


CAPACITACIÓN EN VIVO

Distribuidores inferiores; toberas y elementos microrranurados; camas de soporte

Diseño para optimizar equipos con medios granulares.

5 NOVIEMBRE, 2024
10:00 AM - 11:00 AM

Impartido por:
GERMÁN GROSSO

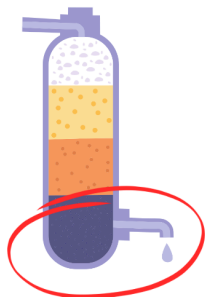


Los medios granulares requieren un distribuidor inferior (o sistema de colección del líquido) y una cama de soporte

Filtro
Arena
Zeolita
Duales (arena + antracita)
Multimedia (granate + arena + antracita)

Cambio fisicoquímico
Carbón activado
Suavizador
Desmineralizador
Carbonato de calcio (Calcite)
Óxido de magnesio (Corosex)

Cambio fisicoquímico y filtro
Catalizador de MnO2 Medios granulares filtrantes



Las camas de medios granulares requieren un distribuidor inferior (o sistema de colección de líquido) y una cama de soporte. El distribuidor inferior, además de coleccionar el líquido de manera bien distribuida, cumple dos funciones: da salida al agua tratada y da entrada al agua para retrolavar.

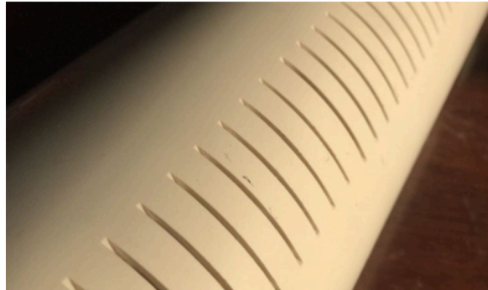
El diablo está en los detalles



“El diablo está en los detalles”, los problemas o complicaciones suelen surgir en los aspectos más pequeños o aparentemente insignificantes de un proyecto o situación. Aunque el panorama general pueda parecer claro o sencillo, es en los detalles donde se encuentran posibles errores o

dificultades que pueden complicar todo el proceso. Desde el punto de vista opuesto, “el oficio está en los detalles”. Los expertos se distinguen por atender los detalles.

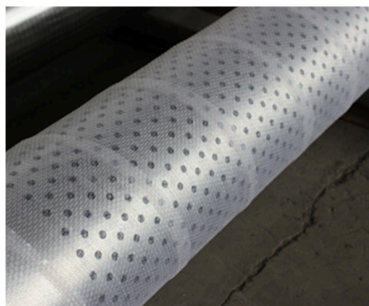
Distribuidor inferior construido con tubos perforados o ranurados



Se usa poco actualmente

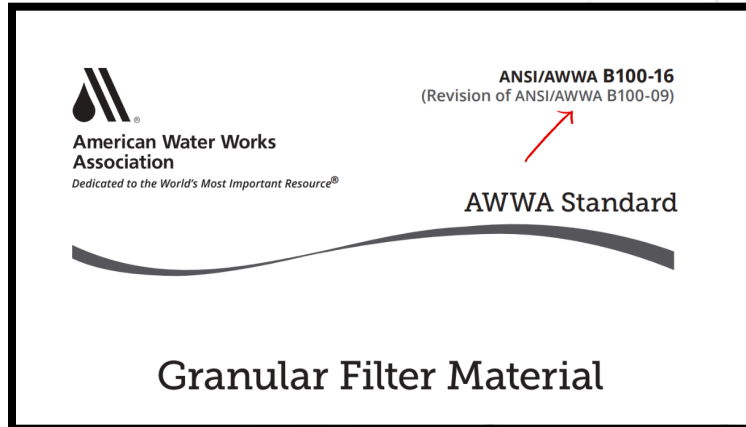
Originalmente, los distribuidores inferiores se construían con tubos perforados o ranurados. Aunque las toberas microrranuradas han sido un sustituto muy eficiente de estos, se siguen usando y no es la mejor alternativa actual.

Tubo distribuidor inferior perforado, envuelto en una malla

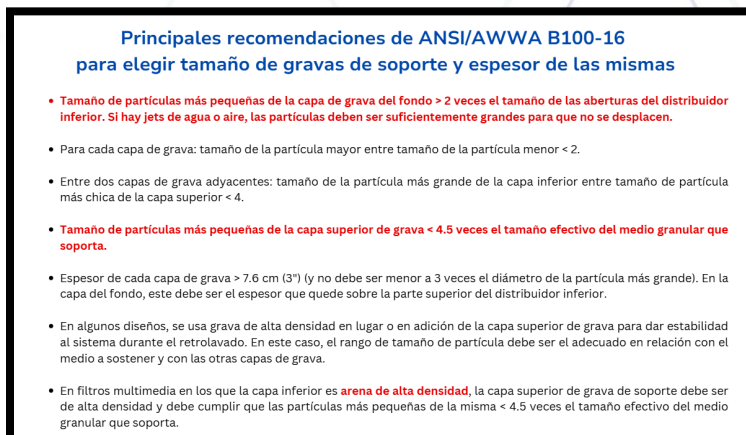
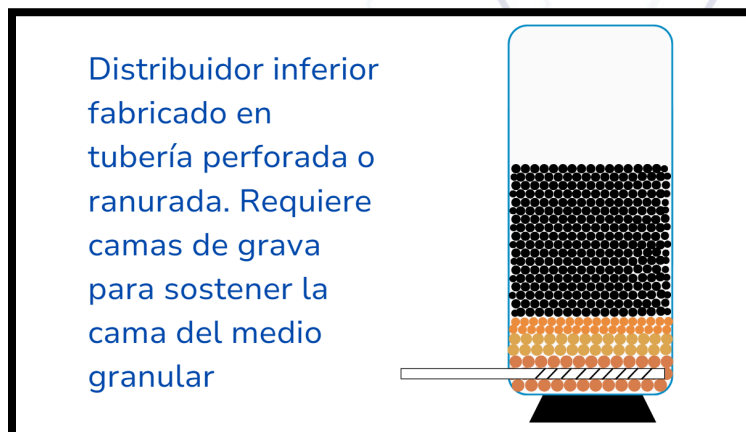


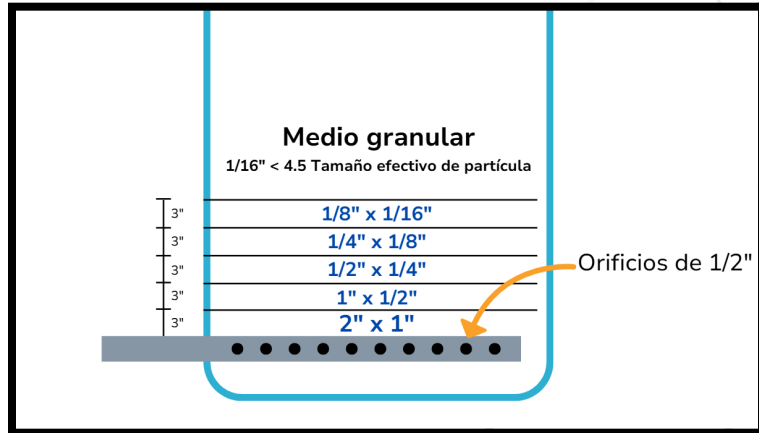
No es recomendable

Algunos usuarios envolvían o siguen envolviendo los tubos perforados o ranurados con una malla. Este método suele provocar taponamientos.



El estándar ANSI/AWWA B100-16 hace recomendaciones muy eficientes para elegir e instalar camas de gravas que se colocan sobre distribuidores inferiores formados por tubos perforados. Este puede adquirirse en la página de la AWWA que ofrece bibliografía que vale mucho la pena.





La imagen anterior muestra algunas de las recomendaciones de ANSI/AWWA B100-16 en relación a las camas de grava necesarias para un distribuidor inferior construido con tubería cuyas perforaciones tienen un diámetro de $1/2''$.

Grava de la capa superior requerida para soportar medios granulares de distinto rango de tamaño, de acuerdo con lo que recomienda ANSI/AWWA B100-16

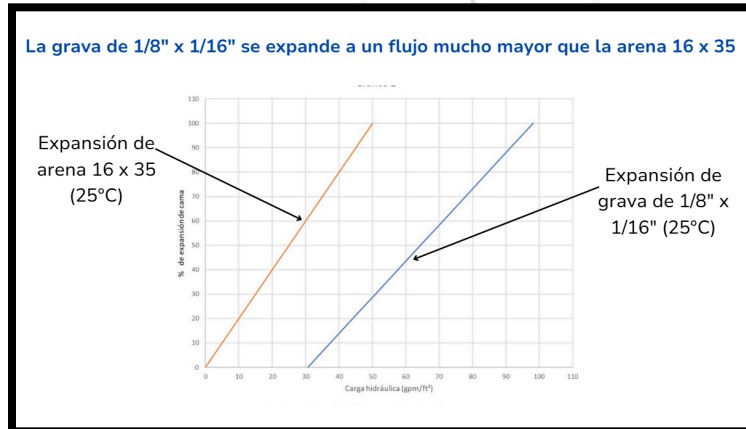
Rango de tamaño de partícula del medio (malla estándar US)	Tamaño efectivo de partícula típico (mm)	4.5 x Tamaño efectivo de partícula (mm)	La partícula más pequeña de grava debe ser menor a (mm):	El rango de tamaño de partícula de la grava de soporte debe ser igual o menor a:	Tamaño de la partícula más pequeña de la grava señalada (mm)
8 x 20	1.00	4.00	4.00	$1/4'' \times 1/8''$	3.18
8 x 25	0.87	3.93	3.93	$1/4'' \times 1/8''$	3.18
8 x 30	0.77	3.47	3.47	$1/4'' \times 1/8''$	3.18
16 x 35	0.57	2.57	2.57	$1/8'' \times 1/16''$	1.59
12 x 40	0.55	2.48	2.48	$1/8'' \times 1/16''$	1.59
20 x 50	0.35	1.58	1.58	$1/8'' \times 1/16''$	1.59

La tabla anterior muestra la grava de la capa superior requerida para retener medios granulares de distinto rango de tamaño de partícula de acuerdo con las recomendaciones de la norma ANSI/AWWA B100-16.

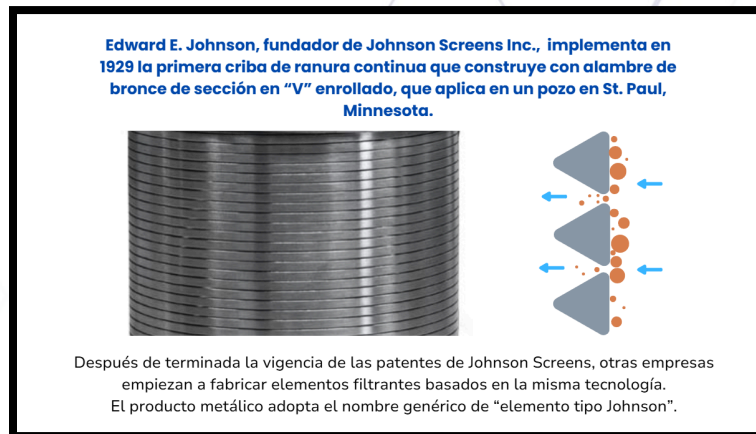
Grava que cumple con las recomendaciones de ANSI/AWWA B100-16

- Alto porcentaje de partículas redondas. Partículas con más de una cara fracturada < 25%. Partículas cuyo eje mayor sea igual o mayor a cinco veces su eje menor < 2%.
- Resistencia mecánica suficiente.
- Sustancialmente libre de materiales distintos (como arcilla, carbón, limo, raíces, ramas u otros materiales orgánicos). Si estos son visibles, menos de 1% debe pasar la malla 200 al lavar (ASTM C117) y menos de 0.5% debe flotar en un líquido de gravedad específica de 2.0 (ASTM C123).
- Gravedad específica de partículas saturadas y con superficie seca > 2.5.
- Solubles en HCl al 18% en peso < 5%.
- **Gruesos $\leq 8\%$; Finos $\leq 8\%$**

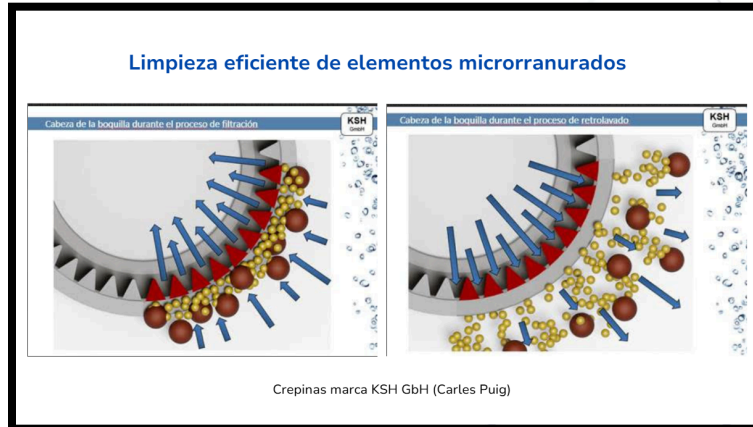
En Carbotecnia realizamos la tarea de aseguramiento de calidad tanto en medios granulares filtrantes como en gravas para camas de soporte. Las gravas nacionales son de muy buena calidad, aunque no hemos encontrado una que cumpla de manera sistemática con la especificación de distribución de tamaño de partícula. Ofrecemos las gravas nacionales a un precio menor, sin garantía por granulometría, y gravas importadas con la garantía total de calidad. Creemos que es importante que la grava cumpla con la especificación de distribución de tamaño de partícula.



Esta gráfica muestra que la grava de 1/8" x 1/16" empieza a expandir mucho después que una arena 16 x 35.



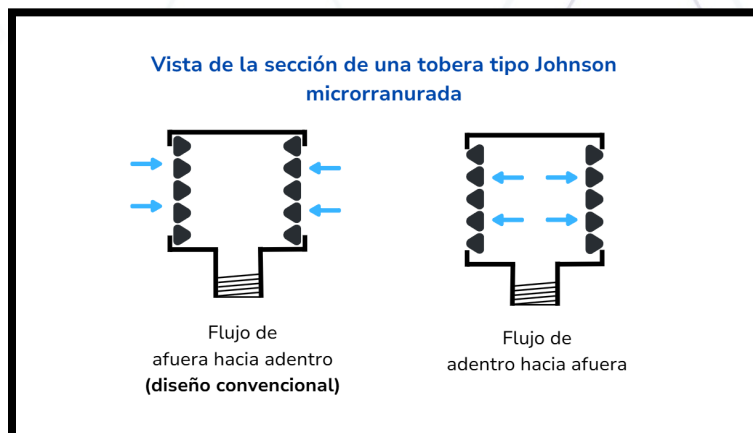
El diseño de Edward E. Johnson no solamente aportó una gran área libre para el paso del líquido, sino la posibilidad de construir una ranura muy pequeña. En la fotografía de la izquierda se observa un elemento tipo Johnson construido en la actualidad en acero inoxidable AI-316L cuya ranura tiene una abertura de 0.18 mm.



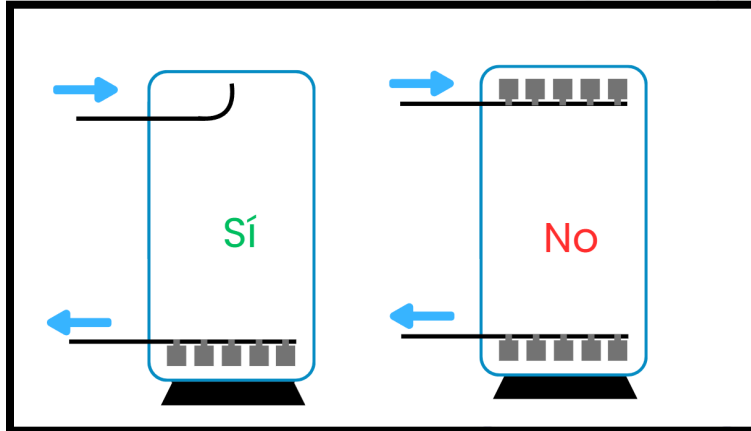
El diseño de la criba permite una limpieza eficiente de la misma mediante un flujo en sentido contrario (retrolavado)



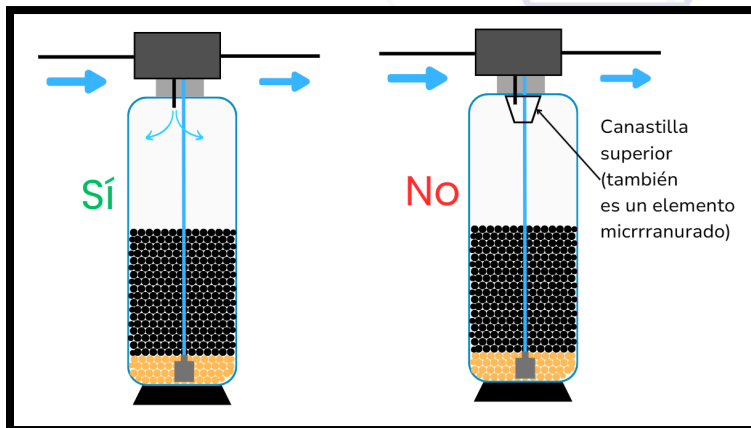
Del elemento tipo Johnson se han generado distintos tipos de toberas y elementos “microrranurados”, cuya ranura tiene una abertura de entre 0.1 y 0.7 mm.



El líquido debe ingresar al elemento filtrante por la cara plana de los alambres que lo forman.



Hay que recordar que no es nada recomendable instalar toberas ni otros elementos microrranurados en la parte superior de los recipientes. Mucho menos cuando son de diseño convencional (flujo de afuera hacia adentro) ya que en flujo de servicio estarían operando de adentro hacia afuera y se tapan con mayor facilidad.



Tampoco es recomendable la canastilla superior de los recipientes de composite. Esta canastilla es un elemento microrranurado.



Las toberas y elementos que más se utilizan en tratamiento de agua tienen una ranura cuya abertura es de entre 0.18 y 0.2 mm. De acuerdo con las recomendaciones de la norma ANSI/AWWA B100-16 solo se requiere una cama de grava de $\frac{1}{8}$ " x $\frac{1}{16}$ " que cubra estas toberas o elementos cuando el medio granular a retener tenga partículas menores a la malla 40. También puede aplicarse la cama de grava para evitar espacio ocioso debajo de las toberas o elementos microrranurados.

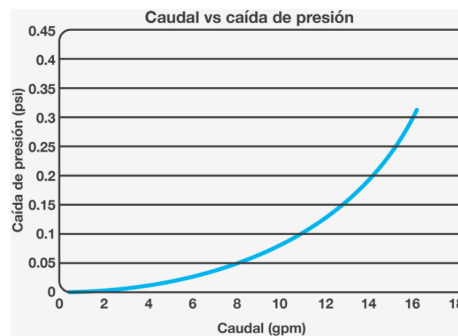
Propiedades que requieren las toberas o elementos microrranurados

- Diseño que minimice cantidad de partículas que se atoren en la ranura.
- Alta área libre para flujo (que minimice la caída de presión).
- Si la tobera es metálica, alta calidad de soldadura.
- Resistencia a los esfuerzos mecánicos a los que se va a someter.
- Resistencia química.
- Resistencia térmica.
- Diseño adecuado para la instalación.



En Carbotecnia tenemos la meta de contar siempre con inventarios de toberas y elementos microrranurados que buscamos que sean suficientes. Realizamos la tarea de asegurar que todos ellos cumplan con los parámetros de calidad requeridos para su adecuado desempeño.

Caída de presión en flujo de servicio que se genera por tobera



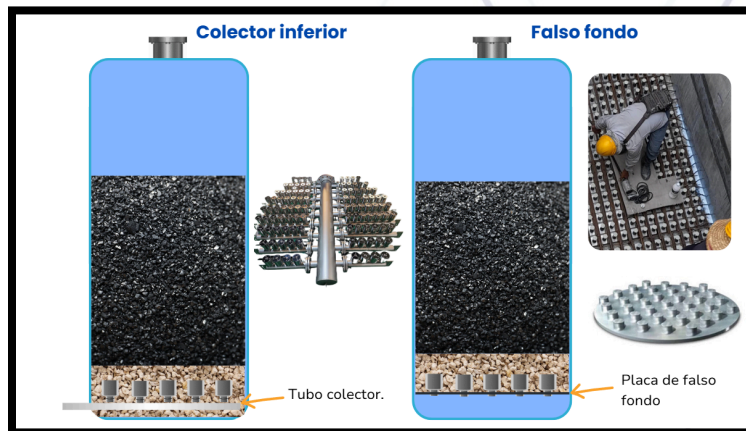
Uno de los parámetros de calidad es el área libre para flujo que sea suficiente (mayor que el área de sección del niple de conexión) y que cause una baja caída de presión.

Depresión cónica en la cama del medio granular que resulta de la pérdida de una tobera en el distribuidor inferior



Source: John L. Cleasby, *Filter Maintenance & Operations Guidance Manual*.
Figure 6-10 Cone of depression in filter media resulting from loss of nozzle in filter bottom

Otro es la resistencia química y la resistencia mecánica, que eviten rompimientos de toberas y fugas de la cama de soporte y del medio granular hacia el proceso.




Se requieren diseños adecuados del tipo de conexión de la tobera. Algunos falsos fondos tienen medios coples soldados a la placa y en los que se conectan toberas con niple NPT (de $\frac{3}{4}$ " o 1"). No obstante, la placa de algunos solo está barrenada y se requiere la tobera que pueda conectarse



Las toberas en la parte inferior de la imagen se conectan mediante niple NPT (en $\frac{3}{4}$ " y 1"). La tobera que se encuentra en la parte superior derecha tiene niple recto, dos tuercas y empaque. Se

conecta en placas barrenadas en las que hay acceso por ambos lados de la placa. Las imágenes que están arriba a la izquierda y en medio corresponden a una tobera ensamblable. Esta se conecta en placas con barrenos de 2" de diámetro y en las que no hay acceso por la parte inferior de la placa.




Dimensiones promedio	
Longitud total de la tobera, incluyendo el niple de conexión (mm)	92.4
Longitud correspondiente al elemento microrranurado (mm)	40.8
Diámetro nominal del niple de conexión (in)	1 (1/2)
Diámetro interno del niple de conexión (mm)	26.7 (20.7)
Tipo de rosca del niple de conexión	NPT
Diámetro exterior del elemento microrranurado (mm)	58.0
Abertura de la ranura en la cara exterior del elemento microrranurado (mm)	0.18
Área libre para el flujo, de la abertura de la ranura hacia el exterior (cm ²)	7.03
Área de sección interna del niple de conexión (cm ²)	5.60 (3.37)

Nota 1: esto se debe a que la tobera tiene postes de soporte internos que bloquean parte del área libre para el flujo.

Distribución de toberas y condiciones de operación	
Distancia máxima recomendada entre el centro de dos toberas (in)	12
Distancia óptima entre el centro de dos toberas (in)	6
Área máxima recomendada por cada tobera (ft ²)	1
Área óptima por cada tobera (ft ²)	0.5
Flujo de servicio máximo recomendado por tobera (gpm)	4.0
Flujo de retrolavado máximo recomendado por tobera (gpm)	11.5 (6.5)

En Carbotecnia llevamos a cabo mediciones que nos permiten elaborar fichas técnicas cuando el fabricante no las proporciona. En esta tobera resalta el hecho de que el área libre para flujo en la ranura es mayor que el área de sección del niple de conexión.



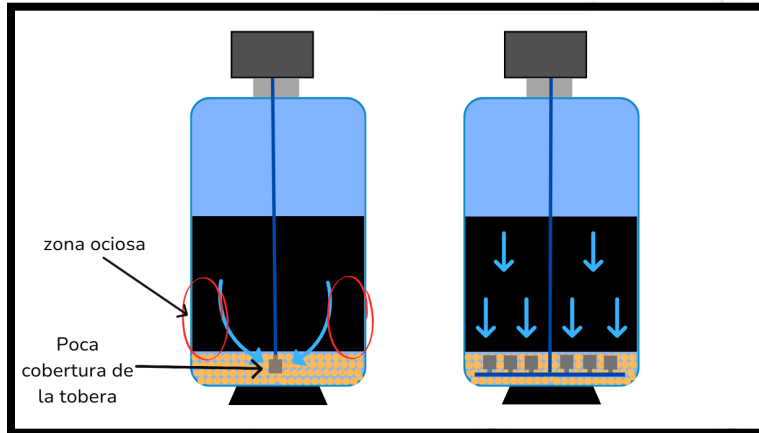
Hydrosphere®

Hydrosphere® Specs

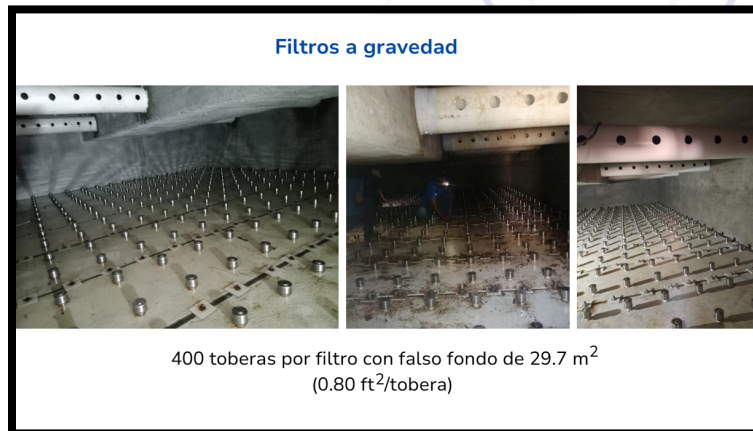
Material: ABS plastic or PVDF
Fitting: 3/4" NPT male nipple
Slot Size: 0.008" (0.2 mm)
Screen Open Area: 0.9 in² (5.8 cm²)
Collection Flow: 3-5 GPM (11-19 LPM)
Backwash Flow: 20-25 GPM (75-95 LPM)
Overall Height: 3.5 in (89 mm)
Diameter of Flange: 2.9 in (74 mm)

Standard Nozzle Specifications					
Type 316L Stainless Steel	007" Slot	75N	100N	75R	100R
Fitting	Size	3/4" NPT	1" NPT	3/4" (19 mm)	1" (25 mm)
	Type	Thread	Thread	Ring	Ring
Screen Diameter	2" (50 mm)				
Screen Length	1 9/16" (40 mm)				
Overall Length	3 1/8" (80 mm)		2 1/8" (54 mm)		
	Spacing	Optimum	6" (152 mm)		
	Maximum	11" (279 mm)			
Suggested Maximum Collection Flow Per Nozzle	4 GPM (15 LPM)				
Suggested Maximum Backwash Flow Per Nozzle	6 1/2 GPM (25 LPM)		11 1/2 GPM (44 LPM)	6 GPM (23 LPM)	10 1/5 GPM (40 LPM)
	Collapse Strength		300 PSI (2070 kPa)		
Burst Pressure	200 PSI (1380 kPa)				
Part Number	254836	254842	254837	254852	

La hidrosfera marca Johnson construida en ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), presenta buena resistencia mecánica, es de muy buena calidad y el fabricante reporta una ficha técnica muy detallada.



Es importante cumplir con el espaciado recomendado para evitar zonas de bajo flujo en las que el medio granular no se aprovecha totalmente.



Es importante colocar el número adecuado de toberas. Y hay que subrayar que las toberas microrranuradas son adecuadas para filtros o adsorbedores que trabajan a gravedad.



O los elementos laterales (flautines o crepinas) con la longitud adecuada.

Diámetro de las tuberías

$$V_{\text{recomendada}} = 5 \text{ ft/s}$$

Ejemplo:

Flujo de servicio = 200 L/min = 0.118 ft³/s

A sección tubería = (0.118 ft³/s) / (5 ft/s)

A sección tubería = 0.0235 ft² = 3.39 in²

$$D \text{ tubería} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 2.1 \text{ in}$$

También es importante considerar el número de toberas necesarias para que el flujo en el tubo distribuidor o en la descarga del recipiente de falso fondo operen con una velocidad que no cause una caída de presión excesiva. En Carbotecnia podemos apoyarlo con este cálculo.

**Toberas y elementos de alta especialización
(KSH GmbH)**

PP (polipropileno): hasta 70°C
 PPGV30 (PP reforzado con 30% de fibra de vidrio): hasta 110°C
 PVDF (polifluoruro de vinilideno): hasta 135°C

Para casos que implican un mayor reto por resistencia química o térmica, acudimos a las empresas especializadas.

Gracias por su atención

Tel. + 52 33 3834-0906
ventas@carbotecnia.com.mx
ingenieria@carbotecnia.com.mx

Carbotecnia
 PURIFICACIÓN AVANZADA