

## Application Note AN-PAN-1016

# Dióxido de silicio en agua de alimentación de caldera

## SUMARIO

Debido a las crecientes demandas de la industria de una producción de energía más eficiente, así como al aumento de las presiones operativas en las calderas modernas, la necesidad de medir y controlar las concentraciones de sílice (Si) es más crucial que nunca. Las concentraciones excesivas de sílice en el agua de alimentación de la caldera pueden provocar depósitos en los álabes de la turbina y en los tubos de la caldera. Estos depósitos provocan puntos calientes localizados que reducen la eficiencia de transferencia de calor y, por lo tanto, deben evitarse.

Esta Nota de aplicación del proceso detalla el análisis en línea de sílice en el agua de alimentación de

calderas. Esto se logra a través de fotometría diferencial utilizando un módulo de cubeta termostática de última generación para evitar el contacto de la muestra con el detector. Este método ofrece diferentes rangos de concentración para sílice: 0–50 µg/L y 0–1 mg/L o superior.

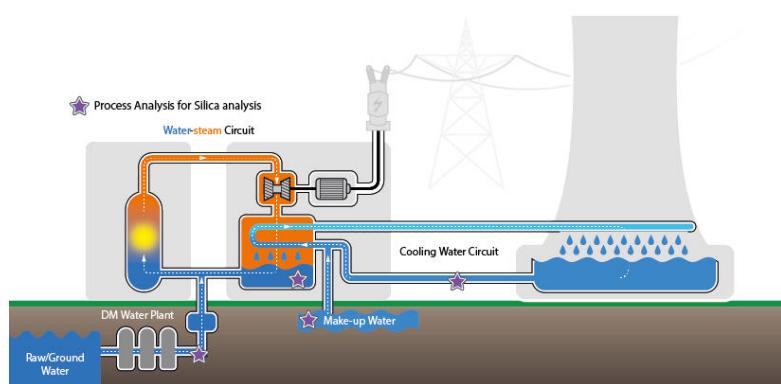
En combinación con el Sistema de Control Distribuido (DCS) de la planta de energía, el monitoreo en línea de este analito mediante un analizador de procesos garantiza que la escala se pueda controlar antes de que afecte la eficiencia de la planta de energía, lo que en última instancia reduce el tiempo de inactividad y los costos de mantenimiento.

La sílice, conocida como dióxido de silicio, comprende más del 10% en masa de la corteza terrestre [1]. Se utiliza en una variedad de aplicaciones, desde microelectrónica (en la producción de obleas) hasta componentes utilizados en la industria alimentaria. En la industria energética, la sílice no es tan apreciada y se considera una de las principales impurezas que provocan incrustaciones en las calderas y depósitos en los álabes de las turbinas de vapor. Las incrustaciones de la caldera son causadas por impurezas que se precipitan fuera del agua y forman depósitos en las superficies de transferencia de calor. A medida que la escala se acumula con el tiempo, reduce las tasas de transferencia de calor. Esto conduce a puntos calientes locales que hacen que los tubos de la caldera se sobrecalienten y se rompan, lo que resulta en costosas interrupciones de la caldera. Además, las incrustaciones de caldera no tratadas reducen la eficiencia de la caldera por el retardo del calor y aumentan los costos de funcionamiento por purgas de caldera no programadas y más frecuentes. Las incrustaciones en los álabes de la turbina del estator provocan cambios en las velocidades del flujo de vapor y una reducción de la presión que disminuye la eficiencia y la capacidad de salida de una turbina de vapor.

Debido a las crecientes demandas de la industria por

una producción de energía más eficiente y al aumento de las presiones operativas en las calderas modernas, la necesidad de medir y controlar las concentraciones de sílice es más crucial que nunca. El agua de alimentación de la caldera es el punto de control más crítico, y cuanto mayor sea la presión en la caldera, menor debe ser la concentración de sílice. Otros puntos de muestreo (**Figura 1**) incluyen el interior de las calderas de tambor y el agua que regresa a la caldera desde el condensador para garantizar que los límites de sílice estén dentro de las especificaciones. La sílice también juega un papel importante en el control de procesos en la planta de desmineralización donde se produce y se pule el agua desmineralizada a partir de aguas subterráneas o superficiales. Un aumento en la concentración de sílice o un avance de sílice sugiere un lecho de intercambio iónico agotado y es un indicador de control para la regeneración oportuna.

Metrohm ofrece una amplia gama de analizadores de procesos que son adecuados para monitorear sílice desde niveles bajos de ppb ( $\mu\text{g/L}$ ) hasta niveles altos de ppm (mg/L). El fotómetro de procesos 2029 de Metrohm Process Analytics (**Figura 2**) es la herramienta más sencilla y fácil de usar para hacerlo en línea.



**Figura 1.** Diagrama esquemático de una planta de energía térmica con estrellas que señalan áreas donde el análisis de procesos en línea se puede integrar en el sistema.

## INTRODUCCIÓN



**Figure 2.** 2029 Fotómetro de proceso.

## APLICACIÓN

Es posible monitorear en línea el contenido de sílice con el fotómetro de proceso 2029 (Figura 2) o los analizadores de procesos 2060 TI/2035 (Figuras 3 y 4, respectivamente) de Metrohm Process Analytics. La sílice se determina por fotometría diferencial con el

método del azul de molibdeno. Todos estos analizadores de proceso utilizan un módulo de cubeta termostatizado de última generación para evitar el contacto de la muestra con el detector.



**Figure 3.** Analizador de procesos 2060 TI.



**Figure 4.** 2035 Analizador Fotométrico.

**tabla 1.** Parámetros de medición de sílice para análisis fotométrico.

Parámetros	Gama
Sílice	0–50 µg/L (ppb) o 0–1 mg/L (ppm)

## IMPORTANTE

Los analizadores de procesos de Metrohm Process Analytics se pueden combinar con accesorios inteligentes y versátiles (p. ej., sensores) para requisitos de múltiples parámetros: a saber, dureza,

cloro, cloruro, sodio, amoníaco, pH, conductividad y metales como hierro, aluminio y cobre, para nombrar unos pocos.

## NOTAS DE APLICACIÓN RELACIONADAS

[AN-PAN-1038 Generación de energía: análisis del número m \(alcalinidad\) en agua de refrigeración](#)

[AN-PAN-1056 Monitoreo en línea de sodio en centrales eléctricas industriales](#)

[AN-PAN-1040 Amoniaco en agua de refrigeración de centrales térmicas](#)

[AN-PAN-1045 Monitoreo en línea de inhibidores de corrosión de cobre en agua de refrigeración](#)

## BENEFICIOS DE LA VALORACIÓN EN PROCESO

- Ahorre dinero al reducir el tiempo de inactividad: el analizador envía alarmas para valores fuera de especificación que informan al operador antes

- Proteger activos valiosos de la empresa (por ejemplo, tuberías, PWR y turbinas, que son propensas a incrustarse)  
- Alta precisión para límites inferiores de detección de sílice



## REFERENCIAS

1. Florke, O. W.; Graetsch, H. A.; Brunk, F.; et al. Sílice. En *Encyclopedia de química industrial de Ullmann*; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Ed.; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim, Alemania, 2008; p a23\_583.pub3. [https://doi.org/10.1002/14356007.a23\\_583.pub3](https://doi.org/10.1002/14356007.a23_583.pub3).

## CONTACT

Metrohm Hispania  
Calle Aguacate 15  
28044 Madrid

[mh@metrohm.es](mailto:mh@metrohm.es)

## CONFIGURACIÓN



### 2060 Process Analyzer

El 2060 Process Analyzer es un instrumento de análisis de química húmeda online que sirve para innumerables aplicaciones. Este instrumento de análisis de procesos ofrece un nuevo concepto de modularidad que consiste en una plataforma central, denominada "armario básico".

El armario básico consta de dos secciones. La sección superior contiene una pantalla táctil y un ordenador industrial. La sección inferior contiene la parte húmeda flexible donde se aloja el hardware para el análisis propiamente dicho. Si la capacidad básica de la parte húmeda no es suficiente para resolver un desafío analítico, entonces el armario básico puede ampliarse a hasta cuatro armarios más de parte húmeda para asegurar el espacio suficiente para resolver incluso las aplicaciones más difíciles. Los armarios adicionales pueden configurarse de tal manera que cada armario de parte húmeda puede combinarse con un armario de reactivos con detección de nivel integrada (sin contacto) para aumentar el tiempo de funcionamiento del instrumento de análisis.

El 2060 Process Analyzer ofrece diferentes técnicas de química húmeda: titulación, titulación Karl Fischer, fotometría, medida directa y métodos de adición de patrón.

Para cumplir con todos los requisitos del proyecto (o para satisfacer todas sus necesidades) se pueden proporcionar sistemas de preacondicionamiento de muestras para garantizar una solución analítica robusta. Suministramos prácticamente cualquier sistema de preacondicionamiento de muestras, como sistemas de refrigeración o calentamiento, reducción de presión y desgasificación, filtración, etc.



### 2035 Process Analyzer: fotométrico

El 2035 Process Analyzer para medidas fotométricas incluye un módulo fotométrico compacto que es estable en una amplia gama de concentraciones, es termorregulado y tiene funcionalidades de agitador. Este instrumento de análisis se ofrece en dos opciones: un sistema de cubetas o una sonda de inmersión de fibra óptica. El sistema de cubetas es compacto para reducir el consumo de reactivos, pero ofrece una gran longitud del camino óptico para una alta sensibilidad. La sonda de inmersión de fibra óptica amplía enormemente nuestra gama de aplicaciones al simplificar la medida precisa de muestras de alta concentración mediante el uso de pasos interiores de dilución de muestras y un camino óptico más pequeño que el sistema de cubetas. El análisis fotométrico es una técnica habitual y muy usada que permite determinar iones como el amoníaco, manganeso y hierro en agua potable, o incluso calcio y magnesio en soluciones de salmuera. Los efectos de matriz de muestra no deseados, como el color o la turbidez de la muestra, pueden eliminarse con medidas diferenciales, tomadas antes y después de la adición de un reactivo de color.



### 2029 Process Photometer

El 2029 Process Photometer realiza medidas sensibles de absorción de fotometría en la gama de luz visible. Los límites de detección en la gama de pocas ppb convierten a este aparato en una atractiva opción para una gran variedad de aplicaciones.

En el núcleo del instrumento de análisis se encuentra el módulo de fotometría compacto de alto rendimiento listo para la realización ininterrumpida de medidas online. Incluye una cubeta termostatizada con recorrido del haz de luz de 3 cm y tecnología LED, lo que garantiza medidas estables y precisas sin importar el entorno. La estabilización de desarrollo de color se detecta automáticamente utilizando medidas de absorbancia diferencial. Los métodos de laboratorio fotométricos se pueden transferir fácilmente al 2029 Process Photometer, lo que suprime cualquier sesgo en los resultados y ofrece una validación del proceso mejorada.

Muchos mercados encajan a la perfección con el 2029 Process Photometer, como el químico, medioambiental, de semiconductores, petroquímico, alimentario, del agua potable y energético.

Las aplicaciones seleccionadas incluyen:

- Fosfato
- Sílice
- Cloro
- Níquel
- Cinc
- Cobre
- Cromo
- Amoniaco
- Nitrato
- Nitrito
- Dureza
- y muchas más