

MONITORIZACIÓN EN CONTINUO DE LA TURBIDEZ

- Palabras clave

Turbidez, tratamiento, turbidímetro

- Descripción

Según la norma ISO 7027-1:2016 la turbidez se define como la reducción de la transparencia de un líquido causada por la presencia de materia no disuelta, partículas en suspensión, especialmente coloidales como arcillas, limos, granos de sílice, materias orgánicas, etc. La evaluación de la abundancia de estas partículas mide su grado de turbidez. Esta será tanto más pequeña cuanto más eficaz haya sido el tratamiento del agua.

La nefelometría es el método cuantitativo utilizado para la determinación de la turbidez en aguas potables o aguas con baja turbidez, mediante el empleo de nefelómetros ópticos o tecnología láser.

Las medidas de turbidez obtenidas mediante nefelometría se expresan en unidades nefelométricas de formacina (UNF), los resultados generalmente se encuentran en el rango comprendido entre <0,05 UNF y 400 UNF. Dependiendo del diseño y características del equipo utilizado, también puede ser aplicable a aguas de mayor turbidez.

Las medidas de la turbidez pueden verse afectadas por la presencia de sustancias disueltas que absorben la luz (sustancias que proporcionan color). Tales efectos pueden minimizarse llevando a cabo las medidas a longitudes de onda superiores a los 800 nm. Las burbujas de aire también pueden producir interferencias en las medidas, una cuidadosa manipulación de las muestras puede minimizar dicha interferencia. El uso de una fuente de luz infrarroja minimiza el error o desviación ocasionado por la presencia de sustancias que puedan generar absorción y falsear la medición con luz blanca.

El Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro, establece como valores de referencia 0,8 UNF para la salida de ETAP o depósito de cabecera, y en el control operacional, un valor igual o menor a 0,3 UNF, en el 95% de las muestras anuales, en salida proceso de filtración, salida membranas o salida depósito donde se realice el tratamiento. Para el resto de las instalaciones, depósitos de regulación y redes, el valor paramétrico es de 4 UNF. En este sentido es crucial para las instalaciones, especialmente las que suministran más de 10.000 m³/día (en cuyo caso el RD 3/2023 establece la notificación en SINAC del valor medio y máximos diarios de turbidez), disponer de equipos de medición continua de turbidez con elevada precisión, resolución y fiabilidad. La medición en continuo de este parámetro actúa como alerta temprana identificando cambios en la calidad del agua, posibles desviaciones en el proceso de tratamiento y otras situaciones directamente relacionadas con la presencia de sólidos que puedan derivar en problemas de calidad.

- Tratamiento y eliminación de turbidez

El tratamiento debe satisfacer la calidad del agua requerida y mitigar los eventos de cambios bruscos en la calidad del agua de la captación, siendo el objetivo del tratamiento en este sentido, reducir la turbidez del agua captada, minimizando fluctuaciones y suministrando agua tratada de calidad adecuada y homogénea. Se debe tener en cuenta que la reducción de turbidez podría implicar una eliminación importante de contaminación microbiológica y patógenos.

El propio tratamiento puede originar turbidez en el agua, tanto por la adición de reactivos necesarios en el proceso, como en los casos donde no se realice adecuadamente el mismo. Aunque el

tratamiento depende de la naturaleza de las partículas que producen turbidez, el tratamiento de FILTRACIÓN es la barrera más importante para eliminar dichas partículas. La turbidez del agua a tratar se debe tener en cuenta a la hora de elección, diseño y operación de los diferentes procesos de tratamiento. Abastecimientos de pequeño tamaño pueden tener problemas para la eliminación de la turbidez del agua hasta niveles adecuados, debido fundamentalmente al elevado coste por m³ de implantación de los tratamientos adecuados y de operación de estos.

Entre los factores a considerar para la elección del tratamiento estarían:

-Calidad del agua a tratar, tipo de partículas que causan turbidez en suspensión (arcillas, sedimentos, ...), como precipitados químicos (hierro, manganeso, ...), orgánicas (desechos vegetales), organismos y microorganismos.

-Variación temporal de la calidad del agua (cambios bruscos o en diferentes periodos de tiempo, lluvias, aumento del nivel de acuíferos...)

-Necesidad de tratamiento de otros contaminantes.

-Lugar de implantación, disponibilidad de terreno, acceso vehículos, energía, comunicaciones...

-Requerimientos de calidad de agua suministrada (legislación).

-Tamaño del abastecimiento, dotación de agua necesaria del abastecimiento y evolución de esta.

-Necesidades de automatización de la instalación.

-Generación, tratamiento y disposición de residuos (lodos, corrientes de rechazo, aguas de limpieza...)

-Tipo de tratamiento: Convencional, filtración por membranas, otros.

Dentro del control operacional y de proceso se debería llevar a cabo:

- Evaluación sistemática del proceso (rendimientos, caudales, control de procesos, lavados de filtros, etc.).
- Control de calidad de la fuente de captación y variaciones.
- Optimización de la dosificación de reactivos.
- Elección de puntos de dosificación y mezcla.
- Control de pH y temperatura de coagulación.
- Control de purgas de lodos.

- Equipos de medida y mantenimiento

Para llevar a cabo un correcto control operacional que satisfaga los requerimientos de un muestreo en línea, se deberán instalar equipos que cumplan de manera eficaz con dicha monitorización. Existen en el mercado equipos que aportan dicha exigencia de manera precisa y con necesidades de mantenimiento reducidas.

Las unidades nefelométricas de formacina (UNF) están basadas en la medida de la luz difusa de la muestra en un ángulo de 90° con respecto a la luz incidente. Una de las diferencias, entre distintos tipos de tecnologías de equipos de medida, radica en la fuente de luz utilizada en el turbidímetro a partir de la cual se obtiene la reducción de la transparencia en el agua analizada causada por la presencia de materia sin disolver. En la actualidad, los equipos basados en tecnología láser proporcionan gran precisión y sensibilidad a cambios en la turbidez del agua muestreada. Teniendo en cuenta los valores típicos que se van a medir, el turbidímetro debería ser de rango bajo. Otro aspecto importante sería que el instrumento estuviera basado en normas técnicas que conlleve estándares de reconocido prestigio internacional (ISO, EPA, ...). De cara al mantenimiento sería recomendable que el equipo en continuo dispusiera de sistema de autolimpieza.

Para el ajuste del equipo de proceso (medición en continuo) sería aconsejable disponer de

otro equipo de laboratorio (sobremesa) de características similares en cuanto a tecnología de medición, rango y exactitud, con el fin de contrastar ambas medidas y ajustar el equipo de proceso, siguiendo un plan de verificación y de calibración establecido. La frecuencia de verificación debería ser elevada teniendo en cuenta la importancia y la exigencia en continuo del presente control operacional. Se recomiendan plazos de verificación, al menos, semanales. Para facilitar la comparación de mediciones de proceso y de laboratorio para verificar el valor de medición, existen en la actualidad equipos con comunicación RFID (identificación por radiofrecuencia).

Independientemente de los requerimientos que pudiera exigir la autoridad sanitaria, como procedimiento de buenas prácticas a llevar cabo en los equipos de turbidez instalados en línea para control operacional, se podrían documentar los mismos con la siguiente información:

- Descripción del equipo
- Marca y modelo
- Ubicación del sensor
- Ubicación del display
- Método de medición
- Conformidad según norma
- Unidad de medida
- Rango de medida
- Exactitud
- Linealidad
- Precisión
- Plan de verificación y calibración
- Plan de mantenimiento
- Registro de verificación y calibración
- Registro de mantenimiento
- Registro incidencias del equipo
- Manual de usuario del equipo
- Certificaciones del fabricante

- Registro de datos y acceso a la información

Un aspecto importante a la hora de registrar los datos de turbidez estaría en la discriminación de aquellos que no se corresponden con la realidad debido a diversas causas ajenas al normal funcionamiento de la medición en continuo (mantenimiento de equipos, cortes de alimentación eléctrica, paradas en la

producción, etc.). Dichos datos no deberían formar parte del cálculo que se realizara a la hora de obtener un percentil de cumplimiento para el control operacional de cara a posibles auditorías de la autoridad sanitaria (como valor de referencia un valor igual o menor a 0,3 UNF en salida proceso de filtración en el 95 % de las muestras anuales). Generalmente los equipos de medida se pueden programar para que mantengan el último valor medido en caso de mantenimiento, no obstante, las paradas por fallo de alimentación eléctrica o por parada en la producción deberían tenerse en cuenta para que no formaran parte de los datos de cálculo del percentil. Se podría habilitar un libro de mantenimiento-incidencias para el seguimiento de dichas circunstancias. Asimismo, podría establecerse un sistema con base estadística para la detección de datos anómalos.

Teniendo en cuenta que los puntos de muestreo adecuados para la monitorización de la turbidez son las salidas de los procesos de filtración en la ETAP; en salida del depósito donde se realice el tratamiento; y, a la salida del proceso de tratamiento con tecnología de membranas en una desalinizadora, siempre previos a la remineralización u otros procesos como el ajuste de pH que pudieran llevarse a cabo en el tratamiento con la posible subida de turbidez, y, que además, pudiera existir un turbidímetro por filtro, bastidor o por conjunto de agua filtrada o de bastidores o planta de tecnología de membranas, sería conveniente escoger un turbidímetro de referencia. Sería además recomendable disponer de un sistema de discriminación, sobre todo en instalaciones que no funcionen de forma continua, que detectara cuando la planta está parada y así no tener en cuenta los datos proporcionados por el instrumento en línea durante dichos periodos (detector de flujo, caudalímetro de referencia existente, ...)

En el cálculo del percentil, un número poco significativo de falsos datos no incidirá de forma importante en la desviación del valor correcto de percentil. Teniendo en cuenta que la monitorización es continua pero la medida y el cálculo son discretos, se puede programar el instrumento de proceso con el periodo de muestreo que permita el mismo, pudiéndose registrar un valor promedio cada

15 minutos, siendo dicho valor el dato primario de los registros. Sobre la base de datos generada se calcularía el percentil de todos los registrados, así como el valor promedio diario de dichos valores y el valor máximo diario de los mismos. En la medida de lo posible, deberían desecharse falsos datos motivados por causas ajenas al proceso de tratamiento (paradas de planta, mantenimiento de equipos, ...).

La monitorización continua se podría obtener a través de la visualización de datos históricos en el SCADA, pudiéndose implementar al menos dos tipos de gráficos: por un lado, los valores registrados por el instrumento de proceso según su periodo de muestreo relativamente pequeño y, por otro lado, los valores promedio cada 15 minutos de estos. Se podría generar una alarma cada vez que se supere el valor de referencia de 0,3 UNF de dichos valores promedio.

-Referencias bibliográficas

- Norma ISO 7027-1:2016: Calidad del agua. Determinación de la turbidez. Parte 1: Métodos cuantitativos. (ISO 7027-1:2016)

-WHO-FWC-WSH-17.01-eng turbidity información OMS for regulatos water suppliers

-Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Guideline Technical Document Turbidity (Her Majesty the Queen in Right of Canada, represented by the Minister of Health, 2013)

-Guidance Manual for Compliance with the Surface Water Treatment Rules: Turbidity Provisions (Office of Water (4606M) EPA 815-R-20-004 June 2020)

-MWH (2005). Water treatment principles and design. 2nd edition. John Wiley & Sons, New York, New York.

Mayo 2023