



## Un nuevo enfoque para el tratamiento de torres de refrigeración y calderas: la decantación lastrada aplicada al ablandamiento con cal

### El ablandamiento con cal para aplicaciones industriales

Cuando se emplea el agua para el enfriamiento de varios sistemas, el aumento de temperatura supone la aparición de incrustaciones de carbonato cálcico que disminuyen la capacidad de intercambio de calor e incluso producen la obstrucción del flujo del agua.

La descalcificación del agua es un proceso muy común para la alimentación a calderas industriales en el sector energético, así como para el tratamiento de aguas superficiales para aporte a torres o la reutilización del agua procedente de las purgas de las torres.

Con más de 600 referencias en todo el mundo, el proceso de decantación lastrada con microarena - proceso Actiflo - es empleado en una multi-

tud de aplicaciones industriales y municipales, presentando un alto rendimiento en la clarificación y con reducido espacio de implantación.

En el mercado energético, el proceso Actiflo cuenta con multitud de instalaciones, en países como Australia, Reino Unido, Estados Unidos, España y China, entre otros. Veolia ha desarrollado el proceso Actiflo Softening para atender la necesidad del ablandamiento con cal para aplicaciones industriales.

### El Proceso Actiflo Softening

El proceso Actiflo utiliza partículas de microarena para la formación de flóculos de mayor tamaño que actúan como lastre y facilitan la floculación, permitiendo el diseño de un decantador con mayor velocidad de decantación y menor tiempo de retención. Esta exclusiva característica permi-

te que el espacio de implantación sea entre 5 y 20 veces menor que sistemas de clarificación convencionales, para mismas capacidades de producción. Además, la utilización de microarena también permite que el proceso sea estable ante fluctuaciones en el caudal del agua de entrada, sin afectar la calidad del efluente.

El proceso Actiflo consta de las etapas de coagulación, floculación, maduración y decantación lamelar y cuando se emplea para el ablandamiento con cal, es decir como proceso Actiflo Softening, incluye un tanque de reacción, al principio del proceso, donde se recircula el carbonato precipitado y se le añade cal y sosa. La figura nº1 muestra las diferentes etapas del proceso Actiflo Softening.

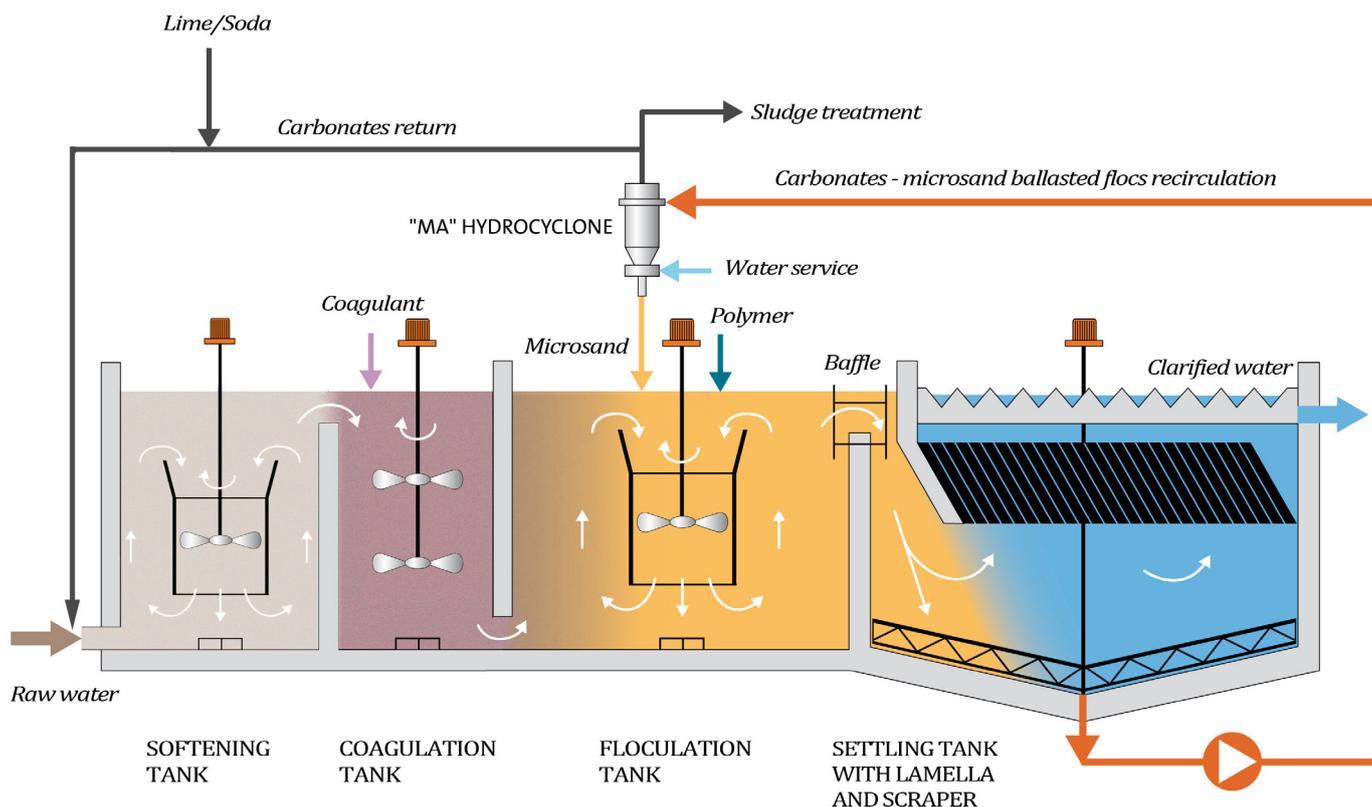


Figura nº 1 - Esquema del Proceso Actiflo Softening

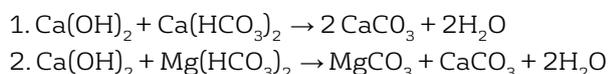
## Proceso químico de descarbonatación y ablandamiento con cal

La descalcificación y ablandamiento con cal implica una serie de reacciones que tienen por objetivo convertir los compuestos de calcio y magnesio presentes en el agua en carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) e hidróxido de magnesio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ). Éstas son las formas más insolubles del calcio y del magnesio y, por lo tanto, decantan más fácilmente incluso a bajas concentraciones.

Para producir  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , es necesario subir el pH del agua con iones de hidróxido, utilizando cal, sosa o ambas. La suma de los iones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y los iones de magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) forman lo que se conoce como Dureza Total del Agua (*TH - Total hardness*), que es la suma de la dureza temporal o carbonatada, formado por los carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), y la dureza permanente, formada por los iones

de calcio y magnesio en combinación con sulfatos, cloruros y nitratos.

El ablandamiento con cal permite eliminar la dureza temporal del agua y, en particular, la relacionada con el calcio y no tiene impacto por sí sola en la dureza permanente (no carbonatada), tal y como se indica en la siguiente reacción química:



Es necesario aclarar que el carbonato de magnesio precipitará si el pH está por encima de 9,5. Cuando se añade cal, estas reacciones continuarán hasta que la alcalinidad alcance un valor entre 15 y 30  $\text{mg CaCO}_3/\text{l}$ .

## Rendimiento y resultados del proceso

Con el fin de estudiar el rendimiento del proceso, Veolia desplazó una unidad móvil Actiflo Softening (100-

120  $\text{m}^3/\text{h}$ ) al río Mosela, al noreste de Francia, ya que la dureza de su agua es relativamente alta (dureza total en torno a 550  $\text{mg CaCO}_3/\text{l}$ ) y la alcalinidad sobre 200  $\text{mg CaCO}_3/\text{l}$ ). Su temperatura (2-25°C) y turbidez (5-100 NTU) también son muy variables y el contenido de materia orgánica está entre 3,5 a 8  $\text{mg}/\text{l}$  de COT.

Durante 12 meses de operación de la planta, los resultados obtenidos del rendimiento del Actiflo Softening han concluido que este proceso permite la eliminación total de la alcalinidad y excelente calidad del agua clarificada, con valores de 1 NTU incluso con un agua bruta de más de 100 NTU. Además, el proceso alcanza valores de eliminación de materia orgánica entre un 30 y 40%, condición imprescindible cuando el agua

tratada se va a emplear para la alimentación a torres de refrigeración, ya que de esta forma se disminuye el riesgo de crecimiento bacteriano en los sistemas de refrigeración. Este rendimiento se consiguió con una dosificación de cal correspondiente a la estequiometría más un 10% y una dosis de cloruro férrico como coagulante de 20 mg/l como producto comercial.

## Conclusiones

En este proyecto de demostración, el proceso Actiflo Softening ha obtenido un alta tasa de eficiencia tanto en la clarificación como en la decarbonatación y ablandamiento para el tratamiento de agua para su uso en la industria de la energía. Es una

solución de alto rendimiento para el pretratamiento de agua superficial o de pozo para posterior tratamiento mediante filtración, ósmosis inversa o intercambio iónico. Los beneficios detectados en las instalaciones que utilizan este proceso son:

- Aumento del rendimiento térmico de la torres de refrigeración gracias a la reducción del ensuciamiento tanto de las boquillas como del separador de gotas, consiguiendo una mayor eficiencia del conjunto del proceso y ahorro de combustible.
- Aumento del rendimiento térmico de los condensadores gracias a la reducción del ensuciamiento de tubos y a la mejora de la

transferencia de calor y al mantenimiento de los caudales en las torres de refrigeración. Este beneficio también repercute en el ahorro de combustible.

- Se reducen los costes de mantenimiento ya que se elimina la necesidad de la limpieza de puesta a punto.
- Menor consumo de desinfectantes y cloro.
- Mayor seguridad en el control y prevención de la Legionella en los sistemas de refrigeración.



**Figura nº 2. Unidad móvil Actiflo® Softening (100 - 120 m<sup>3</sup>/h)**

## Para más información:

Veolia Water Technologies Ibérica  
C/ Electrodo, 52 - Polígono Industrial Santa Ana  
28522 Rivas Vaciamadrid, Madrid  
Telf. +34 91 660 4000  
info.spain@veolia.com