



Evaluación del medio filtrante Filtralite como alternativa a la arena en la ETAP Llobregat

La ETAP Llobregat, situada en Abrera, capta agua superficial del río Llobregat y su tratamiento incluye un proceso convencional y uno avanzado de desalinización por EDR. El tratamiento convencional incluye una doble etapa de filtración con 12 filtros de arena seguidos de 15 filtros de CAG. Actualmente, existe un proyecto de ampliación de la capacidad de tratamiento de la ETAP de los 3,2 m³/s actuales a 4,0 m³/s. Una de las etapas a ampliar y mejorar es la de filtración por arena, buscando un medio alternativo que aporte valor añadido. En el estudio industrial de 10 meses con arcilla expandida Filtralite (marca registrada) se evalúa la calidad del efluente y la hidráulica del proceso. Los resultados obtenidos muestran el Filtralite Pure Mono-Multi como una alternativa viable a la arena convencional. Filtralite ha ofrecido ciclos de filtración aproximadamente tres veces más largos, reduciendo así el número de lavados. A su vez, permite aumentar la velocidad de filtración con lo que se incrementa la capacidad de tratamiento de la ETAP sin necesidad de aumentar el número de filtros. Esta nueva configuración permitiría conseguir un ahorro en el agua de lavado, energía, maniobras de sistemas auxiliares y también mantener los actuales 12 filtros en primera etapa.

Palabras clave

Agua potable, filtración, arena, Filtralite, pérdida de carga.

EVALUATION OF THE FILTRALITE FILTER MEDIA AS AN ALTERNATIVE TO SAND AT THE ETAP LLOBREGAT (BARCELONA, SPAIN)

Llobregat DWTP, located in Abrera, treats surface water from Llobregat River. His treatment includes both conventional and advanced treatment with EDR desalination. Conventional treatment includes two-stage filtration with 12 sand filters followed by 15 GAC filters. Enlargement project is currently in process which aim is to increase the capacity of DWTP from 3,2 m³/s to 4,0 m³/s. Sand filtration step has to be improved and enlarged by searching an alternative filter media. An industrial study with the expanded clay Filtralite has performed during 10 months to evaluate the effluent quality and hydraulics of the process. Obtained results show Filtralite Pure Mono-Multi as a viable option to replace sand. Filtralite gives three times longer filtration cycles than sand and fewer backwashes. Filtralite also allows to increase the filtration speed with the objective to have higher treatment capacity in the DWTP without the need to build new filters. This new configuration allows savings in water, energy and auxiliary systems actions during backwashes; and also maintain the current 12 filters in first stage.

Keywords

Drinking water, filtration, sand, Filtralite, head loss.

Pere Emiliano Estapé

técnico de I+D+i y Control de Procesos del Ens d'Abastament d'Aigua Ter Llobregat (ATL)

Oriol Capdevila Maya

responsable de Tratamiento de la ETAP Llobregat del Ens d'Abastament d'Aigua Ter Llobregat (ATL)

Santiago González Avellana

jefe de Planta de la ETAP Llobregat del Ens d'Abastament d'Aigua Ter Llobregat (ATL)

Fernando Valero Cervera

jefe de I+D+i y Control de Procesos del Ens d'Abastament d'Aigua Ter Llobregat (ATL)



1. INTRODUCCIÓN

El Ens d'Abastament d'Aigua Ter-Llobregat (ATL) es una empresa pública de la Generalitat de Catalunya que se encarga de captar, potabilizar y distribuir el agua en alta para Barcelona y su área metropolitana, lo que supone el abastecimiento a más de 4,5 millones de habitantes. Para ello, ATL opera tres estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP Ter, ETAP Llobregat y ETAP Cardener) y dos instalaciones de tratamiento de agua marina (ITAM Llobregat e ITAM Tordera).

La ETAP Llobregat, situada en el municipio de Abrera (Barcelona), tiene una capacidad de tratamiento de 3,2 m³/s y capta agua superficial del río Llobregat. Dicho río presenta una fuerte presión industrial y urbana, recibiendo aguas arriba la descarga de los efluentes de diferentes estaciones de depuración de agua residual (EDAR). Además, debido a la naturaleza geológica de la cuenca por el que discurre, el agua presenta una elevada salinidad. Todo ello conlleva a un recurso hídrico a tratar en la ETAP con una fuerte variabilidad en su calidad, tanto a nivel de turbidez y sólidos en suspensión, como en lo referente a compuestos orgánicos e inorgánicos.

El proceso de tratamiento de la ETAP Llobregat (**Figura 1**) empieza con una preoxidación del agua cruda con KMnO₄, seguido de un ajuste de pH con CO₂ y un proceso de coagulación-floculación y decantación. A continuación, se encuentra la dosificación de ClO₂, que actúa como oxidante y desinfectante, seguida

» En este trabajo se comprueba que Filtralite se muestra como un medio filtrante alternativo a la arena convencional en la ETAP Llobregat aportando un valor añadido a la etapa de filtración física

de una doble etapa de filtración, por arena y carbón activo en grano, respectivamente. Finalmente, se dispone de un tratamiento con membranas de electrodiálisis reversible (EDR) para parte del caudal tratado y de una desinfección final con NaClO a la entrada y a la salida de los depósitos de almacenaje.

Dentro del tratamiento actual, la filtración es una etapa clave en la que se eliminan partículas en suspensión y partículas coloidales mediante la circulación del agua a través de un medio filtrante. Las partículas retenidas, ya sean orgánicas o inorgánicas, pueden adsorber a su vez otros compuestos o incorporar microorganismos patógenos, aumentando la demanda de desinfectante e incrementando el potencial de formación de subproductos de la desinfección. Se trata, entonces, de una barrera física imprescindible en el proceso de tratamiento para garantizar la calidad e inocuidad del producto final.

Las partículas quedan retenidas en el seno o volumen del lecho filtrante, aunque también en su superficie, requiriendo lavados a contracorriente con aire y agua para eliminar los sólidos acumulados durante el ciclo de filtración. El tiempo entre lavados depende tanto de la calidad del agua

decantada antes de ser filtrada como de las prestaciones del lecho filtrante: pérdida de carga ofrecida y capacidad de filtración en profundidad.

Esta filtración física se ha llevado a cabo tradicionalmente con medios filtrantes como la arena o la antracita, pero los avances tecnológicos han llevado al desarrollo e implementación de nuevos medios que pueden aportar valor añadido a la propia etapa. Uno de ellos es Filtralite (marca registrada por Leca), una arcilla expandida con una elevada porosidad. Esta propiedad permite una filtración optimizada ofreciendo una menor pérdida de carga, mayor retención de sólidos en suspensión y, como consecuencia, una menor frecuencia en los lavados a contracorriente.

2. OBJETIVOS

Debido al envejecimiento de la arena de los filtros actuales y a las previsiones a medio plazo del proyecto para aumentar el caudal de tratamiento de la ETAP Llobregat, se prevé una sustitución progresiva de la arena ya existente, ya sea por arena nueva o por un medio filtrante que aporte valor añadido. El estudio tiene como objetivo principal la evaluación de la viabilidad del medio Filtralite como medio filtrante alternativo a la arena

FIGURA 1. Proceso de tratamiento de la ETAP Llobregat.



en la ETAP. Para llevar a cabo el estudio, se ha sustituido la arena de uno de los filtros industriales por Filtralite y se ha trabajado en paralelo con un filtro de arena para comparar su comportamiento, buscando que se cumplan los siguientes requisitos:

- Aumentar la capacidad de filtración de la ETAP.
- Mantener o mejorar la calidad del efluente de filtración.
- Reducir de los costes operativos (OPEX) asociados a la etapa de filtración.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Actualmente, la ETAP Llobregat dispone de una batería de 12 filtros de arena abiertos de 14,5 x 9,5 m. Cada filtro contiene un volumen de 96,04 m³ de arena silíceas. Se dividen en:

- 8 filtros tienen una estructura de hormigón con boquillas (crepinas) en el fondo, lo que hace necesaria una base de grava de soporte para evitar la pérdida de medio filtrante. Estos filtros tienen una distribución monocapa con una granulometría de 1,0 - 2,0 mm.
- 4 filtros sin base de grava dado que el lecho filtrante reposa sobre un soporte continuo tipo LP-Block. En este caso la altura del lecho es la misma, pero con una granulometría de 0,5 mm.

Después de un análisis de las características típicas del agua a filtrar y de toda la gama de medios filtrantes disponibles, se seleccionó para el estudio la tipología Filtralite Pure, indicada para el tratamiento de agua potable. Más concretamente, teniendo en cuenta la calidad del agua decantada que alimentaría los filtros, se optó por una configuración de filtro bicapa Filtralite Pure

Característica	Filtralite NC 1,5 – 2,5	Filtralite R HC 0,8 – 1,6
Material	Arcilla expandida	Arcilla expandida
Granulometría	1,4 – 2,5 mm <1,4 mm máx. 5% >2,5 mm máx. 5%	0,8 – 1,6 mm <0,8 mm máx. 5% >1,6 mm máx. 5%
Densidad compactado	475 kg/m ³ +/- 75 kg/m ³	850 kg/m ³ +/- 125 kg/m ³
Densidad real aparente	1.050 kg/m ³ +/- 150 kg/m ³	1.700 kg/m ³ +/- 150 kg/m ³
Porosidad	-60%	-55%
Solubilidad en medio ácido	<7%	<7%

Mono-Multi, en el que se combinan dos tipologías de medio filtrante con distintas propiedades (Tabla 1):

- Una capa superior con una altura de lecho de 0,6 m formada por el medio de baja densidad Filtralite Pure NC 1,5-2,5.
- Una capa inferior con una altura de lecho de 0,6 m formada por el medio de alta densidad Filtralite Pure HC 0,8-1,6.

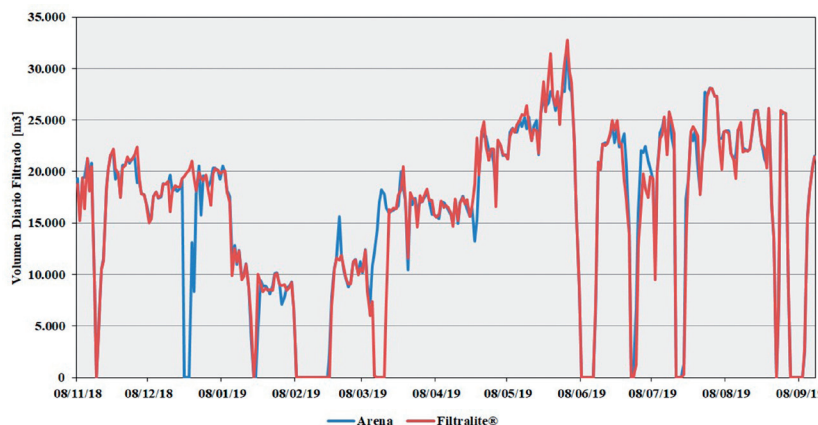
Se ha requerido un recrecimiento del muro de vertido en el filtro industrial donde se ha instalado Filtralite debido al aumento en la altura del lecho y a la mayor expansión del medio durante los lavados a contracorriente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio se ha llevado a cabo a escala industrial y ha tenido una duración de 10 meses, de manera que se han podido incorporar a los resultados el mayor número de escenarios posibles: variaciones estacionales, calidad del agua a filtrar, caudales de tratamiento, velocidades de filtración...

Los dos filtros industriales han trabajado en paralelo (Figura 2) en unas mismas condiciones operativas durante un total de 6.139 horas en el caso del filtro de arena y de 6.180 horas en el caso del filtro con medio Filtralite Pure Mono-Multi, lo que supone un volumen total filtrado de 5,0 hm³ por filtro. La velocidad de filtración se ha mantenido entre los

FIGURA 2. Volúmenes diarios filtrados en el filtro de arena y Filtralite.





3 m/h y los 7 m/h, siendo el valor de 5 m/h el más habitual durante el período de estudio.

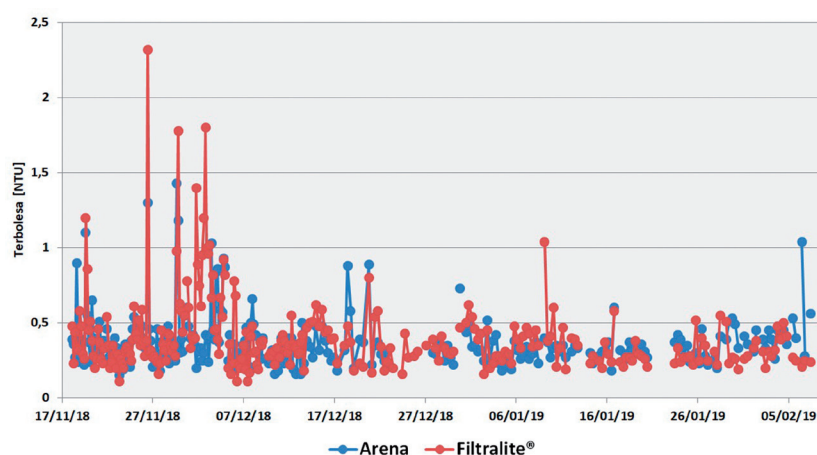
La operación de los dos filtros estudiados ha sido la misma que el resto de filtros de arena de la planta industrial, fijando un caudal a filtrar para cada escenario, pero siendo este variable en función tanto del caudal de tratamiento de la ETAP como de los filtros en servicio en cada momento. Con esta consigna de caudal fijada, a medida que el filtro se colmata y va aumentando la pérdida de carga del sistema, la válvula de regulación de salida del efluente va abriendo para mantener el mismo caudal de filtración. Una vez se llega a un valor de apertura de válvula superior al 85% y el caudal de filtrado empieza a decaer, se considera que la colmatación del filtro es suficiente como para realizar el lavado a contracorriente.

4.1. CALIDAD DEL EFLUENTE

En cuanto a la calidad del efluente de filtración, no se esperaba una mejora sustancial debido a que se trata de una etapa de filtración física. De todos modos, se ha hecho un seguimiento de la calidad del agua filtrada tanto para el filtro con arena como para el filtro con Filtralite.

En el periodo inicial de estudio se hizo una medida de turbidez cada cuatro horas durante un total de 3 meses. El principal objetivo era el de

FIGURA 3. Turbidez medida cada 4h en los efluentes de los filtros de arena y Filtralite.



observar posibles aumentos de turbidez en momentos puntuales del ciclo de filtración. La **Figura 3** muestra la variación de la turbidez en los efluentes de filtración. La calidad de ambos ha sido equivalente a lo largo del periodo estudiado, exceptuando unos picos de turbidez en el caso de Filtralite al inicio del estudio, que se estabilizaron progresivamente y no se repitieron en el tiempo. Estos valores puntuales pueden haber sido causados por un posible arrastre de finos del material filtrante que no hayan sido eliminados durante los lavados anteriores a la puesta en marcha del filtro.

Adicionalmente, también se hizo un seguimiento puntual de la calidad del agua filtrada en el momento anterior al lavado, entendiéndose este momento como crítico y el más des-

favorable por la posibilidad de arrastre de sólidos retenidos durante el ciclo de filtración. Los resultados obtenidos son equivalentes entre medios filtrantes, para los parámetros turbidez, carbono orgánico total (TOC) y absorbancia ultravioleta a 254 nm.

Respecto a parámetros microbiológicos, la adición previa de ClO_2 elimina su presencia tanto en el agua filtrada como en la de lavado, excepto en el caso de las formas de resistencia, que son retenidas en el lecho filtrante. Durante el estudio se han realizado un total de tres muestreos del agua de lavado de ambos filtros para evaluar la concentración de protozoos (**Tabla 2**). Se observa que las formas de resistencia son retenidas especialmente en el filtro con Filtralite gracias a la mayor altura de lecho y al mayor tiempo de filtrado. Un parámetro indicador en este caso es la turbidez del agua de lavado, siendo esta mucho mayor también en el caso del filtro con la arcilla expandida.

4.2. CAPACIDAD DE FILTRACIÓN

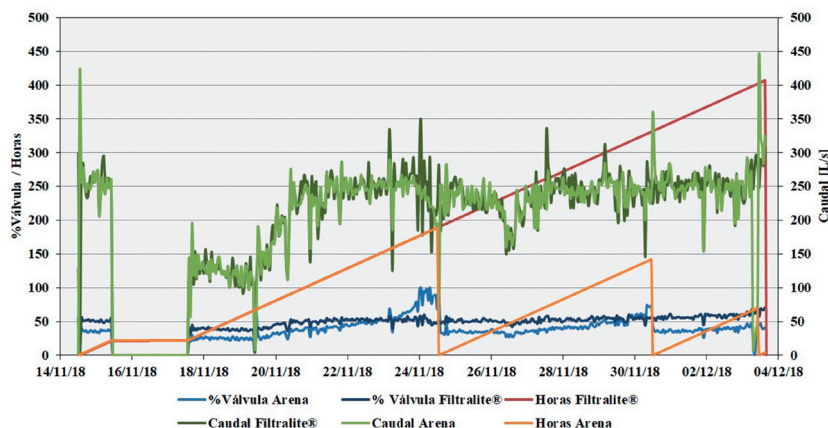
A lo largo de los 10 meses de estudio, el medio Filtralite ha requerido un total de 26 lavados a contracorriente, mientras que el filtro con arena se ha lavado hasta 76 veces.

TABLA 2						
RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DEL AGUA DE LAVADO. Nota: ND = no detectado.						
Agua de lavado	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	Filtralite	Arena	Filtralite	Arena	Filtralite	Arena
Horas filtrando	407	87	203	56	211	66
Turbidez [NTU]	1.000	285	693	103	920	142
<i>Cryptosporidium</i> [ooquistes/L]	153,3	ND	48,0	21,9	33,3	33,3
<i>Giardia</i> [quistes/L]	38,3	ND	ND	ND	ND	ND

TABLA 3
NÚMERO DE LAVADOS, VOLUMEN FILTRADO Y HORAS FILTRADAS POR CICLO DE LOS MEDIOS FILTRANTES.

Especificaciones medio filtrante		Filtralite	Arena
Número de lavados totales		26	76
Volumen filtrado por ciclo [m ³]	Promedio	204.867	67.281
	Máximo	397.411	143.431
	Mínimo	84.057	21.352
Horas filtrando por ciclo	Promedio	254	82
	Máximo	460	189
	Mínimo	129	24

FIGURA 4. Comportamiento hidráulico del filtro de arena y Filtralite durante el segundo ciclo de filtración.



Estos datos coinciden con los de volumen y horas filtrando por ciclo, y considerando que la operación ha sido equivalente, dan lugar a una relación aproximada de 1 a 3 en los lavados a favor de la arcilla expandida. Los resultados muestran una mayor capacidad de filtración en el caso de Filtralite frente a la arena convencional, debido a las mejores propiedades hidráulicas que presenta el medio poroso (Tabla 3).

Cabe destacar que tanto los valores máximos como los mínimos de tiempo y volumen filtrado por ciclo son coincidentes en el tiempo. De este modo, los ciclos más cortos se han dado en ambos medios filtrantes en el mismo periodo y coincidiendo con un episodio de presencia

de algas en el agua cruda. Este hecho da lugar a un peor rendimiento de la etapa de clarificación, lo que desencadena en una colmatación rápida de los filtros.

La Figura 4 muestra el comportamiento hidráulico de ambos filtros en el periodo de tiempo de un ciclo de filtrado de Filtralite. Este gráfico es representativo de la mayor parte de los ciclos de filtrado del periodo

de estudio y muestra cómo el filtro de arena es lavado hasta tres veces. Se puede observar también cómo el caudal de tratamiento es el mismo en ambos casos y cómo, a causa del aumento de la pérdida de carga por colmatación, la válvula de salida del filtro abre hasta valores próximos al 100% al final de cada ciclo para mantener el caudal de consigna.

4.3. CONFIGURACIÓN DE LAVADOS A CONTRACORRIENTE

El ciclo de lavado de un filtro de arena en la ETAP Llobregat consta de una primera fase llamada de aprovechamiento del agua, en la que se cierra la compuerta de admisión del filtro y se filtra el agua restante que contiene el filtro en su interior. La segunda fase es la inyección de aire a contracorriente para remover la mayor parte de sólidos retenidos durante el ciclo de filtración y llevarlos a la superficie del medio. Finalmente, se inyecta agua a contracorriente para arrastrar los sólidos hacia arriba hasta llegar a la altura del vertedero del filtro. Esta agua es vertida y recuperada posteriormente para su reutilización.

Al inicio del estudio se llevaron a cabo distintas pruebas con los lavados a contracorriente de ambos filtros para definir los tiempos de cada fase de lavado, así como para observar la expansión de los medios filtrantes (Figura 4). Las consignas de lavado aplicadas durante el estudio se muestran en la Tabla 4. Se

TABLA 4
TIEMPOS DE LAVADO PARA LOS FILTROS CON ARENA Y CON FILTRALITE.

Fase	Filtralite	Arena
1ª Fase	Aprovechamiento	Aprovechamiento
2ª Fase	8 minutos aire	8 minutos aire
3ª Fase	10 minutos agua	7 minutos agua



puede observar cómo se aumentó el tiempo de agua a contracorriente en los lavados de Filtralite, ya que, al filtrar un volumen mayor de agua por ciclo, la cantidad de sólidos retenidos también era superior, de manera que se necesitaba un mayor volumen de agua de lavado.

Los caudales de aire y agua empleados durante los lavados han sido equivalentes en ambos medios filtrantes, lo que ha supuesto una velocidad de 25 m/h en el caso del aire y 35 m/h en el caso del agua, suficiente como para generar una expansión del 10% sobre la altura del lecho.

4.4. CONSUMO DE AGUA DE LAVADO

El agua utilizada para los lavados a contracorriente de los filtros es agua producida por la ETAP y, por lo tanto, su uso afecta directamente al rendimiento hidráulico de la misma. Con la configuración de lavados definida en la **Tabla 4** se han obtenido los consumos de agua de lavado, que se muestran en la **Tabla 5**.

Los volúmenes de agua consumidos durante el periodo de estudio de 10 meses suponen un ahorro total de 44.591 m³ de agua producto, o lo que es lo mismo, un ahorro del 64,8% del agua de lavado. Este volumen de agua producida se ha podido utilizar para servir agua a la red de distribución.

4.5. CONSUMO ENERGÉTICO

De la misma manera que se ha calculado el ahorro en agua de lavado, otra parte importante a evaluar es la del ahorro en consumo energético asociado a la operación de lavado de los filtros por el uso de soplantes y bombas en dicho proceso (**Tabla 6**). En este caso, se ha considerado una parte fija, que equivale a la aportación de las soplantes, ya que el tiempo

Especificaciones lavados		Filtralite	Arena
Número de lavados totales		26	76
Volumen de agua consumida por lavado	Promedio	932	906
	Máximo	971	1.029
	Mínimo	894	804
Volumen total de agua lavados [m ³]		24.227	68.818
m ³ consumidos al lavar / m ³ filtrado		0,00487	0,01376

Especificaciones consumos energéticos		Filtralite	Arena
Número de lavados totales		26	76
Energía consumida por Lavado [kWh]		230	200
Energía total lavados [kWh]		5.890	15.200
kWh consumido / m ³ filtrado		0,00118	0,00304

de aire es el mismo en ambos casos, y una parte variable, que es la que deriva de las bombas, ya que el tiempo de agua a contracorriente es diferente.

En este sentido, y analizando los resultados, se obtiene un ahorro en el consumo energético del 61,3%, procedente de los 15.200 kWh consumidos en los lavados del filtro de arena frente a los 5.890 kWh consumidos en los lavados de la arcilla expandida durante los 10 meses de estudio.

4.6. MANIOBRAS DE EQUIPOS

Finalmente, también se ha evaluado la reducción en el número de maniobras de actuación de los diferentes equipos implicados en el proceso de lavado. Aunque este ahorro no tiene un peso específico en el consumo energético, sí lo tiene en su desgaste y envejecimiento, alargando así la vida útil de los mismos y reduciendo su mantenimiento correctivo. Los datos muestran esta reducción en el número de maniobras de los equi-

pos envueltos en el proceso de lavado de los filtros, obteniéndose en el periodo de estudio un total de 416 maniobras de equipos realizadas en los lavados del filtro con Filtralite frente a las 1.216 maniobras obtenidas para el caso de la arena.

4.7. AUMENTO DE LA VELOCIDAD DE FILTRACIÓN

Una vez finalizada la primera fase del estudio de 10 meses donde ambos filtros trabajaron en paralelo, se decidió llevar a cabo una segunda fase en la que se ponía a prueba la capacidad de filtración de Filtralite aumentando el caudal filtrado respecto a la arena y, por lo tanto, la velocidad de filtración. En este caso se realizó un seguimiento durante 1 mes en el que ambos filtros trabajaron un total de 625 horas y en el que se aumentó progresivamente la velocidad de filtración de Filtralite. Durante este periodo, el filtro con Filtralite trató 744.162 m³ y se realizaron 3 lavados, mientras que el

volumen producido por el filtro convencional de arena fue de 411.311 m³ y el número de lavados fue de 4.

Durante esta fase de estudio la velocidad media de filtración fue de 8,9 m/h en el caso de Filtralite y de 4,9 m/h en el caso de la arena, llegando a puntas de 15,4 m/h y 9,2 m/h, respectivamente (**Figura 5**). En este caso la calidad del efluente se mantuvo equivalente, obteniendo un valor medio de 0,43 NTU en Filtralite y de 0,45 en la arena (n = 74).

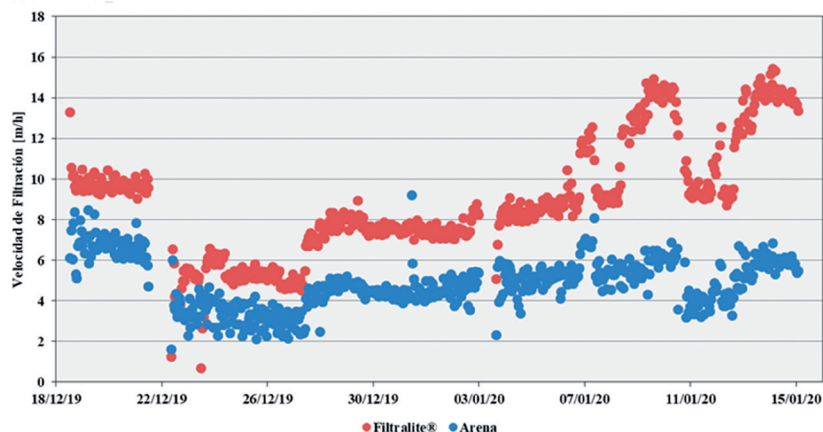
Este hecho indica que en general con el medio Filtralite se puede operar con seguridad a mayores velocidades de filtración, y por lo tanto a mayores caudales, que con la arena convencional. Una particularidad muy interesante que se deberá tener en cuenta para futuras ampliaciones de la capacidad de tratamiento de la ETAP.

5. CONCLUSIONES

Después de 10 meses de operación en paralelo de los dos filtros industriales, con arena y con Filtralite, las principales conclusiones obtenidas son las siguientes:

- La calidad del efluente se ha mantenido equivalente en ambos filtros, manteniendo en todo momento los requerimientos de calidad establecidos para la etapa de filtración.
- A nivel hidráulico, y trabajando a

FIGURA 5. Velocidad de filtración del filtro con arena y con Filtralite.



velocidades de filtración equivalentes, Filtralite ha presentado una menor pérdida de carga, lo que se ha traducido en una reducción de los lavados en una ratio aproximado de 1 a 3 favorable a Filtralite.

- Se ha conseguido una reducción de los OPEX asociados a los procesos de lavado a contracorriente de los filtros. Concretamente, se ha reducido un 64,8% el consumo de agua de lavado y un 61,3% la energía consumida por bombas y soplantes. Además, se disminuyen las maniobras de los equipos, alargando su vida útil y reduciendo su mantenimiento correctivo.

- Las características del medio filtrante Filtralite permiten un aumento del caudal y de la velocidad de filtración respecto a la arena convencional, manteniendo la calidad del efluente.

- Por todo ello, el medio Filtralite se ha mostrado como un medio filtrante alternativo a la arena convencional en la ETAP Llobregat aportando un valor añadido a la etapa de filtración física.

Bibliografía

- [1] Mahanna H.; Radwan K.; Fouad, M.; Elgamal H. (2018). Effect of operational conditions on performance of deep sand filter in turbidity removal. Trends in Technical & Scientific Research, núm. 2 (5), págs. 1-7.
- [2] Kim, J.; Lawler, D.F. (2011). The influence of hydraulic loads on depth filtration. Water Research, núm. 46, págs. 433-441.
- [3] Liu, L.; Wang, Y.; Craik, S.; James, W.; Shu, Z.; Narain, R.; Liu, Y. (2019). Removal of *Cryptosporidium* surrogates in drinking water direct filtration. Colloids and Surfaces B. Biointerfaces, núm. 181, págs. 499-505.
- [4] Barloková, D.; Ilavsky, J.; Kapusta, O.; Kunstek, M.; Hudec, P. (2017). Removal of iron and manganese from water using Filtralite Mono-Multi. Desalination and Water Treatment, núm. 78, págs. 155-165.
- [5] Saltnes, T.; Eikebrokk, B.; Ødegaard, H. (2002). Contact filtration of humic waters: performance of an expanded clay aggregate filter (Filtralite) compared to a dual anthracite/sand filter. Water Science & Technology: Water Supply, núm. 2 (5-6), págs. 17-23.

» Según los resultados de este estudio, tras 10 meses de operación en paralelo con filtros de arena y Filtralite, la calidad del efluente se mantiene equivalente en ambos sistemas si bien, a nivel hidráulico, Filtralite presenta una menor pérdida de carga y, por lo tanto, una reducción de lavados. Asimismo, las características del medio filtrante Filtralite permiten un aumento del caudal y de la velocidad de filtración respecto a la arena, manteniendo la calidad del efluente