

Filtros de membrana para el tratamiento del agua a nivel domiciliario

Resumen técnico
Mayo de 2018

Resumen técnico: Filtros de membrana para el tratamiento del agua a nivel domiciliario

1	Introducción	2
2	¿Qué son los filtros de membrana?	2
3	¿Cuáles son los diferentes tipos de filtros de membrana?	3
3.1	Tipos de filtros de membrana por tamaño de poros	3
3.2	Tipos de filtros de membrana por configuración de membrana	4
3.3	Tipos de filtros de membrana por disposición del recipiente	6
4	¿Debo escoger un filtro de membrana?	8
4.1	Criterios de rendimiento	8
4.1.1	Rendimiento microbiológico	9
4.1.2	Requisitos del agua de origen/fuente	9
4.1.3	Volumen de carga	9
4.1.4	Flujo	10
4.1.5	Almacenamiento seguro	10
4.1.6	Vida útil	10
4.2	Criterios de operación y mantenimiento	11
4.2.1	Operación	11
4.2.2	Retrolavado	11
4.2.3	Reparación y repuestos	12
5	¿Cuáles son las limitaciones de los filtros de membrana?	12
5.1	Obstrucción de la membrana	12
5.2	Ruptura de la membrana	12
6	Resumen	13
7	Definiciones	13
8	Bibliografía	14

Este documento forma parte de un conjunto de recursos para aprender y capacitar sobre el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS). Para acceder a otros recursos de CAWST sobre TANDAS, visite la página cawst.org/resources.

1 Introducción

A medida que la tecnología avanza, se producen y comercializan muchos tipos de **filtros de membrana** para uso doméstico. Diferentes opciones de filtros de membrana relativamente económicas ya están disponibles en todo el mundo, incluidos los mercados en la mayoría de los países de ingresos bajos y medios.

Si quiere usar o implementar filtros de membrana para el **tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS)**, es importante entender primero los aspectos básicos de la filtración por membrana. Esto lo ayudará a evaluar si ciertas opciones de filtros de membrana son apropiadas para su contexto.

En este resumen técnico:

- Explicamos qué son los filtros de membrana y cómo funcionan.
- Mostramos los diferentes tipos de filtros de membrana, por tamaño de poros, configuración de la membrana y disposición del recipiente.
- Enumeramos y describimos los criterios a considerar al evaluar si un filtro de membrana es apropiado para su contexto.
- Presentamos algunas de las limitaciones que debe tener en cuenta antes de usar filtros domésticos de membrana.

Existen muchos tipos de filtros de membrana. Este resumen técnico se centra en filtros domésticos de membrana, impulsados por gravedad o bombeo, fabricados a bajo costo. Se puede encontrar más información sobre filtros específicos en la base de conocimientos sobre TANDAS de CAWST y en las hojas informativas sobre TANDAS de CAWST.

Las palabras clave de este documento aparecen con **letras en negrita**. Si usted está leyendo este material en una computadora, puede acceder a la definición de las palabras clave haciendo clic en ellas mientras presiona la tecla CTRL. Si usted está leyendo este material en una copia impresa, consulte la sección 7, "Definiciones".

2 ¿Qué son los filtros de membrana?

En el tratamiento del agua, una **membrana** es cualquier material con orificios diminutos (**poros**) que permiten que los líquidos la atraviesen pero evitan el paso de ciertas partículas o sustancias químicas. Los **filtros de membrana** son dispositivos que contienen una membrana y usan una **fuerza motriz** (como la gravedad o el bombeo) para empujar el agua a través de la membrana. Los filtros domésticos de agua que se presentan en este resumen técnico contienen membranas hechas de materiales sintéticos.

El tamaño de los poros de una membrana determina el tamaño de las partículas que la membrana puede eliminar del agua. Las partículas que son más pequeñas que los poros pueden pasar a través de la membrana con el agua, mientras que las partículas que son más

grandes que los poros se atascan y no pueden atravesarla. Este proceso se muestra en la Figura 1 abajo.

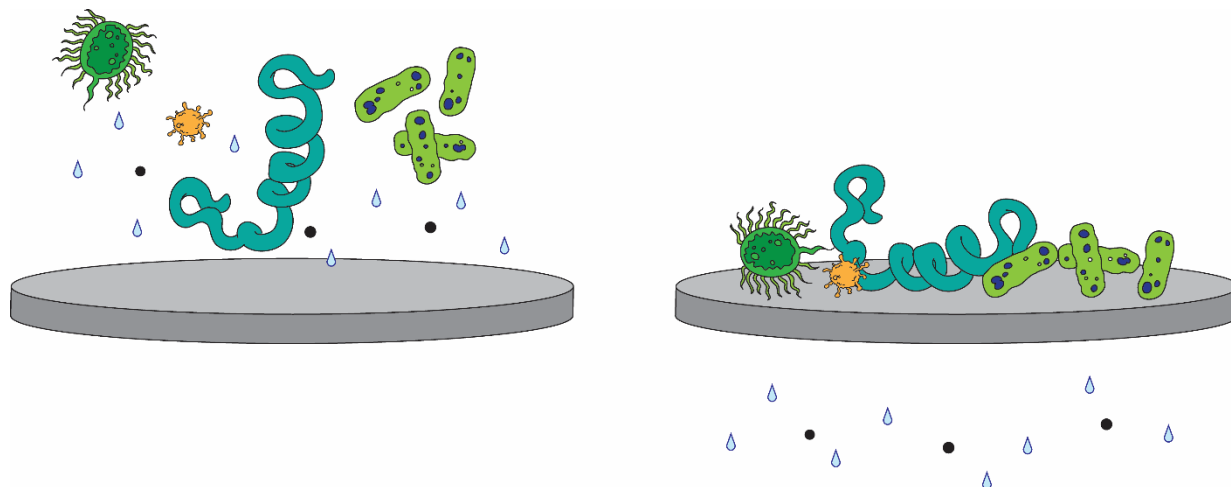


Figura 1. Esta ilustración muestra pequeñas partículas (puntos negros) que atraviesan la membrana junto con el agua, mientras que las partículas más grandes y los patógenos quedan atrapados en la membrana. El tamaño de los poros de una membrana determina qué la puede atravesar.

3 ¿Cuáles son los diferentes tipos de filtros de membrana?

Como se mencionó anteriormente, hay muchos tipos de filtros domésticos de membrana. En esta sección, clasificamos los tipos de filtros de membrana por tamaño de los poros. Luego, mostramos diferentes tipos de configuraciones de membrana y disposiciones de recipientes que comúnmente están disponibles en países de ingresos bajos y medios.

3.1 Tipos de filtros de membrana por tamaño de poros

El tamaño de los poros de una membrana determina qué puede atravesar el filtro. El agua no tratada puede contener diferentes tipos de **contaminantes** (sustancias químicas, microorganismos y partículas que afectan la seguridad o aceptabilidad del agua). Estos contaminantes varían en tamaño de partículas visibles a bacterias microscópicas y virus a sustancias químicas disueltas.

¿Tiene curiosidad sobre los contaminantes?

Para obtener más información sobre los contaminantes del agua de consumo, consulte el resumen técnico de CAWST: Introducción a la calidad del agua de consumo para implementadores del tratamiento del agua a nivel domiciliario.

Clasificar las membranas por el tamaño de los poros nos ayuda a identificar los tipos de contaminantes que pueden eliminar del agua. La figura 2 muestra cuatro tipos diferentes de filtros de membrana, por tamaño de los poros: microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa. La figura también muestra los rangos típicos de tamaños de partículas en el agua que pueden eliminarse con diferentes filtros. Por ejemplo, las membranas de ultrafiltración generalmente pueden eliminar helmintos, protozoos, bacterias y algunos virus y contaminantes más pequeños.

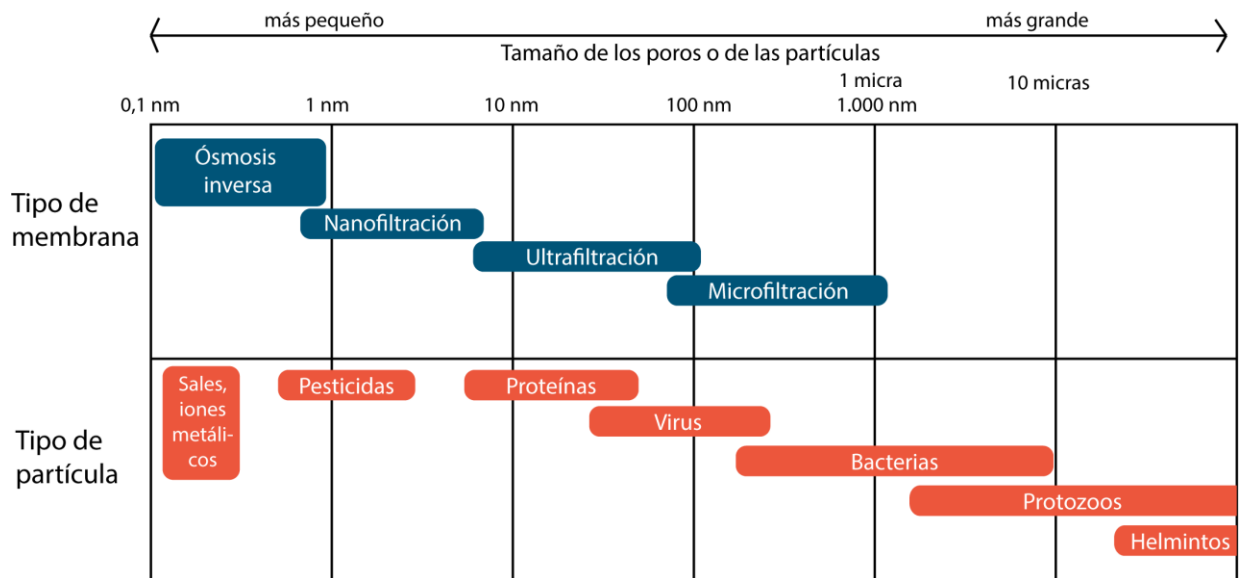


Figura 2. Tamaño de los poros en relación con el tipo de membrana y el tamaño de las partículas eliminadas. El tamaño de las partículas y el tamaño de los poros se muestran en una escala logarítmica, lo que significa que cada línea en el eje de izquierda a derecha representa un aumento de tamaño de diez veces. Las unidades que se muestran son nanómetros (nm) y micrones (μm).

Cuanto más pequeños son los poros de la membrana, mayor es la presión necesaria para forzar el agua a través de ella. Para las familias de países de ingresos bajos y medios, los filtros que no requieren electricidad o pilas suelen ser los más adecuados. Como resultado, la microfiltración y la ultrafiltración son los tipos más utilizados porque la presión requerida puede crearse por gravedad o mediante sistemas simples de bombeo. El tamaño de los poros de los filtros domésticos de membrana comunes utilizados en este contexto típicamente varían de 0,01 micras (10 nm) a 0,1 micras (100 nm). Las hojas informativas de TANDAS de CAWST especifican el tamaño de los poros y el rendimiento de eliminación microbiológica de diferentes filtros domésticos de membrana.

3.2 Tipos de filtros de membrana por configuración de membrana

Un filtro de membrana siempre tiene al menos un cartucho, que es la unidad que contiene la membrana. Dentro de un cartucho, las membranas pueden tener diferentes configuraciones. Estas configuraciones determinan cómo se mueve el agua a través de la membrana. Tres configuraciones comunes son:

1. Membrana de tubo grande (figura 3): en estos filtros, la membrana misma tiene forma de un tubo grande y poroso. El agua puede pasar a través de los poros de las paredes del tubo pero deja atrás partículas que son demasiado grandes para atravesarlos.

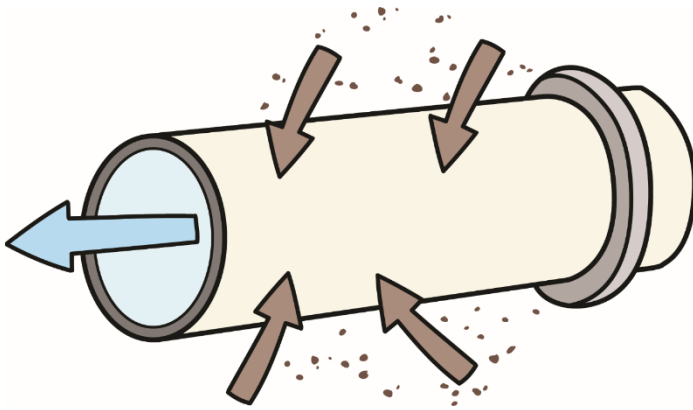


Figura 3. Ejemplo de una membrana de tubo grande. El agua no tratada (flechas marrones) se mueve a través de los poros de la pared del tubo (membrana). El agua tratada (flecha azul) sale.

2. Membranas en espiral (figura 4): en estos filtros, la membrana es una lámina plana que se enrolla varias veces alrededor de un tubo central. El agua debe moverse a través de poros diminutos de las capas de membrana para llegar al tubo central. Las partículas que son demasiado grandes para atravesar los poros de la membrana quedan atrapadas en las capas de la membrana.

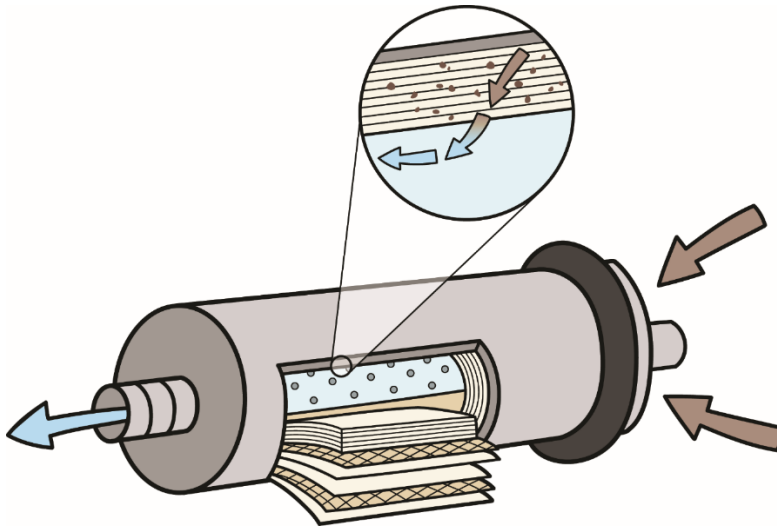


Figura 4. Ejemplo de una membrana en espiral. El agua no tratada (flechas marrones) se mueve dentro del cartucho y viaja a través de capas enrolladas de membrana para llegar a un tubo central. El agua tratada (flechas azules) sale del tubo central.

3. Membrana de fibra hueca (figura 5): los cartuchos de estos filtros contienen fibras huecas que se parecen a las membranas de tubo grande, pero son mucho más delgadas. Hay muchos tubos pequeños (fibras) dentro de en un solo cartucho.

La mayoría de los filtros domésticos de membrana de bajo costo contienen cartuchos de membrana de fibra hueca. Es imposible saber exactamente cómo se configuran las fibras huecas dentro del cartucho a menos que el fabricante proporcione dicha información o se rompa el cartucho. Los fabricantes rara vez brindan detalles sobre la configuración de la membrana dentro de sus cartuchos.

Hasta donde sabemos, la mayoría de los filtros de membrana de fibra hueca utilizan una configuración similar a la que se muestra en la figura 5. En este diseño, las fibras forman una U en el interior del cartucho del filtro. El agua ingresa a través de la parte superior del filtro. Cuando se aplica presión, se fuerza el agua a través de las paredes de las fibras huecas hacia su centro, donde fluye hacia abajo y hacia fuera del cartucho a través de las aberturas de los tubos en la parte inferior. Las partículas demasiado grandes para pasar a través de los poros de las paredes de las fibras huecas quedan en el lado no tratado.



Figura 5. Ejemplo de una membrana de fibra hueca. El agua sin tratar (flechas marrones) se mueve dentro del cartucho y viaja a través de los poros diminutos de las paredes de las fibras huecas. El agua tratada (flechas azules) fluye a través de las fibras huecas y del cartucho.

3.3 Tipos de filtros de membrana por disposición del recipiente

Los filtros que se describen en este resumen técnico se basan en la gravedad o el bombeo para empujar el agua a través de la membrana. El tipo de fuerza utilizada para mover el agua a través de la membrana determina el diseño y la configuración general del filtro.

La mayoría de los filtros domésticos de membrana de bajo costo funcionan por gravedad. Esto significa que la presión que obliga al agua a atravesar la membrana proviene de la diferencia de altura entre el nivel del agua (cuando se vierte el agua en el filtro) y el cartucho del filtro.

En los filtros que funcionan por gravedad, el agua no tratada siempre se vierte en un depósito o recipiente que se encuentra sobre el (los) cartucho(s) del filtro. Las dos configuraciones más comunes para los filtros que funcionan por gravedad son de mesa y colgante.

1. Configuración de mesa (Figura 6): consiste en dos recipientes apilados con un cartucho filtrante que conecta ambos. Los usuarios vierten agua sin tratar en el

recipiente superior. El agua debe pasar a través del cartucho de membrana para llegar al recipiente de almacenamiento seguro inferior.



Figura 6. Ejemplos de configuración de mesa: ilustración genérica (izquierda), filtro UZima (centro), filtro LifeStraw Family 2.0 (derecha). Imágenes de “UZima Filters” (<http://www.uzimafilters.org>) y “LifeStraw Family 2.0” de Vestergaard (<https://www.vestergaard.com/lifestraw-family-2-0>).

2. Configuración colgante (figura 7): Consiste en un recipiente elevado para el agua sin tratar, un tubo de conexión y un cartucho de membrana. Los usuarios vierten agua en el recipiente superior. El agua fluye por el tubo, a través del cartucho de membrana que cuelga abajo y dentro del balde de almacenamiento seguro.



Figura 7. Ejemplo de configuraciones colgantes: ilustración genérica (izquierda), LifeStraw Family 1.0 (centro—se muestra sin balde para almacenamiento seguro), Sawyer PointOne (derecha—se muestra sin balde de almacenamiento seguro). Imágenes de “LifeStraw Family” (<https://www.lifestraw.com/products/lifestraw-family>) y “Filtro Sawyer PointOne con kit de adaptador de balde” de Sawyer International (<https://international.sawyer.com/products/sawyer-pointone-filter->

Algunos filtros usan bombas en lugar de la gravedad como fuerza motriz. Los filtros de membrana accionados por bomba pueden depender de la acción de bombeo manual para

extraer agua directamente de un recipiente y empujarla a través del filtro de membrana (por ejemplo, la bomba en línea del filtro Grifaid Family, que se muestra en la figura 8 a la izquierda). Si no, la bomba puede usarse para acumular presión en un recipiente de agua no tratada, que luego fuerza el paso del agua a través de la membrana (por ejemplo, la bomba en el LifeSaver Cube, que se muestra en la Figura 8 a la derecha).



Figura 8. Ejemplos de filtros con bomba: Grifaid Family Filter (izquierda—la bomba en línea está controlada por la manija azul en la parte superior del filtro) y Lifesaver Cube (derecha—la bomba está controlada por la manija azul en el lateral del filtro). Imágenes de “Grifaid Water Filters” (<https://www.grifaid.org/our-filters>) y “LifeSaver Cube” de LifeSaver (<https://iconlifesaver.com/product/lifesaver-cube>).

Las hojas informativas de CAWST sobre TANDAS y la base de conocimientos de CAWST sobre TANDAS proporcionan más detalles sobre muchos productos de filtro de membrana, incluidos los que se muestran en las figuras de abajo.

4 ¿Debo escoger un filtro de membrana?

Esta sección proporciona algunos criterios importantes que debe considerar al decidir si un filtro de membrana es apropiado para su contexto. Aquí presentamos y describimos brevemente los criterios y le recomendamos que consulte las hojas informativas sobre TANDAS de CAWST para obtener información sobre los filtros específicos que está considerando. Para obtener pautas generales sobre la selección de tecnología, consulte el documento de CAWST: Selección de opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS).

4.1 Criterios de rendimiento

Una de las primeras cosas que tendrá que considerar es qué tan bien un filtro de membrana puede abordar los problemas de calidad del agua de consumo que está tratando de resolver. Los criterios a considerar al evaluar el rendimiento del filtro incluyen:

- Rendimiento microbiológico: ¿El filtro puede eliminar patógenos de riesgo?

- Requisitos del agua de origen/fuente: ¿El filtro puede tratar el tipo de agua que quiere tratar?
- Volumen de la carga y velocidad del flujo: ¿El filtro puede tratar la cantidad de agua que necesita en el tiempo que tiene?
- Almacenamiento seguro: ¿El filtro protege el agua de la recontaminación después del tratamiento?
- Vida útil: ¿El filtro seguirá tratando el agua durante un tiempo aceptable?

4.1.1 Rendimiento microbiológico

La razón principal por la que la mayoría de las personas usa un filtro es para eliminar los patógenos. Por lo tanto, es importante seleccionar un filtro de agua que pueda eliminar los patógenos de riesgo. La mayoría de los filtros de microfiltración y ultrafiltración tienen un buen desempeño en la eliminación de bacterias y protozoos. Debido a que tienen los poros más pequeños, muchas membranas de ultrafiltración también pueden eliminar virus. Sin embargo, cuanto más pequeños sean los poros del filtro, más presión se necesita para que el agua los atraviese. Los filtros con poros más pequeños se tapan más rápido si se filtra agua **turbia** (opaca). Aunque la eliminación microbiológica será alta, puede tener un flujo lento y una menor vida útil. Cuando se seleccionan filtros domésticos, casi siempre se considera esta compensación entre el rendimiento microbiológico y otros criterios.

4.1.2 Requisitos del agua de origen/fuente

Al evaluar las opciones disponibles de tratamiento de agua, es importante considerar el tipo de agua que desea tratar. En particular, la **turbidez** (opacidad) del agua es una consideración importante para los filtros de membrana. En general, los filtros de membrana se deben usar con agua de origen/fuente clara (la mayoría de los fabricantes recomienda una turbidez inferior a 50 UNT). Si el agua de origen/fuente es turbia, el usuario debe asentarse o filtrar las partículas grandes del agua antes de la filtración. De lo contrario, los poros diminutos de los filtros de membrana se pueden tapar rápidamente con partículas. Este atasco reducirá el flujo, a veces a una velocidad que es inaceptablemente lenta para el usuario. Aunque ciertos tipos de obstrucciones pueden abordarse mediante el mantenimiento rutinario, a veces son irreversibles y pueden reducir la vida útil del filtro (véase la Sección 5.1).

Los filtros de membrana domésticos de bajo costo, que funcionan por gravedad o con bomba, típicamente contienen membranas de microfiltración o ultrafiltración. Por lo tanto, el tamaño de los poros generalmente no es lo suficientemente pequeño como para eliminar pesticidas, metales pesados o sales. Si le preocupan los contaminantes químicos, querrá buscar otra fuente de agua o un medio diferente para el tratamiento del agua.

4.1.3 Volumen de carga

Cuando evalúe las opciones de filtro, querrá considerar cuánta agua pueden procesar, y si esto satisface las necesidades de todos los miembros de la familia. El volumen de la carga, o la cantidad de agua que se puede tratar por vez antes de volver a llenar el filtro, depende del volumen del recipiente para el agua no tratada. Los volúmenes de las cargas para los filtros de membrana domésticos suelen variar de 2,5 L (por ejemplo, LifeStraw Family Filter 1.0 que se muestra en la figura 7) a 20 L (por ejemplo, el filtro UZima que se muestra en la figura 6,

que usa un balde estándar). Los filtros con recipientes para agua sin tratar más pequeños (y, por lo tanto, volúmenes menores de carga) requieren un llenado más frecuente.

4.1.4 Flujo

El flujo, o la rapidez con la que un filtro puede procesar agua, depende de la configuración del filtro y del tamaño de los poros. También se verá afectado por la turbidez del agua de origen/fuente. Las velocidades de flujo anunciadas por los fabricantes de filtros a menudo se basan en los mejores casos posibles: un filtro nuevo, un recipiente de agua sin tratar lleno y

agua de origen/fuente con turbidez baja. Puede esperar que el flujo disminuya con el tiempo a medida que las partículas que no pueden atravesar los poros se acumulan en el lado para agua no tratada de la membrana (McBride, 2016; Pérez-Vidal, Díaz-Gómez, Castellanos-Rozo y Usaquen-Perilla, 2016).

Ejemplos de velocidades de flujo informadas por los fabricantes:

- Filtro UZima (de mesa): 1 L/min
- Filtro Grifaid (impulsado por bomba): 1,5 L/min
- Filtro con balde Village (colgante): 1 L/min
- Sawyer PointOne (colgante): 0,5–0,8 L/min

4.1.5 Almacenamiento seguro

El almacenamiento seguro es una consideración importante debido al riesgo de recontaminación de agua después del tratamiento. Si un filtro proporciona almacenamiento seguro depende de su diseño y configuración. Por lo general, las configuraciones de mesa incluyen un recipiente de almacenamiento seguro (el recipiente inferior). Es posible que los filtros colgantes y otras configuraciones de un recipiente no vengan con recipientes de almacenamiento seguro. CAWST recomienda que los usuarios o implementadores compren y usen un recipiente de almacenamiento seguro para cualquier filtro que no incluya un almacenamiento seguro incorporado.

4.1.6 Vida útil

Al igual que con el flujo, la vida útil indicada por el fabricante a menudo se calcula o se prueba en función de las condiciones ideales (por ejemplo: usuario bien capacitado, agua de origen/fuente de alta calidad, manipulación cuidadosa). La investigación sobre el uso de filtros de membrana en familias reales en países de ingresos bajos y medios ha descubierto que la vida útil del filtro varía ampliamente, de varios meses a varios años. Los factores que influyen en la vida útil incluyen la calidad del agua de origen/fuente, la frecuencia de mantenimiento y la manipulación general del filtro por parte del usuario (Murray et al., 2015; *South Sudan WASH Cluster Household Water Treatment Technical Working Group*, 2016). Dada esta variabilidad en la vida útil, el rendimiento del filtro debe ser monitoreado de cerca y los usuarios deben recibir instrucciones claras sobre cuándo y cómo reemplazar el filtro cuando llegue al final de su vida útil.

4.2 Criterios de operación y mantenimiento

Los filtros de membrana a menudo se anuncian como simples y fáciles de usar. Esto puede ser cierto cuando la unidad funciona correctamente y el usuario está bien capacitado y recibe apoyo con la operación y el mantenimiento. Sin embargo, debido a que la membrana generalmente está contenida dentro de un cartucho y fuera de la vista y del acceso del usuario, puede ser difícil saber si el filtro está funcionando correctamente.

Si se espera que los usuarios utilicen un filtro de manera correcta y coherente a largo plazo, no solo debe tener un buen rendimiento, sino que también ser fácil de usar y mantener. Los criterios a considerar al evaluar la operación y el mantenimiento incluyen:

- Operación: ¿El filtro es fácil de usar?
- Retrolavado: Si el filtro se tapa, ¿el usuario puede restablecer el flujo? Si es así, ¿cómo?
- Reparación y reemplazo: ¿Qué piezas necesita reemplazar y con qué frecuencia? ¿El usuario las puede reemplazar?

4.2.1 Operación

La operación se refiere a cuánto esfuerzo físico se necesita para usar el filtro y cuán sencillo es para las personas usar el filtro. ¿El filtro requiere un gran esfuerzo, como el llenado regular de un depósito o la limpieza de piezas entre usos? ¿El usuario necesita realizar varios pasos, como bombear, retrolavar o abrir y cerrar llaves, para obtener agua tratada todos los días? ¿Cuán probable es que un usuario pueda usar el filtro incorrectamente, reduciendo su rendimiento o vida útil? Estos factores varían entre los filtros de membrana y afectan la probabilidad de que una persona use el filtro de manera correcta y constante a lo largo del tiempo.

4.2.2 Retrolavado

Como se discutió anteriormente, los filtros de membrana pueden taparse rápidamente si se usan para tratar el agua turbia. Incluso si el agua de origen/fuente es relativamente clara, las partículas se acumularán en la membrana con el tiempo. El **retrolavado** es una actividad de mantenimiento que invierte el flujo de agua; utiliza presión para expulsar las partículas de la membrana y desbloquear los poros. Según el filtro, puede recomendarse el retrolavado después de cada uso o solo cuando el flujo sea inaceptablemente lento.

El procedimiento para el retrolavado varía.

Para muchos de los filtros que se discuten en este resumen técnico, el retrolavado requiere una jeringa y agua limpia (retrolavado manual). Algunos productos han incorporado dispositivos de retrolavado y, en algunos casos, el usuario debe realizar varios pasos para retrolavar un filtro. Existe una mayor posibilidad de error del usuario cuando se requiere retrolavado manual. Los errores pueden incluir:

- No seguir el procedimiento recomendado.
- Usar agua sin tratar para el retrolavado, lo que contamina el lado del agua tratada.

Ejemplos de filtros con dispositivos de retrolavado incorporados:

- Lifestraw Family 1.0 y 2.0
- Filtro Grifaid Family

- Usar demasiada presión, lo que puede provocar la ruptura de la membrana (ver la Sección 5).
- Perder la jeringa.

4.2.3 Reparación y repuestos

Por lo que sabemos, todos los filtros de membrana de bajo costo diseñados para uso doméstico tienen membranas que son inaccesibles para los usuarios. Este aspecto del diseño tiene la intención de proteger la membrana de daños durante la manipulación, el funcionamiento y el mantenimiento. Sin embargo, también significa que el usuario no puede acceder a la membrana para repararla o reemplazarla. Como resultado, cuando una membrana llega al final de su vida útil, los usuarios deben reemplazar todo el cartucho de membrana o todo el filtro, según el diseño y la configuración. Para algunos filtros, otras piezas (como los picos, los recipientes, las tapas y los tubos) se pueden reemplazar individualmente. Esto requiere acceso a una cadena de suministro con cartuchos de repuesto, filtros nuevos y/o repuestos necesarios para mantener el filtro a lo largo del tiempo.

5 ¿Cuáles son las limitaciones de los filtros de membrana?

5.1 Obstrucción de la membrana

La **obstrucción de la membrana** es el término técnico para el atascamiento de una membrana con el paso del tiempo a medida que las partículas y los minerales se depositan en la superficie de la membrana. Algunas obstrucciones son reversibles, lo que significa que las partículas pueden ser forzadas a salir de la membrana por retrolavado. Otras obstrucciones son irreversibles, lo que significa que las partículas están fuertemente adheridas y no pueden eliminarse sin el uso de productos químicos. En un entorno doméstico típico, dicho tratamiento químico generalmente no es posible.

La obstrucción reversible afectará el flujo a corto plazo pero el retrolavado puede ayudar a restablecer la velocidad del flujo a un nivel aceptable. Sin embargo, debido a que las obstrucciones irreversibles no pueden abordarse mediante el retrolavado, la velocidad del flujo generalmente disminuyen con el tiempo. En cierto punto, el flujo de un filtro disminuirá a un nivel inaceptable (o puede dejar de fluir del todo) y el usuario no podrá restablecer un flujo aceptable a través del retrolavado. En este punto, el filtro ha alcanzado el final efectivo de su vida útil.

5.2 Ruptura de la membrana

Una preocupación relacionada con los filtros de membrana de fibra hueca es la posibilidad de ruptura de la membrana, que es cuando una membrana explota debido a la presión excesiva que aplica el usuario durante el retrolavado. Si se produce una obstrucción irreversible en la membrana, es posible que la presión aplicada no pueda forzar las partículas hacia afuera. La construcción de presión en la membrana encuentra una ruta de liberación diferente al estallar a través de la membrana misma.

Una vez que una membrana se ha roto, es posible que el agua no tratada pase directamente a través del filtro, sin ser filtrada. En algunos casos, el agua no tratada puede recoger microorganismos adicionales a medida que pasa a través del lado no tratado de la membrana, lo que provoca que se contamine más de lo que estaba cuando ingresó al filtro (Murray et al., 2015, 2017). Como se discutió anteriormente, la membrana de los filtros domésticos generalmente es inaccesible para los usuarios. Esto significa que el usuario no puede observar cuándo se produce la ruptura de la membrana. La mejor indicación de una rotura de membrana es un aumento repentino en el flujo, pero se requieren pruebas microbiológicas para determinar si el agua pasa sin filtrar.

Ciertos filtros de membrana se han diseñado para limitar la cantidad de presión que se puede aplicar durante el retrolavado como una forma de solucionar este problema.

6 Resumen

A medida que la tecnología avanza, los filtros de membrana domésticos son cada vez más populares y asequibles. Los filtros domésticos de membrana descritos en este resumen técnico vienen en muchos diseños, pero todos usan la gravedad o el bombeo para empujar el agua a través de los poros en una membrana sintética delgada.

Antes de usar o implementar filtros de membrana en los hogares, es importante evaluar si son apropiados para su contexto. Los criterios a considerar incluyen remoción microbiológica, requisitos del agua de origen/fuente, volumen de la carga, vida útil, procedimientos de operación y mantenimiento y acceso a repuestos. También es importante estar al tanto de las limitaciones de los filtros de membrana, como el potencial de obstrucciones en la membrana y la ruptura de la membrana, por lo que puede considerar estas posibilidades en el diseño de su programa.

7 Definiciones

Contaminante: en el contexto de tratamiento del agua: cualquier cosa que, cuando se encuentra en el agua, reduce la seguridad o la aceptabilidad del agua para beber. Los ejemplos incluyen partículas suspendidas, sustancias químicas y microorganismos.

Filtro de membrana: en el tratamiento del agua, cualquier filtro que contenga una membrana y use una fuerza motriz (como la gravedad o el bombeo) para empujar el agua a través de la membrana.

Fuerza motriz: el tipo de presión (como la gravedad o el bombeo) que empuja el agua a través de la membrana (desde el lado no tratado al lado tratado).

Membrana: una barrera que permite que algunas cosas pasen pero otras no. En el tratamiento de agua, una capa delgada de material (a menudo sintético) con orificios diminutos (poros) que permiten el paso de fluidos pero no permiten el paso de ciertas partículas o sustancias químicas.

Obstrucción de la membrana: el atascamiento de una membrana con el tiempo a medida que las partículas y minerales se depositan en la superficie de la membrana.

Poros: aberturas u orificios pequeños en la superficie de una membrana. El tamaño de estos poros determina qué la puede atravesar.

Retrolavado: una actividad de mantenimiento que revierte el flujo de agua, utiliza la presión para forzar los materiales acumulados fuera de la superficie de una membrana para desbloquear los poros y así mejorar el flujo.

Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS): actividades en las cuales los miembros de la familia tratan y almacenan el agua en sus hogares. También se conoce como tratamiento del agua en el punto de consumo (PDC).

Turbidez: la “opacidad” del agua La turbidez es causada por partículas sólidas en suspensión, como la arena, el limo y la arcilla, que flotan en el agua. Estas partículas dispersan la luz, lo que hace que el agua tenga un aspecto turbio. La turbidez se mide en unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

Unidades nefelométricas de turbidez (UNT): unidad de medida para la turbidez del agua. Una medida de la opacidad del agua según la medición realizada con un nefelómetro.

8 Bibliografía

McBride, A. (2016). Lifesaver Cube: Oxfam’s experience in South Sudan.

Murray, A., Goeb, M., Stewart, B., Hopper, C., Peck, J., Meub, C., ... Lantagne, D. (2015). Fouling in hollow fiber membrane microfilters used for household water treatment. *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*, 5(2), 220–228. <https://doi.org/10.2166/washdev.2015.206>

Murray, A., Stewart, B., Hopper, C., Tobin, E., Rivera, J., Mut-Tracy, H., ... Lantagne, D. S. (2017). Laboratory efficacy and field effectiveness of hollow fiber membrane microfilters used for household water treatment in Honduras. *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*, 7(1), 74–84. <https://doi.org/10.2166/washdev.2017.156>

Pérez-Vidal, A., Diaz-Gómez, J., Castellanos-Rozo, J. y Usaquen-Perilla, O. L. (2016). Long-term evaluation of the performance of four point-of-use water filters. *Water Research*, 98, 176–182. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.04.016>

South Sudan WASH Cluster Household Water Treatment Technical Working Group. (diciembre de 2016). Water filter findings.



Calgary, Canadá | www.cawst.org | support@kawst.org

Última actualización: mayo de 2018

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia [Creative Commons Atribución-Compartir Igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (CC BY-SA 4.0). **Usted puede:**

Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar: editar, transformar y ampliar el material para cualquier fin, incluso comercial.



Bajo las siguientes condiciones:

Atribución: Usted debe darle crédito a CAWST de manera adecuada, proporcionando un enlace a la licencia e indicando si se han realizado cambios. Lo puede hacer de cualquier forma que sea razonable, pero no de una manera que sugiera que CAWST avala a su organización o el uso que le ha dado al documento. Acceda a una guía detallada aquí:

resources.cawst.org/cc



Compartir Igual: si usted edita, transforma o amplía esta obra, deberá distribuir el material nuevo usando [la misma licencia](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) que la obra original.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.

CAWST y sus directores, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan ninguna garantía respecto de los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información proporcionada.