

NUEVO PROCESO FÍSICO-QUÍMICO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA SIN LA UTILIZACIÓN DE POLIACRILAMIDAS

L. Guerrero*¹; C. Moreno²; J. Sanz¹

¹ VEOLIA WATER Solutions & Technologies

² CANAL DE ISABEL II

RESÚMEN

Con la entrada en vigor de la ORDEN SCO/3719/2005, de 21 de noviembre, del Ministerio de Sanidad y Consumo, la utilización de polímeros orgánicos de síntesis en base a poliacrilamidas, queda restringida su utilización a dosis medias de 0,02 mg/l, con máximas permitidas de 0,05 mg/l. La entrada en vigor de esta nueva Orden, ha supuesto que estas dosis resulten ser demasiado bajas para conseguir resultados eficaces en la mayoría de las plantas que realizan el tratamiento de potabilización de agua mediante procesos físico-químicos.

Con el fin de buscar una solución técnica para aquellas ETAP's que utilizan en los procesos físico-químicos poliacrilamidas como floculante, el Canal de Isabel II y la filial española de Veolia Water Solutions & Technologies, llegan a un acuerdo de colaboración para la investigación y desarrollo de un nuevo proceso de tratamiento que permita obtener la calidad de agua para consumo humano, según RD 140/2003, pero sin la utilización de sustancias químicas en base a poliacrilamidas.

Una de las particularidades del proceso Actiflo empleado en los ensayos, es la utilización de microarena en la etapa de floculación, lo que permite la formación de flóculos de mayor peso específico, que actúan como lastre, facilitando una alta velocidad de decantación, y, por consiguiente, trabajar con velocidades ascensionales comprendidas entre 40 y 60 m/h, y con tiempos de retención entre 7 y 15 minutos, lo que permite que el proceso Actiflo sea extremadamente compacto.

Los ensayos realizados por Veolia Water Solutions & Technologies entre los meses de julio y septiembre de 2.006 en la ETAP de Valmayor (Madrid), del Canal de Isabel II, han mostrado que el proceso Actiflo, es particularmente efectivo para obtener la calidad de agua requerida para consumo humano, con la utilización de sales de aluminio como coagulantes, y polímeros catiónicos, tales como poliDADMAC's y almidones modificados, como floculantes. Ambos floculantes resultan eficaces para la reducción de la turbiedad, COT y aluminio residual con altas velocidades ascensionales.

PALABRAS CLAVE

Actiflo, floculación lastrada, microarena, decantación lamelar, velocidad ascensional, poliacrilamida, poliDADMAC, almidón modificado.

INTRODUCCIÓN

La presentación de éste trabajo tiene como objetivo demostrar la eficiencia del sistema de tratamiento físico-químico ACTIFLO, de alta velocidad de decantación, que combina la

floculación lastrada con microarena y la decantación lamelar, funcionando, por tanto, con velocidades ascensionales comprendidas entre 40 y 60 m/h, con empleo de polímeros alternativos a los utilizados hasta ahora en base a la poliacrilamida, para la obtención de agua apta para el consumo humano, de acuerdo con la normativa vigente contenida en el RD 140/2003 del Ministerio de Sanidad y Consumo.

Los trabajos fueron desarrollados en la ETAP de Valmayor, del Canal de Isabel II, por Veolia Water con la colaboración de técnicos de la propia ETAP. Dichos trabajos fueron programados en base a un protocolo de actuación, en donde se establecieron distintas configuraciones de dosificación de sustancias químicas, entre los cuales se utilizaron distintos tipos de coagulantes con sales de aluminio, así como diversos polímeros catiónicos, tanto de origen natural modificado, como de síntesis.

EXPERIMENTAL

Los trabajos de ensayos se iniciaron la segunda quincena de julio, finalizando la primera quincena de septiembre de 2.006. Para la realización del ensayo, se utilizó un equipo de demostración Actiflo, cuyo proceso se describe a continuación:

Descripción del proceso Actiflo

El sistema Actiflo es un proceso de clarificación de aguas basado en el principio de la separación del agua, por decantación lamelar de corriente ascendente, de flóculos químicos previamente coagulados y fijados, con la ayuda de polímeros, sobre un soporte granular de microarena. La floculación lastrada permite al Actiflo asegurar valores de decantación elevadas, y obtener altas velocidades ascensionales en el mismo.

En la figura 1, se muestra un esquema de proceso de las etapas de funcionamiento del sistema Actiflo:

El producto coagulante se añade al agua bruta como primer paso en el tanque de coagulación (1) ó en línea a la entrada del mismo. Normalmente suele ser una sal de aluminio. La coagulación se alcanza, mediante agitación rápida, en un tiempo de 2 minutos.

El agua coagulada pasa posteriormente al tanque de inyección (2). En este tanque, la microarena se añade y se mezcla por medio de un agitador con control de velocidad. La mezcla se realiza en el interior del mismo.

El floculante se añade cuando el agua pasa del tanque de inyección al tanque de maduración (3). En éste tanque con diseño específico, se dan las condiciones adecuadas para la formación de “puentes” de polímeros entre la microarena y las partículas coaguladas, formando flóculos fácilmente sedimentables. La gran superficie específica disponible con la microarena, favorece éste proceso.

En éste caso se ha sustituido el polímero convencional en base a poliacrilamida, por polímeros catiónicos de diversas características, y autorizados su uso por las autoridades sanitarias.

Después de la floculación, el agua pasa al decantador (4) Los flóculos decantan más rápidamente que en otros procesos de sedimentación, debido a que la microarena aumenta considerablemente el peso de los flóculos. El agua tratada pasa a través de las lamelas, y se recoge por medio de canales superiores con vertederos Thomson.

El fango precipitado y sedimentado y la microarena se extraen de la parte inferior del decantador y son bombeados hacia el hidrociclón (5), a un caudal correspondiente al 3 % del caudal de alimentación de agua bruta a tratar.

Una parte del agua decantada se impulsa hacia un de filtro con lecho de arena facilitado por la ETAP.

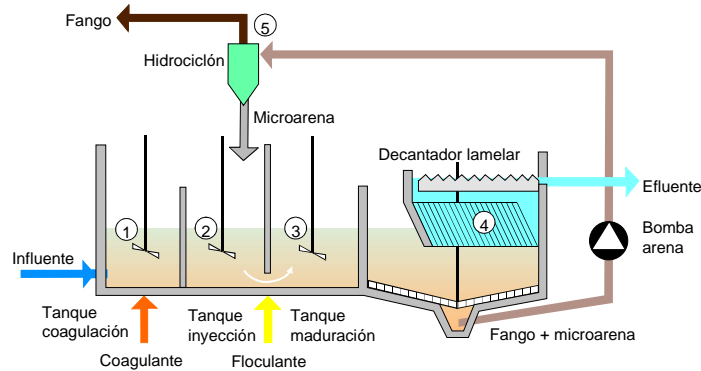


Figura 1. Esquema del proceso Actiflo™

Descripción de la planta piloto

La planta piloto Actiflo (Figura 2) es representativa de una planta a escala real. El piloto tiene una capacidad hidráulica nominal de tratamiento para agua potable de 40 m³/h, pudiendo llegar hasta 60 m³/h. El agua a tratar, procedente del embalse de Valmayor (Madrid), se bombea desde el canal de entrada de la ETAP, hasta la planta piloto. Está dotado de un tamiz como pretratamiento, de tanques de coagulación, inyección y maduración, con sus agitadores respectivos, así como de un decantador con lamelas. Asimismo está dotado con un hidrociclón para recuperación de la arena, y de un bombeo para recirculación de la misma. Se completa con dosificadores de químicos, instrumentación y SCADA.

Las características principales del piloto Actiflo, son las siguientes:

| | |
|---|----------------------|
| Capacidad nominal | 40 m ³ /h |
| Dimensiones | 12,2 x 2,4 x 2,9 m |
| Tiempo retención tanque de coagulación | 2 minutos |
| Tiempo retención tanque de inyección | 2 minutos |
| Tiempo retención tanque de maduración | 6 minutos |
| Velocidad ascensional en decantador lamelar | 40 m/h |
| Caudal recirculación con microarena | 3 m ³ /h |
| Cantidad de microarena en el proceso | 3-4 g/m ³ |



Figura 2. Piloto Actiflo

Reactivos empleados

Los productos químicos empleados fueron los siguientes:

Coagulantes

Como coagulante se han empleado, preferentemente, sulfato de aluminio líquido al 50 %, facilitado por la propia ETAP de Valmayor.

Microarena

La microarena con talla efectiva de 80 μm y un coeficiente de uniformidad inferior a 1,5.

Polímeros orgánicos

En primer lugar se empleo poliacrilamida para determinar la eficiencia del proceso con el uso de polímeros utilizados usualmente. Se ensayaron dos polímeros orgánicos catiónicos. Uno de síntesis, líquido, en base a cloruro de polidialildimetilamonio, comúnmente llamado polidadmac, PD-420, de Kemira, y almidón modificado en polvo Goldkem CS4, de Goldcrest Chemicals Ltd.

Condiciones de los ensayos

El objetivo del ensayo era conocer la eficiencia del ActifloTM con respecto a la reducción de turbiedad y residual de aluminio en el agua clarificada, usando otros tipos de polímeros distintos de la poliacrilamida. El agua clarificada fue filtrada a través de un filtro de 200 mm de diámetro, con lecho filtrante obtenido de los filtros existentes en la propia ETAP, con un velocidad de filtración de 8 m/h.

Se analizaron parámetros como turbiedad, aluminio residual, COT y oxidabilidad al permanganato. La turbiedad y residual de aluminio, fueron realizados con equipos de la propia planta piloto, y, al mismo tiempo, por el laboratorio de la ETAP. El COT y la oxidabilidad al permanganato, fueron realizados por el laboratorio de la ETAP.

Los ensayos se realizaron en principio a un caudal de 40 m³/h, que corresponde a una velocidad ascensional de 40 m/h, variándose después el caudal hasta 60 m³/h, que corresponde a su vez a una velocidad ascensional de 60 m/h.

RESULTADOS

Velocidad ascensional: 40 m/h. Valores medios.(*)

| Coagulación | Dosif PD 420 | Dosif CS4 | Turb. entrada | Turb. Decantada | Turb. filtrada | Al Decantada | Al filtrada | COT entrada | COT Decantada/ filtrada | Oxidab entrada | Oxidab Decantada/ filtrada |
|----------------------|--------------|-----------|-----------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| 1,1 Al ⁺³ | 0,3 (1,5) | - | 1,27 (0,9-1,86) | 0,46 (0,38-0,63) | 0,2 (0,1-0,28) | 0,147 (0,125-0,173) | 0,018 (0,005-0,007) | 3,4 (3,1-3,7) | 3,4 (3,14-3,57) 1,42 | 3,34 (3,18-3,41) | 2,15 1,16 |
| 1,1 Al ⁺³ | - | 0,7 | 1,27 (0,9-1,86) | 0,39 (0,33-0,48) | 0,2 (0,14-0,27) | 0,141 (0,132-0,153) | 0,034 (0,016-0,018) | 3,7 | 2,34 (1,89-2,26) 1,72 | 3,56 (3,34-3,75) | 2,21 0,85 |
| 1,1 Al ⁺³ | 0,15 (0,75) | 0,35 | 1,27 (0,9-1,86) | 0,35 (0,29-0,44) | 0,1 (0,09-0,011) | 0,11 (0,11-0,16) | 0,012 (0,003-0,014) | 3,2 (3,04-3,36) | 2,01 (1,95-2,08) 1,68 | 3,25 (2,97-3,04) | 1,5 1 |

(*)Todos los parámetros en mg/L.

Velocidad ascensional: 60 m/h. Valores medios.(*)

| Coagulación | Dosif PD 420 | Dosif CS4 | Turb. entrada | Turb. Decantada | Turb. filtrada | Al Decantada | Al filtrada | COT entrada | COT Decantada/ filtrada | Oxidab entrada | Oxidab Decantada/ filtrada |
|----------------------|--------------|-----------|-----------------|------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| 1,1 Al ⁺³ | 0,3 | - | 1,27 (0,9-1,86) | 0,47 (0,44-0,52) | 0,2 (0,1-0,28) | 0,2 (0,19-0,24) | 0,022 (0,07-0,028) | 3,4 (3,1-3,7) | 1,7 (1,39-2,01) 1,09 | 3,34 (3,18-3,41) | 1 0,87 |
| 1,1 Al ⁺³ | - | 0,7 | 1,27 (0,9-1,86) | 0,44 (0,35-0,49) | 0,14 (0,1-0,21) | 0,157 (0,151-0,159) | 0,07 (0,012-0,028) | 3,7 | 2,02 (1,89-2,26) 1,46 | 3,56 (3,23-3,79) | 1,59 1 |
| 1,1 Al ⁺³ | 0,15 | 0,35 | 1,27 (0,9-1,86) | 0,33 (0,24-0,38) | 0,2 (0,1-0,28) | 0,15 (0,13-0,16) | 0,022 (0,07-0,028) | 3,2 (3,04-3,36) | 1,65 (1,48-1,81) 1,91 | 3 (2,27-3,77) | 1 0,88 |

(*)Todos los parámetros en mg/L.

CONCLUSIONES

Los resultados del piloto con Actiflo realizado en la ETAP de Valmayor, del Canal de Isabel II, han demostrado la capacidad del proceso para reducir el contenido de turbiedad y controlar el residual de aluminio, con nuevos polímeros, tales como poliDADMAC y almidón modificado.

El ensayo ha mostrado la eficacia del proceso en agua con muy bajos contenidos en turbiedad, sólidos en suspensión y salinidad total, muy típicos en aguas superficiales de la Comunidad de Madrid, y ha se mostrado estable y muy efectivo en la reducción de los parámetros analizados tales como turbiedad y COT.

Muy buenos resultados se obtuvieron con el primer ensayo de referencia, usando sulfato de alúmina como coagulante, en dosis de 20-25 mg/L, y, floculante en base a poliacrilamida aniónica, comúnmente utilizado hasta ahora, con dosis de 0,1 mg/L. Su sustitución por polímeros catiónicos ensayados, en base a poliDADMAC con dosis de 0,3 mg/L, y en base a almidón modificado con dosis de 0,7 mg/L, permitieron obtener muy buenos resultados en cuanto a reducción de turbiedad. Los mejores resultados se obtuvieron con la combinación de los dos floculantes catiónicos.

Ensayos realizados a diferentes velocidades ascensionales muestran sólo ligeros cambios, usando sólo poliDADMAC, sólo almidón modificado o la combinación de ambos.

AGRADECIMIENTOS

A Carlos Moreno, el Canal de Isabel II, a Francisco Ramírez, Jefe de Planta de la ETAP de Valmayor, así como también a Pedro Arbucias, y al personal de laboratorio y de mantenimiento de la misma, por su eficaz colaboración durante el tiempo que duró los ensayos.

A Ruth Tárrega y César Océn, de Veolia Water Solutions & Technologies, por su especial dedicación y el gran trabajo profesional realizado, considerando las grandes dificultades que implican un trabajo de éste tipo.