



## boletín técnico T-121S



# FINOS DE LA CAMARA DE FILTROS

por J. Don Brock, PhD., P.E.



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
EL PROCESO .....	4
EQUIPO DE RECOLECCION DE POLVOS .....	7
SISTEMAS DE RECOLECCION DE POLVOS	
DEL SECADOR .....	10
SISTEMAS DE RETORNO DE POLVOS .....	12
PLANTAS DOSIFICADORAS .....	13
PLANTAS MEZCLADORAS CONTINUAS .....	18
UTILIZACIÓ DE TAMBORES MEZCLADORES	
CONVENCIONALES .....	18
UTILIZACIÓN DE TAMBORES MEZCLADORES DE CONTRAFLUJO .....	20
EXTRACCIÓN DEL POLVO SOBRANTE DE LAS PLANTAS	
DOSIFICADORAS.....	21
EXTRACCIÓN DEL POLVO SOBRANTE DE LAS PLANTAS	
MEZCLADORAS CONTINUAS .....	22
FINOS RECUBIERTOS Y SIN RECUBRIR .....	23
FINOS OXIDADOS .....	24
CONCLUSION .....	24



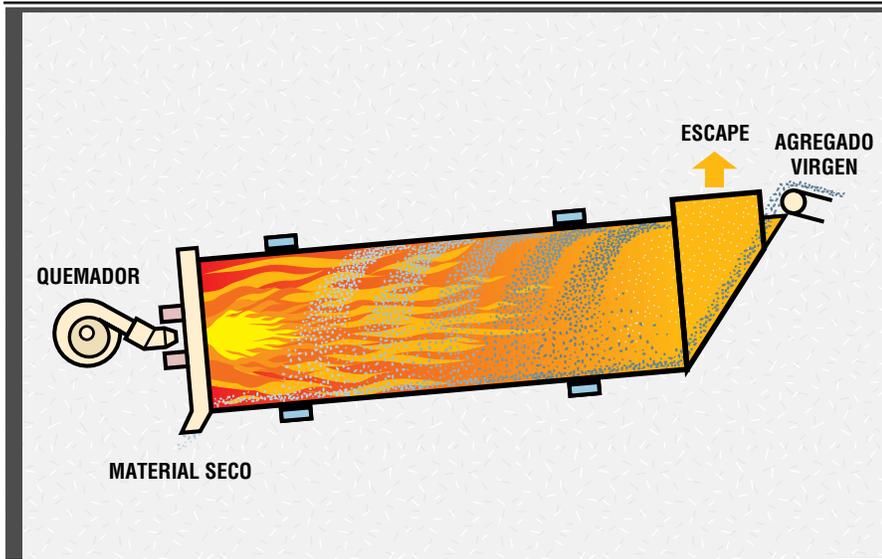
---

## INTRODUCCION

Los agregados usados para producir la mezcla de asfalto caliente contienen material de granulometría variable. El tamaño de las partículas varía de 38 mm a menos de un micrón, una relación de 38.000 a uno. Algunas de las partículas más finas quedan en suspensión en el aire durante el proceso de secado y son recolectadas en distintos tipos de sistemas de recolección utilizados en las plantas de asfalto. A mediados de la década de los 70, cuando los requisitos sobre contaminación ambiental se pusieron más rigurosos, los colectores de polvos con filtros de tela en seco se convirtieron en el principal sistema utilizado en las plantas de asfalto. Las partículas finas de polvo recolectadas en estos sistemas son comúnmente conocidas como finos de la cámara de filtros.

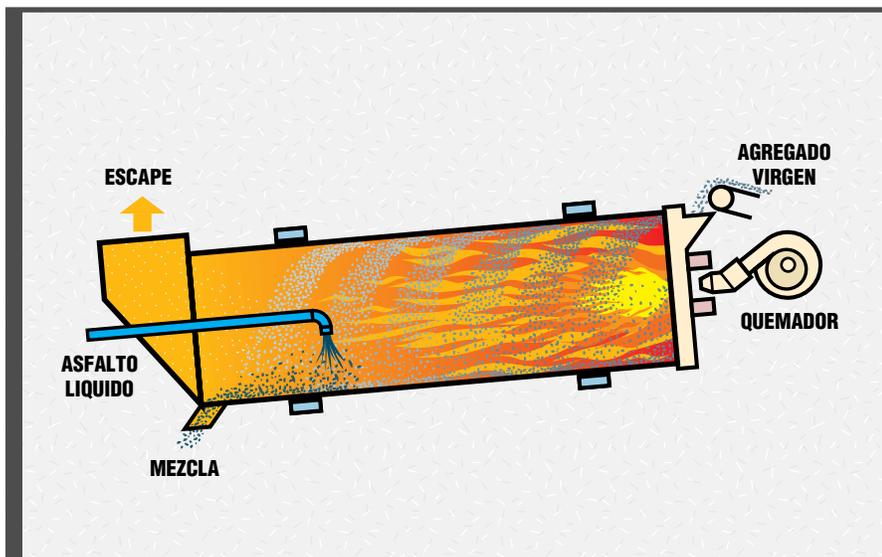
Los finos de la cámara de filtros no son ingredientes extraños usados en la mezcla, sino simplemente una fracción más fina de los agregados que están siendo elaborados. En la década pasada se realizaron muchos estudios acerca de los finos de la cámara de filtros. Muchos de esos estudios condujeron a conclusiones erróneas porque muchos de los científicos comenzaron sus investigaciones estudiando los finos de la cámara de filtros específicos y no el proceso completo. El tamaño de las partículas recolectadas en la cámara de filtros es determinado por tres factores:

- 1) La granulometría real del material original que se está procesando
- 2) La secuencia de los colectores usados para recolectar el polvo antes de que llegue a la cámara de filtros
- 3) La cantidad de degradación del material a lo largo del proceso.



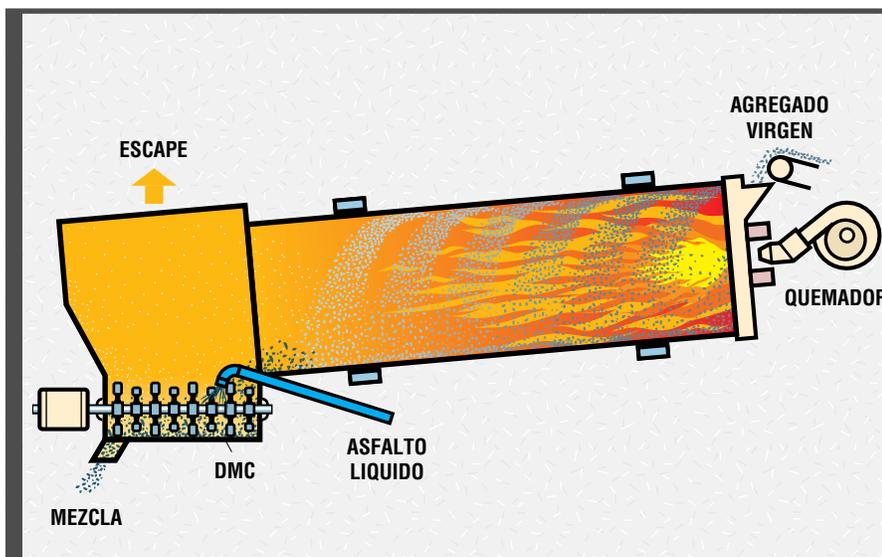
**SECADOR DE CONTRAFLUJO**

**F1**



**TAMBOR MEZCLADOR**

**F2**



**MEZCLADOR DRUM MIX COATER-I (DMC-I)**

**F3**

## EL PROCESO

La **Figura 1** muestra un secador típico en una planta dosificadora. El secador puede considerarse como el creador o descargador de los finos o polvo. Para asegurar que el asfalto líquido se adhiera a las partículas de polvo, es necesario secar y calentar el agregado a la temperatura deseada de la mezcla. Para realizar el proceso de secado, el agregado se alimenta a un tambor giratorio donde es recogido y lanzado en cascada a través de un chorro de gases calientes. El tamaño de las partículas de polvo que quedan en suspensión en el aire varía de acuerdo con la velocidad de los gases en el tambor (velocidad del gas en el tambor). Los secadores típicos de agregados tienen una velocidad del gas en el tambor de 244 metros por minuto.

Cuando el agregado pasa por el tambor del secador en sentido contrario al flujo de aire, el secador recibe el nombre de secador de contraflujo. La **Figura 2** muestra un secador mezclador convencional. El agregado también pasa por su tambor. Pero el gas y el agregado avanzan en el mismo sentido, por esa razón el aparato se conoce como un secador mezclador de flujo paralelo.

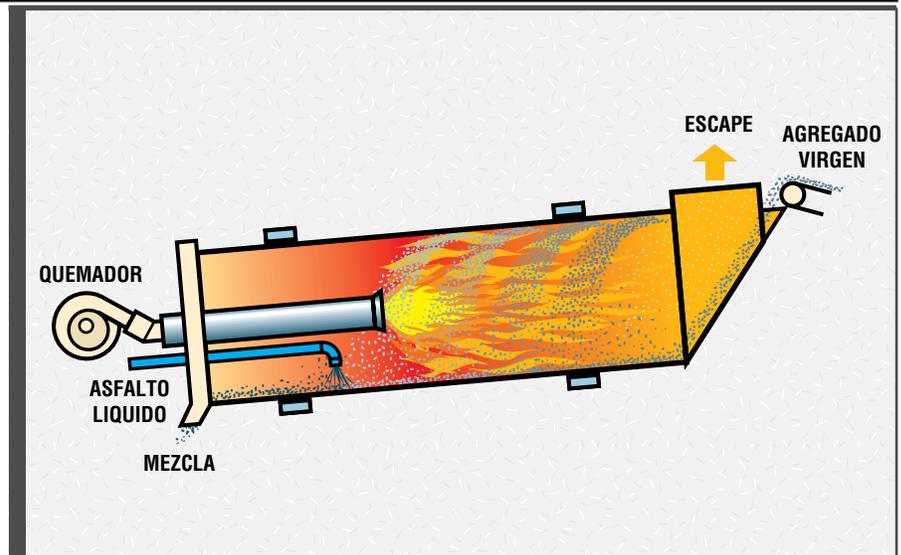
Tal como se muestra en la **Figura 2**, el cemento asfáltico se inyecta más abajo en el tambor para que la mezcla ocurra lejos de la sección de secado. Debido a que el asfalto causa la adherencia del polvo al agregado, el chorro de gas acarrea consigo mucho menos polvo. Debido a este fenómeno, las velocidades del gas en el tambor han aumentado hasta aproximadamente 305 metros por minuto en este tipo de instalaciones.

La **Figura 3** muestra un tambor con un revestidor o mezclador en su extremo de descarga. Este tipo de producto comenzó a construirse durante la década de los 80. Fue diseñado para reducir los problemas de destilación que ocurrían en el secador mezclador cuando el cemento asfáltico quedaba expuesto al vapor del proceso de secado. Tal como sucede en un secador mezclador convencional, el revestidor tiene velocidades de la corriente de gas de aproximadamente 305 metros por minuto y más altas. El aumento del porcentaje de polvo ocurre porque el cemento asfáltico no se inyecta directamente al tambor. Sin embargo, el área grande de caída encima del revestidor permite que partículas más grandes de polvo en suspensión en el aire caigan de la corriente de aire al interior del revestidor.

La **Figura 4** muestra un nuevo tambor secador mezclador de contraflujo que fue lanzado al mercado hace unos pocos años. Este equipo funciona básicamente igual que el secador de contraflujo antes mencionado.

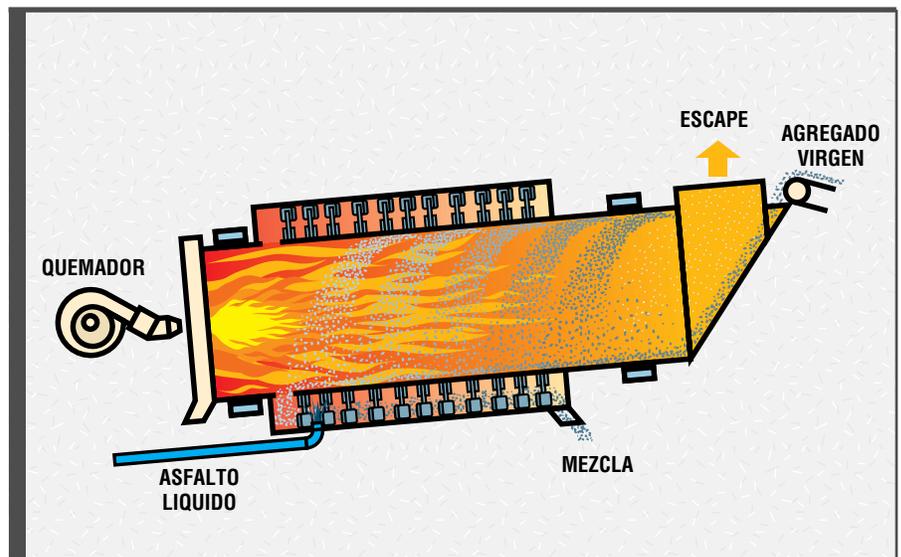
La **Figura 5** muestra el nuevo mezclador tipo Double Barrel<sup>®</sup> fabricado más recientemente. Este producto tiene incorporado un secador de contraflujo parecido al que se muestra en la **Figura 1**. Estos dos productos tienen velocidades del gas en el tambor de aproximadamente 305 metros por minuto. Además, tienen un porcentaje de polvo mayor que el secador mezclador convencional o el secador de contraflujo común.

Mientras el agregado avanza por el secador, las partículas de polvo de distintos tamaños son recogidas por el chorro de gas. La velocidad del gas a la que estas partículas quedan en suspensión en el aire se llama velocidad terminal. Cuanto más grande la partícula, tanto más alta la velocidad del gas necesaria para que quede en suspensión en el aire.



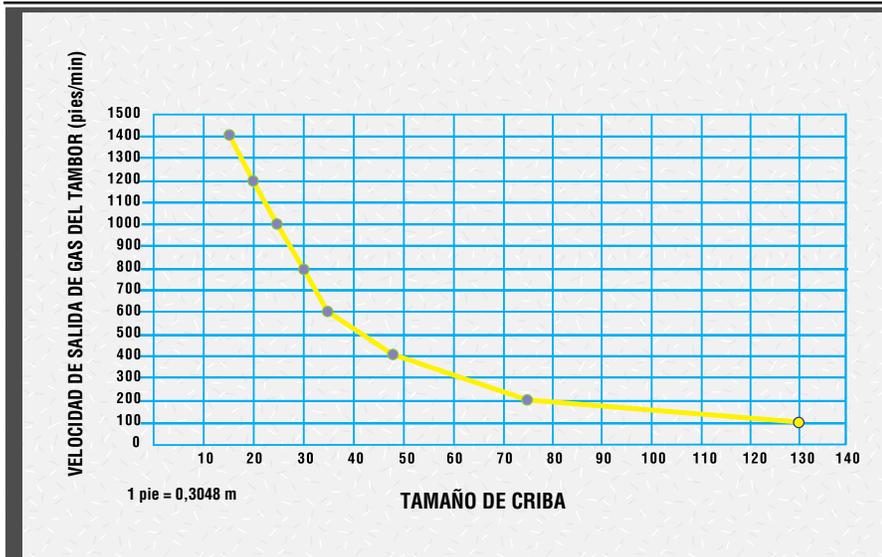
**TAMBOR MEZCLADOR DE CONTRAFLUJO**

F4



**TAMBOR MEZCLADOR TIPO DOUBLE BARREL<sup>®</sup>**

F5

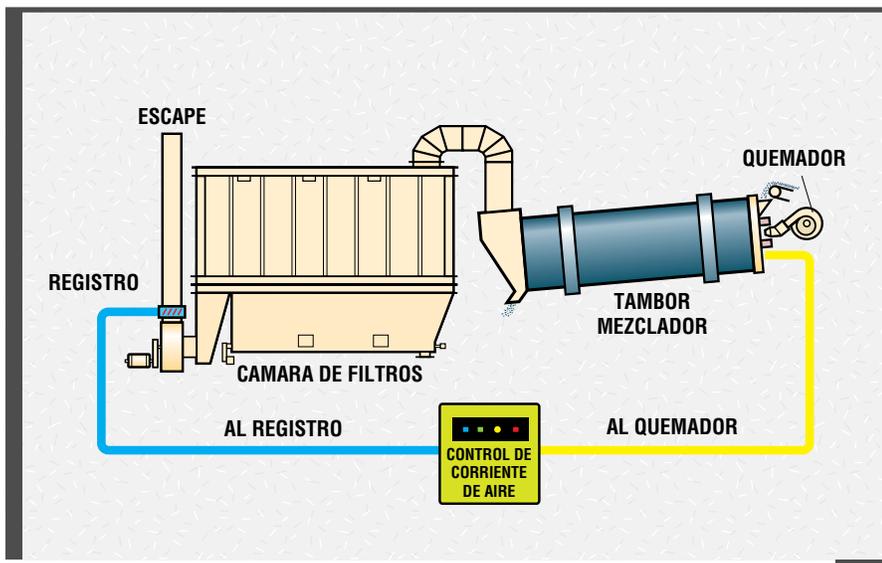


**VELOCIDAD DE TRANSPORTE DE DISTINTOS TAMAÑOS DE PARTICULAS F6**

La **Figura 6** muestra las velocidades terminales de los diversos tamaños de partículas. Tal como se muestra en la **Figura 6**, a una velocidad del gas de 305 metros por minuto, las partículas de tamaño de malla 24 y más pequeñas pueden ser recogidas en la corriente del gas. Pero las partículas de un tamaño dado *no siempre* quedarán en suspensión en el aire. De hecho, no más de un 25 a 50 por ciento de las partículas más pequeñas que malla 200 realmente serán recogidas. La razón de esto es que la electricidad estática u otra adhesión superficial hace que las partículas finas de polvo se adhieran a partículas mucho más grandes.

Normalmente, una cámara de filtros con un colector de polvos primario, tal como un ciclón, aceptará aproximadamente 1 a 1,5 por ciento del agregado total alimentado al tambor. Los altos porcentajes de partículas más pequeñas que 3,17 mm pueden producir proporciones de recolección de 1,5 a 3 por ciento. Cuando no hay instalado un ciclón antes de la cámara de filtros, se puede recolectar en ella hasta un 5 por ciento del agregado total.

Durante la última década, se han instalado controles de corriente de aire en las plantas como se muestra en la **Figura 7** para lograr un rendimiento energético mejor. Estos sistemas detectan la aspiración en la parte anterior del tambor, adyacente al quemador. Los controles abren o



**SISTEMA DE CONTROL DE CORRIENTE DE AIRE F7**

cierran el registro en el ventilador aspirante para mantener una presión ligeramente negativa o aspiración en el quemador. Los controles modulan la corriente de aire a través del tambor para producir el chorro de gas necesario para una proporción de producción determinada. Las velocidades del gas de 244 a 305 metros por minuto antes mencionadas son típicamente las velocidades máximas para las que fueron diseñadas las plantas. Pero muy pocas funcionan a estos niveles más del 10% del tiempo (un fabricante de plantas ofrece un equipo con velocidades de hasta 427 metros por minuto).

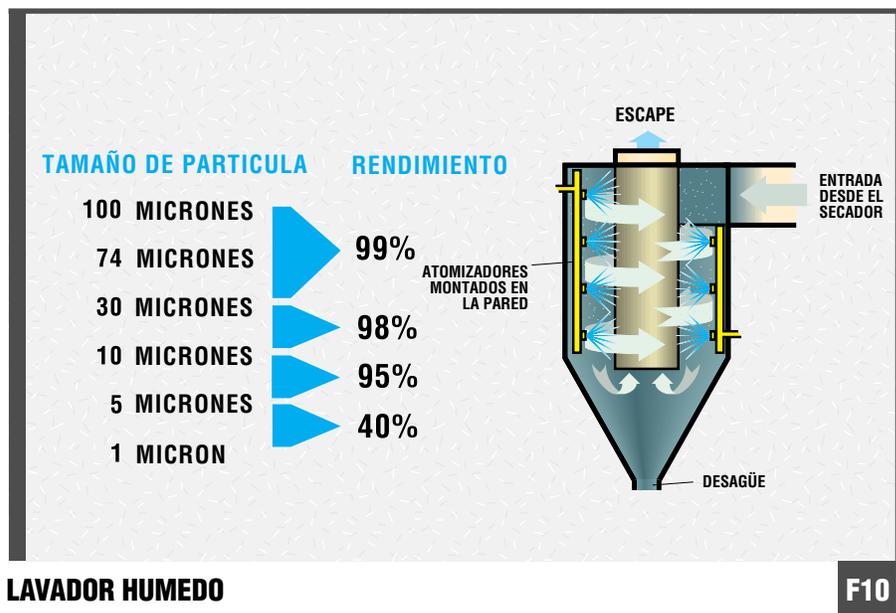
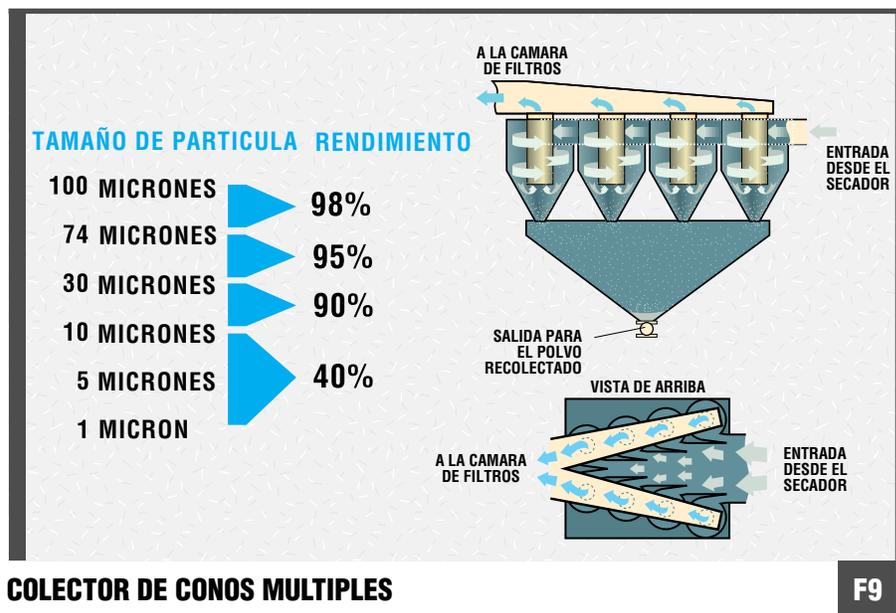
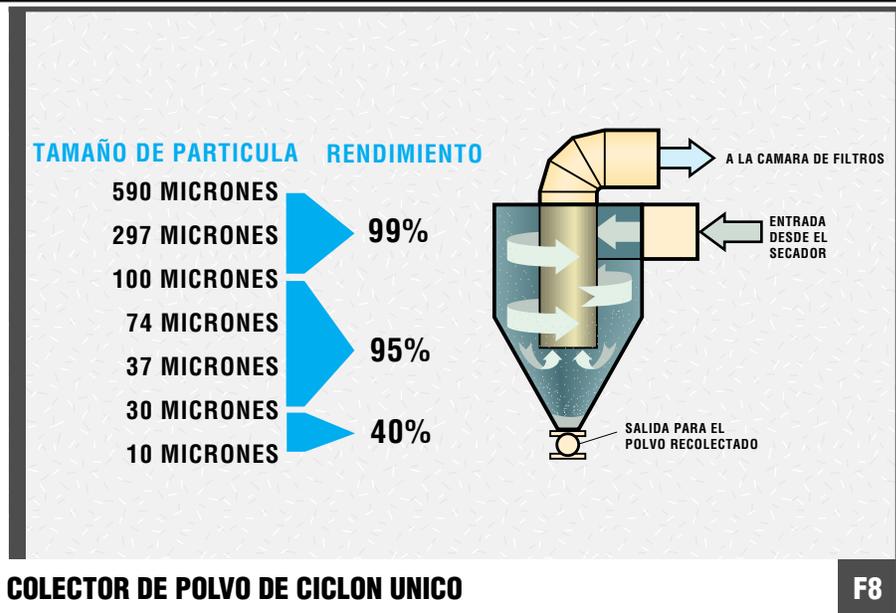
## EQUIPO DE RECOLECCION DE POLVOS

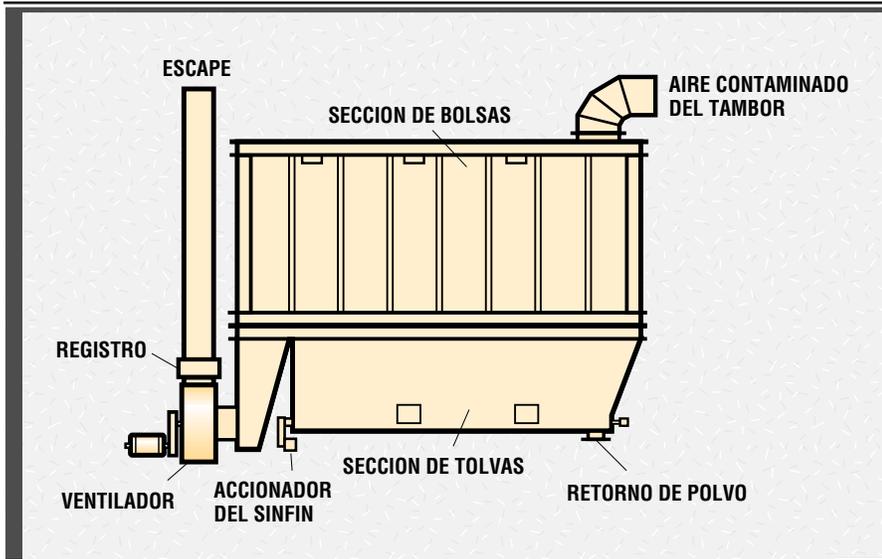
El gas con gran porcentaje de polvo es extraído del tambor y pasa por una variedad de colectores de polvos para extraer las partículas de polvo. El operador de la instalación escoge el tamaño de partículas de polvo que se va a extraer, ya sea para satisfacer sus requerimientos o para cumplir con las especificaciones. El tamaño de las partículas de polvo que sale del tambor varía desde malla 30 (a 244 metros por minuto) hasta menos de un micrón. Para hacer una comparación, el cabello humano mide aproximadamente 100 micrones de diámetro; el material de malla 200 es de 75 micrones; y el humo de cigarrillo es de 0,3 micrón.

La **Figura 8** muestra un colector de polvos con ciclón de baja presión. Comúnmente se usa como un secador de agregados. También se usa con un tambor secador mezclador de contraflujo. Algunas veces se usa en un mezclador Drum Mix Coater. Estos equipos son muy eficientes para extraer las partículas más grandes como se muestra en la **Figura 8**. Pero su eficiencia decae considerablemente cuando se trata de tamaños de partículas inferiores a 30 micrones o malla 400.

La **Figura 9** muestra un colector de polvos de conos múltiples. Tiene una serie de ciclones pequeños. Su rendimiento o eficiencia es mayor que el ciclón único descrito anteriormente. La **Figura 9** muestra el rendimiento típico de este tipo de colector. Tal como se muestra, este colector recolecta partículas mucho más pequeñas que un ciclón único.

La **Figura 10** muestra un ciclón con atomizadores de agua. Comúnmente se conoce como un lavador húmedo y funciona con energía o presión baja.





**COLECTOR DE FILTROS DE TELA DE CAMARA DE FILTROS**

**F11**

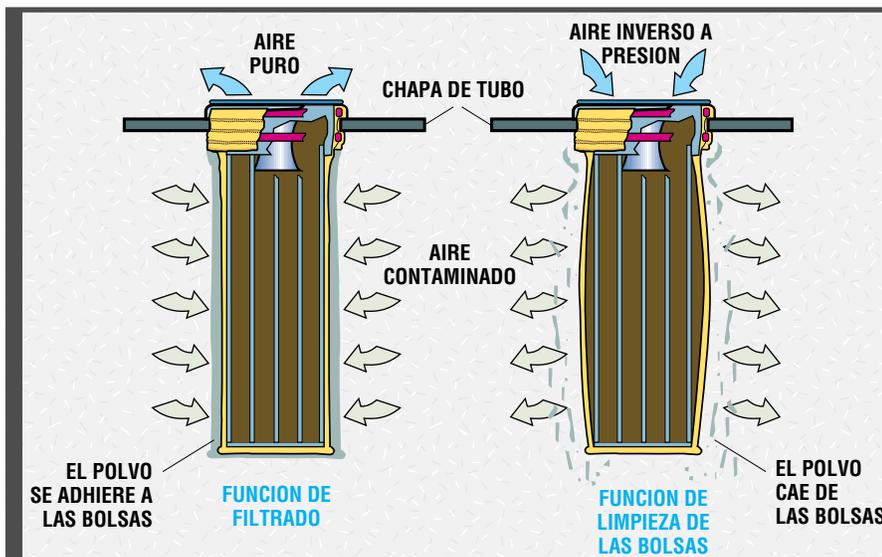
El agua es inyectada al ciclón y atomizada en gotitas de 80 micrones. Como resultado extrae las partículas pequeñas con mayor eficiencia que los colectores con únicos y los de conos múltiples. Su eficiencia se muestra en la **Figura 10**.

Es posible usar lavadores tipo venturi de presión más alta para recolectar partículas aun más finas que aquéllas recolectadas por el lavador ciclónico de baja presión. Pero necesitan una potencia considerable para superar sus altas caídas de presión.

Cuando se usa un colector de cámara de filtros como se muestra en la **Figura 11**, el polvo es recolectado en las superficies exteriores de los filtros de bolsa. Las bolsas se limpian automáticamente en intervalos regulares por aire a presión, como se ilustra en la **Figura 12**.

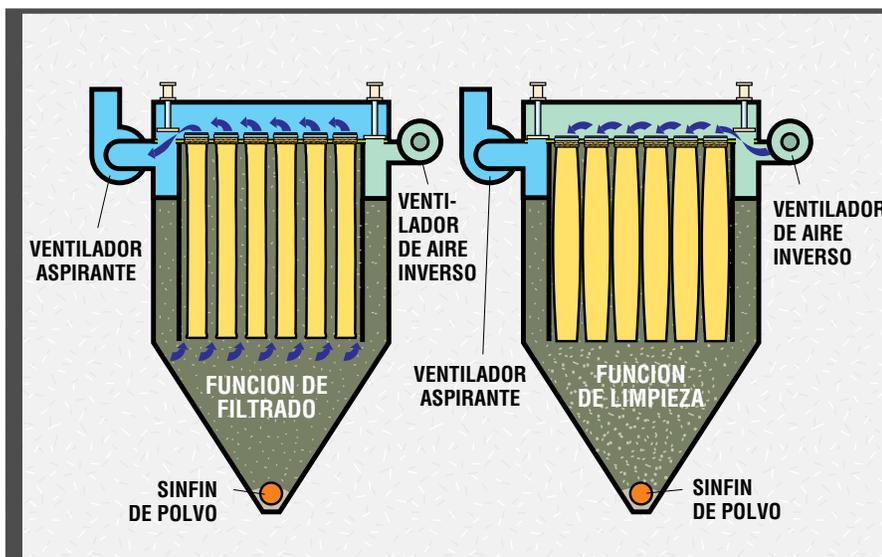
Normalmente, las bolsas están construidas de fibras Nomex que están enfieltradas en un tamiz. Luego, el fieltro es convertido en una bolsa tipo media. Cada bolsa va encajada en una jaula de alambre para soporte. Las bolsas y las jaulas encajan en una chapa de tubo que forma la pared superior de la cámara de filtros. (Ver la **Figura 12**.)

Las cámaras de filtros se construyen ya sea para que usen aire inverso o bien chorros pulsatorios para limpiar los filtros de bolsa. En la **Figura 13** se muestra una construida para usar aire inverso. En la **Figura 14** se muestra una construida para usar chorros pulsatorios. En cualquiera de los dos casos la limpieza se efectúa introduciendo aire a presión a las bolsas lo que las hace expandirse y aflojar el polvo endurecido en sus superficies exteriores. El chorro pulsatorio usa ráfagas a alta presión, que sacuden las bolsas, haciéndolas agitarse como asimismo expandirse.



**LIMPIEZA DE LAS BOLSAS**

**F12**



**CAMARA DE FILTROS DE AIRE INVERSO**

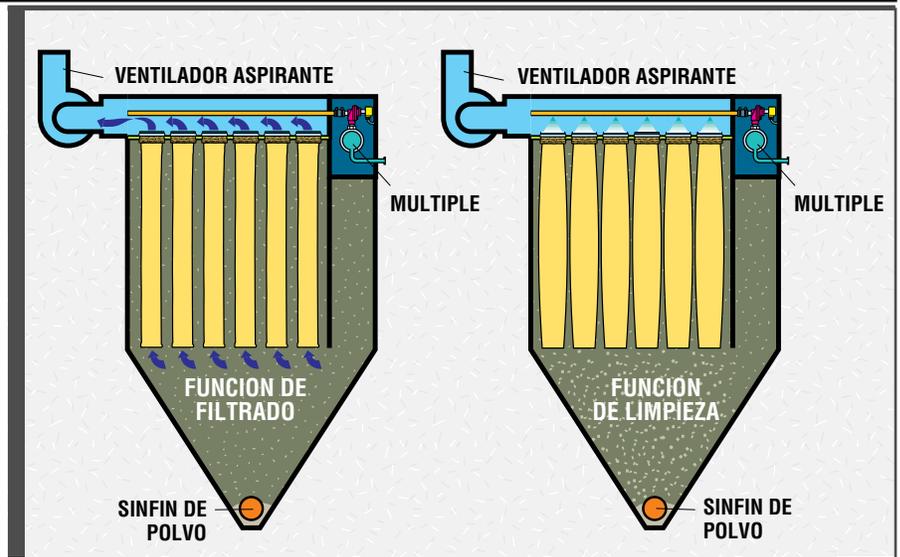
**F13**

La **Figura 15** muestra un tipo nuevo de cámara de filtros, desarrollado a comienzos de la década de los 90. Tiene incorporado un ciclón horizontal. Este ciclón va montado en la misma plataforma que la cámara de filtros. Esta es una ventaja sobre el ciclón vertical, el cual necesita cimientos separados. El ciclón horizontal se conecta directamente a la cámara de filtros.

El ciclón horizontal recolecta las partículas más grandes que malla 200 y las envía de regreso al mezclador, manteniéndolas fuera de la cámara de filtros. Gracias a esto, la cámara de filtros puede recolectar más eficientemente las partículas más pequeñas de polvo y prolongar la duración de sus componentes.

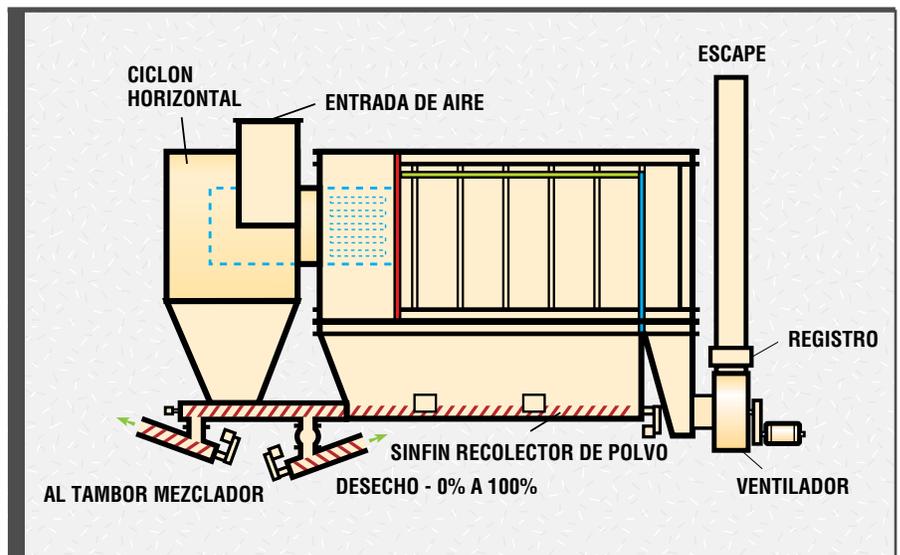
Los finos con partículas más gruesas son controlados independientemente de los finos con partículas más pequeñas. Los finos de partículas gruesas provenientes del ciclón caen a una tolva recolectora en el fondo del ciclón. El sinfín helicoidal, que se extiende desde la cámara de filtros, transporta los finos a una esclusa de aire giratoria de velocidad constante. Después de pasar por la esclusa, son recogidas por un transportador sinfín inclinado. El transportador devuelve los finos a la carcasa exterior del secador mezclador. Existe una pequeña diferencia entre la presión del aire en la carcasa exterior y la presión del aire en la esclusa de aire giratoria. Por consiguiente, los finos de partículas gruesas son mucho menos abrasivos y la esclusa dura mucho más tiempo.

La capacidad de controlar independientemente las partículas más pequeñas que malla 200 proporciona una flexibilidad significativa. Estos finos caen a la tolva recolectora de la cámara de filtros. Son extraídos de allí por el sinfín helicoidal. El sinfín extrae los finos del extremo de la tolva. Desde allí se pueden desechar, almacenar o bien devolver al mezclador. Si una porción (0 a 100%) de estos finos es desechara, son transportados por otro transportador sinfín a un camión o punto de recolección para desecharlos. Las porciones no desecharas son devueltas al mezclador junto con los finos del ciclón. Se puede usar un silo para almacenar los finos en vez de desecharlos.



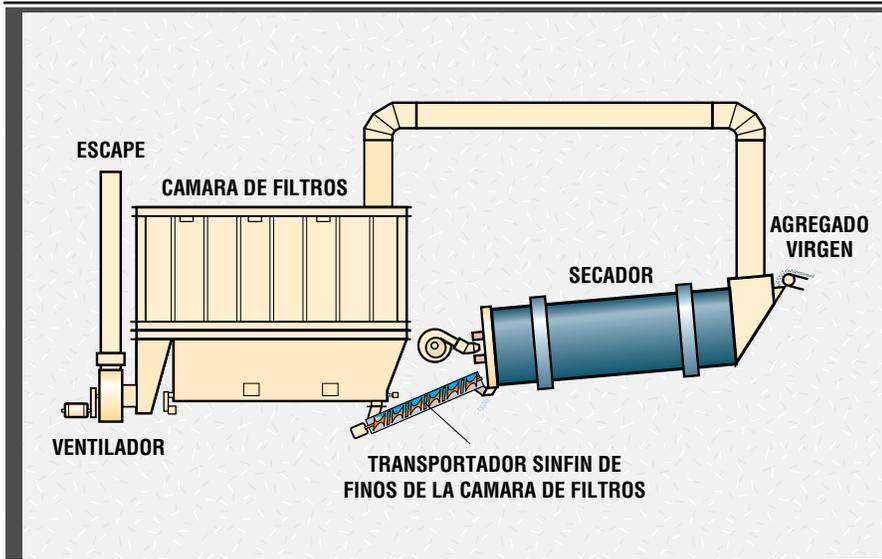
**CAMARA DE FILTROS TIPO CHORRO PULSATORIO**

**F14**



**CAMARA DE FILTROS CON CICLON HORIZONTAL**

**F15**



**SECADOR CON CAMARA DE FILTROS**

**F16**

## SISTEMAS DE RECOLECCION DE POLVOS DEL SECADOR

Ahora, ya se debe tener bien claro que el tamaño de las partículas de polvo recolectadas en una cámara de filtros variará de acuerdo con el tipo de equipo de recolección utilizado.

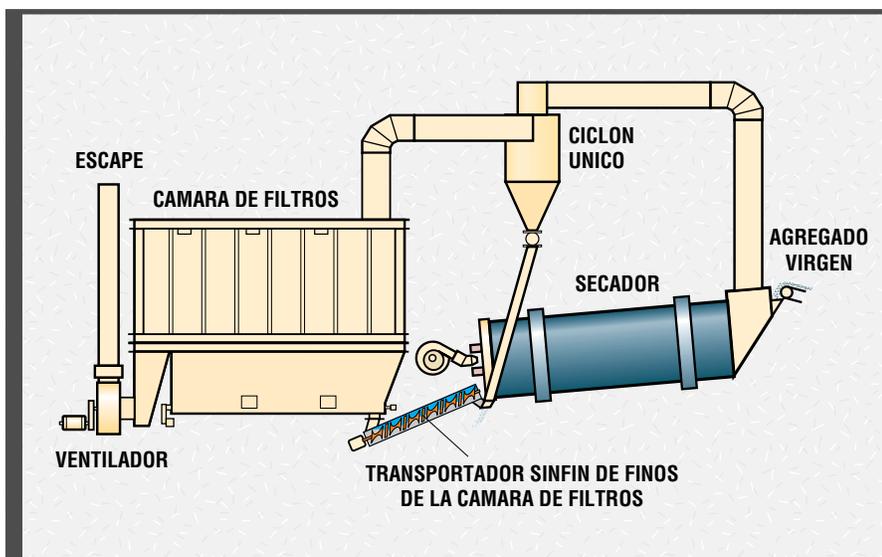
La **Figura 16** muestra una cámara de filtros como el único colector de polvos para un secador. Tal como se usa aquí, tendría que recibir partículas con tamaños variando entre malla 30 y 0,3 micrón. La **Figura 17** muestra tamaños comunes de malla y tamaños equivalentes en micrones.

La **Figura 18** muestra la cámara de filtros con un colector de polvos de ciclón único incorporado entre ella y el secador. El ciclón deja caer la mayoría de los tamaños de partículas de malla 200 y más grandes. Por lo tanto, prácticamente todo el polvo que llega a la cámara de filtros sería más pequeño que malla 200. Y un gran porcentaje sería más pequeño que malla 400 (**Figura 19**).

TAMAÑO DE MALLA	MICRONES
30	590
50	297
100	149
200	74
400	37
1250	10
2500	5
12.500	1

**TAMAÑO DE POLVO DE LA CAMARA DE FILTROS SIN COLECTOR PRIMARIO DE POLVO**

**F17**



**SECADOR CON CICLON UNICO Y CAMARA DE FILTROS**

**F18**

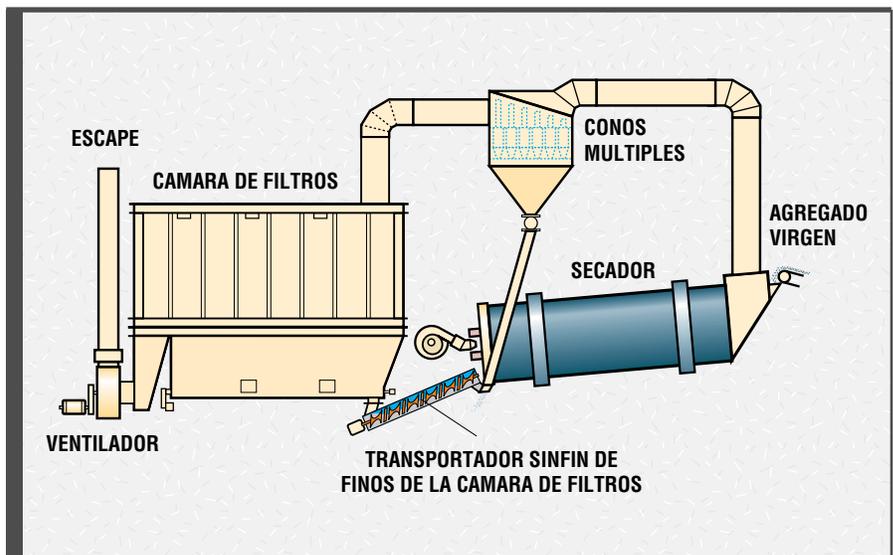
La **Figura 20** muestra la cámara de filtros con un ciclón de conos múltiples entre ella y el secador. El ciclón de conos múltiples deja caer la mayoría de los tamaños de partículas de 20 micrones y más grandes. Por lo tanto, prácticamente todo el polvo que llega a la cámara de filtros sería más pequeño que 20 micrones. La mayoría sería más pequeña que malla 200 (ver la **Figura 21**).

La **Figura 22** muestra un sistema *sin* una cámara de filtros, sino un ciclón único y un lavador húmedo entre el secador y un estanque. Este sistema se usó durante muchos años. El polvo superfino o muy pequeño era lavado hacia el estanque. La mayoría de la mezcla caliente producida en la instalación contenía solamente las partículas más grandes de polvo, principalmente aquellas más grandes que malla 200 (**Figura 23**).

Antes de que las leyes sobre contaminación del aire fueran modificadas, solamente una cantidad mínima de material más pequeño que malla 200 era devuelta a la mezcla. A comienzos de la década de los 80, el Comité para el Mejoramiento de la Calidad de NAPA condujo un estudio exhaustivo sobre el uso de finos de cámaras de filtros en la mezcla caliente para averiguar si eran perjudiciales o beneficiosos.

TAMAÑO DE MALLA	MICRONES
400	37
1250	10
2500	5
12.500	1

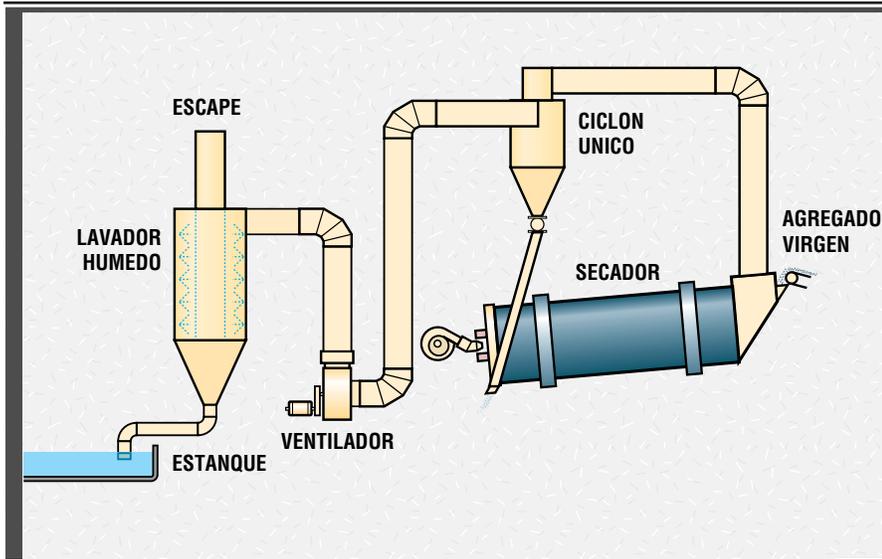
**TAMAÑO DE POLVO DE LA CAMARA DE FILTROS CON COLECTOR DE POLVO DE CICLON UNICO** **F19**



**SECADOR CON COLECTOR DE CONOS MULTIPLES Y CAMARA DE FILTROS** **F20**

TAMAÑO DE MALLA	MICRONES
1250	10
2500	5
12.500	1

**TAMAÑO DE POLVO DE LA CAMARA DE FILTROS CON COLECTOR PRIMARIO DE CONOS MULTIPLES** **F21**



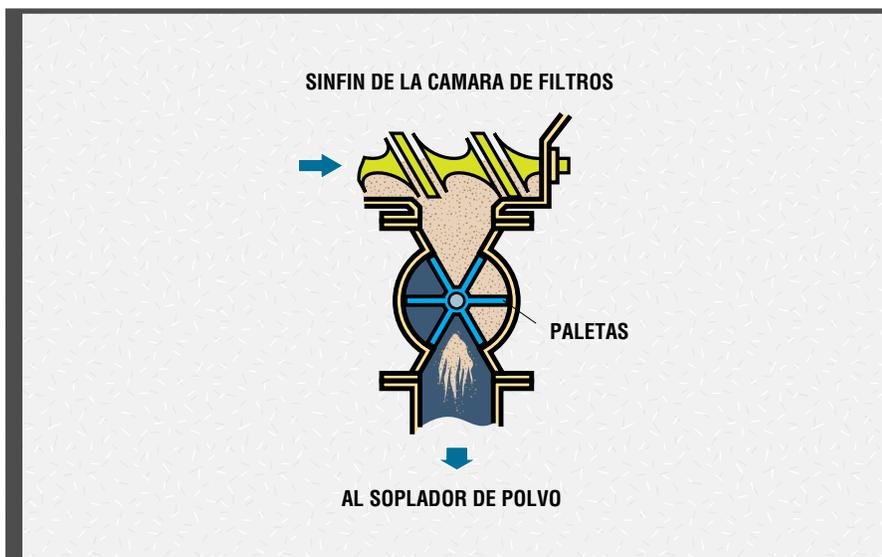
**SECADOR CON CICLON Y LAVADOR HUMEDO**

**F22**

TAMAÑO DE MALLA	MICRONES
30	590
50	297
100	149
200	74

**TAMAÑO DE POLVO DEL CICLON UNICO**

**F23**



**ECCLUSA DE AIRE GIRATORIA**

**F24**

El estudio encontró que la adición a la mezcla de partículas de polvo más pequeñas que el espesor de la película de asfalto era beneficiosa. Mejoraba o extendía el asfalto, permitiendo el uso de menos asfalto líquido. Encontraron que dicho polvo, generalmente de un tamaño inferior a 15 micrones, podría prácticamente sustituir al asfalto. Pero usado en cantidades exageradas era detrimental y aumentaría considerablemente la rigidez de la mezcla. De acuerdo con esto, recomendaron una relación específica de polvo a asfalto. Recomendaron una relación por masa de 1 parte de polvo (hasta 1,2 partes de polvo) de tamaño más pequeño que 15 micrones a 1 parte de asfalto líquido.

Los organismos especificadores han adoptado esta relación de polvo a asfalto y ahora la incluyen en muchas especificaciones. Se refieren en términos generales a un material más pequeño que malla 200 sin designar su composición específica. Esto es un error. Más de 1 parte de polvo se puede usar satisfactoriamente, dependiendo de la composición del polvo más pequeño que malla 200 (75 micrones). Pero si el polvo contiene porcentajes considerablemente más altos de partículas más pequeñas que 15 micrones, la relación de 1 a 1 es correcta. Para una explicación más completa de este estudio, rogamos consultar la norma QIP 107 de NAPA.

### SISTEMAS DE RETORNO DE POLVOS

Las Figuras 11, 13 y 14 muestran las cámaras de filtros con sinfines que recolectan polvo en su parte inferior. En la limpieza automática de los filtros de bolsa en la cámara de filtros, el polvo de las bolsas cae a una tolva recolectora. Es transportado continuamente por el sinfín a la mezcla (Figura 18).

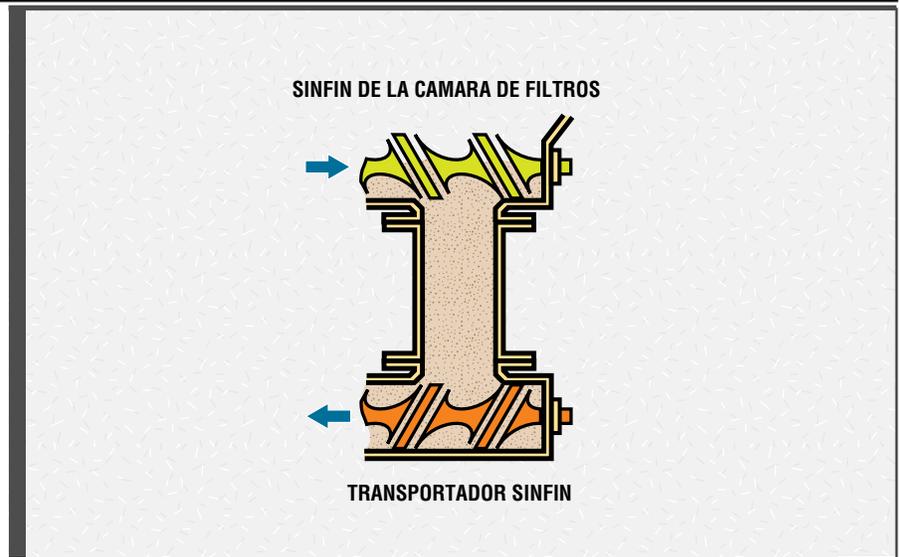
También se emplean otros métodos para usar el polvo de la cámara de filtros. Los párrafos siguientes describen los sistemas más prevalentes y cómo funcionan.

### SISTEMAS DE RETORNO DE POLVOS DE PLANTAS DOSIFICADORAS

Las Figuras 18 y 22 muestran un secador de contraflujo de agregados igual al que se usa en una planta dosificadora. Muestran un colector de polvos con ciclón montado encima del secador. Típicamente, las partículas grandes de polvo son recolectadas continuamente por el ciclón y alimentadas por gravedad a través de una canaleta al elevador vertical y de allí a la torre dosificadora. Se vuelve a mezclar con el otro agregado del secador.

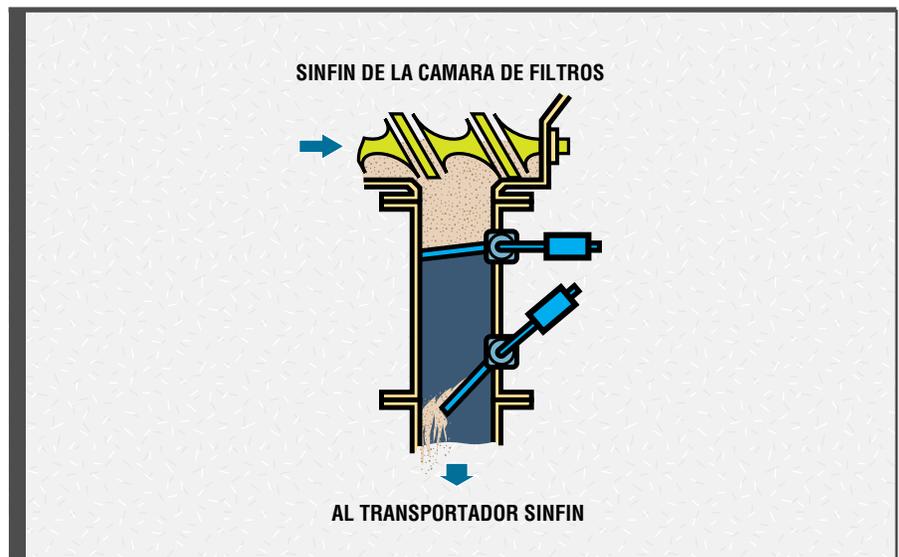
La Figura 18 muestra un transportador sinfín acarreando finos desde la cámara de filtros. El transportador descarga los finos a un elevador vertical. Todos los equipos de recolección mencionados anteriormente funcionan con presión negativa de aire, lo que hace que los gases sean aspirados a través del sistema.

En los puntos de descarga se usan diversos tipos de sellos (Figura 24 a la 27) para reducir los escapes de aire. El tipo de sello usado en cada punto de descarga depende de la cantidad de aspiración en ese punto. Todos estos equipos necesitan un retorno constante del polvo mientras haya presente aspiración negativa.



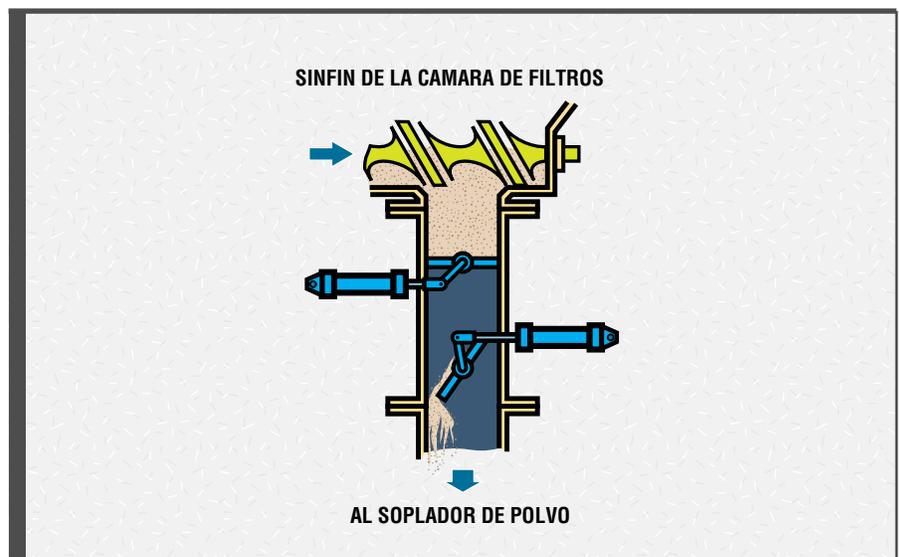
**CANALETA DE DESCARGA POR GRAVEDAD**

**F25**



**VALVULA INCLINABLE POR GRAVEDAD**

**F26**



**VALVULA INCLINABLE NEUMATICA MOTORIZADA**

**F27**

---

La **Figura 24** muestra una esclusa de aire giratoria. Esta esclusa descarga continuamente el polvo de un colector. Tiene paletas giratorias en una carcasa de ajuste preciso (como la puerta giratoria de un hotel).

La **Figura 25** muestra dos transportadores sinfín interconectados por una canaleta de descarga por gravedad. En este dispositivo el polvo impide el flujo inverso. Sin embargo, este dispositivo solamente es eficaz con los componentes donde la aspiración es baja (menos de 51 mm).

La **Figura 26** muestra una válvula inclinable por gravedad. Esta funciona como la entrada de puerta de dos hojas en un hotel u oficina. El peso del polvo abre automáticamente las válvulas dejando que el polvo fluya de una a la otra, abriéndola y cerrándola alternadamente.

La **Figura 27** muestra una válvula inclinable motorizada. Funciona igual que la válvula por gravedad con la excepción que cilindros neumáticos o bien una varilla accionada por motor abre y cierra automáticamente las compuertas en orden.

Todos estos dispositivos cumplen la función común de extraer continuamente el polvo del colector. La esclusa de aire giratoria o las válvulas inclinables motorizadas se usan generalmente cuando se devuelve el polvo a un sistema de retorno neumático continuo utilizando una aspiración más alta.

Como estos dispositivos se desgastan, la corriente de aire y la presión de aire negativas del sistema transportador pueden causar el escape de aire a través de ellos y su introducción al colector. Si el escape aumenta demasiado, el polvo se devuelve con el aire hasta que su volumen o peso sea suficiente para superar la corriente de aire. En este momento el polvo afluirá (amontonará), liberando un porción a la vez, causando la pérdida del flujo continuo y uniforme. Cuando esto ocurre, es necesario reparar o cambiar la esclusa de aire giratoria.

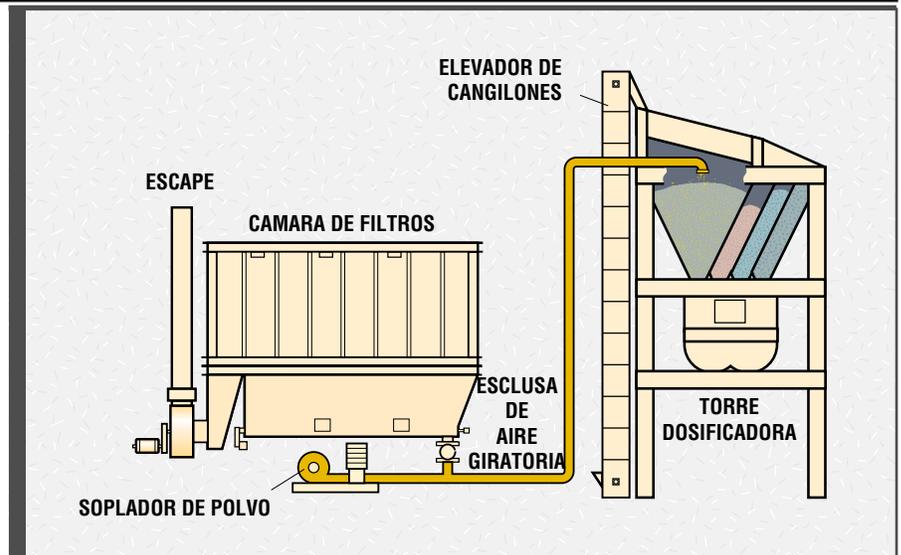
La **Figura 28** muestra una esclusa de aire giratoria en el fondo de la cámara de filtros y un sistema soplador soplando polvo a la tolva 1 en la planta dosificadora. Este dispositivo permite la alimentación continua del polvo que regresa de la cámara de filtros a las tolvas calientes de la planta dosificadora.

La **Figura 29** muestra un silo de polvo o tolva de almacenamiento montado en el costado de la torre de la planta dosificadora. El sistema soplador de polvo y una esclusa de aire giratoria transportan el polvo de la cámara de filtros al silo. El polvo es acarreado por el sinfín del fondo del silo de polvo a la tolva de pesaje en la planta dosificadora. El sinfín arranca y para según sea necesario para añadir una cantidad determinada de polvo. El transporte por sinfín es más preciso que el pesaje de una cantidad pequeña de polvo en una tolva de pesaje grande que utiliza una balanza diseñada para cantidades grandes. El receptor de polvo deberá instalarse en el centro de la tolva para asegurar la distribución uniforme del polvo.

La **Figura 30** muestra un sistema similar al que recién describimos. Pero, tiene un sistema neumático de fase densa que sopla el polvo del silo a la tolva de pesaje en la torre dosificadora.

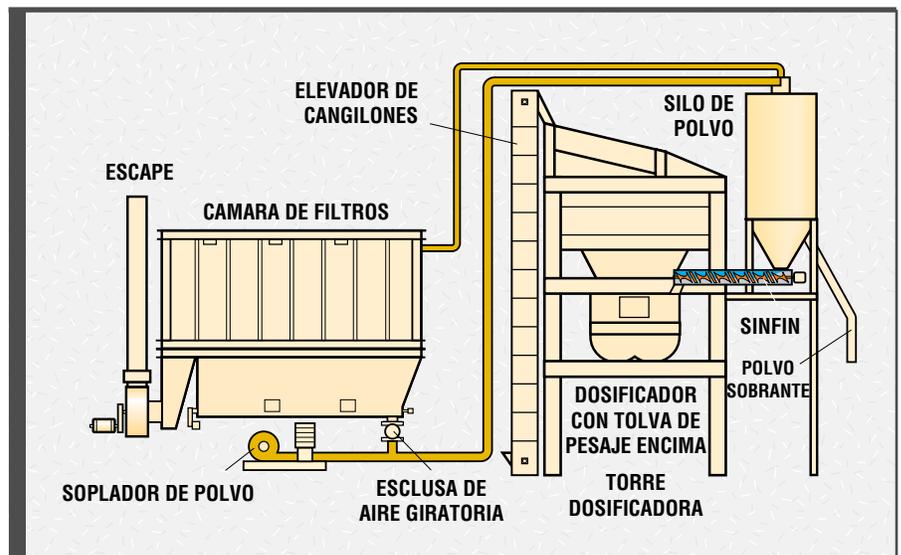
La **Figura 31** muestra un sistema similar al que describimos en la **Figura 30**. Sin embargo tiene células de carga en la marmita a presión neumática de fase densa. Esto permite el pesaje preciso y continuo de cada tanda de polvo antes de ser soplado a la tolva de pesaje en la torre dosificadora.

Los silos de polvo que se muestra en las **Figuras 29, 30 y 31** funcionan a presión atmosférica y no tienen la esclusa de aire giratoria en sus lados de descarga. Sin embargo, la marmita a presión en el sistema neumático de fase densa tiene una válvula de mariposa que se abre por gravedad para llenar las marmitas. Esas válvulas requieren mantenimiento y cambio periódicos para asegurar el funcionamiento correcto. Ocasionalmente, las tandas o lotes se producen con porcentajes anormalmente altos de polvo en la mezcla. Desgraciadamente, la causa de este problema muy a menudo se analiza incorrectamente. Como resultado, las especificaciones se escriben exigiendo equipo adicional que es innecesario y realmente puede incrementar el problema.



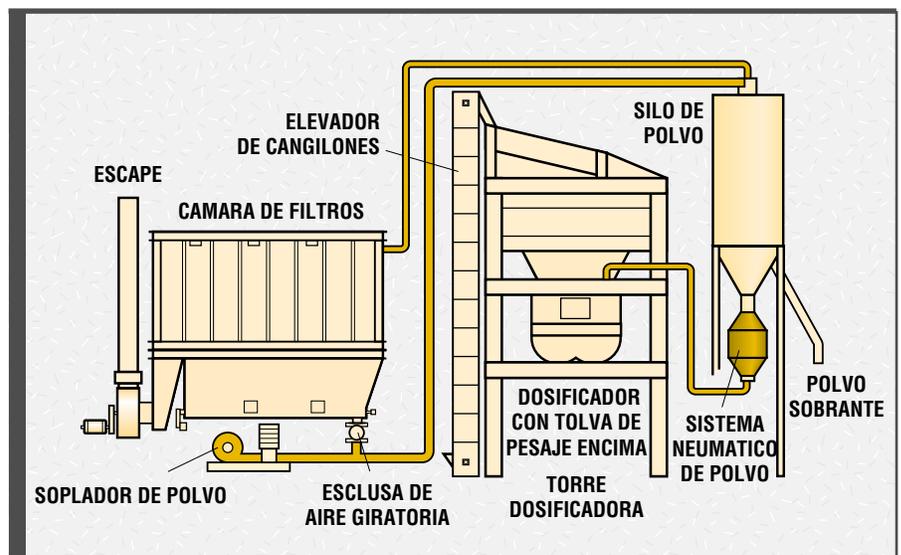
**SISTEMA DE RETORNO DE SOPLADOR DE POLVO**

**F28**



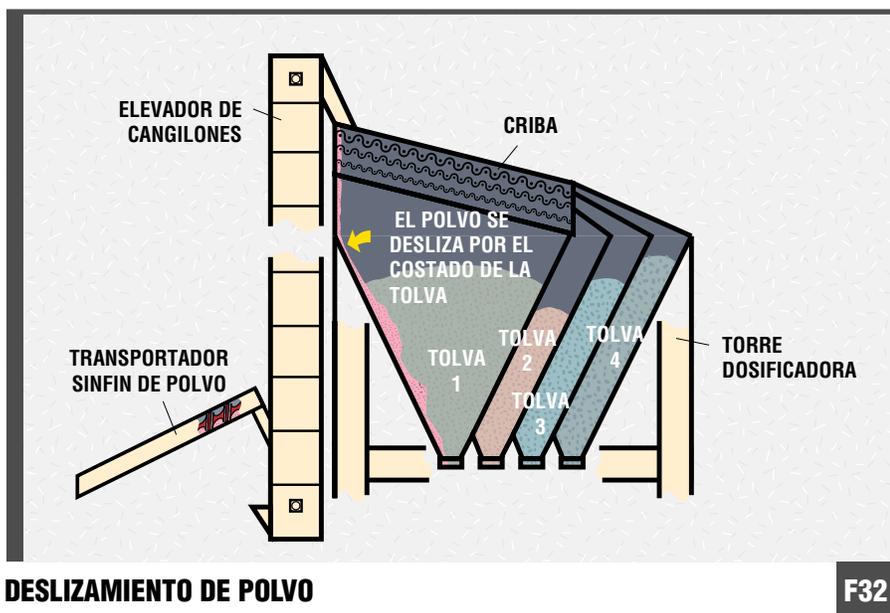
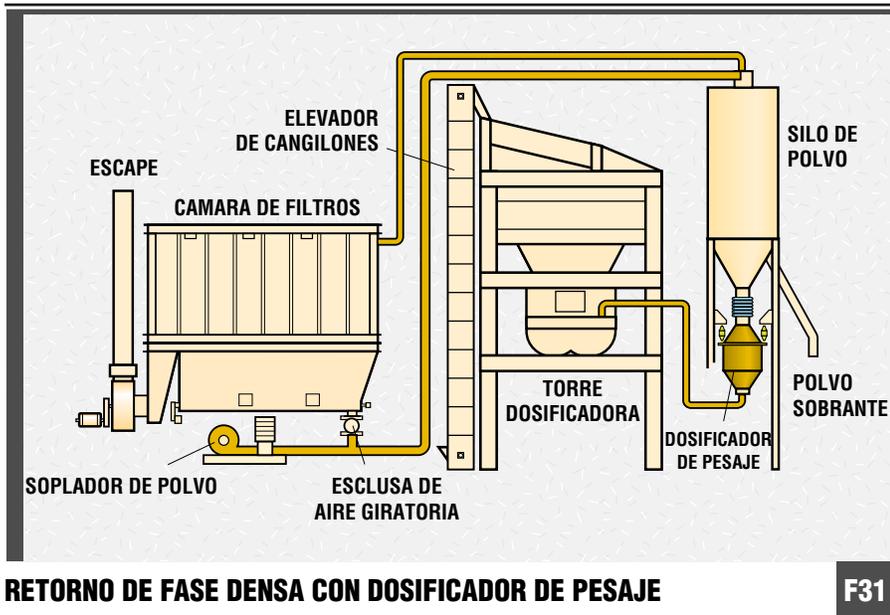
**SOPLADOR DE POLVO CON SILO DE POLVO**

**F29**



**RETORNO DE POLVO DE FASE DENSA**

**F30**



La **Figura 32** muestra una torre dosificadora con un elevador de cangilones y un transportador sinfín de polvo. El transportador descarga el material muy fino al elevador de cangilones, el que a su vez lo deja caer en las cribas vibratorias en la parte superior de la torre. El material fino no se extiende sobre las cribas, sino cae directamente a través de ellas y se junta a lo largo de una pared de la primera tolva. Permanece segregado del otro agregado en la tolva. Cuando se extrae el material de la tolva caliente para preparar la mezcla caliente, frecuentemente una gran concentración de polvo se desprenderá en una porción. Esto causa lo que comúnmente se conoce como un deslizamiento de polvo. Esto produce una tanda de mezcla seca insatisfactoria.

Este problema se puede solucionar usando una bandeja portadora debajo de las cribas de modo que el polvo sea acarreado al centro de la tolva. Allí se mezcla uniformemente en la tolva con todo el otro agregado, como se muestra en la **Figura 33**.

El problema también se puede resolver como se muestra en la **Figura 28**. Aquí el soplador de polvo lo sopla continuamente hacia el centro de la primera tolva. Así, el polvo es distribuido uniformemente en la tolva y mezclado con el otro agregado.

Los métodos que se muestran en las **Figuras 29, 30 y 31** funcionan adecuadamente para asegurar el retorno uniforme del polvo. Pero estos sistemas solamente se deben usar cuando se coloca un colector de polvos con ciclón antes de la cámara de filtros. Igualmente, el sistema soplador de polvo que se muestra en la **Figura 28** debe tener un ciclón antes de la cámara de filtros.

Estos sistemas funcionan muy bien con material de partículas más pequeñas que malla 200. Pero necesitan mucho mantenimiento y son muy caros de manejar cuando se recolectan y transportan partículas grandes. Sin un ciclón, las partículas grandes necesitan velocidades más altas de aire para transportarlas. Las velocidades más altas de aire necesitan presión más alta de aire y una mayor diferencia de presión en las esclusas de aire giratorias. Esto aumenta considerablemente el desgaste y reduce en gran medida la duración de las esclusas de aire. Con el material abrasivo, las esclusas pueden desgastarse después de tan sólo 5000 toneladas. Cuando se usa un ciclón en condiciones similares, las esclusas de aire pueden durar hasta 500.000 toneladas.

Muchas especificaciones exigen el uso de un silo de compensación de polvo. Tales especificaciones a menudo establecen que “se debe usar un silo de compensación para asegurar el retorno uniforme del polvo a la mezcla.” Desgraciadamente, no se puede saber cuánto polvo se está extrayendo. En ese caso, no se sabe qué cantidad devolver. Por lo tanto, un silo de compensación solamente da la oportunidad de crear un montón de polvo. Primero, hay que analizar debidamente el problema. En seguida, se debe usar una de las discusiones antes descritas, según corresponda.

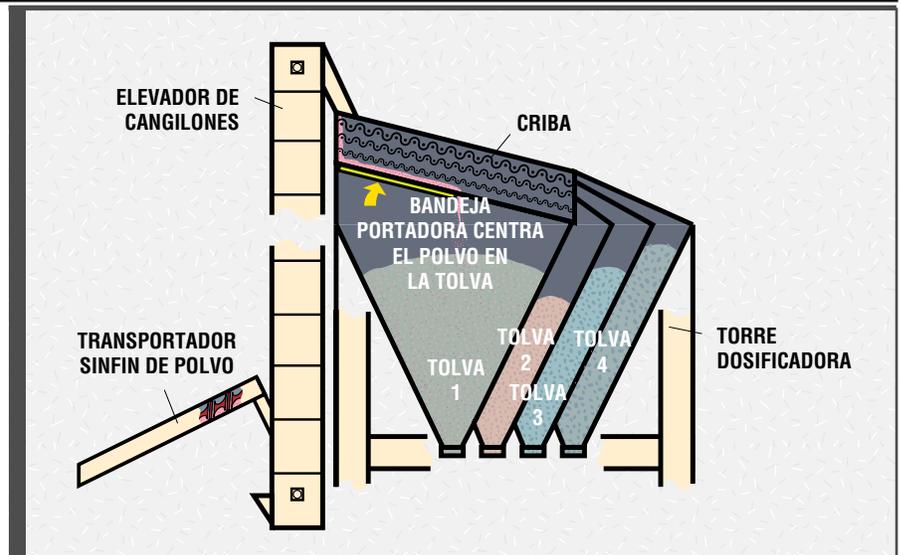
Si se puede eliminar el uso de un silo de compensación, es posible obtener una mezcla más uniforme. Dependiendo del equipo de recolección utilizado y de su mantenimiento, los montones de polvo pueden ocurrir en los siguientes lugares en una planta dosificadora:

En la primera tolva de la torre (como se describe anteriormente) cuando se devuelve el polvo del ciclón o de la cámara de filtros al elevador caliente.

Del ciclón primario o descarga de conos múltiples cuando las válvulas inclinables se pegan o cuando el desgaste de la esclusa de aire giratoria es demasiado pronunciado. Los montones de polvo se acumulan y son posteriormente descargados.

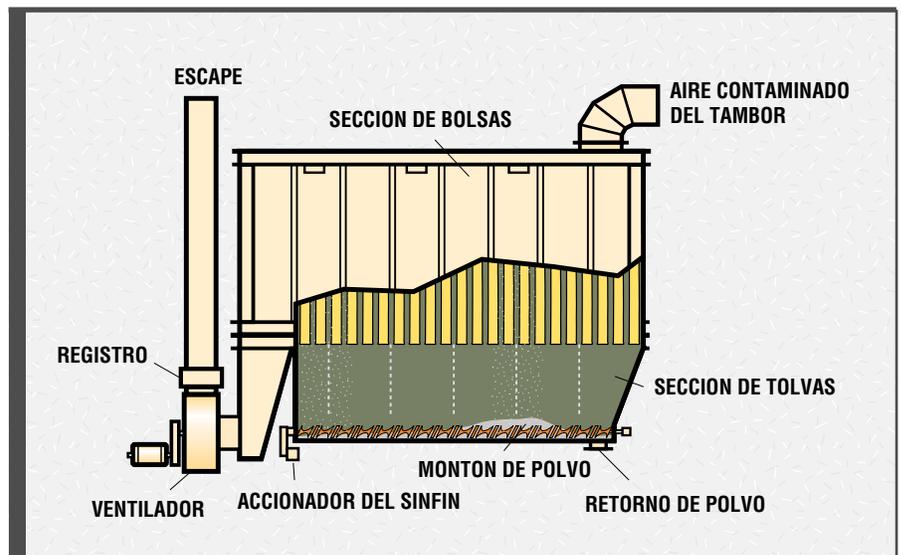
De la cámara de filtros cuando el desgaste de la esclusa de aire giratoria aumenta demasiado. Los montones de polvo se acumulan y después son descargados.

Cuando el ciclo de limpieza de la cámara de filtros limpia las bolsas en una secuencia que causa un montón de polvo en el sinfín de la tolva (**Figura 34**). Este fenómeno se describe a continuación.



**BANDEJA DE POLVO**

**F33**



**MONTON DE POLVO EN LA CAMARA DE FILTROS**

**F34**

---

## **SISTEMAS DE RETORNO DE POLVOS DE PLANTAS MEZCLADORAS CONTINUAS**

Básicamente, los sistemas de aire para las plantas mezcladoras continuas y aquéllos para las plantas dosificadoras funcionan de la misma manera. La cantidad de porcentaje de polvo puede variar, según si se usa un secador mezclador convencional, un mezclador Drum Mix Coater, un mezclador de contraflujo o un mezclador tipo Double Barrel. Pero, independiente del método de secado, el polvo debe ser devuelto uniformemente a la mezcla.

Es menos probable que se produzcan montones de polvo en las plantas mezcladoras continuas que en las plantas dosificadoras. Esto se debe a que las plantas continuas no tienen las tolvas calientes que pueden causar los montones de polvo en el agregado seco. Los montones que se forman en las plantas continuas son a menudo analizados incorrectamente.

Los montones de polvo en las plantas continuas pueden ser el resultado de la limpieza automática de las bolsas en la cámara de filtros. El problema puede ocurrir en cualquier tipo de planta que utiliza una cámara de filtros con un ciclo de limpieza automática. Pero más frecuentemente, los montones se forman en alguna otra parte del sistema de polvo.

Los montones resultantes de la limpieza de las bolsas son causados cuando pilas pequeñas de polvo de una hilera de bolsas caen directamente a las pilas de polvo de otra hilera de bolsas mientras el sinfín las traslada a lo largo de la parte inferior de la tolva (**Figura 34**). Estos montones no son comunes. Pero cuando ocurren producen un montón de polvo en el mezclador, dando por resultado una mezcla irregular.

Una manera de solucionar este problema es cambiar el ciclo de limpieza en la cámara de filtros. Al incrementar el número de pasos en el temporizador del ciclo de limpieza se logra que caiga menos cantidad de polvo en cada paso de limpieza. Esto produce un flujo más uniforme y reduce la probabilidad de que se produzcan montones.

Otra solución es reconfigurar la cámara de filtros. Cambiar el sistema de modo que las hileras que se están limpiando estén paralelas al sinfín recolector de polvo en vez de estar transversales a él. Esto prácticamente elimina la posibilidad de montones de polvo provenientes de la cámara de filtros.

## **SISTEMAS DE RETORNO DE POLVOS DE PLANTAS MEZCLADORAS CONTINUAS UTILIZANDO TAMBORES MEZCLADORES CONVENCIONALES**

La **Figura 35** muestra un tambor mezclador convencional utilizando una cámara de filtros. Muestra un sistema soplador de polvo comúnmente usado para devolver el polvo al tambor. Cuando el polvo llega al tambor se introduce a un receptor que emplea un cono de choque. El asfalto líquido también es alimentado al receptor y se mezcla con el polvo cuando cae al mezclador. Impide que el polvo sea captado nuevamente por la corriente de aire. De lo contrario, el polvo volvería a entrar a la corriente de aire y se acumularía hasta el punto de formar montones.

Los operadores deberán mantener cuidadosamente el receptor de polvo para asegurarse que funcione adecuadamente con el fin de impedir la recirculación del polvo.

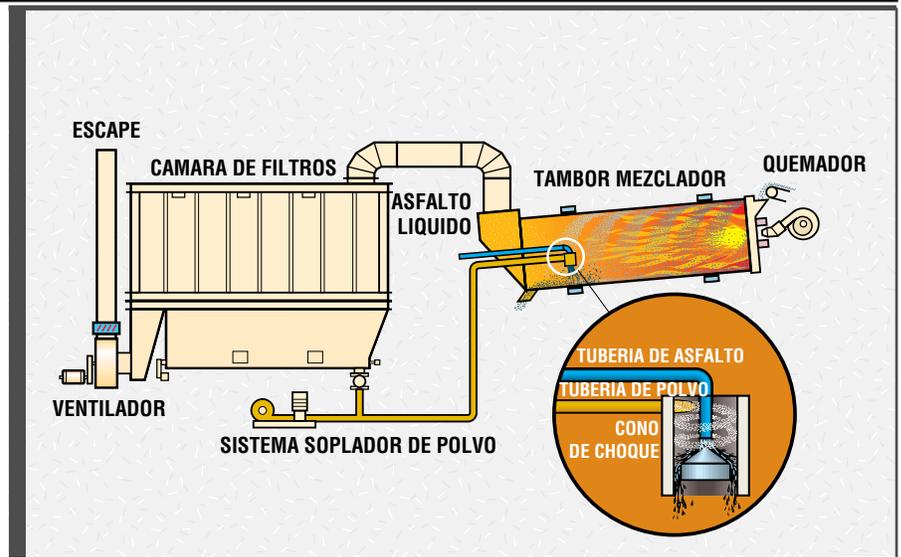
Una planta mezcladora continua con un secador mezclador convencional puede tener montones de polvo igual que una planta dosificadora. Los montones pueden formarse de la manera siguiente:

En el ciclón primario o descarga de conos múltiples. Cuando su válvula inclinable se pega o cuando el desgaste de su esclusa de aire giratoria aumenta demasiado, se pueden acumular montones de polvo y desprenderse en distintos intervalos.

En la cámara de filtros. Cuando el desgaste de su esclusa de aire aumenta demasiado, se pueden acumular montones de polvo y desprenderse en distintos intervalos.

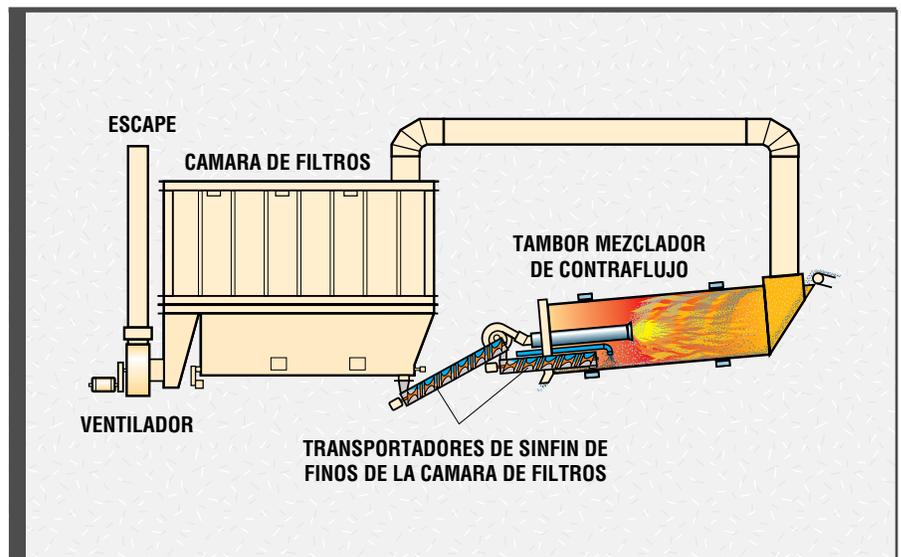
En el sinfín de la tolva de la cámara de filtros. El ciclo de limpieza automática de los filtros de bolsa puede causar un montón de polvo, como se describió previamente (Figura 34).

En el receptor de polvo en el mezclador. Cuando los agujeros en el receptor se desgastan, permiten la pasada de polvo antes de que se mezcle con el asfalto líquido. Por consiguiente, el polvo es captado por la corriente de aire, dando por resultado montones de polvo.



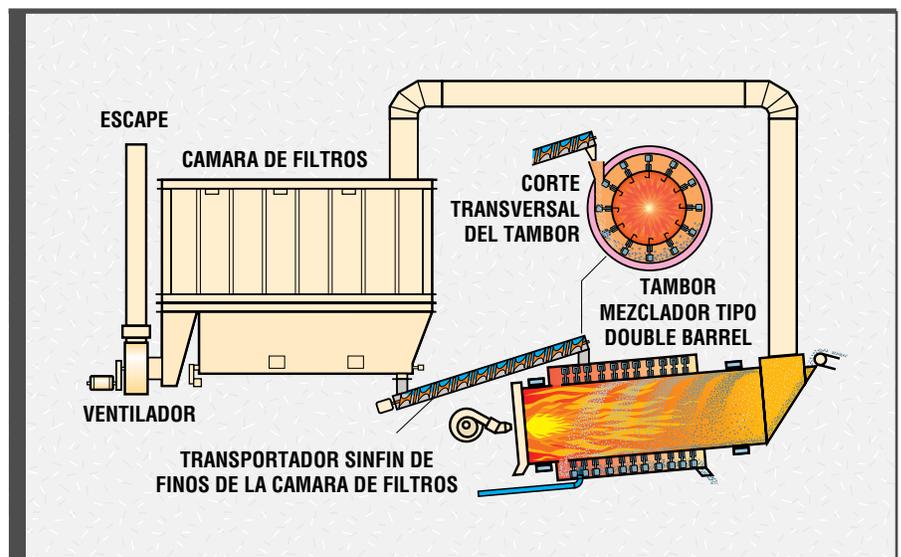
**SISTEMA DE RETORNO DE POLVO DEL TAMBOR MEZCLADOR**

**F35**



**SISTEMA DE RETORNO DEL TAMBOR MEZCLADOR DE CONTRFLUJO**

**F36**



**RETORNO DE POLVO AL MEZCLADOR TIPO DOUBLE BARREL®**

**F37**

## SISTEMAS DE RETORNO DE POLVOS DE PLANTAS MEZCLADORAS CONTINUAS UTILIZANDO TAMBORES MEZCLADORES DE CONTRAFLUJO

El mezclador de contraflujo tiene una sección mezcladora en un extremo del tambor. Normalmente se usa un sinfín para transportar el polvo al interior de la sección mezcladora como se muestra en la **Figura 36**. Tal como sucede con el mezclador Drum Mix Coater (**Figura 3**), el polvo no se reintroduce a la corriente de aire. Por lo tanto, no vuelve a quedar en suspensión en el aire.

Los tambores mezcladores de contraflujo y los mezcladores tipo Double Barrel son muy parecidos. En un mezclador tipo Double Barrel, el polvo recolectado por la cámara de filtros es simplemente transportado por sinfín a la sección mezcladora en la carcasa exterior. Tal como sucede con el mezclador de contraflujo, el polvo no regresa a la corriente de aire (**Figura 37**).

Las plantas que utilizan un mezclador de contraflujo o bien un mezclador tipo Double Barrel pueden tener montones de polvo debido a los problemas que se indican a continuación. Estos problemas son los mismos que aquéllos ocurridos en otras plantas.

En el ciclón primario o descarga de conos múltiples. Cuando su válvula inclinable se pega o cuando el desgaste de su esclusa de aire aumenta demasiado, se pueden acumular montones de polvo y desprenderse en distintos intervalos.

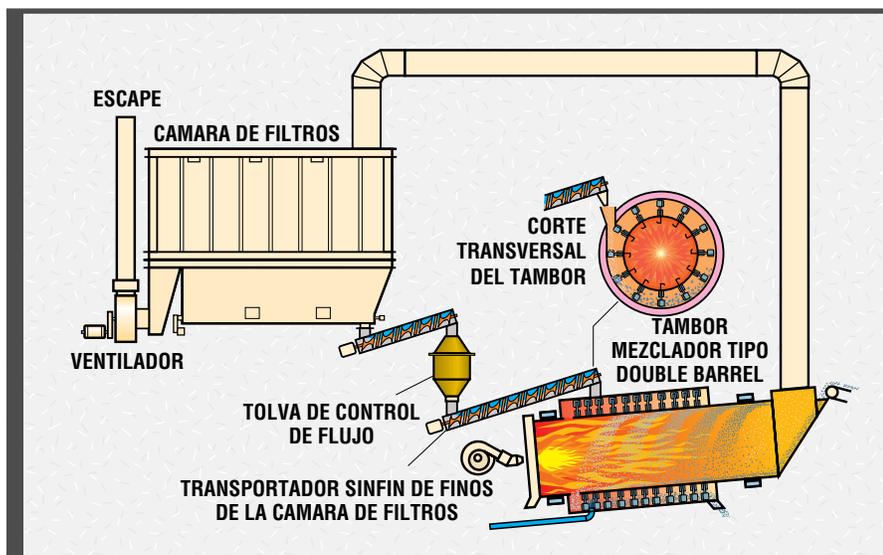
En la cámara de filtros. Cuando el desgaste de su esclusa de aire aumenta demasiado, se pueden acumular montones de polvo y desprenderse en distintos intervalos.

En el sinfín de la tolva de la cámara de filtros. El ciclo de limpieza automática de los filtros de bolsa puede causar un montón de polvo, como se describió previamente (**Figura 34**).

No se recomienda la instalación de una tolva de control de flujo entre la cámara de filtros y el tambor (**Figura 38**). Complica más la planta y puede realmente causar montones de polvo. Cuando se instala una tolva de control de flujo o bien un silo de polvo, el operador no tiene manera de saber cuánta cantidad de polvo devolver en cualquier momento dado.

Típicamente, el operador maneja el alimentador ubicado en el fondo de la tolva de control de flujo a máxima velocidad intentando extraer la misma cantidad de polvo de la tolva que la cantidad recibida. Debido a que el alimentador puede

extraer el polvo de la tolva con más rapidez que la cantidad que entra a la tolva, no se produce acumulación de polvo en la tolva. Por lo tanto, la tolva no cumple con su propósito. Si la cámara de filtros repentinamente reduce la cantidad de polvo que alimenta a la tolva, se producirá una deficiencia de polvo en la mezcla. De igual manera, si la cámara de filtros

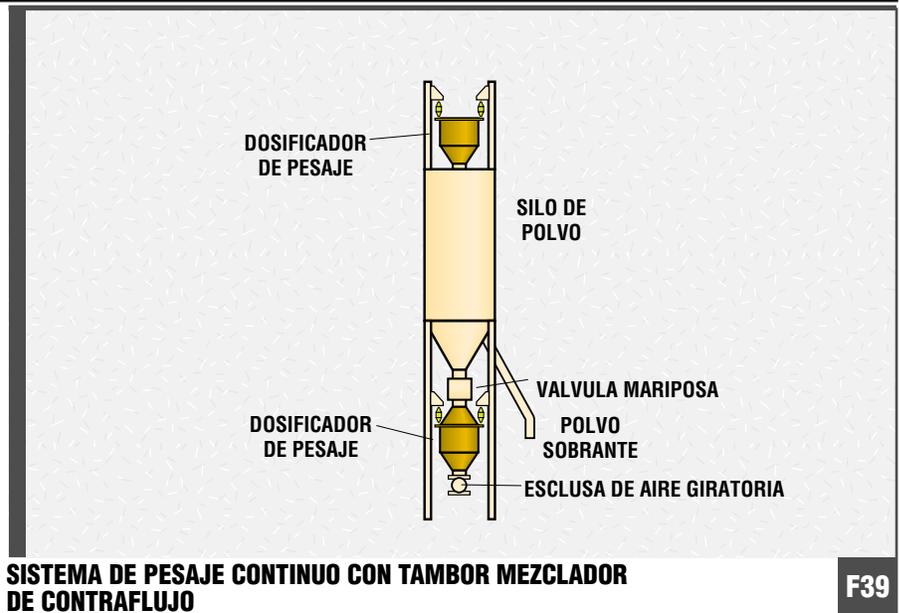


TOLVA DE CONTROL DE FLUJO

F38

repentinamente aumenta la cantidad de polvo alimentada a la tolva, entonces se incorporará demasiado polvo a la mezcla.

Se puede utilizar un sistema de pesaje continuo para ayudar a superar el problema anterior con la tolva de control de flujo (**Figura 39**). El sistema tiene un silo de polvo y dos marmitas de pesaje, ambos instalados en células de carga. Una marmita va instalada encima del silo y la otra debajo del silo. Una marmita pesa el polvo que entra al silo y la otra el que sale. El polvo de la marmita de pesaje inferior pasa por una esclusa de aire giratoria de velocidad variable a un transportador sinfín y de allí al mezclador.



F39

Cuando la esclusa de aire giratoria extrae el polvo de la marmita, el sistema de control calcula la pérdida de peso de la marmita para determinar la cantidad de polvo devuelto a la mezcla. Si el nivel del silo baja, una válvula grande debajo del silo de polvo se abre para volver a llenar la marmita.

Existe exceso de polvo cuando hay más polvo en el agregado que el especificado para la mezcla. Cuando se extrae el polvo sobrante, la planta debe funcionar a una sola proporción de producción. Esto permite que se transporte una proporción constante de partículas de polvo más pequeñas que malla 200 a la mezcla mientras al mismo tiempo se desvía una proporción constante del silo para desecho.

El tratar de mantener con precisión un flujo *constante* de polvo es muy difícil o prácticamente imposible. Probablemente, lo mejor que podemos hacer es asegurarnos que haya una recolección *continua* de polvo y un retorno *continuo* de él *sin montones*. Hay que tomar en cuenta *muchas cosas* cuando el agregado tiene polvo *sobrante* de partículas más pequeñas que malla 200 y es necesario extraerlo. Esto se explica a continuación.

## EXTRACCION DEL POLVO SOBRANTE DE LAS PLANTAS DOSIFICADORAS

En las plantas dosificadoras se debe usar un colector de polvo con ciclón instalado antes de la cámara de filtros cuando es necesario extraer el polvo sobrante. El ciclón capta las partículas de polvo de tamaño malla 200 y más grandes y las devuelve a la mezcla. Esto asegura que solamente las partículas de tamaño más pequeño que malla 200 se dirijan a la cámara de filtros. Sin un ciclón, las partículas de polvo de tamaños hasta malla 30 serían incluidas con las partículas más pequeñas que se introducen a la cámara de filtros. Por lo tanto, cualquier exceso de polvo de la cámara de filtros desperdiciado incluiría esas partículas más grandes. Y eso dejaría a la mezcla con deficiencia de partículas de tamaño más grande que malla 200.

Cuando el polvo de la cámara de filtros incluye solamente partículas más pequeñas que malla 200, puede ser soplado al silo de polvo como se muestra en las **Figuras 29, 30 y 31**. Un poco del polvo del silo es pesado de vuelta a la mezcla. Cualquier exceso de polvo que se acumule en el silo es desechado a través de una canaleta de rebose como se muestra en las **Figuras 29, 30 y 31**.

El operador deberá recordar que el proceso de secado no hará que todas las partículas más pequeñas que malla 200 queden en suspensión en el aire y entren al sistema de recolección de polvo. Hasta un 50 por ciento del polvo con partículas más pequeñas que malla 200 se adherirá a las partículas más grandes de polvo y no quedará en suspensión en el aire. Los operadores deben hacer pruebas para determinar precisamente la cantidad *real* de partículas más pequeñas que malla 200 que son captadas y devueltas del silo de compensación a la mezcla. Esta información es necesaria para aprender qué cantidad de material con partículas más pequeñas que malla 200 *deberá* devolverse al producto final para que cumpla con las especificaciones de la mezcla.

## EXTRACCION DEL POLVO SOBRENTE DE LAS PLANTAS MEZCLADORAS CONTINUAS

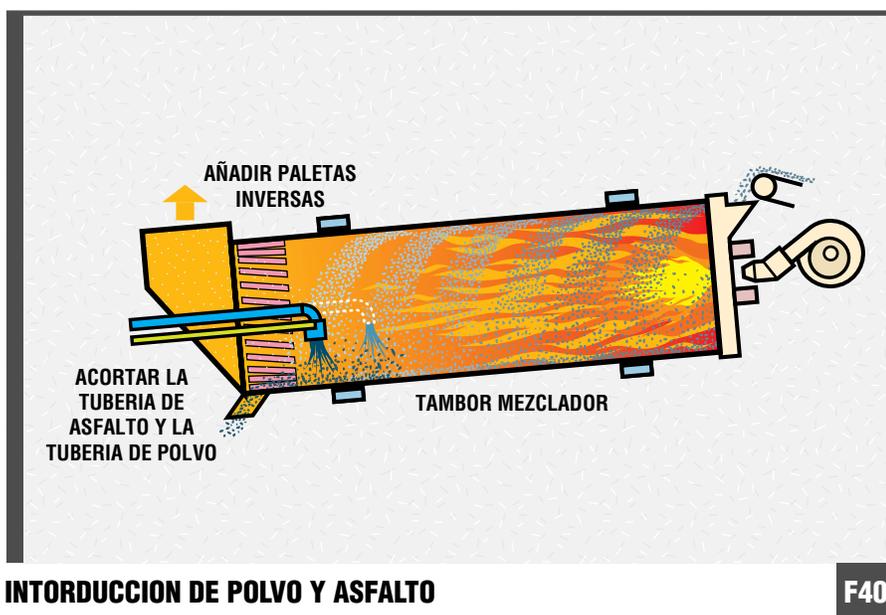
Se debe usar un colector de polvo con ciclón instalado antes de la cámara de filtros en las plantas mezcladoras continuas cuando es necesario extraer el polvo sobrante. Esto es válido para las instalaciones con un secador mezclador, un mezclador Drum Mix Coater, un tambor mezclador de contraflujo o bien un mezclador tipo Double Barrel. Tal como sucede con las plantas dosificadoras, el polvo con partículas más pequeñas que malla 200 puede ser soplado a una tolva de polvo.

Tal como se explicó anteriormente para las plantas dosificadoras, el ciclón capta las partículas de polvo de tamaño malla 200 y más grandes y las devuelve a la mezcla. Esto asegura que solamente las partículas de tamaño más pequeño que malla 200 se dirijan a la cámara de filtros. Sin un ciclón, las partículas de polvo de tamaños hasta malla 30 serían incluidas con las partículas más pequeñas que se introducen a la cámara de filtros. Por lo tanto, cualquier exceso de polvo de la cámara de filtros desperdiciado incluiría esas partículas más grandes. Y eso dejaría a la mezcla con deficiencia de partículas de tamaño más grande que malla 200.

Es mucho más difícil controlar el exceso de polvo en las instalaciones que usan un secador mezclador convencional que en otros tipos de instalaciones. Es difícil extraer un alto porcentaje de polvo con partículas más pequeñas que malla 200

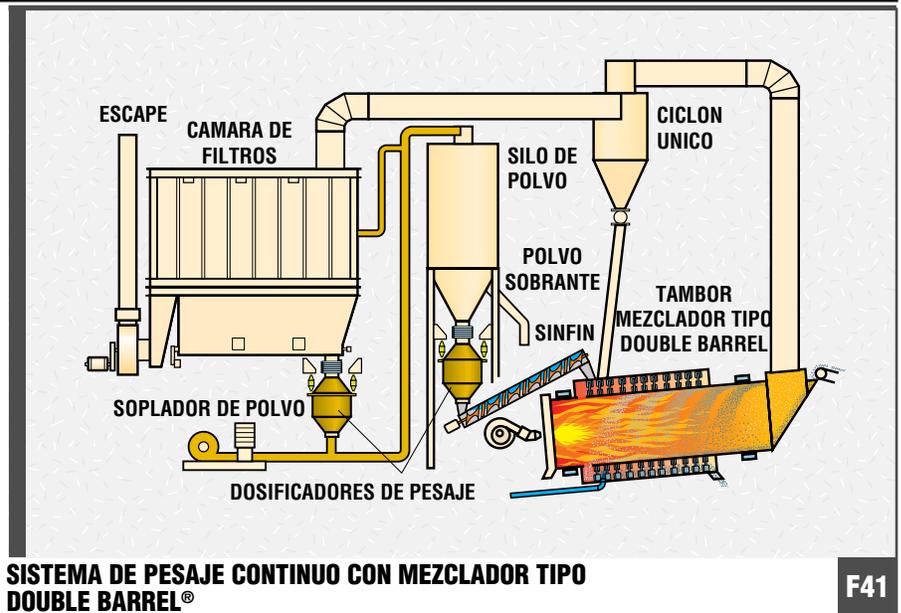
del tambor en el proceso de secado y de mezcla porque es recubierto de asfalto antes de poder extraerlo. Por lo tanto, gran parte del polvo de tamaño más pequeño que malla 200 permanece en la mezcla.

La reducción de la distancia que la tubería de asfalto y la tubería de polvo se introducen en el tambor



disminuye el tiempo de mezclado después de inyectar el asfalto y ayuda a extraer el polvo de tamaño más pequeño que malla 200 (**Figura 38**).

El cambio de paletas también ayuda. La instalación de paletas mezcladoras inversas expone el polvo en suspensión en el aire a menos asfalto, manteniendo al mismo tiempo un mezclado adecuado. En los casos en que es necesario extraer un porcentaje muy alto de polvo, se puede sacar todas las paletas esparcidoras del área de mezclado. Pero cuando se hace esto, se deberá instalar en su lugar paletas mezcladoras que no lanzan en cascada el material.



F41

En una planta mezcladora continua frecuentemente es necesario conocer con precisión la cantidad de polvo recolectada en la cámara de filtros de modo que se pueda desechar una porción apropiada. Se puede usar el sistema de flujo continuo o másico que se muestra en la **Figura 41** cuando se conoce la cantidad exacta que es necesario desechar. Se puede pesar continuamente y devolver volumétricamente al mezclador.

Digamos, por ejemplo, que el agregado que entra al mezclador tiene un 8% de polvo de partículas más pequeñas que malla 200 y que la mezcla necesita solamente un 6%. El recolector primario con ciclón extrae las partículas más grandes que malla 200 y las alimenta directamente de vuelta a la mezcla.

El material de partículas más pequeñas que malla 200 es recolectado en la cámara de filtros. Este es descargado al dosificador de pesaje ubicado debajo de la cámara de filtros donde se pesa. De allí es soplado neumáticamente al silo de polvo. El dosificador de pesaje ubicado debajo del silo de polvo pesa la cantidad de polvo que se está devolviendo a la mezcla. El sistema usa los pesos para enviar el 6% del polvo de vuelta a la mezcla y desecha el otro 2%.

## FINOS RECUBIERTOS Y SIN RECUBRIR

Inconexa a un sistema de retorno de polvo, la mezcla caliente puede tener concentraciones de finos recubiertos. Habitualmente ocurren después de la mezcla. La causa puede ser la segregación. (Para más información consultar el boletín técnico T-117 de Astec sobre segregación.) O la causa puede ser una acumulación de finos en las canaletas del mezclador, ductos o transportadores.

También pueden ocurrir finos *sin recubrir*. Los volúmenes grandes de finos que regresan a la mezcla antes de que se aplique el asfalto pueden causar tandas de finos secos o sin recubrir. Esto se debe a que un volumen determinado de polvo fino tiene una superficie mucho más grande que el mismo volumen de polvo de granos gruesos. Por lo tanto, se necesita mucho más asfalto líquido para recubrir el mismo volumen de polvo fino. Podría no haber suficiente asfalto líquido para recubrir todas las partículas individuales.

---

## **FINOS OXIDADOS**

El procesamiento de altos porcentajes de producto reciclado puede causar la acumulación de material en las paletas del tambor. Cuando esto ocurre, por lo general los finos se oxidan (coquifican). Las soluciones para este tipo de problemas son complejas. Se deberá contactar al fabricante del equipo para asistencia.

## **CONCLUSION**

La tabla de diagnósticos que se adjunta puede ayudar a los operadores e inspectores a encontrar más fácilmente la causa de la formación de montones de polvo y sus soluciones. Tal como lo mencionamos anteriormente, la instalación de silos de compensación en un intento por lograr un retorno uniforme de polvo habitualmente empeora la situación en vez de mejorarla. El análisis correcto del problema es esencial para encontrar la solución adecuada. Necesitamos tener las soluciones correctas si queremos tener el absoluto control del producto y producir una mezcla uniforme de gran calidad.



**ASTECC**

una división de Astec Industries, Inc.



PO BOX 72787 • 4101 JEROME AVE. • CHATTANOOGA, TN 37407 EE.UU. • 423-867-4210 • FAX 423-867-4636 • [www.astecinc.com](http://www.astecinc.com)

© ASTEC 1994

2.5M WMS 10/98

Printed in USA.