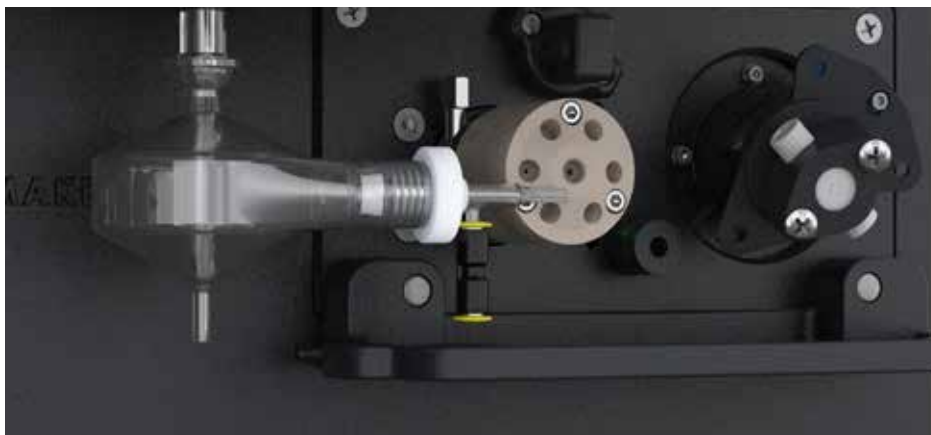


Reduzca los costes y mejore la productividad con el sistema de válvula de conmutación de 6 o 7 puertos del sistema de válvula avanzado (AVS)



Cambie para aumentar la productividad

Doble el número de muestras analizadas y reduzca el consumo de argón en más del 50 % con el accesorio de válvula de conmutación de 6 o 7 puertos del sistema de válvula avanzado (AVS) de Agilent.

El AVS es un accesorio para los instrumentos ICP-OES Agilent 5900 y 5800 o ICP-OES 5100/5110. Incluye una exclusiva válvula de conmutación de 2 posiciones y 6 o 7 puertos (el séptimo puerto es para el patrón interno) y una bomba de desplazamiento positivo de alta velocidad, capaz de llenar rápidamente el loop de muestra. La inyección controlada de burbujas de argón reduce el retardo en la toma de muestras y elimina virtualmente los tiempos de lavado para facilitar la alta productividad en el análisis de las muestras.

El AVS Agilent proporciona:

- **Resultados rápidos y precisos:** el AVS enjuaga el sistema de introducción de muestras mientras se presenta la siguiente muestra al instrumento, eliminando prácticamente los tiempos de retardo de un análisis ICP-OES convencional. El uso de una inyección controlada de burbujas de argón entre la muestra y la solución de lavado evita la mezcla de la muestra y del lavado, lo que reduce los tiempos de toma de muestra y lavado
- **Menores costes operativos:** gracias a los menores tiempos de análisis, el consumo de argón se puede reducir en un 50 % o más por muestra. Un análisis más eficiente minimiza la exposición de antorchas, nebulizadores y tubos de bomba a los productos químicos agresivos y a las muestras complejas, aumentando la vida útil de los consumibles y reduciendo aún más los costes.
- **Facilidad de uso:** el control del AVS es sencillo, ya que está totalmente integrado en el hardware del ICP-OES y se controla a través del software ICP Expert mediante el módulo de software opcional Pro Pack. De este modo se garantizan unas operaciones rápidas (a diferencia de lo que sucede con los accesorios de válvula de conmutación de otros fabricantes, con un complicado software de control de uso exclusivo)
- **Acceso sencillo:** la colocación optimizada del AVS elimina obstrucciones físicas en los componentes de introducción de muestras comunes, como antorcha, cámara de nebulización/nebulizador y tubos de bomba, cuando es necesario retirarlos para su limpieza o sustitución
- **Reducción del arrastre:** con la inyección de burbujas de argón entre la muestra y la solución de lavado, se reduce el arrastre en la cámara de nebulización del ICP-OES. Gracias al uso de burbujas de Ar en lugar de aire, el plasma es más estable y proporciona mejor precisión analítica
- **Precisión y estabilidad mejoradas:** la precisión analítica y la estabilidad a largo plazo se mejoran mediante la eliminación del bombeo rápido de la bomba peristáltica entre muestras, lo que desestabiliza el plasma
- **Mayor productividad:** combinado con cualquiera de los muestreadores automáticos Agilent, el sistema de preparación de muestras SPS 4 o SPS 6, el AVS puede duplicar el rendimiento de las muestras
- **Flexibilidad:** el AVS es compatible con una amplia gama de automuestreadores de alta capacidad, con capacidad para más de 700 muestras, para un funcionamiento sin supervisión durante la noche. También es compatible con el Sistema de dilución avanzado Agilent 2 (ADS 2)

- **Durabilidad:** el AVS es ideal para matrices de muestras difíciles. La ruta de flujo de líquidos, libre de metales y de diámetro constante, es adecuada para muestras con ácidos fuertes, ácido HF, disolventes orgánicos e incluso niveles elevados de sólidos disueltos

¿Cómo funciona?

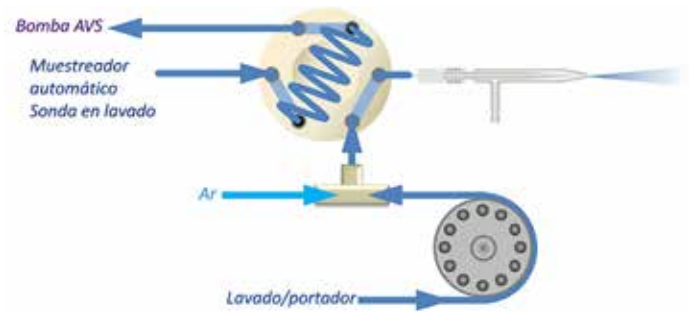


Figura 1a. Modo en espera.

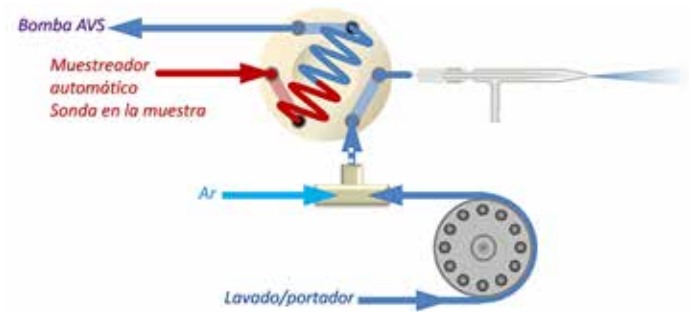


Figura 1b. Carga de muestra, aproximadamente 5 s.

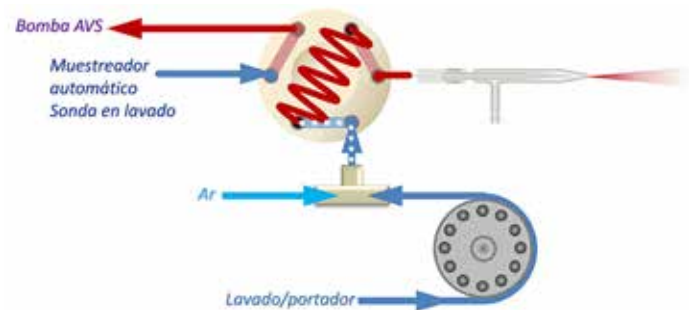


Figura 1c. Estabilización (aprox. 3 s) e inyección de burbujas.

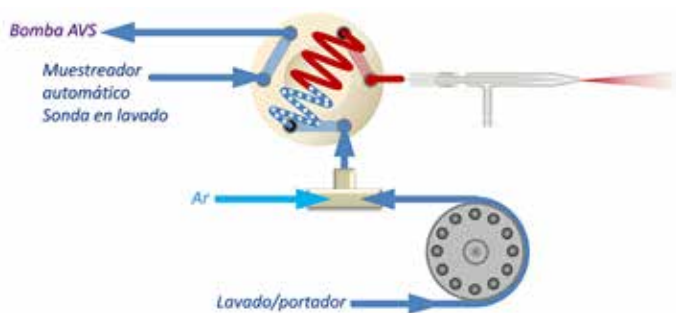


Figura 1d. Medida analítica.

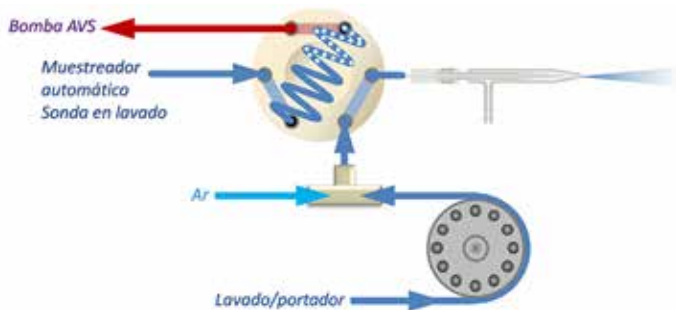


Figura 1e. Vuelta al modo en espera.

Inyección de burbujas

En el AVS, se inyectan burbujas de argón entre las corrientes de muestra y de lavado para evitar que se mezclen las dos soluciones (véanse las figuras 1a-e). Las burbujas separan las dos soluciones, evitando la mezcla y la dilución en el loop. Esto supone unos tiempos de lectura de medidas más prolongados.

Para un loop de muestra de 1 ml, la inyección de burbujas supone 47 segundos de tiempo de medida, en comparación con los 20 segundos de medida estable que se consiguen sin inyección de burbujas (Figura 2). En la Figura 3 se muestra el efecto de la inyección de burbujas para un loop de muestra de 0,5 ml. La inyección de burbujas maximiza el tiempo de medida y la precisión para un loop de muestra dado. Para aumentar el rendimiento, se puede usar un loop más pequeño, lo que puede reducir aún más el retardo en la toma de muestras y reducir los tiempos de lavado.

A diferencia de la mayoría de los sistemas comerciales que utilizan la inyección de burbujas de aire, el AVS utiliza argón para crear los segmentos, ya que el argón no desestabiliza el plasma como lo hace el aire, lo que se traduce en una mayor precisión analítica (véase la Tabla 1).

Tabla 1. Precisión analítica de 3 réplicas de medidas de 5 segundos para una solución de 5 ppm de Mn, usando un sistema AVS 6.

	Precisión analítica
5 ppm de Mn con inyección de Ar	RSD 0,5 %
5 ppm de Mn con inyección de aire	RSD 1,0 %

Rendimiento analítico

Tabla 2. Comparación de la productividad en el análisis de las muestras de contaminantes metálicos en aceites lubricantes con y sin un accesorio AVS 6.

	Con AVS 6	Sin AVS 6
Tiempo de análisis por muestra	22 s	52 s
Consumo total de gas argón por muestra	7 L	17,4 L

El AVS mejora el rendimiento de las muestras reduciendo o eliminando los tiempos de retardo y enjuague utilizados en los análisis ICP-OES normales. En la Tabla 2 se muestra una comparación de los tiempos medios de análisis de muestras y del consumo de Ar para el análisis de aceite lubricante con y sin el sistema AVS (1). Se midieron veintidós elementos; el tiempo entre muestras usando el sistema AVS 6 fue de 22 segundos, con un consumo de Ar de 7 l por muestra. Sin embargo, sin el uso del sistema AVS 6, los valores fueron 52 segundos y 17,4 l de Ar consumidos. Las diferencias en la productividad y el consumo de Ar reflejan las reducciones en el retardo en la toma de muestras y los tiempos de lavado con el sistema AVS 6.

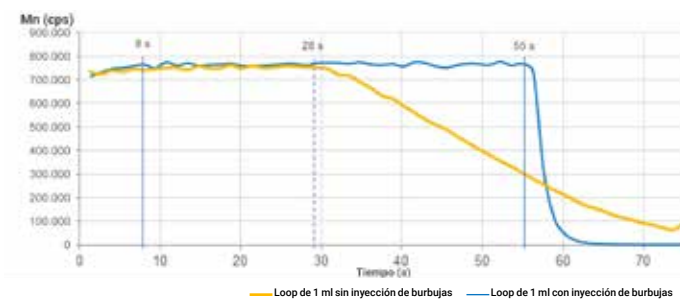


Figura 2. Tiempo de medida disponible para un loop de muestra de 1 ml con y sin inyección de burbujas.

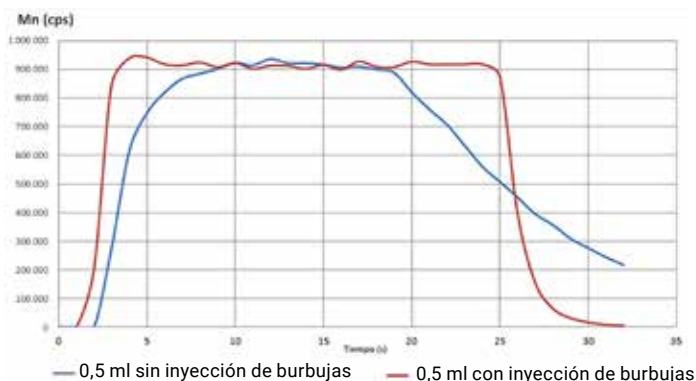


Figura 3. Tiempo de medida disponible de un loop de muestra de 0,5 ml, que muestra 19 segundos para la inyección de burbujas frente a solo 9 segundos para la inyección sin burbujas.

Optimización del rendimiento analítico

Accesorio AVS

Velocidad de la bomba: toma de muestra (ml/min)

Velocidad de la bomba: inyección (ml/min)

Retardo en la toma de muestras de la válvula (s)

Tiempo de inyección de burbujas (s)

Tiempo de lavado preventivo (s)

Tiempo de lavado (s)

☐ Bomba rápida

Activar lavado inteligente ☐

Figura 4. El sencillo software que controla el accesorio AVS.

Garantizar que la velocidad y la precisión analíticas del AVS no se vean comprometidas es fácil con el sencillo software de control, que está totalmente integrado con el software ICP Expert (véase la Figura 4). El software incorpora la calculadora de parámetros de AVS para facilitar la configuración y el desarrollo de métodos. Los principales parámetros que se usan en el software para optimizar el rendimiento son:

- Velocidad de la bomba: toma de muestra, velocidad en ml/min (normalmente ajustada en 35 ml/min)
- Retardo en la toma de muestras de la válvula en segundos (valor típico entre 5 y 6 segundos)
- Tiempo de estabilización (unos 3 segundos para el nebulizador y el capilar estándar)

Ejemplo de análisis



Figura 5. Un accesorio AVS 7, integrado con el sistema de introducción de muestras de un sistema de ICP-OES Agilent 5900.

En un experimento diseñado para demostrar las capacidades del AVS, se utilizó el siguiente montaje: Un muestreador automático Agilent SPS 4 con una sonda de 1 mm de d. i. y un nebulizador concéntrico de vidrio SeaSpray estándar con un capilar (predeterminado) de 50 mm de largo que lo conecta con la válvula. Todos los tubos tenían 1 mm de d. i.; el tubo de la bomba peristáltica era de tipo blanco/blanco y se usó a una velocidad constante de 12 rpm. Todos los conectores de las válvulas eran inertes y estaban diseñados para evitar el arrastre. La presencia de etiquetas claras en los conectores de la válvula y en los puertos simplifica la instalación y el mantenimiento (consulte la Figura 6).



Figura 6. Los puertos del AVS están claramente etiquetados.

Con esta configuración, el tiempo de estabilización (el tiempo necesario para que la muestra salga de la válvula de conmutación y llegue al plasma) es normalmente de 3 segundos, independientemente del tamaño del loop de muestra. El tiempo de estabilización aumentará si el capilar entre la salida de la válvula y el nebulizador es más largo, si la bomba peristáltica es más lenta o si el tubo de la bomba peristáltica es más estrecho.

En la Figura 7 más adelante se puede apreciar el efecto que suponen distintos retardos en la toma de muestras sobre la precisión analítica de una solución de 5 ppm de Mn, utilizando un loop de muestra de 0,5 ml.

El retardo en la toma de muestras debe ser suficiente como para permitir el transporte de la muestra desde el tubo de muestra en el muestreador automático hasta la sonda del muestreador automático y el tubo de transferencia, y para llenar totalmente el loop de muestra.

Durante esta fase de absorción, la bomba de AVS funciona a altas velocidades, normalmente a 35 ml/min o más. El retardo en la toma de muestras se ve afectado por el volumen entre el tubo de muestra y la entrada de la válvula, que se puede minimizar haciendo lo más corta posible la longitud del tubo de transferencia entre el muestreador automático y la válvula. Manteniendo un d. i. constante de 1 mm desde el tubo de muestra hasta el nebulizador se asegura la mezcla mínima de la muestra en toda la ruta de flujo.

En la Figura 7 se muestra que, para un loop de muestra de 0,5 ml, un retardo en la toma de muestras mayor de 4 segundos proporcionará una precisión típica a corto plazo mejor de 0,5 % RSD para 5 ppm de Mn.

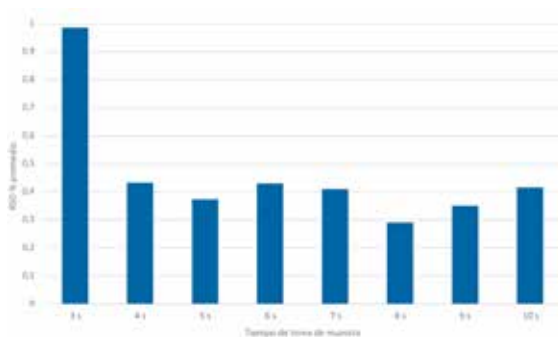


Figura 7. Precisión (% RSD) de 5 ppm de Mn con distintos retardos en la toma de muestras usando un loop de muestra de 0,5 ml.

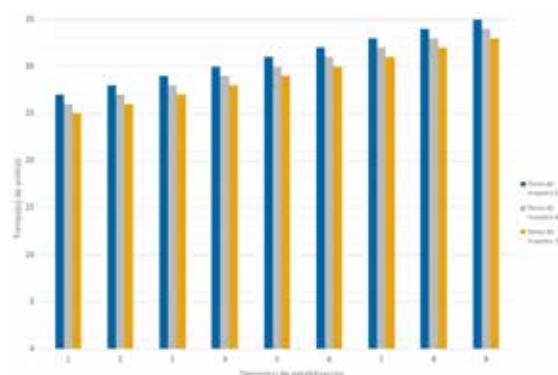


Figura 8. Tiempo de análisis entre muestras (en segundos) con distintas combinaciones de retardo en la toma de muestras y tiempo de estabilización.

En la Figura 8 se presenta el tiempo de análisis de muestras para un AVS 6 con un loop de muestra de 0,5 ml con distintos retardos en la toma de muestras (3, 4 y 5 segundos) y diferentes tiempos de estabilización con 3 réplicas de 5 segundos. Para un loop de 0,5 ml, la optimización se consigue con un retardo en la toma de muestras de 4 a 5 segundos y un tiempo de estabilización de 3 segundos, lo que supone un tiempo de análisis de 28 a 29 segundos para una precisión analítica normalmente inferior a RSD 0,5 % para 5 ppm de Mn. Como era de esperar, los tiempos de paso de las muestras aumentan linealmente al aumentar los retardos de estabilización.

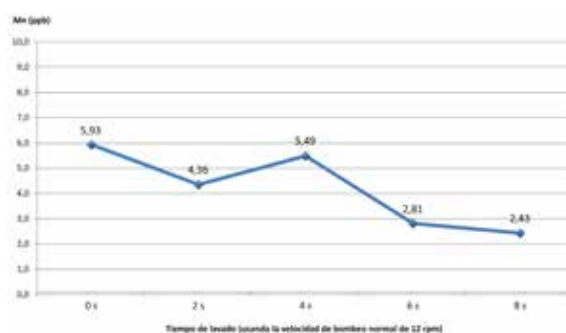


Figura 9. Rendimiento de lavado del Mn (en ppb) en un blanco tras una solución de 50.000 ppb de Mn.

Se investigó el rendimiento de lavado del AVS midiendo una solución en blanco después de medir una solución de 50.000 ppb de Mn. Sin ningún método de lavado, la concentración de Mn se redujo en cerca de 4 órdenes de magnitud, desde 50.000 hasta 6 ppb. Con un método de lavado adicional, la concentración medida de Mn no varió significativamente con respecto al método de lavado de 0 s, como se muestra en la Figura 9. Los resultados experimentales demuestran un lavado de 4 órdenes de magnitud y la excelente característica de lavado del AVS 6.

automatización de ICP



Figura 10. El sistema de automatización de ICP comprende el instrumento, un automuestreador, la válvula de conmutación AVS y el diluidor automático ADS 2.

La válvula de conmutación AVS es parte integrante del sistema de automatización Agilent ICP. El sistema incluye el instrumento, el muestreador automático, la válvula de conmutación y el nuevo diluidor automático Agilent ADS 2. El diluidor automático automatiza la:

- Preparación de patrones de calibración
- Dilución previa a la medición de las muestras
- Dilución reactiva y nueva medición de muestras fuera de rango o en respuesta a un fallo del patrón interno o del CC

El sistema de automatización de ICP combina el alto rendimiento del AVS con las ventajas de ahorro de tiempo del diluidor automático y el muestreador automático.

Monitor de tiempo AVS/ADS

El monitor de tiempo AVS/ADS ayuda a optimizar y solucionar problemas de los métodos mostrando las señales de los analitos con pasos de parámetros etiquetados. Por ejemplo, en la Figura 11, la señal Mn se estabiliza a los 12 segundos, pero la medición comienza a los 16 segundos, lo que muestra una oportunidad de optimizar el método reduciendo el tiempo de estabilización entre 2 y 4 segundos. El monitor de tiempo también ayuda a identificar los problemas de introducción de muestras, con orientación para la resolución de problemas disponible en el Centro de ayuda y aprendizaje.



Figura 11. En esta pantalla del monitor de tiempo, la señal Mn se estabiliza a los 12 segundos, pero la medición comienza a los 16 segundos. La medición podría comenzar a los 12 segundos, ahorrando hasta 4 segundos por muestra.

Referencias

1. Productividad mejorada para la determinación de metales en muestras de aceite utilizando el ICP-OES Agilent 5110 Radial View (RV) con sistema de válvula avanzado. Publicación de Agilent n.º [5991-6849ES](#).
2. Análisis de muestras de residuos según el método US EPA 6010D. Publicación de Agilent n.º [5994-2027ES](#)
3. El modo más rápido e inteligente de analizar muestras de agua mediante ICP-OES. Publicación de Agilent n.º [5994-1520ES](#)

www.agilent.com/chem/icpoes

DE.7119097222

Esta información está sujeta a cambios sin previo aviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2020–2026
Impreso en Estados Unidos, 12 de enero de 2026
5991-6863ES

