

# GUIA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA EN TORRES DE REFRIGERACION



## Guía completa para establecer un sistema óptimo de tratamiento de agua para torres de refrigeración

- ¿Cuál es el objetivo de un sistema de aportación automático?
- ¿Cuál es el papel de un tratamiento químico apropiado?
- ¿Cómo mantener el agua circulante dentro de los límites óptimos de operación?

## Introducción al funcionamiento de la torre de refrigeración

El enfriamiento del agua mediante el uso de torres de refrigeración es un **sistema muy eficiente energéticamente**. Al forzar la evaporación de una pequeña cantidad de agua se reduce la temperatura del resto de la masa de agua circulante.

La cantidad máxima de **agua evaporada** es alrededor de un 1 % de toda la masa circulante, por cada 6 grados de refrigeración. Por lo tanto, el uso del **calor latente** permite trabajar a temperaturas cercanas a las temperaturas de bulbo húmedo, logrando una reducción de los costes operativos en comparación con la refrigeración mediante enfriadores.

## ¿Qué le sucede al agua en circulación?

El sistema de enfriamiento de la **torre de refrigeración** no puede considerarse un circuito completamente cerrado. Hay que considerar que hay un intercambio directo con el aire, tampoco un circuito completamente abierto ya que la mayor parte del agua se recircula.

Dado que hay un porcentaje de agua evaporada, es necesario **proporcionar un sistema de aporte automático que mantenga el nivel de agua correcto**.

En comparación con el agua de reposición, el agua en circulación está sometida a fenómenos que pueden cambiar la **calidad inicial**.

## Factores que inciden en la calidad del agua

- **Suciedad y contaminación debido al contacto con el aire.** Para lograr la evaporación, se introducen grandes masas de aire en el **relleno**. Esto facilita que la torre limpie y elimine el polvo del aire entrante que puede contener suciedad, materia orgánica y posiblemente contaminantes.
- **Suciedad y contaminación debido al contacto con el equipo a refrigerar** y posiblemente con el enfriamiento directo de las piezas.
- **Aumento continuo de la concentración de suciedad en el agua**, incluidos los elementos contaminantes

mencionados anteriormente. Debido a la evaporación de parte del agua, que puede considerarse destilada, y su consecuente composición, la suciedad del agua en circulación continuaría aumentando, sin una purga adecuada.

- Aumento de la **carga bacteriana** y crecimiento de **algas / biopelículas** debido a condiciones favorables (luz, materia orgánica, temperatura, nivel de oxígeno).

Las operaciones regulares de limpieza y desinfección en las torres de refrigeración son necesarias para mantener estas circunstancias controladas.

## Beneficios del sistema automático de tratamiento de agua

Sin una **gestión adecuada y tratamiento químico**, el agua en circulación conduciría rápidamente a fenómenos negativos en el sistema de enfriamiento. Esto, disminuiría el rendimiento de intercambio tanto de la torre de refrigeración como de todo el circuito.

Estos fenómenos negativos se pueden resumir principalmente en:

- **Incrustaciones** tanto generalizadas como especialmente en las superficies de intercambio. Cabe señalar que la formación de una pequeña película de suciedad aislaría las superficies de intercambio involucradas (que tienen una alta conductividad térmica), reduciendo repentinamente la eficiencia del sistema. Con el tiempo, la suciedad aumentaría la película, hasta que se convirtiese en una capa gruesa y aislante, que obstruiría los rellenos y la torre de refrigeración.
- **Corrosión localizada o generalizada.** Además de ocurrir por contacto directo con el agua de enfriamiento, la corrosión también puede ocurrir debajo de los depósitos de incrustación (corrosión por subdepósito). Este fenómeno es muy peligroso para el sistema, ya que corre el riesgo de dañar el equipo y, por lo tanto, provocar un tiempo de inactividad de enfriamiento ni previsto ni programado.



- **El desarrollo de algas y biopelículas**, que reducen la eficiencia del intercambio de calor, pueden obstruir los pasos y provocar problemas de salud. En la actualidad, las directrices exigen expresamente que el sistema se gestione de manera óptima desde el punto de vista del control de la proliferación bacteriana.

Todos estos fenómenos aumentan su efecto cuando ocurren simultáneamente. Por lo tanto, para mantener una gestión segura y eficiente en el tiempo, es importante operar la planta de manera óptima con respecto a todos los parámetros. Las **inspecciones técnicas** anuales son muy útiles en este sentido: certifican si todo está funcionando correctamente o si hay que llevar a cabo medidas correctoras,

## Cómo realizar un tratamiento de agua adecuado

El objetivo del tratamiento es mantener el agua circulando dentro de los **límites óptimos de gestión**, obteniendo la mejor relación entre resultados, seguridad y costes de gestión. Por lo tanto, no existe un sistema de tratamiento «universal». Son **posibles diferentes configuraciones y grados de complejidad** basados en distintos criterios que vemos a continuación.

- **Tamaño y potencial de la planta.** En general, las plantas pequeñas requieren sistemas más simples, mientras que las plantas grandes necesitan sistemas más complejos.
- **Grado de automatización** requerido para minimizar el trabajo del personal involucrado.
- Necesidad de **ajuste automático** de acuerdo con los cambios de la **carga térmica**.
- **Presupuesto** previsto para el sistema de tratamiento y para la gestión posterior. En general, los sistemas más complejos y completos permiten ahorros de gestión. Se indican en un potencial medio / grande y con un número importante de horas de trabajo / año. A la inversa, los sistemas más simples proporcionan un costo de compra más bajo y están indicados en sistemas con bajo potencial o uso ocasional.

- Tipo de **proceso**, condiciones de operación y **calidad del suministro de agua**.
- **Necesidades específicas** (por ejemplo, requeridas por el proceso o por el fabricante del equipo a enfriar).

## Funciones del sistema del tratamiento del agua

Para lograr el control completo de la planta, el sistema de tratamiento debe realizar principalmente las siguientes **tareas**:

- Control y **mantenimiento** de la **concentración correcta de sales en agua**. Para este propósito, es necesario instalar un sistema de purga automática. Debe implementarse con diferentes estrategias de operación de acuerdo con diferentes demandas y condiciones operativas. De esta forma mantendrá la concentración del agua dentro de los límites manejables por el tratamiento.
- **Controlar y minimizar los riesgos de incrustaciones**. Para protegerse contra las incrustaciones, es importante adoptar y lograr sinergia entre los distintos elementos. Es decir, el sistema de purga automático, el producto de acondicionamiento químico y el sistema de pretratamiento de agua, si está presente.
- Controlar y minimizar los **riesgos de corrosión**. Para evitar la corrosión, es importante adoptar y lograr un equilibrio donde intervienen varios factores. Estos serían el sistema de purga automática, el producto de acondicionamiento químico y seleccionar adecuadamente los materiales de construcción del sistema.
- **Control de crecimiento de bacterias**. Es importante el uso de un producto desinfectante. De esta forma protegeremos las torres de refrigeración contra el crecimiento de algas y biopelículas. Además, esto facilita el mantenimiento de condiciones de funcionamiento aceptables.



## Procesos de ablandamiento

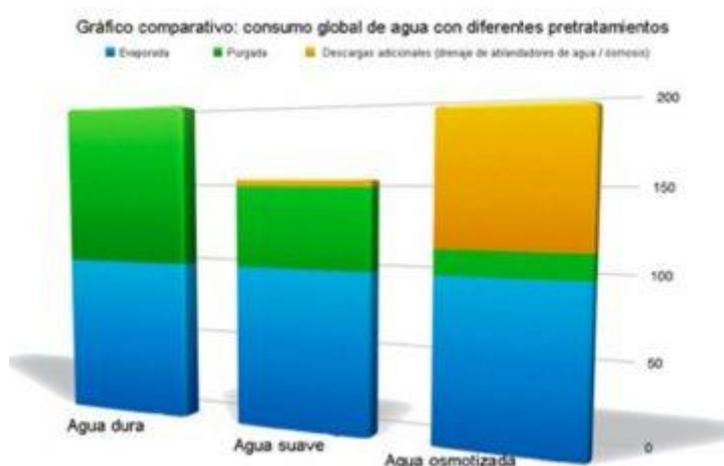
Como hemos comentado es aconsejable equipar el sistema con un pretratamiento del agua, como **procesos de ablandamiento**.

Por lo general, el mejor compromiso entre los resultados, los costes operativos y la reducción del consumo se obtiene mediante un sistema de ablandamiento adecuado. Esto puede reducir total o parcialmente la dureza del agua, permitiendo así ciclos de concentración más intensos.

De esta forma es posible **reducir el consumo de agua y productos**. Además, gracias a la mayor concentración, se obtiene una protección más efectiva del sistema y aumento la seguridad contra los efectos negativos en caso de fallo de parte del tratamiento

## Cómo realizar un tratamiento de agua adecuado

El siguiente gráfico compara el consumo general de agua, teniendo en cuenta el **agua dura, blanda u osmotizada**. Se muestra claramente que se obtiene un consumo total de agua más bajo mediante el uso de agua blanda. Esto se logra gracias a la buena relación de concentración obtenible y la escasa agua necesaria para la regeneración de la resina.



Por el contrario, la solución de suministro de agua por ósmosis es teóricamente óptima si **solo se consideran los volúmenes de agua en la torre**. Sin embargo, el impacto sustancial de las aguas residuales debido al proceso de ósmosis acerca el consumo general al que se puede obtener del agua dura.

En lo que respecta al suministro de agua osmotizada, también se debe tener en cuenta el consumo significativo de **electricidad y anti-precipitantes**. Por lo tanto, **el uso de agua osmotizada en una torre solo es aconsejable cuando es técnicamente necesario e indispensable**.

## El factor de concentración de agua

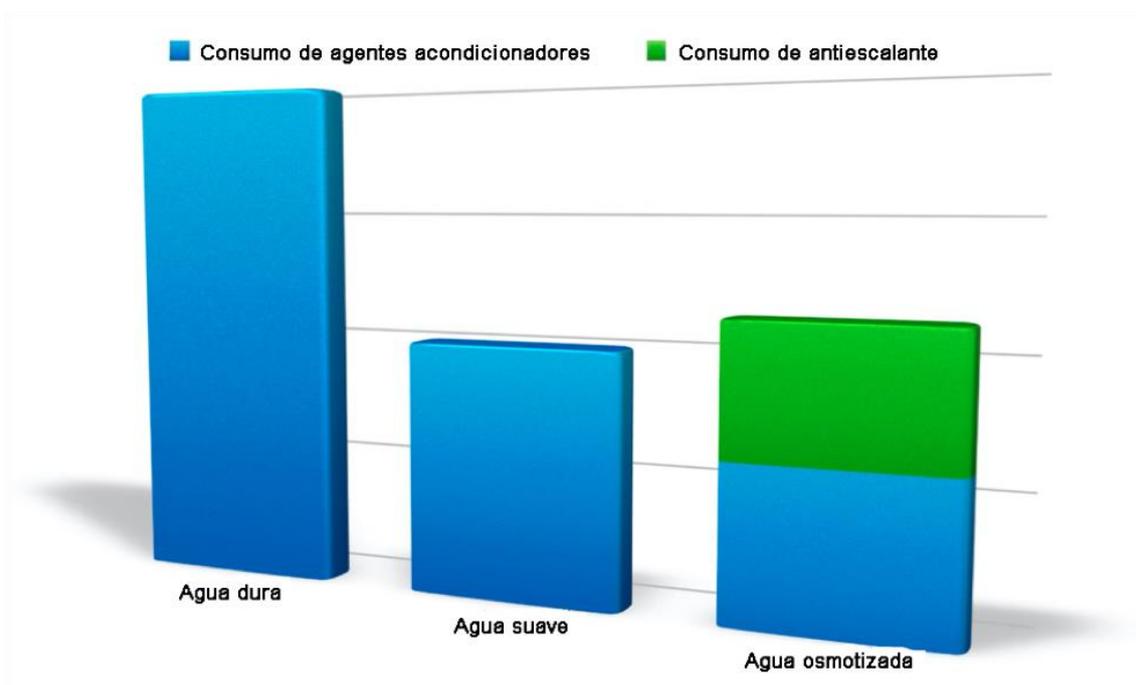
El **factor de concentración de agua** del circuito es la relación entre el agua de reposición y el agua purgada del sistema e influye directamente en la calidad del agua en el circuito, su consumo y productos químicos. Este depende de varios elementos:

Los más importantes son sin duda la **calidad del suministro de agua** (muy influenciada por el pretratamiento), las **condiciones de funcionamiento** y el **tipo / calidad / cantidad de productos** de acondicionamiento utilizados. El factor de concentración debe permitir que las sales presentes se mantengan en una solución, evitando su precipitación, teniendo en cuenta los elementos mencionados. Esto ocurre, en general, si no se establecen límites específicos para la planta,

Los **factores de concentración alcanzables**, en condiciones medias de temperatura y calidad del agua, son entre 1.5 y 2.0 veces para aguas duras. Se sitúan entre 2.5 y 3.2 veces para aguas blandas, y entre 5.0 y 8.0 veces para aguas osmotizadas.

Las aguas en el área son muy diferentes entre sí, por lo tanto, no es posible definir una línea de gestión como única e inequívoca. Por lo tanto, se debe realizar una evaluación general del sistema para determinar el mejor enfoque.

Un aspecto a considerar al elegir el tipo de suministro es también el consumo de productos de acondicionamiento, lo que influye significativamente en los **costes operativos de la planta**. A continuación, se muestra un gráfico comparativo de las diversas soluciones:



El gráfico muestra que el uso de agua blanda u osmotizada determina un **ahorro notable de las cantidades totales de producto químico**, en comparación con el uso de agua dura. Si se utiliza agua dura en el circuito, el sistema de tratamiento en su conjunto estará más enfocado a reducir el factor de incrustación. En comparación con el efecto corrosivo debido al agua en el circuito, y viceversa si se usa agua blanda u osmotizada.

## Conclusiones

La instalación y la **gestión óptima de un sistema de tratamiento adecuado** garantiza condiciones de **funcionamiento estables** para el sistema de enfriamiento y una **alta eficiencia en el tiempo**. Gracias a los sistemas automáticos proporcionados, es posible una mejor gestión de la torre de refrigeración y con un reducido esfuerzo operativo.

Al evaluar adecuadamente las solicitudes específicas de cada planta, es posible prever el **sistema de gestión correcto**, con diferentes grados de complejidad, para permitir los rendimientos requeridos a un costo operativo aceptable.

A pesar del mayor costo inicial, la adopción de sistemas de tratamiento y pretratamiento más integrales **reduce los costos operativos del sistema**. Por lo tanto, siempre se recomiendan cuando la capacidad térmica promedio de la planta comienza a tener un alto impacto.