



# Por qué calibrar un contador de partículas automático (APC) en aguas bajo la norma ISO 21501-3

La norma de calibración ISO 21501-3 para los contadores de partículas automáticos por extinción de luz (APC), calibrados según dicha norma, con materiales de referencia certificados bajo NIST, garantiza los resultados del tamaño y número de partículas en cualquier muestra de agua: potable, residual, marina, de refrigeración, escorrentías, etc. Otras tecnologías no calibrables no pueden garantizar la trazabilidad de sus resultados y con unas simples verificaciones periódicas no son suficientes para asegurar dichos resultados. La legislación española, como ya se ha producido en otros países, deberá introducir estos parámetros en sus nuevas normativas para mejorar las analíticas en nuestras aguas.

### Palabras clave

Aguas, contador de partículas automático (APC), calibración, verificación, trazabilidad, Organización Internacional de Normalización (ISO), Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST).

### WHY MUST AN AUTOMATIC PARTICLE COUNTER (APC) BE CALIBRATED IN WATER UNDER THE ISO 21501-3 STANDARD?

*The light extinction automatic particle counters, calibrated under ISO 21501-3 and verifiable with certified reference materials under NIST, guarantee the results of the size and the number of particles in any water sample: potable, residual, marine, refrigeration, runoff, etc., substantially improving current turbidity data. Other non-calibratable technologies cannot guarantee the traceability of their results and simple periodic verifications are not enough to ensure these results. Spanish legislation, which has already occurred in other countries, must introduce these parameters in its new regulations to improve analyses in our waters.*

### Keywords

Water, automatic particle counter (APC), calibration, verification, traceability, International Standards Organization (ISO), National Institute of Standards and Technology (NIST).

**Julián Malaina Landivar**  
director de Pamas Hispania



## 1. INTRODUCCIÓN

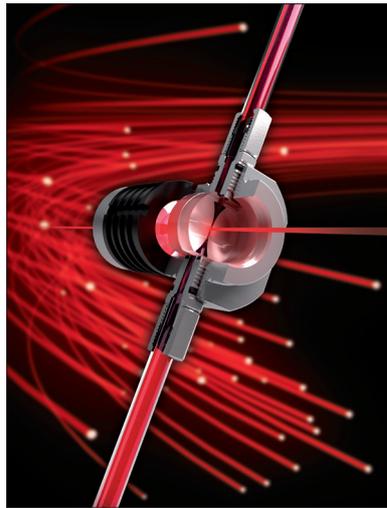
La calibración es un proceso esencial que se utiliza para verificar la precisión y la confiabilidad de los instrumentos de medición. Este proceso consiste en comparar la salida de un instrumento con un estándar de referencia para determinar su grado de precisión y asegurar que las mediciones sean confiables.

La importancia de la calibración radica en que los instrumentos de medición pueden desviarse con el tiempo debido al desgaste, la exposición a condiciones ambientales, el mal uso o la manipulación incorrecta. Cuando un instrumento se desvía, las mediciones que produce pueden ser incorrectas y no confiables. Si estas mediciones incorrectas se utilizan para tomar decisiones importantes o para producir productos de alta calidad, los resultados pueden llegar a ser desastrosos. La calibración periódica ayuda a garantizar que los instrumentos de medición proporcionen resultados precisos y consistentes, lo que es crucial para garantizar la calidad y la seguridad en muchas áreas.

La calibración también es necesaria para cumplir con los requisitos de los estándares de calidad y las regulaciones. Por ejemplo, las normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) exigen que los instrumentos de medición se calibren regularmente para cumplir con los requisitos de calidad (Figura 1).

En resumen, la calibración es un proceso importante que asegura la precisión y la confiabilidad de los instrumentos de medición. La calibración periódica ayuda a garantizar la calidad y la seguridad en muchas áreas, y es necesaria para cumplir con los requisitos de los estándares de calidad y las regulaciones. En última instancia, la

FIGURA 1. Sensor láser.



calibración es fundamental para garantizar que las mediciones que se toman sean precisas y confiables, lo que es esencial para tomar decisiones informadas y producir productos de alta calidad.

## 2. NORMAS ISO DE CALIBRACIÓN PARA LÍQUIDOS:

Las normas de calibración para conteo de partículas (APC) en líquidos, ya sean orgánicos e inorgánicos son:

- Para aceites, fluidos hidráulicos y combustibles:
  - ISO 11171 (actualmente vigente para expresar los resultados

según los tres códigos de la ISO 4406).

- ISO 4402 (obsoleta desde 1999, aunque se sigan utilizando los códigos NAS).

- Para aguas, inyectables y fluidos acuosos:

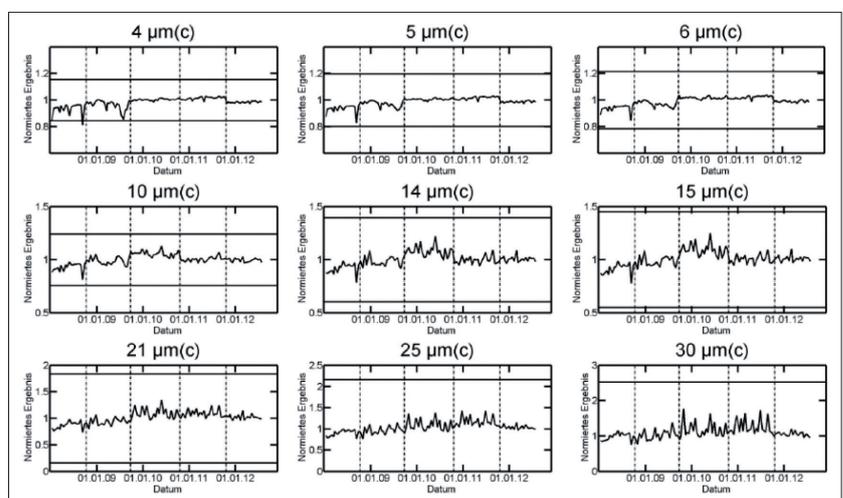
- ISO 21510-3 (para contadores de partículas basados en la extinción de luz).

Como se puede observar en la **Figura 2**, las recalibraciones anuales permiten asegurar los resultados de las medidas dentro de la tolerancia de desviaciones que permite la norma.

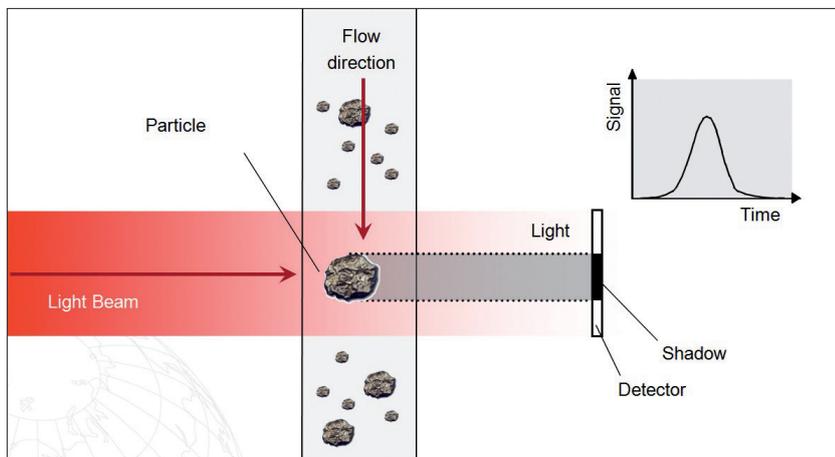
## 3. METODOLOGÍA

El fundamento técnico de los contadores de partículas por bloqueo de luz se basa en un láser que mide una a una cada partícula (contenidas en la muestra) que atraviesa la célula de medida. Cada partícula produce una sombra que es proporcional a su tamaño (diámetro equivalente a una esfera que tenga la misma área) para ello, el contador de partículas se ha calibrado previamente bajo la norma de calibración ISO 21501-3, utilizando unas esferas monodispersas de látex trazables bajo NIST (Figura 3).

FIGURA 2. Gráficos de recalibraciones.



**FIGURA 3.** Esquema de funcionamiento de un contador de partículas por bloqueo de luz.



Los contadores de partículas por extinción de luz se han utilizado desde la década de los 80 para cualquier tipo de líquido, si bien es cierto que los aceites, fluidos hidráulicos y combustibles, donde dar resultados del grado de limpieza de dichos líquidos bajo normas internacionales (ISO 4406, IP 577, ISO 11171, SAE AS4059, NAS 1638, GOST 17216, GJB 420B, CHARN...) está totalmente asumido por todos los usuarios, han sido su gran mercado y donde expresar los tres códigos del grado de limpieza de cualquier fluido según la norma ISO 4406 es de obligado cumplimiento. Sin embargo, en el agua (que respecto al conteo de partículas es el pariente pobre de todos los fluidos) todavía no se ha evolucionado hasta ese control de su grado de limpieza bajo normativa para poder tomar decisiones sobre la efectividad de las diferentes etapas de su purificación.

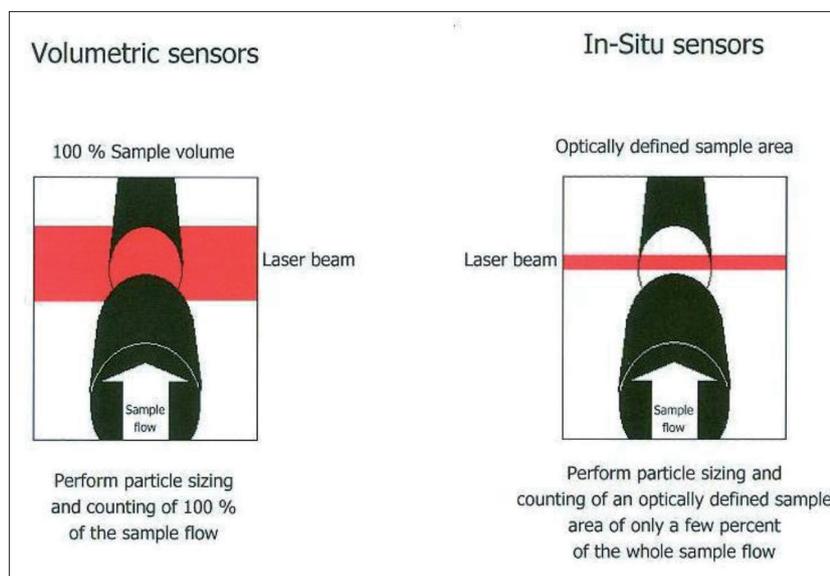
#### 4. DIFERENTES SENSORES DE MEDIDA

Solo los sensores volumétricos garantizan cuantificar el 100% del líquido que atraviesa la célula del sensor, ya que el láser está alineado en toda su apertura. Sin embargo,

los sensores *in situ* solo miden la parte central del paso de la célula, única parte donde está alineado el láser del sensor, por lo que no todas las partículas que atraviesan la célula del sensor son cuantificadas y, por lo tanto, los resultados de las medidas no son los correctos (Figura 4).

Estos sensores *in situ* obviamente no son calibrables bajo ninguna norma ISO, son sensores de bajo coste y, en aplicaciones críticas como las de los inyectables para el cumplimiento de cualquier farmacopea, solo una partícula más o menos puede

**FIGURA 4.** Diferentes sensores.



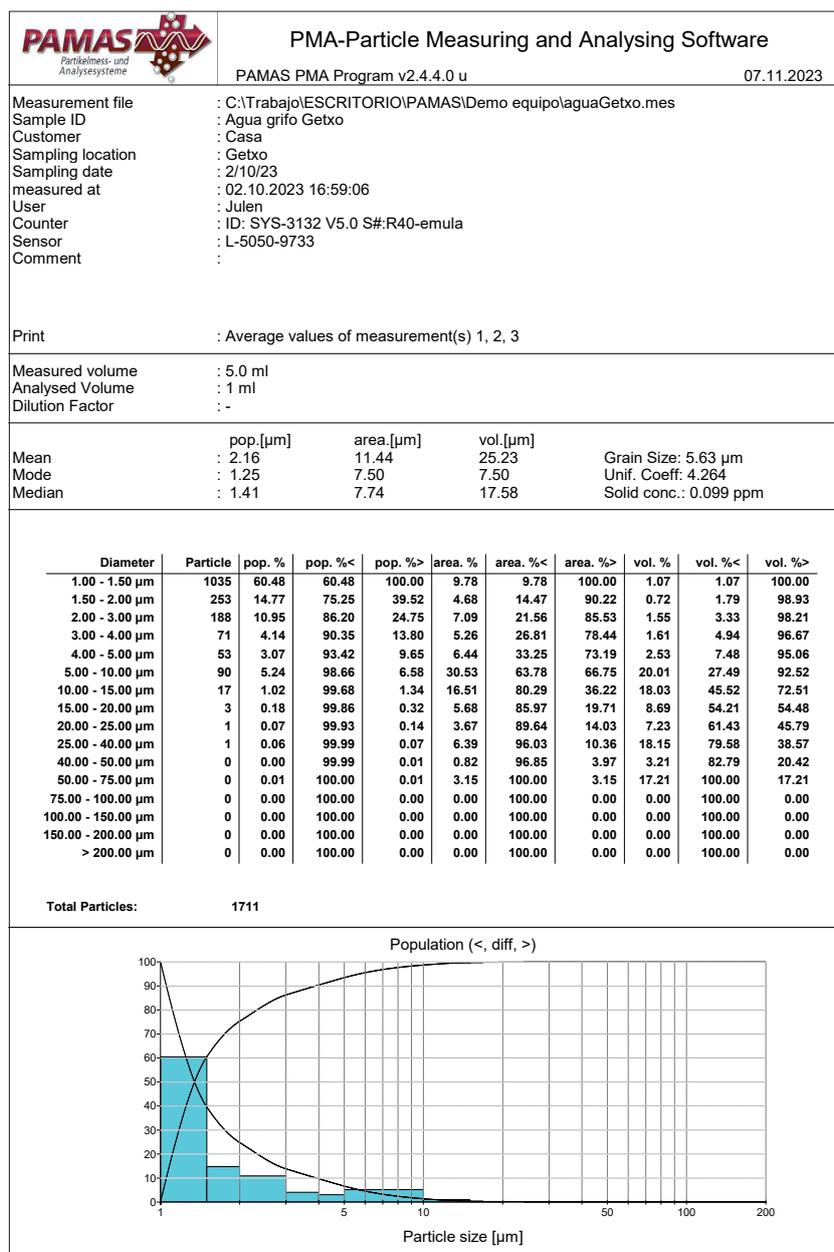
producir la aceptación o rechazo de todo un lote de inyecciones, con las consecuencias económicas que este gasto puede suponer para una empresa farmacéutica. En una depuradora esta precisión, en la actualidad es pura ciencia ficción al jugar en otra liga de contaje.

#### 5. EJEMPLO DE INFORME DE MEDIDA DE AGUA CON APC

La Figura 5 es un ejemplo de un informe de un agua medida con un contador de partículas automático (APC), calibrado bajo la norma ISO 21501-3. Dicho informe está aceptado para muestras de cualquier tipo de agua (desde volúmenes de análisis de 0,1 mL a 2 L), ya que dispone de una bomba de pistón para aspirarla y con un *software* que ofrece una ingente información sobre los tamaños, número de partículas, medias, medianas, modas, promedios en número, área o volumen, coeficientes de uniformidad, tamaño de grano, concentración en sólidos, etc. Es decir, para poder desarrollar un tratamiento estadístico de los resultados de los análisis en el laboratorio sin perder su trazabilidad.



FIGURA 5. Informe de un análisis de agua de Pamas.



## 6 CONCLUSIONES

Frente a una simple verificación, la norma de calibración ISO 21501-3 es necesaria para garantizar la trazabilidad de los contadores de partículas automáticos (APC) en aguas, tal como recomiendan los fabricantes de dichos contadores de partículas.

Los contadores de partículas automáticos (APC) calibrados bajo la norma ISO 21501-3 son una herramienta segura porque dan una ingente

información para tomar decisiones sobre la eficacia de los diferentes pasos de purificación del agua (cálculo directo del beta ratio) desde la floculación, ósmosis inversa, microfiltración, ultrafiltración...), tanto en el laboratorio para analizar muestra a muestra de agua como en línea para monitorizar cualquier punto del proceso de su purificación. Es decir, en cualquier condición de medida (la información siempre es poder para tomar decisiones).

» Los contadores de partículas automáticos (APC) calibrados bajo la norma ISO 21501-3 son una herramienta segura porque ofrecen una ingente información para tomar decisiones sobre la eficacia en la purificación del agua

Todos los modelos de contadores de partículas automáticos de Pamas (tanto los contadores de laboratorio como los equipos para trabajar en línea) se calibran acorde a dicha norma ISO 21501-3 y, de esta forma, se diferencian frente a los monitores de partículas *low cost* y otros sistemas de medida de partículas que no están capacitados para cumplir dicha exigente norma de calibración.

La futura legislación tendría que incorporar este tipo de equipos calibrables para asegurar el mejor control de la calidad de las aguas.

### Bibliografía

- [1] Pérez García, J.M.; Simón Andreu, P.; Abellán Soler, M. (2021). Medición de tamaño y distribución de partículas en tratamientos terciarios de varias EDAR de la Región de Murcia. *Tecnoaqua*, núm. 51, págs. 76-88.
- [2] Malaina, J. (2021). Contadores de partículas por bloqueo de luz como futura herramienta para tomar decisiones en todo tipo de plantas de tratamiento de aguas. *Tecnoaqua*, núm. 52, págs. 60-63.
- [3] Pérez García, J.M.; Penalve García, A.; Simón Andreu, P.; Abellán Soler, M. (2022). Ensayos jar-test y medición del tamaño y distribución de partículas para el control y optimización del tratamiento terciario de una EDAR. *Tecnoaqua*, núm. 53, págs. 46-57.
- [4] ISO 21501-3. Determination of particle size distribution. ISBN: 9780539028089.
- [5] ISO 11171. Calibration of automatic particle counters for liquids. ISBN: 9780580926716.
- [6] IP 577. Determination of the level of cleanliness of aviation turbine fuel - Automatic particle counter method using light extinction. ISBN: IP577-2936450.
- [7] ISO 4406. Method for coding the level of contamination by solid particles. ISBN: 9780580341823.