segregación.

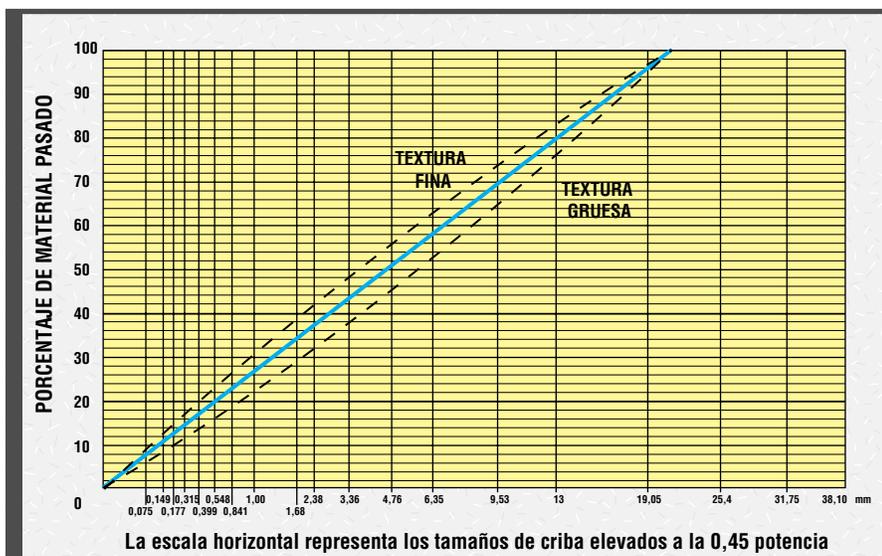
Una línea de densidad máxima, similar a la ilustrada en la **Figura 1**, puede usarse como guía para obtener granulometría uniforme. Para confeccionar una gráfica con una línea de densidad máxima para sus operaciones, utilice una gráfica de granulometría a la 0,45 potencia de la FHWA, como se muestra en la **Figura 1**. Dibuje una recta entre la esquina inferior izquierda de la gráfica y el punto que representa el porcentaje de la criba de tamaño más grande que retiene el material.

La experiencia dictamina que no se deben producir mezclas con materiales cuyo tamaño cae directamente sobre la línea de densidad máxima. Frecuentemente no queda suficiente espacio en la mezcla para el asfalto líquido, y se produce un material tipo plástico. Otro problema se produce cuando el diseño de la mezcla acerca su densidad a la línea de densidad máxima. Las variaciones en la granulometría de la mezcla de la pila de material hacen que la curva oscile hacia ambos lados de la línea de densidad máxima, causando granulometría discontinua en la mezcla. Se sugiere que el diseñador de la mezcla seleccione un grado de dos a cuatro por ciento mayor que el de la curva de densidad máxima si se desea una mezcla de textura fina. Se debe seleccionar un grado de dos a cuatro por ciento menor que el de la curva si desea una textura más gruesa. (Vea la **Figura 2.**) Estas curvas combadas hacia arriba o hacia abajo usualmente producen una mezcla buena y tolerante.



LINEA DE DENSIDAD MAXIMA

F1



SELECCION DE MEZCLA

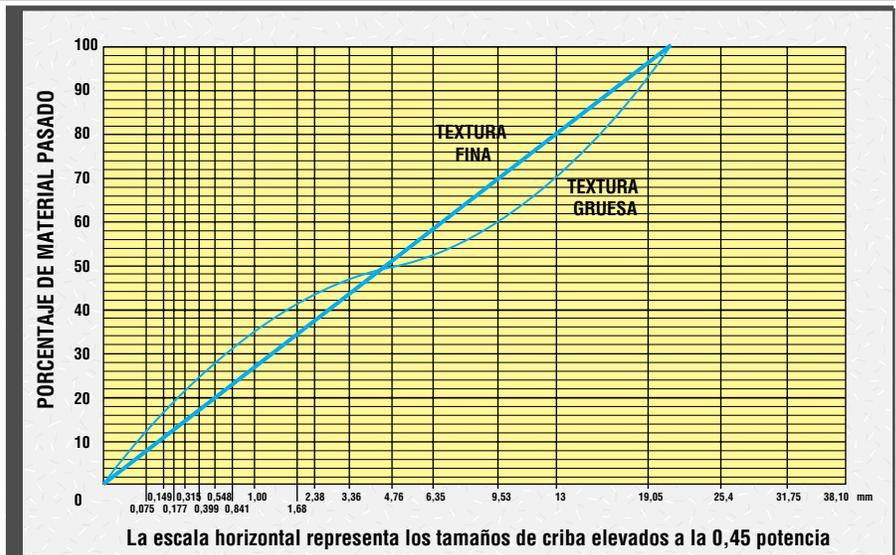
F2

Una mezcla cuya densidad está justo sobre la línea de densidad máxima pocas veces contiene suficientes *vacíos en el agregado de mineral (VAM)*, especialmente si el diseño contiene un porcentaje relativamente alto de material que pasa por una criba de 0,075 mm. Si se escoge un nivel de granulometría en una línea aproximadamente paralela a la línea de densidad máxima, se produce una mezcla de granulometría uniforme que resulta muy tolerante. Sin embargo, la línea de densidad máxima debe usarse solamente como una guía para obtener una granulometría uniforme. Otros criterios, tales como los VAM, la estabilidad y otras especificaciones también deben cumplirse.

Una mezcla cuya curva de diseño forma una "S" que atraviesa la línea de densidad máxima, como se muestra en la **Figura 3**, puede causar problemas de segregación.

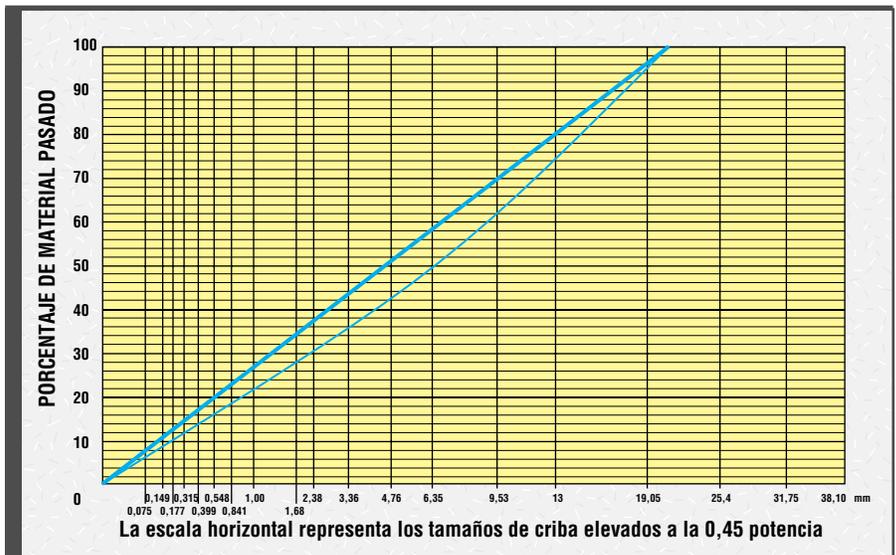
La línea ligeramente curva que se ilustra en la **Figura 4** da buenos resultados. Sin embargo, el posible beneficio que el diseñador intenta lograr al permitir la granulometría discontinua frecuentemente queda anulado por los problemas de segregación.

Al graficar la granulometría de una mezcla, incluir puntos de tantos tamaños de criba como sea posible. La **Figura 5** ilustra el hecho de que si se utiliza un número insuficiente de puntos para trazar la curva, se pueden obtener resultados incorrectos. Si sólo se usan 4 tamaños de criba para trazar la curva, como se ilustra en la **Figura 5**, se obtiene una curva que indica que la mezcla es "tolerante". Pero si se usan 7 tamaños de criba para trazarla, lo cual también se ilustra en la **Figura 5**, se observa fácilmente que la mezcla en realidad tiene granulometría discontinua.



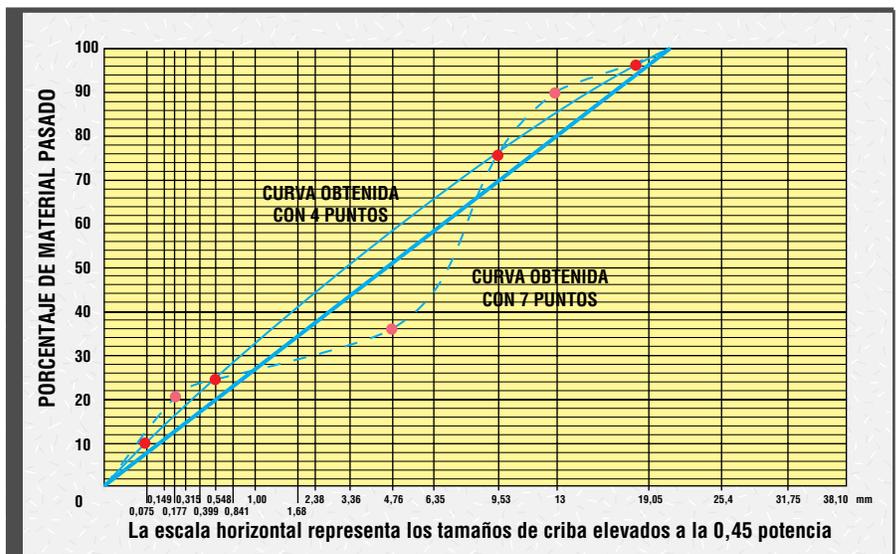
LAS CURVAS EN "S" TIENDEN A SEGREGAR

F3



LAS LINEAS LIGERAMENTE CURVAS PUEDEN DAR BUENOS RESULTADOS

F4



TRAZADO CON 4 Y 7 PUNTOS DE UNA MISMA MEZCLA

F5

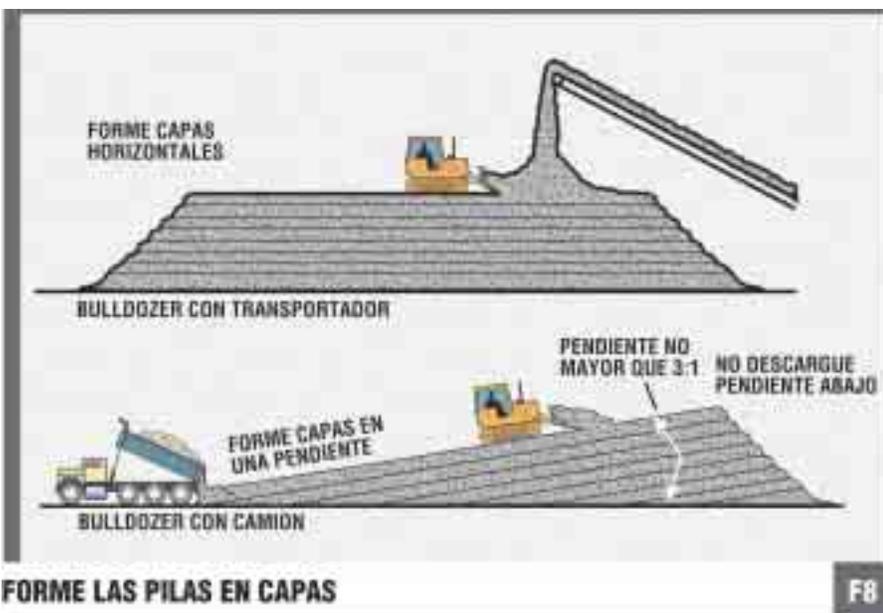


FORMACION DE PILAS DE MATERIAL

Es necesario usar técnicas correctas para formar las pilas de materiales para asegurarse que los materiales alimentados a la planta de mezcla caliente sean de tamaño uniforme. Las pilas de material de tamaño grande son sensibles a las mezclas de agregado sencillo. La **Figura 6** muestra un ejemplo típico de una pila de material de agregado sencillo. En este ejemplo, la segregación se produce por el uso de un sistema de banda transportadora para formar la pila de material. Las partículas de mayor tamaño ruedan hacia el exterior de la pila, segregando así el material. En consecuencia, el material alimentado a la planta se encuentra segregado. Cuando se trabaja con agregados de tamaños más grandes, puede ser beneficioso usar dos tolvas de alimentación en frío para alimentar el mismo tipo de material. Esta práctica tiende a reducir las variaciones amplias al alimentar cantidades más pequeñas de material desde dos puntos diferentes, aumentando las probabilidades de volver a mezclar el material.

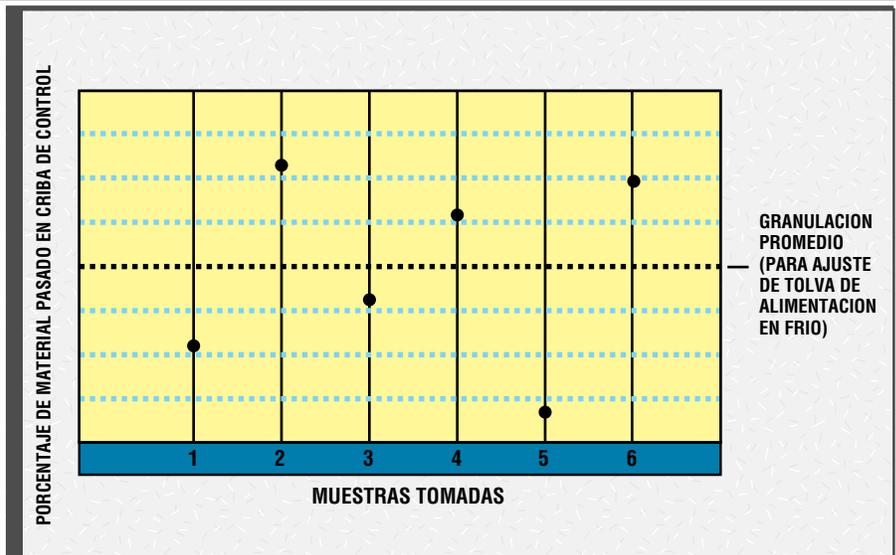


En general, los materiales de tamaños diferentes se apilan por separado antes de alimentarlos a una planta de asfalto. Esto reduce la probabilidad de segregación, porque el material de cada pila tiene un tamaño más uniforme. Sin embargo, la segregación puede producirse en agregados de tamaño más pequeño si existe una variación amplia en la granulometría. Las técnicas que se muestran en las **Figuras 7 y 8** aseguran la uniformidad del material y reducen significativamente la segregación en la pila de material. El funcionamiento de los bulldozer debe controlarse para asegurar que no se esté produciendo degradación alguna. El control es particularmente importante al tratar con agregados de materiales más blandos.



La publicación IS-69 de NAPA, *Stockpiling and Cold Feed For Quality* (Formación de pilas y alimentación en frío para mejorar la calidad), proporciona buenos lineamientos para derivar técnicas apropiadas de formación de pilas de materiales.

Al tomar muestras de la pila de material para determinar las relaciones de tamaños de las tolvas de alimentación en frío, es importante tomar varias muestras y calcular el tamaño promedio como se muestra en la **Figura 9**.



PLANTAS DE ASFALTO

La segregación puede producirse en varios puntos de una planta de mezcla de asfalto caliente. En las plantas mezcladoras de tambor, la segregación ocurre en un punto diferente al de una planta dosificadora. En una planta dosificadora, los puntos que requieren mayor atención son las tolvas de alimentación en frío y las tolvas calientes. En las plantas mezcladoras de tambor, las tolvas de compensación y de almacenamiento son los puntos que requieren mayor atención.

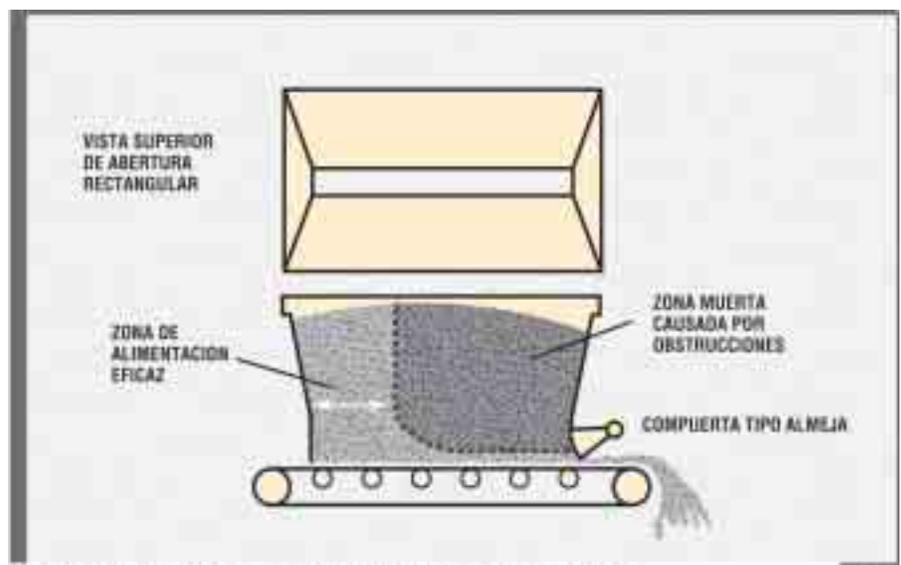
TOLVAS DE ALIMENTACION EN FRIO

La segregación con alimentación en frío usualmente no es un problema a menos que el agregado contenga materiales de varios tamaños. La segregación no debe ocurrir cuando se usa agregado de un solo tamaño en cada tolva alimentadora, porque no hay materiales de tamaño diferente que puedan segregarse. Sin embargo, si se produce la obstrucción de material en la tolva (vea la **Figura 10**), ello resulta en una alimentación no uniforme y produce una mezcla segregada.

Si se utiliza un fondo con alivio, como se ilustra en la **Figura 11**, se produce alimentación uniforme de material por toda la abertura de la tolva de alimentación en frío, eliminando la segregación producida por obstrucciones.

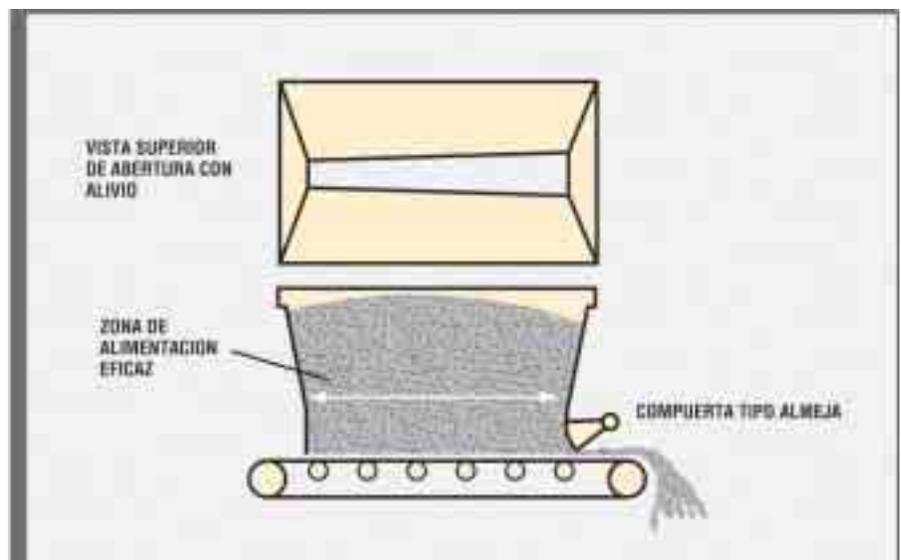
MUESTRA DE PILA DE MATERIAL

F9



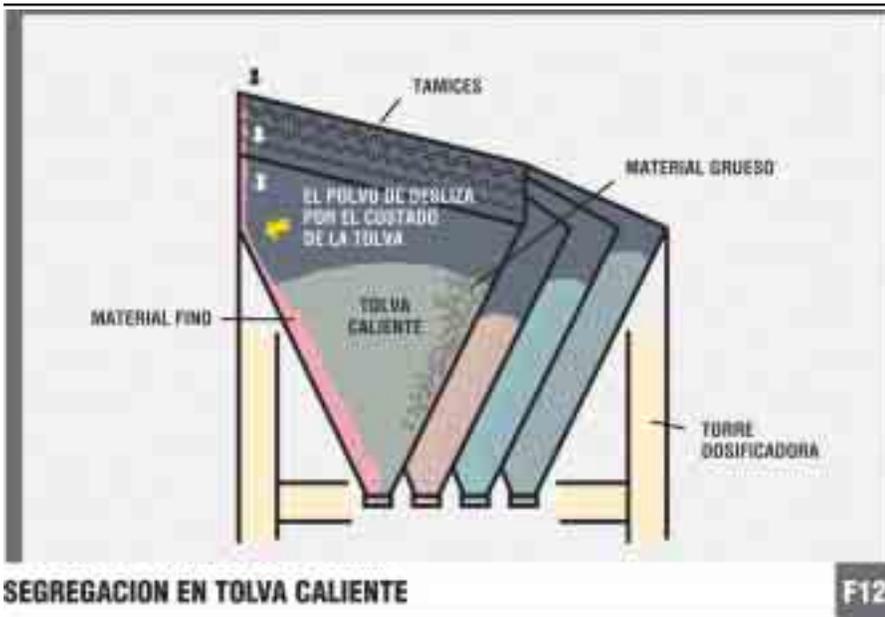
TOLVA ALIMENTADORA CON ABERTURA RECTANGULAR

F10



TOLVA ALIMENTADORA CON ALIVIO

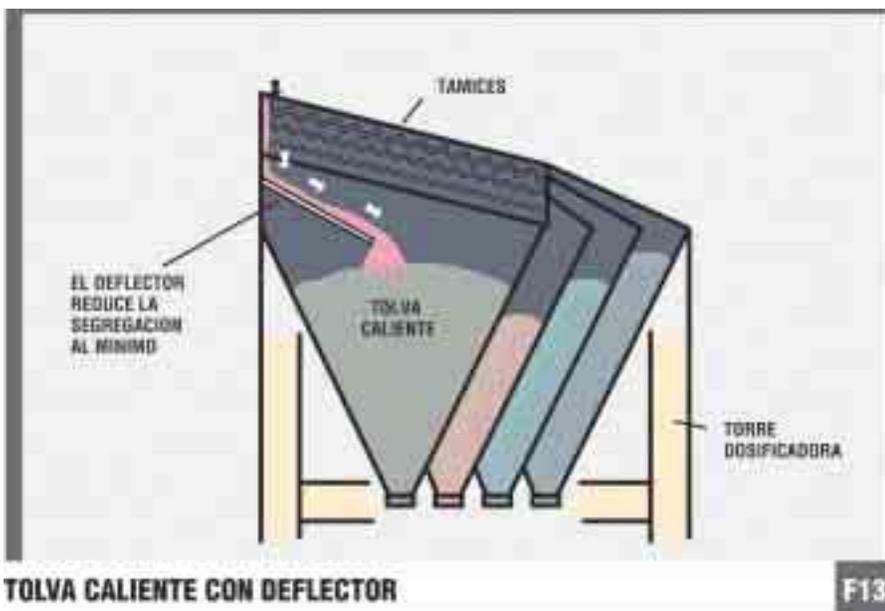
F11



TOLVAS CALIENTES EN UNA PLANTA DOSIFICADORA

Como se mencionó previamente, la segregación puede producirse en materiales de todo tamaño. La segregación ocurre frecuentemente en la tolva caliente N° 1 debido al tamaño y la forma de la tolva grande y la amplia variación del tamaño de los materiales que contiene. La variación en el tamaño del material de la tolva N° 1 es potencialmente mayor que en cualquier otra parte de la planta de asfalto debido a que el material varía desde un diámetro de 5 mm hasta un micrón.

En los años más recientes, algunos han manifestado su preocupación en cuanto al retorno uniforme de polvo desde las cámaras de filtros hacia las plantas dosificadoras. En general, el material se recoge de modo uniforme en las cámaras de filtros y se retorna de modo uniforme. Pero el material puede estar segregando en la tolva N° 1. El material ultrafino que se descarga del elevador de cangilones puede caer directamente a través del tamiz y acumularse en una de las paredes inclinadas de la tolva (**Figura 12**). Puede permanecer allí hasta que la tolva esté casi vacía. En ese momento, un pelotón de polvo puede desprenderse y alimentarse a la tolva de pesaje, produciendo así una mezcla con material ultrafino que está segregado y no recubierto.



En muchos casos se pensó incorrectamente que la segregación en la tolva caliente se debía a una alimentación no uniforme del material proveniente de la cámara de filtros, lo cual llevó a la decisión de añadir equipos costosos e innecesarios. Sencillamente se había analizado el problema incorrectamente. La solución correcta es instalar un deflector como se muestra en la **Figura 13**. El deflector hace que el polvo se deslice hacia el centro de la tolva, en donde se mezcla uniformemente con los materiales gruesos.

El mismo resultado puede lograrse usando un deflector para forzar el material grueso hacia la pared inclinada de la tolva. Allí éste puede mezclarse con el material fino. El método utilizado depende de la altura libre y el espacio disponible en las tolvas calientes.

El uso de un soplador de polvo en la cámara de filtros y un receptor de polvo tipo ciclón correctamente ubicado en la tolva N° 1 también es un método eficaz para eliminar la segregación en esta zona.

Sin embargo, muchos prefieren utilizar deflectores debido a los costos relativamente altos de mantenimiento de las cámaras neumáticas que manejan materiales abrasivos tales como el granito.

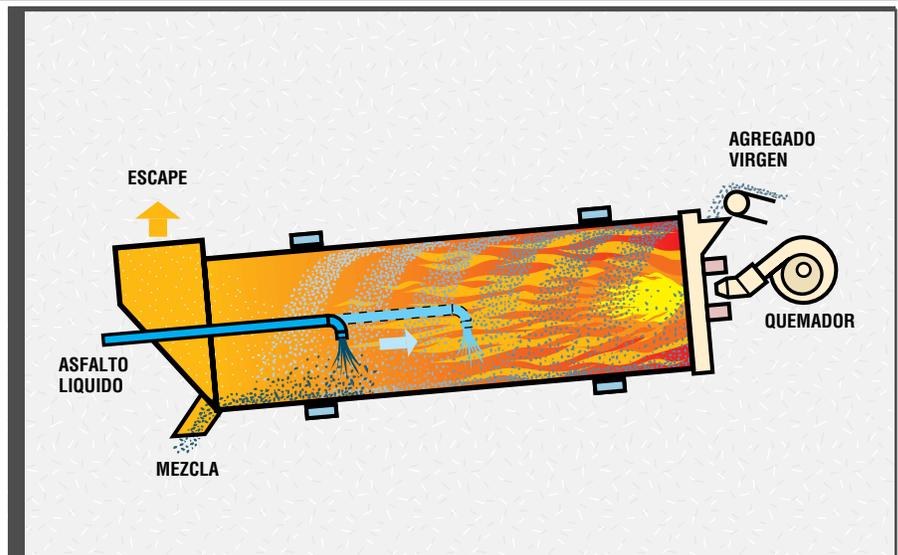
SECADOR MEZCLADOR

Las partículas de tamaño grande generalmente fluyen a través del secador mezclador a una velocidad ligeramente mayor que las partículas pequeñas durante el arranque inicial y la parada de la planta. Los efectos negativos relacionados con esta característica pueden eliminarse ajustando los intervalos de arranque/parada entre las tolvas de alimentación en frío. Debido al proceso de flujo continuo que se produce después del arranque, esta característica no produce segregación. La probabilidad de segregación también tiene poco impacto a menos que el material tenga granulación discontinua.

Cuando se procesan mezclas con granulación discontinua en un secador mezclador, es más difícil lograr un recubrimiento completo con espesor uniforme. Los materiales no recubiertos o recubiertos con una capa delgada se segregan con mayor facilidad. Tal tipo de segregación puede reducirse o eliminarse aplicando un recubrimiento mejor. Esto se logra aumentando el tiempo de mezclado al extender la línea de asfalto a un punto más alto en el secador mezclador, como se muestra

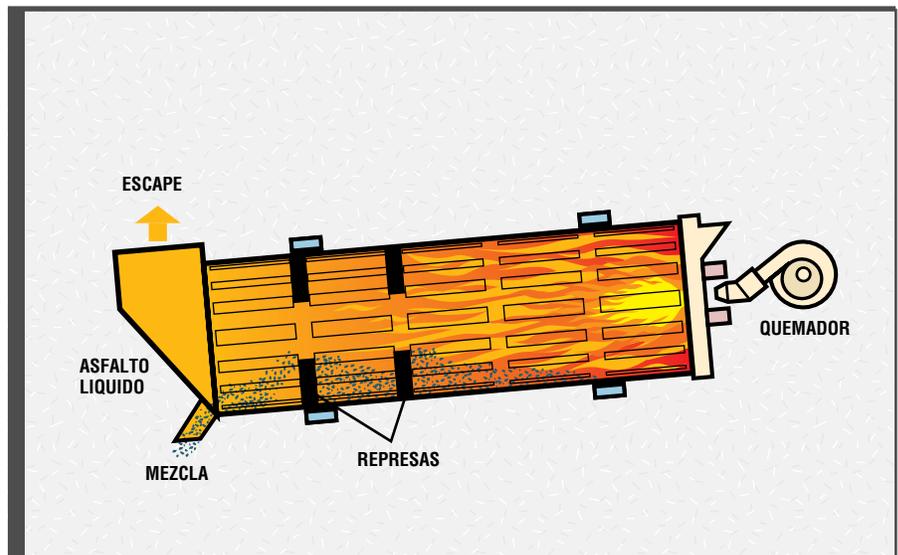
en la **Figura 14**. En los materiales difíciles de recubrir, se pueden usar paletas mezcladoras, como se ilustra en la **Figura 14**, o se puede instalar una represa (toroidal) en el tambor para aumentar el tiempo de mezclado (**Figura 15**).

Otro método consiste en reducir la inclinación del tambor, lo cual aumenta el tiempo de reposo y permite un mezclado adicional. El aumento en el tiempo de reposo, ya sea debido a la instalación de represas o a la reducción de la pendiente del tambor, aumenta la carga del tambor. Esto puede reducir la tasa de producción si el motor impulsor del tambor es un factor limitante.



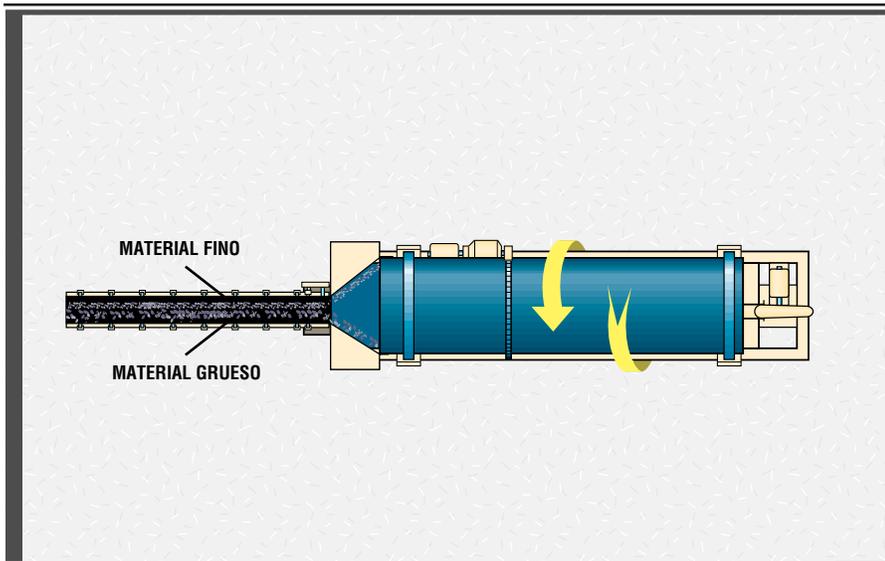
AUMENTO DEL TIEMPO DE MEZCLADO EN UN SECADOR MEZCLADOR

F14



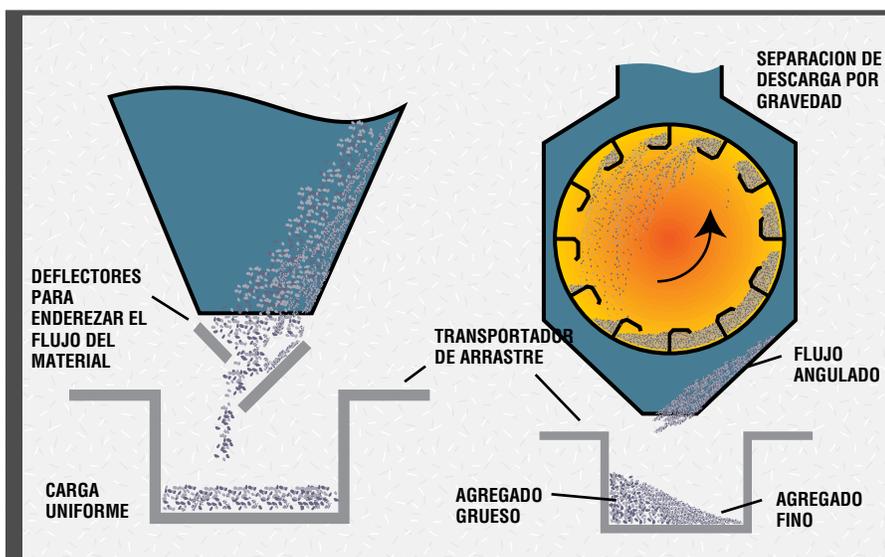
LAS REPRESAS RETARDAN EL FLUJO EN EL SECADOR MEZCLADOR

F15



SEGREGACION EN DESCARGA DEL TAMBOR

F16



DESCARGA POR GRAVEDAD

F17

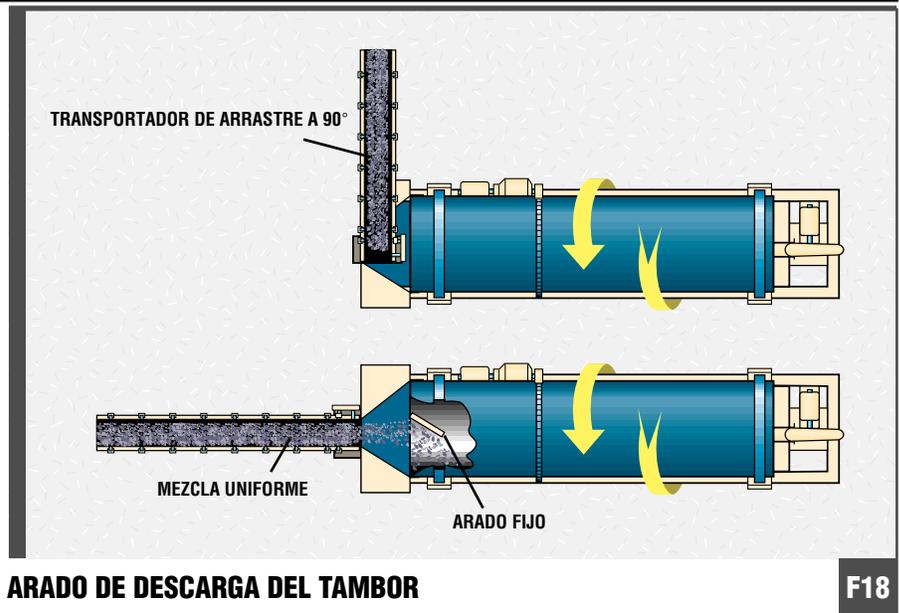
Un factor que frecuentemente se pasa por alto y que puede afectar significativamente la calidad del recubrimiento y el espesor de la película es la cantidad de material de tamaño de menos de 0,075 que contiene la mezcla. La calidad del recubrimiento se perjudica si la cantidad de material de tamaño de menos de 0,075 excede las especificaciones o aun si está dentro de lo especificado, pero cerca del límite superior del margen de tolerancia. Debido a la gran cantidad de superficie del material fino y a su afinidad con el asfalto líquido, el material grueso en la mezcla puede tener una película de espesor reducido, aunque parezca estar completamente recubierto. El espesor reducido de la película cambia las características dinámicas del material grueso y aumenta su tendencia a segregarse. El reducir la cantidad de material de tamaño de menos de 0,075 cerca del límite inferior del margen de tolerancia aceptable usualmente corrige este problema. Además, así es más fácil producir una mezcla uniforme y manipular la mezcla en las operaciones de transporte y de vaciado de la misma.

El recubrimiento de piedras grandes también puede verse afectado por humedad interna y absorción. Cuando hay humedad interna presente en agregado de tamaño grande, su temperatura tiende a ser un tanto más fría que la de los materiales finos. Las piedras más frías no se recubren hasta haber expulsado su humedad y

alcanzado una temperatura elevada uniforme y comparable con la del resto de la mezcla. La humedad interna puede eliminarse aumentando los tiempos de secado y de mezclado, usando los métodos previamente descritos.

Los problemas de absorción de asfalto están relacionados con los problemas de humedad interna. Esto se debe a que los mismos poros de la piedra que contenían humedad absorben una porción del asfalto disponible. Esta absorción reduce el espesor eficaz de la película aplicada a las superficies exteriores. Si se sospecha que la absorción está ocurriendo, romper varias piedras grandes y examinarlas con una lupa. Si existe una franja oscura cuyo espesor varía desde unas fracciones de milímetro hasta unos 8 mm, medido desde la superficie hacia el interior, ello indica que se está produciendo absorción. La solución para poder obtener una película del espesor deseado consiste en aumentar el contenido de asfalto para compensar la cantidad perdida por la absorción.

La mezcla descargada de los tambores por efecto de gravedad es más sensible que la mezcla descargada de los tambores con elevación alta, en donde el material hace un viraje de 90 grados antes de ser descargado. En la descarga por gravedad, el material grueso frecuentemente se descarga hacia un lado y el material fino hacia otro. El material segregado cae directamente sobre un transportador de arrastre y continúa segregándose hasta llegar al dosificador y la tolva, como se muestra en la **Figura 16**. El problema puede aliviarse restringiendo la abertura del tubo de descarga a un tamaño más pequeño para forzar la mezcla hacia el centro del transportador de arrastre. El añadir placas deflectoras o paletas de enderezado también es un medio eficaz de asegurarse que el transportador de arrastre quede debidamente cargado cuando se usa descarga por gravedad (vea la **Figura 17**).



ARADO DE DESCARGA DEL TAMBOR

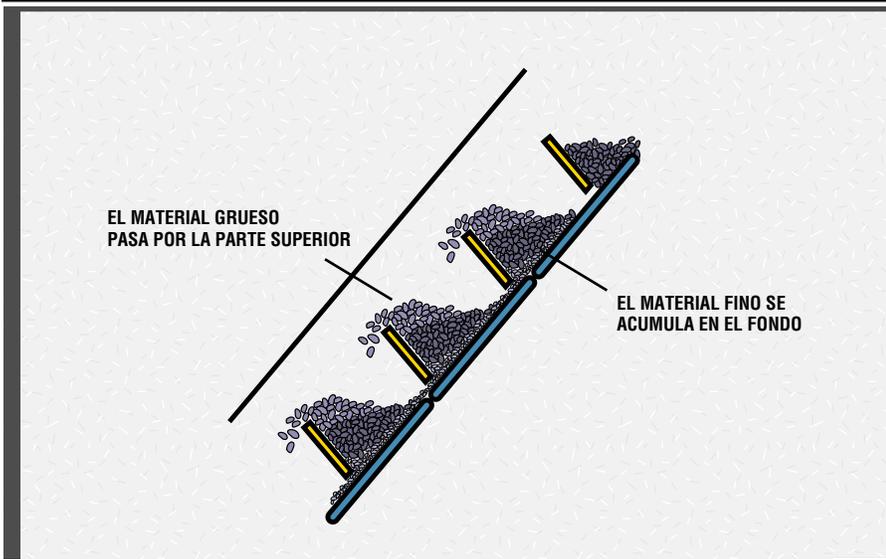
F18

Otra solución consiste en instalar un arado o punto único de descarga en el tambor como se muestra en la **Figura 18**, lo cual fuerza la salida de toda la mezcla por un solo punto. Sin embargo, la experiencia demuestra que es difícil diseñar e instalar un arado de funcionamiento eficaz en la mayor parte de los secadores mezcladores. Siempre que sea posible, lo mejor es fijar el transportador de arrastre a un ángulo de 90 grados respecto al punto de descarga del tambor para crear un ángulo recto en el flujo de los materiales. Esto reduce o elimina la segregación en el punto de descarga del tambor.

TOLVAS DE COMPENSACION Y ALMACENAMIENTO

Transportadores de arrastre—La segregación usualmente no ocurre en un transportador de arrastre a menos que el mismo esté “hidroplaneando”. El hidroplaneado se produce como resultado de la acumulación de materiales en la parte inferior del transportador de arrastre. Los transportadores en frío que carecen de sujetadores flotantes son susceptibles a las acumulaciones en sus forros inferiores. La acumulación crea una superficie de arrastre de alta fricción que hace que el material se derrame en sentido opuesto al de avance sobre las paletas de arrastre, como se muestra en la **Figura 19**, aun si la tasa de producción es muy baja. Esta condición puede observarse fácilmente. El material cae en sentido opuesto por el transportador de arrastre en lugar de moverse de modo uniforme como una sola masa llena de materiales entre una paleta y la siguiente.

Cuando el transportador de arrastre está hidroplaneando, se produce una cantidad significativa de segregación, especialmente al inicio y final de cada tarea. El hidroplaneado es más frecuente en las plantas dosificadoras, en las cuales el grado de segregación se mantiene de una mezcla a la siguiente. Los transportadores de arrastre deben estar equipados con sujetadores flotantes y fondos calentados para el arranque en frío.



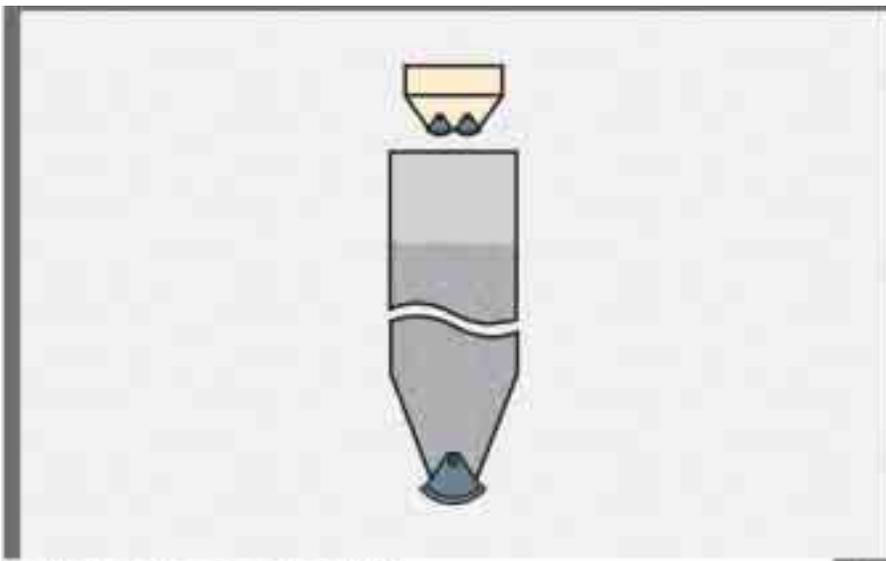
HIDROPLANEADO DE UN TRANSPORTADOR DE ARRASTRE

F19

La segregación se reduce al mínimo cuando el transportador de arrastre está lo más lleno posible. Cuando sus paletas sólo se llenan parcialmente, el agregado de mayor tamaño puede rodar hacia los bordes del transportador de arrastre. Por ello es mejor trabajar con tasas de producción más altas para mantener el transportador de arrastre lleno. Si la tasa de producción es mayor que la usada en las operaciones de pavimentación, almacenar la mezcla adicional y parar la producción un poco antes que lo normal.

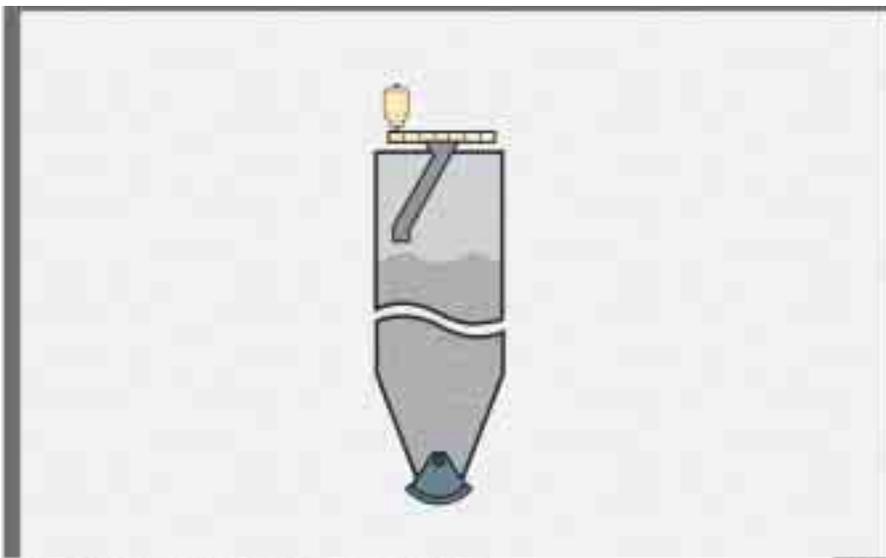
Tolvas de almacenamiento—La zona más susceptible a la segregación en una planta de mezcla caliente es la de las tolvas de compensación y de almacenamiento. El tamaño grande de las tolvas contribuye a los problemas de segregación. Ya que las primeras tolvas de compensación y de almacenamiento se desarrollaron hace muchos años, se han introducido mejoras considerables en los equipos de tolvas para evitar la segregación. Uno de los estudios más detallados y completos sobre la segregación en tolvas de compensación y almacenamiento de mezcla caliente se llevó a cabo en la Universidad de Texas, en los primeros años de la década de los 70. A partir de esta investigación se han desarrollado diversas técnicas para eliminar la segregación.

El resultado de este estudio básicamente reveló dos dispositivos eficaces para eliminar la segregación en las tolvas de compensación y de almacenamiento. Uno de ellos es la inclusión de un dosificador de carga en la parte superior de la tolva, como se muestra en la **Figura 20**. El otro es la instalación de un tubo de descarga giratorio en la parte superior de la tolva, como se muestra en la **Figura 21**. Ambos dispositivos proporcionan



DOSIFICADOR DE CARGA DE TOLVA

F20



TUBO GIRATORIO PARA CARGA DE TOLVA

F21

una carga uniforme de la mezcla. El estudio también discute diversos tipos de abertura de compuerta y demuestra que algunas configuraciones de compuerta trabajan mejor que otras. Pero el estudio confirma que si la tolva se carga correctamente con mezcla uniforme, la configuración de la compuerta no tiene importancia significativa. Sin embargo, el uso de dosificadores y tubos de descarga giratorios no es una “solución universal”. Estos dispositivos pueden crear sus propios problemas, por lo cual lo mejor es comprender cómo y por qué se crean los mismos.

Tubo de descarga giratorio—Es esencial que un tubo de descarga giratorio gire, y que el material descargado caiga directamente hacia abajo, como se muestra en la **Figura 22**.

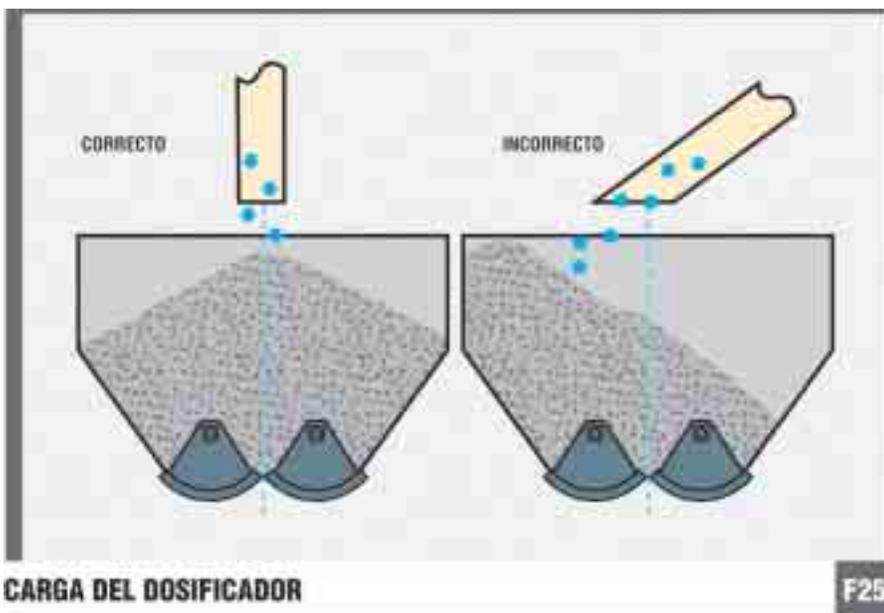
Como se ilustra en la **Figura 23**, el uso del tubo de descarga va desgastando su boca, lo cual permite una segregación considerable debido a que la mezcla se va pegando a la pared exterior de la tolva. Esto fuerza el material más grueso hacia el centro de la tolva y el material más fino hacia el exterior. Se debe cuidar que la porción vertical del tubo de descarga sea suficientemente larga para forzar la caída vertical del material e impedir que el mismo sea lanzado en forma horizontal. Las mezclas de diferentes tipos se descargan de modo diferente por el tubo de descarga. El sólo observar la configuración del tubo de

descarga no es suficiente, puesto que el material puede descargarse de modo diferente al anticipado. Siempre se debe observar el material cuando está siendo descargado hacia la tolva para evaluar un problema de segregación.

Dosificadores de carga de tolva—Posiblemente el dispositivo más popular para eliminar la segregación en las tolvas de compensación o de almacenamiento es el uso de dosificadores de carga de tolva. Las siguientes observaciones y prácticas deben efectuarse al utilizar un dosificador:

a. El dosificador deberá tener una capacidad de por lo menos 2300 kg y tener una abertura relativamente grande en su compuerta para asegurar una descarga rápida de materiales hacia la tolva de almacenamiento.





b. El dosificador debe cargarse directamente en su parte central y el material que proviene del tubo para cargar el dosificador no debe viajar en trayectoria horizontal (vea las Figuras 24 y 25). Además, cuando la mezcla se descarga a través de un tubo de descarga, si éste tiene una abertura pequeña se reduce la segregación al mínimo (vea la Figura 26). Recuerde, si el material se segrega en el dosificador, quedará segregado en toda la tolva.

c. El dosificador debe llenarse por completo antes de descargarse. Normalmente se usan dos indicadores de nivel de la tolva. Uno abre las compuertas y el otro sirve para asegurar que las compuertas se abran en caso que el primer indicador falle. Si las compuertas del dosificador no se abren, la mezcla se atora en el transportador de arrastre hasta llegar al tambor. Esta posibilidad hace que algunos operadores dejen las compuertas siempre abiertas, lo cual anula el propósito del dosificador. De ser posible, no se deben usar cronómetros en los dosificadores, salvo para controlar el tiempo de apertura de las compuertas. La tasa de producción de cada planta varía, pero no se deben usar tiempos diferentes en los dosificadores, salvo para controlar el tiempo de apertura de las compuertas. La tasa de producción de cada planta varía, y se necesitan intervalos diferentes para llenar el dosificador. Recuerde, es esencial que el dosificador se llene en cada ciclo para descargar una masa de tamaño adecuado en la tolva.

d. El dosificador nunca debe vaciarse por completo. El tiempo de apertura de la compuerta debe ajustarse de modo que una pequeña cantidad de material (aproximadamente 15 cm) permanezca en el dosificador una vez que se completa el ciclo de descarga. Si la compuerta permanece abierta por un tiempo muy largo, el material nuevo atraviesa el dosificador y cae directamente en la tolva, segregándose al azar.

e. Cuando se usa un dosificador para cargar la tolva, entre más vacía se encuentre la tolva, mayor es la altura de caída del material y resulta más probable el obtener una carga uniforme y nivelada (vea la **Figura 27**). El peor caso que puede suceder en el uso de un dosificador de carga ocurre cuando el nivel de material contenido por la tolva está consistentemente cerca de su parte superior (vea la **Figura 28**). La mezcla descargada no tiene suficiente ímpetu y produce picos de material, en lugar de distribuirlo para formar una superficie nivelada. Las reglas de uso correcto de un dosificador se resumen en la **Figura 29**.

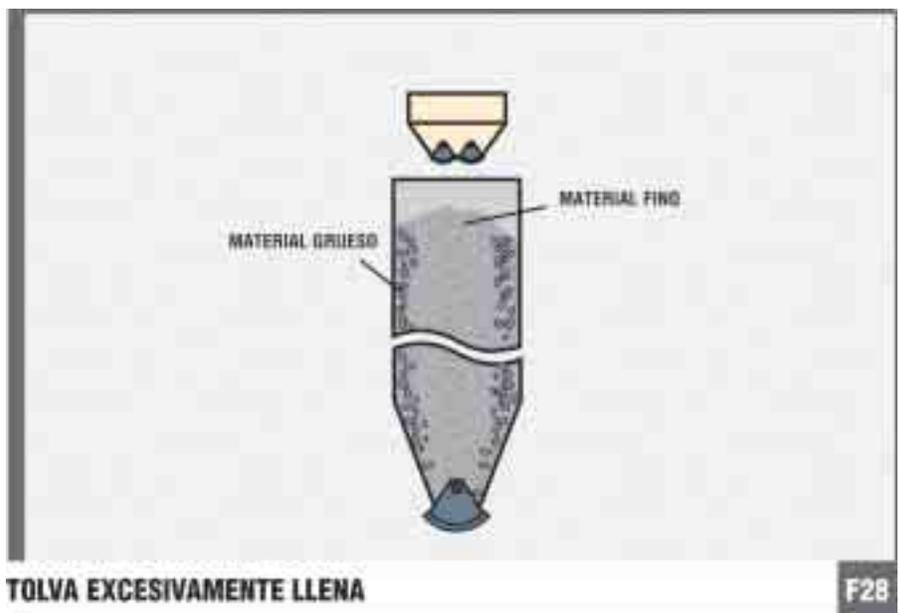
Descarga de tolvas de compensación y de almacenamiento—Si la tolva de compensación o de almacenamiento está uniformemente llena, la descarga de la mezcla de asfalto caliente de la tolva no es asunto de mucha importancia. La extracción de material por debajo del cono no es tan susceptible a los problemas como lo eran las antiguas tolvas de carga central. Esto se debe en parte a la mejora en la carga de las tolvas por medio del uso de dosificadores y tubos de descarga giratorios, pero resulta primordialmente del uso de conos con ángulos agudos, los cuales producen un flujo uniforme del material de la tolva. En la mayoría de los materiales con granulometría continua, la tolva puede vaciarse sin producir segregación significativa. Sin embargo, si el material tiene granulometría discontinua, no debe permitirse que el nivel de la tolva baje por debajo del cono.

La descarga rápida por la compuerta del silo ayuda a eliminar la segregación en los camiones. Esto reduce la probabilidad de que se produzca segregación en la caja del camión, puesto que se reduce la acción de rodamiento de la mezcla cuando ésta fluye hacia la caja del camión.



DOSIFICADOR DE CARGA DE TOLVA

F27



TOLVA EXCESIVAMENTE LLENA

F28

- 1. EL DOSIFICADOR DEBERA TENER UNA CAPACIDAD DE POR LO MENOS 2300 kg.**
- 2. EL DOSIFICADOR DEBE CARGARSE EN SU PARTE CENTRAL.**
- 3. EL MATERIAL DEBE FLUIR VERTICALMENTE HACIA EL DOSIFICADOR. (SIN TRAYECTORIA HORIZONTAL)**
- 4. LOS CRONOMETROS DE LA COMPUERTA DEL DOSIFICADOR DEBEN AJUSTARSE DE MODO QUE LA COMPUERTA SE CIERRE CUANDO QUEDAN 15-20 cm DE MATERIAL EN EL DOSIFICADOR. NO PERMITA QUE EL MATERIAL ATRAVIESE EL DOSIFICADOR LIBREMENTE.**
- 5. MANTENGA EL DOSIFICADOR DE MODO QUE LA MEZCLA SE DESCARGUE RAPIDAMENTE COMO UNA SOLA MASA.**
- 6. NO MANTENGA EL NIVEL CONSISTENTEMENTE EN LA PARTE SUPERIOR.**

REGLAS DE USO DE DOSIFICADORES

F29

En clima frío, las tolvas deben aislarse, por lo menos en sus conos. Las superficies frías pueden hacer que la mezcla se pegue al cono. Bajo estas condiciones, el material puede obstruir el flujo en lugar de descargarse de modo uniforme.

CARGA Y DESCARGA DE CAMIONES

Debido a la carga rápida del camión debajo de las tolvas de compensación o de almacenamiento, los conductores frecuentemente tienden a detener el camión debajo de la tolva y no moverlo durante la carga. Si la mezcla es sensible a la segregación, las piedras más grandes rodarán hacia las partes delantera, trasera y laterales del camión, haciendo que los materiales gruesos sean los primeros y los últimos en descargarse de la caja del camión. Los materiales gruesos en las partes laterales luego se atorán en las secciones laterales de la pavimentadora y se descargan entre uno y otro viaje del camión. Este tipo de descarga produce zonas gruesas de pavimento entre una carga del camión y la siguiente. Este tipo de carga se muestra en la **Figura 30**.



Al cargar el camión en tres etapas diferentes de descarga, la primera cerca de la parte delantera de la caja del camión, la segunda cerca de la compuerta trasera y la última en su parte central, el material grueso es forzado a rodar hacia el centro del camión para luego quedar cubierto como se ilustra en la **Figura 31**. Esto asegura que el primer material descargado por el camión será material de buena calidad con el material grueso combinado en su parte central.

Las tolvas equipadas con dosificadores de pesaje, como se ilustra en la **Figura 32**, tienden a descargar el material directamente hacia los camiones de modo similar a los dosificadores de carga de tolvas. El dosificador de pesaje, si está bien diseñado, en gran manera asegura que el camión quedará uniformemente cargado y mejora la probabilidad de evitar la segregación de una mezcla sensible a ello.

Al descargar el camión en la tolva de la pavimentadora, es importante descargar el material como una sola masa, en lugar de poco a poco. Para lograr esto, el piso de la caja del camión debe estar en buenas condiciones y lubricado, de modo que toda la carga se deslice hacia atrás. Para asegurarse que el material se descargue como una sola masa, elevar la caja del camión a un ángulo empinado, pero seguro (vea la **Figura 33**).

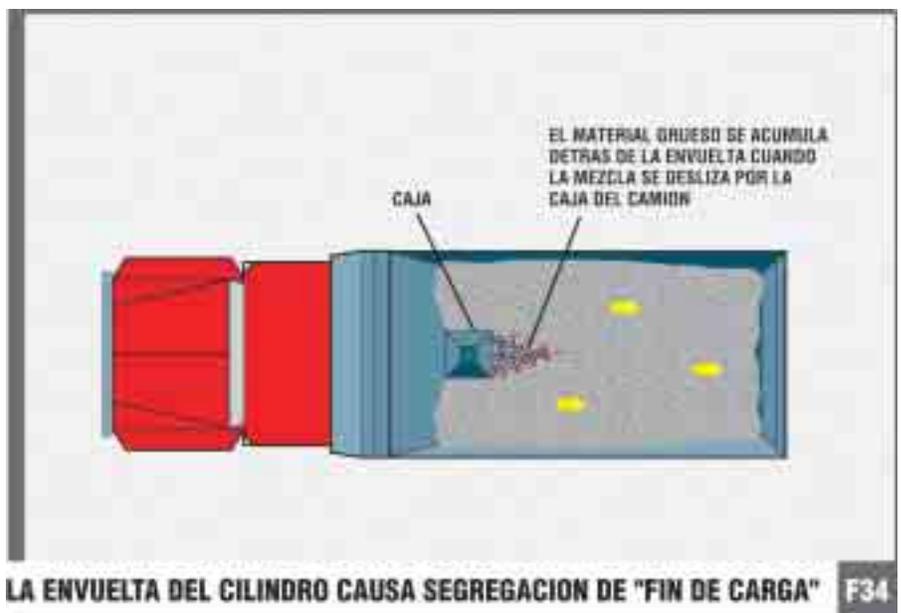
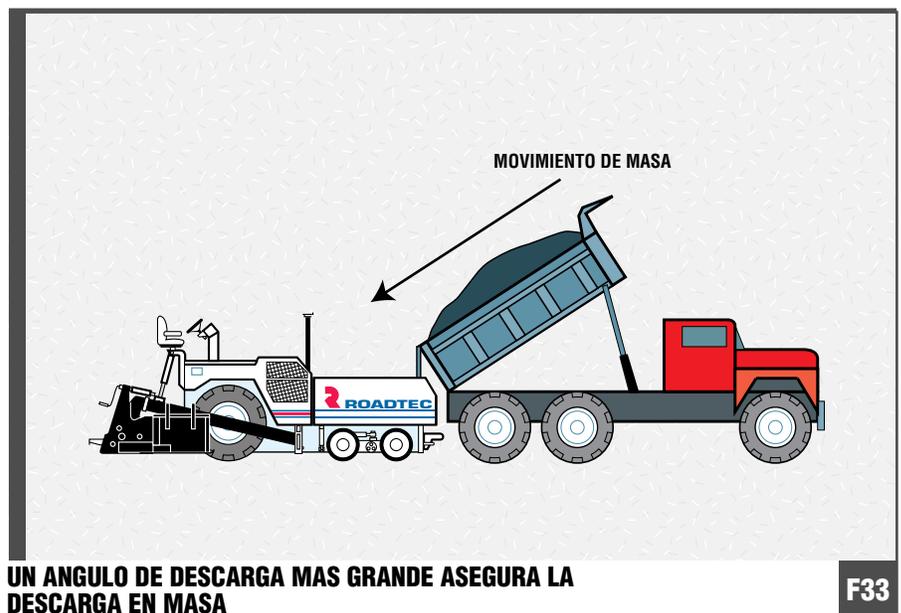


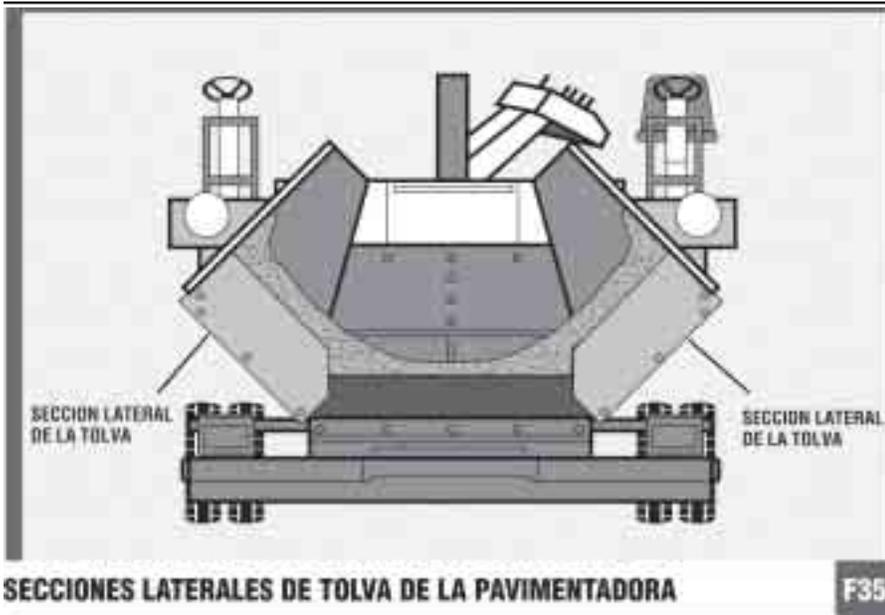
La descarga rápida de materiales del camión llena la tolva de la pavimentadora y reduce al mínimo el escurrimiento del material que frecuentemente se produce en la compuerta trasera del camión. La descarga rápida evita la acumulación de los materiales gruesos en la porción exterior de las secciones laterales de la pavimentadora.

Cuando se usan mezclas sensibles, con frecuencia es necesario modificar la parte delantera de la caja del camión para eliminar los efectos indeseados causados por la caja del cilindro hidráulico. Si la mezcla tiende a segregarse, se puede producir la agrupación de materiales gruesos cuando la mezcla se desliza alejándose de la caja del cilindro. Cuando la carga se mueve hacia atrás, la mezcla se derrumba y fuerza la acumulación de piedras grandes en el centro de la caja, en la parte delantera del camión. Luego, cuando la carga se mueve hacia la pavimentadora, se produce segregación de "fin de carga" (vea la **Figura 34**). El colocar una plancha de madera o de metal delgado a lo ancho de la parte delantera de la caja del camión usualmente elimina este problema.

PAVIMENTADORA

Aun cuando se haya procesado material con éxito por la tolva de alimentación en frío, a través de la planta, a través de las tolvas de compensación o de almacenamiento, y el mismo se carga de modo uniforme en el camión, todavía es posible que se produzca segregación en la pavimentadora. El uso incorrecto de la pavimentadora puede causar diversos grados de segregación. A continuación se ofrecen sugerencias que deben tomarse en cuenta si se produce segregación en la pavimentadora:





a. No vacíe la tolva completamente entre una carga del camión y la siguiente. El material grueso tiende a rodar hacia cada lado de la caja del camión y por ello rueda directamente hacia las secciones laterales de la tolva. Al dejar cierta cantidad de material en la tolva, el material grueso tiene mayor probabilidad de mezclarse con el material fino antes de ser vaciado sobre el pavimento.

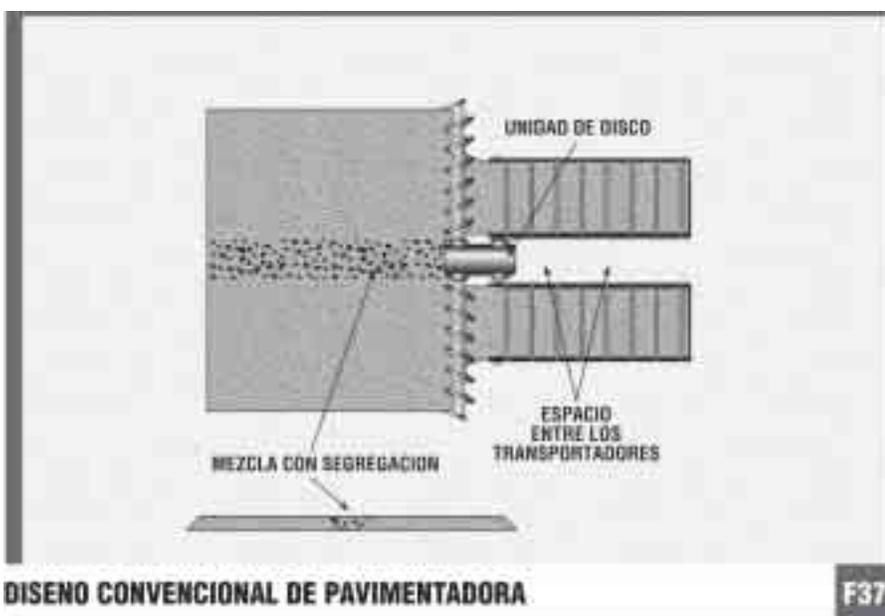
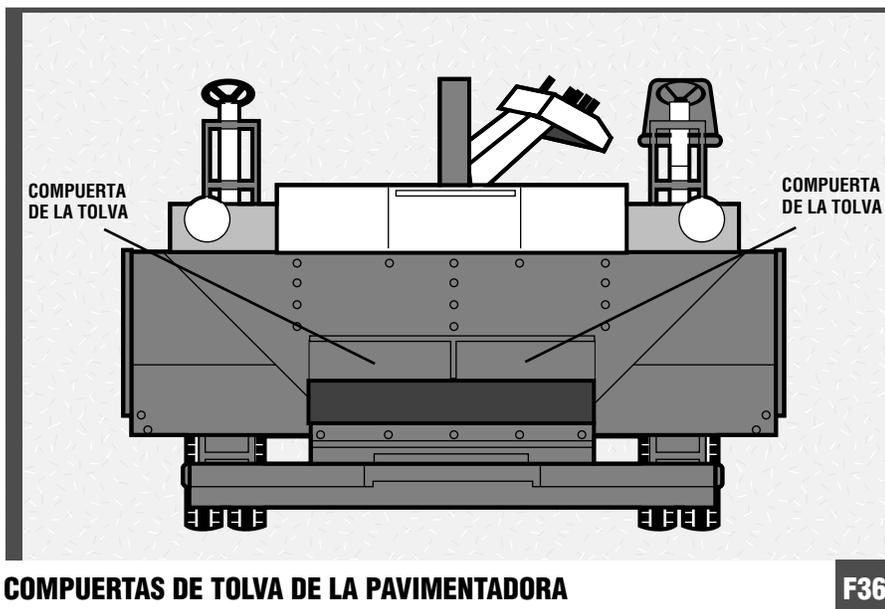
b. Descargue las secciones laterales de la tolva sólo según sea necesario para nivelar la carga de material en la tolva. La descarga elimina las hendiduras (“valles”) en el material, reduciendo al mínimo la rodadura del material durante la descarga. Esto permite que la compuerta trasera del camión se abra completamente para llenar la tolva con la carga (vea la **Figura 35**).

c. Descargue el camión de manera que se inunde la tolva. Con la tolva lo más llena posible, el material tiende a salir junto de debajo del camión y se reduce la tendencia a la rodadura al descargarlo en la tolva.

d. Abra las compuertas de la tolva hasta donde sea posible para asegurarse que los sinfines se llenen. Si se cierran las compuertas y se alimentan los sinfines con una cantidad insuficiente de mezcla, el material más fino caerá directamente sobre el suelo, haciendo que los sinfines transporten el material más grueso hacia los lados. (Vea la **Figura 36**.)

e. Haga funcionar la pavimentadora del modo más continuo posible. Arránquela y párela sólo según sea necesario. Ajuste la velocidad de la pavimentadora de modo correspondiente a la tasa de producción de la planta.

f. Haga funcionar los sinfines de modo continuo. La velocidad de los sinfines debe ajustarse de modo que se obtenga un flujo continuo y lento de material. Los sinfines que funcionan a velocidades altas tienen que arrancarse y pararse continuamente, lo cual contribuye a la segregación en la pavimentadora.

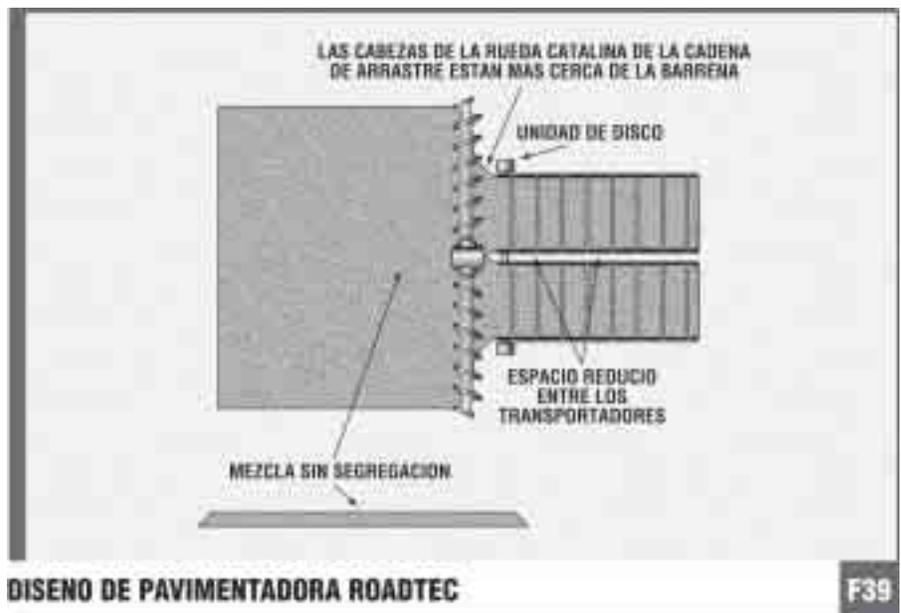
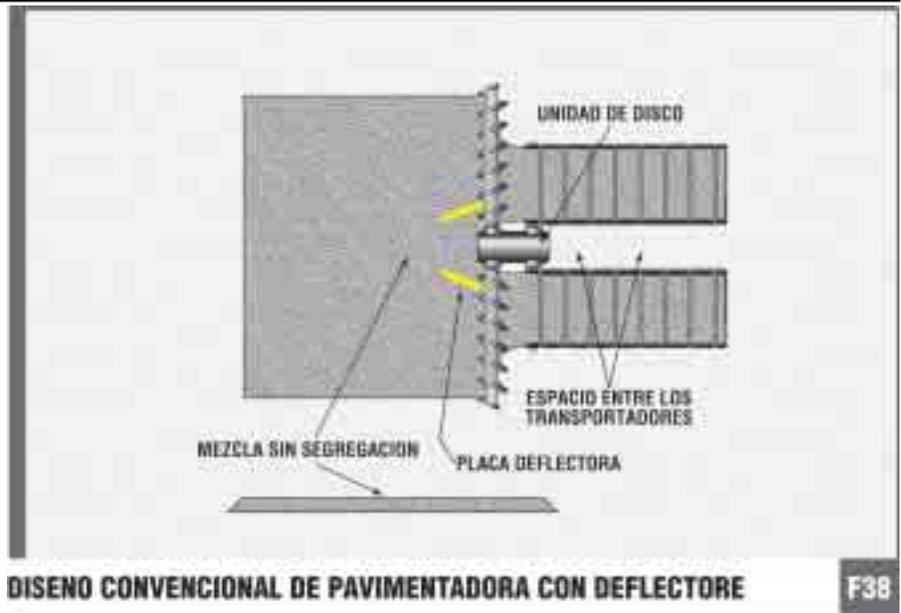


g. Si los sinfines funcionan a velocidad excesiva, el centro del pavimento tendrá deficiencia de material, lo cual generalmente produce un pavimento áspero. La instalación de deflectores, como se ilustra en la **Figura 37**, también evita que los materiales gruesos rueden delante de la caja de engranajes de sinfines y que causen segregación por la línea central. Si se instalan los deflectores, los sinfines entonces desvían el material de modo uniforme hacia el centro. La **Figura 37** también ilustra dos modificaciones importantes hechas a las pavimentadoras Roadtec más nuevas para reducir la segregación y eliminar la necesidad de instalar deflectores:

1. El espacio entre las cadenas en el centro de la tolva es menor.
2. Las ruedas dentadas de las cadenas ahora están más cerca a los sinfines.

h. Si los bordes exteriores de los sinfines de la pavimentadora tienen una cantidad insuficiente de material, se pueden producir franjas ásperas por los bordes exteriores del pavimento puesto que el agregado grueso rueda hacia el exterior.

i. De ser posible, ajuste las extensiones de la pavimentadora de manera que ésta extraiga la misma cantidad de materiales por ambos lados de la tolva. Si un lado extrae más material que el otro, se formará un “valle” en ese lado de la tolva de la pavimentadora, permitiendo la segregación de mezclas sensibles a ello. Si no es posible corregir esta condición ajustando la extensión, descentrar el camión ligeramente hacia el lado que requiera más material para emparejar el material en la tolva.



VEHICULO DE TRANSFERENCIA DE MATERIALES SHUTTLE BUGGY™

La dificultad de descargar la mezcla del camión a la pavimentadora mientras ésta se mueve de modo continuo debe ser evidente por lo expuesto en la descripción anterior. La **Figura 38** ilustra un vehículo de transferencia de materiales (VTM) Shuttle Buggy que permite al camión detenerse a una distancia apropiada delante de la pavimentadora y descargar toda su carga sin moverse. El VTM tiene una capacidad de 30 a 35 toneladas de mezcla.

El transportador de arrastre en la parte delantera del VTM es suficientemente ancho para aceptar el ancho de la mezcla descargada del camión (sin interrupciones) y transportarla hacia la tolva del VTM. Dos sinfines de paso



VEHICULO DE TRANSFERENCIA DE MATERIALES SHUTTLE BUGGY™

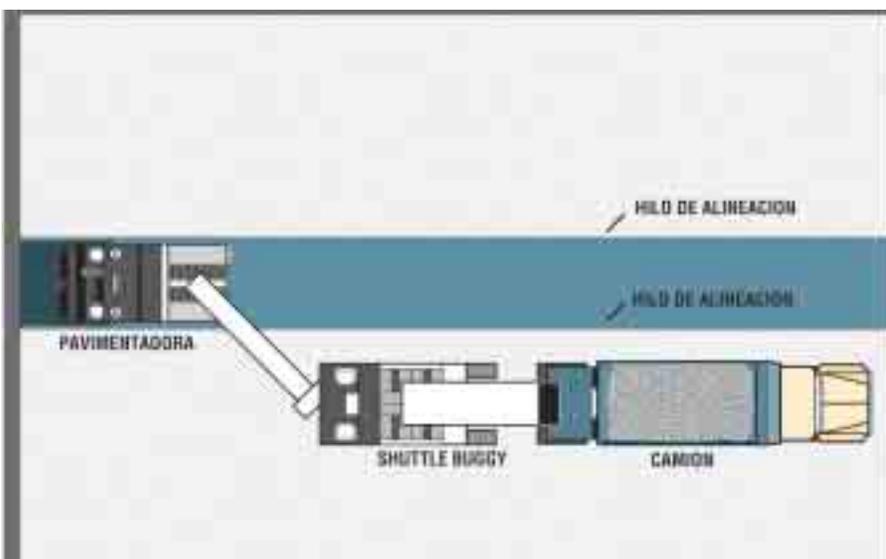
F40

variable en la parte inferior de la tolva vuelven a mezclar el material a medida que el mismo viaja hacia el transportador de descarga trasera. Este transportador lleva la mezcla hacia la parte superior y trasera de la tolva. El transportador de descarga trasera entonces lleva el material hacia un transportador giratorio trasero.

La pavimentadora tiene también una tolva que permite almacenar aproximadamente 20 toneladas de material. El transportador giratorio del VTM llena la tolva por su parte superior. La **Figura 39** muestra a un VTM cargando la pavimentadora desde una línea adyacente. Este nuevo concepto permite a la pavimentadora funcionar de modo continuo, vuelve a mezclar el material y permite el uso de camiones de remolque grandes.

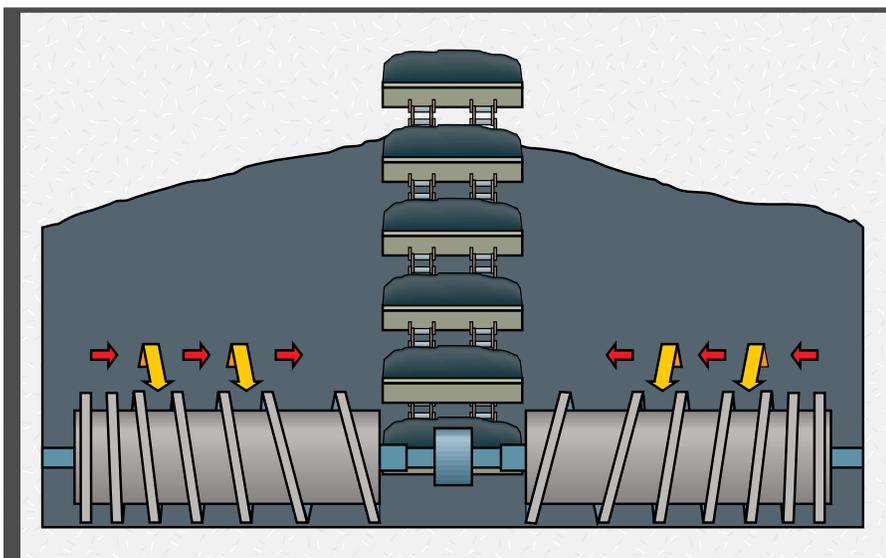
Además, la tolva de almacenamiento de la pavimentadora elimina la acumulación de material grueso en las secciones laterales. La acumulación de material grueso y la descarga de las secciones laterales es una de las causas principales de segregación de fin de carga.

Estas máquinas han demostrado tener la capacidad de eliminar completamente la segregación de fin de carga y aleatoria debida a la remezcla del material por los sinfines (vea la **Figura 40**). La uniformidad resultante excede los resultados previamente obtenidos de modo consistente.



SHUTTLE BUGGY (VTM) TRABAJANDO EN CARRIL ADYACENTE

F41



SINFINES MEZCLADORES DEL CARRO SHUTTLE BUGGY

F42

ASTECC

una división de Astec Industries, Inc.



PO BOX 72787 • 4101 JEROME AVE. • CHATTANOOGA, TN 37407 E.U.A. • 423-867-4210 • FAX 423-867-4636 • www.astecinc.com

© ASTEC 1994

2.5M WMS 2/99

Printed in USA.