



## Índice

1-	Introducción .....	3
2-	Definiciones y abreviaturas .....	3
3-	Objetivos .....	5
4-	Alcance .....	5
5-	Responsabilidades .....	6
6-	Características técnicas de los SAM .....	6
7-	Obras civiles e instalación de los medidores .....	7
a)	Lugar de medida .....	7
b)	Sistemas primarios para la medición de caudal en canal abierto .....	7
c)	Seguridad.....	8
8-	Materiales de referencia .....	8
9-	Mantenimiento y reparaciones .....	8
10-	Ajustes, calibraciones y verificaciones .....	9
a)	Medición de caudal en flujo abierto .....	9
i)	Calibración del dispositivo secundario de medición:.....	9
ii)	Verificaciones.....	9
i)	Verificación inicial fórmula Q(H) del dispositivo primario de medición: .....	10
ii)	Curva de calibración.....	10
b)	Medición de caudal en flujo confinado.....	11
i)	Ajuste y calibración del SAM.....	11
ii)	Verificaciones.....	12
c)	Temperatura.....	12
i)	Calibración del SAM .....	12
ii)	Verificaciones.....	13
d)	pH.....	13
i)	Ajuste del SAM.....	13
ii)	Ajuste del peachímetro portátil.....	13
iii)	Verificaciones.....	13
11-	Cálculo de la incertidumbre expandida.....	14
12-	Validación de datos .....	14



**INSTRUCTIVO PARA EL  
AUTOCONTROL Y EL  
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD  
DE LOS DATOS OBTENIDOS EN  
SISTEMAS DE MEDICIÓN DE  
EFLUENTES EN CONTINUO.**

13- Control de parámetros de vertido.....	14
a) Control de los valores de pH y Temperatura.....	14
b) Control del valor de Fósforo Total.....	15
c) Control del caudal .....	15
d) Control de la conectividad para el envío de datos: .....	15
e) Control de la disponibilidad de los medidores .....	15
f) Control de valores fuera de límite:.....	16
14- Herramientas para el autocontrol.....	16
15- Documentación .....	17
a) Información acerca del SMEC.....	17
i. Método de medida .....	17
b) Certificados de calibración .....	18
c) Certificados de verificación .....	18
d) Verificaciones internas .....	18
16- Referencias.....	19
17- Modificaciones .....	19



## 1- Introducción

Este documento se enmarca en la “Implementación del Sistema de Seguimiento de Monitoreo Continuo de Efluentes”, y forma parte de un conjunto de documentos que a dicho sistema definen.

Establece los criterios que los sujetos de control deben seguir a la hora de la elección del equipamiento de medición, la instalación, el mantenimiento y la calibración/verificación del mismo. También se definen los lineamientos respecto al análisis de los datos obtenidos.

## 2- Definiciones y abreviaturas

**-Ajuste:** Conjunto de operaciones realizadas sobre un sistema de medida para que proporcione indicaciones prescritas, correspondientes a valores dados de la magnitud a medir. (Definición establecida en el documento “Vocabulario Internacional de Metrología”, 3ª edición 2012, Centro Español de Metrología).

**-Calibración:** Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación. (Definición establecida en el documento “Vocabulario Internacional de Metrología”, 3ª edición 2012, Centro Español de Metrología).

**-Disponibilidad:** La disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que nos indica cuánto tiempo está disponible ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante la que se hubiese deseado que funcionase. Típicamente se expresa en porcentaje.

**-Dispositivo primario de medición de caudal:** Son estructuras hidráulicas calibradas, instaladas en el elemento de conducción del fluido, de modo tal que se puedan obtener mediciones de flujo determinando variables físicas en puntos específicos de la estructura.

**-Dispositivo secundario de medición de caudal:** Son elementos que se utilizan en conjunto con los primarios y permiten determinar el flujo real que pasa por el punto de medición.

**-Efluente final:** Fluido procedente de una instalación que es descargado a cuerpo receptor. El mismo no presenta variaciones físico-químicas apreciables desde el lugar de medición a lo largo de su conducción hasta el punto de descarga.

**-Incertidumbre:** Parámetro asociado con el resultado de una medida que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente atribuirse a la medida.



**-Incertidumbre típica:** Incertidumbre de medida expresada como una desviación típica.

**-Incertidumbre típica combinada:** Incertidumbre típica obtenida a partir de las incertidumbres típicas individuales asociadas a las magnitudes de entrada de un modelo de medición.

**-Incertidumbre expandida:** Producto de una incertidumbre típica combinada y un factor mayor que uno.

**-Informe Ambiental de Operación:** Informe donde las empresas reportan sobre su desempeño ambiental para un lapso de tiempo definido.

**-Profesional competente:** Responsable de la operación de la Planta de Tratamiento de Efluentes de un sujeto de control según lo definido en el Decreto 253/79.

**-Rango de certificación:** Rango para el que se ensaya y certifica el SAM.

**-Rango de medida:** Amplitud de las medidas que nominalmente puede efectuar un aparato. Es una característica determinada primeramente por el fabricante y posteriormente concretada mediante la función de calibración.

**-Sistema Automático de Medida (SAM):** Equipamiento para medir en continuo los parámetros físicos y químicos necesarios para la correcta cuantificación de una emisión. Incluye analizador y todos los elementos necesarios para cuantificar la emisión (típicamente dispositivos para la toma y acondicionamiento de la muestra, dispositivos de ensayo y ajuste requeridos para las verificaciones periódicas de su funcionamiento, etc.).

**-Sistema de Medición de Efluentes/Emisiones en Continuo (SMEC):** Equipamiento necesario para medir en continuo todos los parámetros físicos y químicos necesarios para la correcta cuantificación de una emisión, y combinar éstos con la medida para expresar de forma conveniente el valor de emisión de un contaminante. Usualmente incluye: SAM, controladores lógicos programables, equipos informáticos, etc.

**-Verificación:** Comparación de las medidas proporcionadas por el instrumento con las de un material de referencia o un equipo calibrado y de calidad metrológica igual o superior al equipo a verificar, con el fin de confirmar que el equipo mide con un error menor al especificado por el fabricante o menor del requerido para la realización de un determinado trabajo.

**Abreviaturas y simbologías:**


**C:** Concentración.

**DINACEA:** Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental.

**H:** Altura (distancia).

**IAO:** Informe de Ambiental de Operación

**LD:** Límite de Detección.

 <p>Ministerio de Ambiente</p>	<p><b>INSTRUCTIVO PARA EL AUTOCONTROL Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN SISTEMAS DE MEDICIÓN DE EFLUENTES EN CONTINUO.</b></p>	<p><b>IT - ACDA - 014 - 01</b></p> <p>Diciembre 2021</p> <p>Página 5 de 20</p>
---	---	--

**MRP:** Método de Referencia Patrón.

**pH:** Potencial Hidrógeno.

**PTE:** Planta de Tratamiento de Efluentes.

**Q:** Caudal.

**Q<sub>SADI</sub>:** Caudal medio diario de efluente a verter aprobado en trámite SADI (es el volumen de efluente debajo de la curva de variación del caudal diario, y se expresa generalmente en m<sup>3</sup>/día).

**Q<sub>M,SADI</sub>:** Caudal medio de efluente según curva de vertido y período en horas de actividad aprobado en trámite SADI (es la división entre el volumen de efluente debajo de la curva de variación del caudal diario y las horas de vertido, se expresa generalmente en m<sup>3</sup>/hora).

**RLAU:** Red de Laboratorios Ambientales del Uruguay.

**SADI:** Solicitud de Autorización de Desagüe Industrial.

**SMEC:** Sistema de Medición de Efluentes/Emisiones en Continuo.

**SAM:** Sistema Automático de Medida.

**T:** Temperatura.


### 3- Objetivos

Este instructivo establece la metodología a seguir para garantizar la calidad de los datos recibidos por DINACEA a partir de los SMECs. En el mismo se hará referencia a los siguientes temas:

- Características mínimas que deberá cumplir el equipamiento seleccionado por el sujeto de control.
- Requisitos de instalación, operación y mantenimiento.
- Actividades de ajuste/calibración/verificación.
- Contenido mínimo de los informes de calibración.
- Criterios para el autocontrol.

### 4- Alcance

Todas los sujetos de control a los cuales DINACEA exija contar con un SMEC para el control continuo de sus efluentes.

 <p>Ministerio de Ambiente</p>	<p><b>INSTRUCTIVO PARA EL AUTOCONTROL Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN SISTEMAS DE MEDICIÓN DE EFLUENTES EN CONTINUO.</b></p>	<p><b>IT - ACDA - 014 - 01</b></p> <p>Diciembre 2021</p> <p>Página 6 de 20</p>
---	---	--

## 5- Responsabilidades

### Sujetos de control:

- Adquirir los SAM de acuerdo a las especificaciones que define este documento.
- Mantener los SAM según lo especificado por el fabricante, el instalador y de acuerdo a la experiencia de uso.
- Realizar todos los procedimientos de ajuste, calibración y verificación que se definen en este documento.
- Mantener y tener a disposición de DINACEA todos los registros históricos asociados al SMEC por un período mínimo de 3 años.
- Transmitir los datos generados por el SMEC de acuerdo al IT-ACDA-007 (Instructivo para la transmisión de datos del monitoreo continuo de emisiones).
- Instalar correctamente y mantener los equipos en buenas condiciones.
- Evaluar periódicamente el rango de calibración.
- Asegurar que los informes de calibración estén completos y sean realizados en base a normativas internacionales acordes.
- Verificar que la calibración de los SAM se adecúe a lo que este documento define y sea ejecutada por personal idóneo.

### Profesional Competente:

- El Profesional Competente de cada Planta de Tratamiento de Efluentes, será responsable del seguimiento de los reportes obtenidos a partir de los SMECs, y en particular, según el Artículo 27 del Decreto 253/79, será responsable de las acciones a tomar en el caso de que el sistema reporte valores fuera de los estándares.

## 6- Características técnicas de los SAM

### Características generales

- El instrumento debe estar capacitado para medir en las condiciones de vertido previstas.
- Debe ser capaz de funcionar de forma autónoma durante un período prolongado de tiempo.
- Debe ser robusto y resistente para un funcionamiento óptimo bajo condiciones ambientales extremas.
- Debe disponer de una alarma al sistema informático para cuando el equipo esté fuera de operación o en calibración.
- Los equipos para la medición de Fósforo Total deberán tener la funcionalidad de auto-ajuste.

### Rango de operación del equipo

- **Fósforo Total:** deberá cubrir el rango de 0.05 mg/L a 2 veces el Valor Límite aprobado por DINACEA.



- **pH:** deberá cubrir el rango de 0 a 12.
- **Temperatura:** Deberá cubrir el rango de 0 °C a 60 °C.
- **Caudal:** Deberá cubrir al menos 3 veces  $Q_{M,SADI}$ .<sup>1</sup>

### Incertidumbres

Los equipos instalados deberán ser tales que, para cada medida, la incertidumbre expandida de un único valor medido, no exceda los siguientes valores:

Parámetro	Incertidumbre expandida requerida ( $u_R$ )
Caudal	$u_{\text{caudalímetro}} = 8\% \text{ de Valor Límite}^2$
pH	$u_{\text{pH}} = 0.2$
Temperatura	$u_{\text{Temp}} = 0.3 \text{ °C}$
Fósforo Total	$u_{\text{Fósforo Total}} = 10\% \text{ de Valor Límite}$

Tabla 1

## 7- Obras civiles e instalación de los medidores

A continuación se mencionan los requerimientos y características constructivas a tener en cuenta para la instalación de los instrumentos de medición, de modo de poder realizar el monitoreo de forma segura y en puntos representativos.

### a) Lugar de medida

Para la medición de los parámetros de vertido, la toma de medidas deberá ser aguas abajo de la última unidad de la PTE, previendo que el punto de extracción/medición sea representativo del vertido total. En el caso de que la PTE cuente con cámara de muestreo de efluente final, se sugiere que estas extracciones/mediciones sean tomadas en este sitio. Particularmente para la medición de caudal, la ubicación del caudalímetro deberá ser en el lugar definido en SADI, si es que en este trámite se definió.

### b) Sistemas primarios para la medición de caudal en canal abierto

Existe una amplia gama de sistemas primarios para la medición de caudal, pero en nuestro país, suelen utilizarse canales Parshall o cámaras vertedero de pared delgada de dimensiones específicas, acompañados por sensores de nivel.

Si se decide medir el caudal a través de un vertedero de pared delgada, se sugiere que la construcción del mismo sea de acuerdo a las especificaciones propuestas en el documento "Guía para medición de caudales de efluentes industriales", versión 2 del 28 de septiembre del 2004.

<sup>1</sup> El rango de operación del equipo podrá ser menor en casos debidamente justificados.

<sup>2</sup> Se hace referencia al valor límite como el caudal máximo instantáneo según trámite SADI ( $1.5 * Q_{M,SADI}$  para el caso de vertido a curso, y  $2.5 * Q_{M,SADI}$ , para el caso de vertido a colector).



Si se decide medir el caudal a través de un canal Parshall, se sugiere que la construcción del mismo sea de acuerdo a las normas ASTM D1941, ISO 9826, o equivalentes.

Se podrá utilizar otros sistemas primarios siempre que se aseguren los requisitos de incertidumbre establecidos en este documento.

Tanto los vertederos como los canales deberán tener una regla fija instalada en el lugar donde debe registrarse el tirante para obtener la medida de caudal.

### **c) Seguridad**

En el caso de que los SAM estén instalados en una zona lejana a la planta, es aconsejable asegurar los dispositivos de medición con una celda de seguridad, construida con rejas o cercado perimetral, de forma de que estén protegidos del vandalismo.

## **8- Materiales de referencia**

Los reactivos buffer y las soluciones de calibración/verificación deberán disponer de un certificado de trazabilidad y tener la fecha de vencimiento vigente. Las entidades generadoras de los reactivos y soluciones incluidos en este punto, deberán estar acreditados ISO/IEC 17025 y/o ISO 17043. Deberán almacenarse según las especificaciones del fabricante.

## **9- Mantenimiento y reparaciones**

El mantenimiento y su frecuencia de ejecución deberá llevarse a cabo de acuerdo al Manual de Mantenimiento del SAM del fabricante.


### Sugerencias para la ejecución de mantenimientos/reparaciones de la instrumentación de medida

- Procurar que todos los repuestos sean originales e instalados por un técnico idóneo.
- Antes de realizar cualquier modificación a los SAM, consultar con los representantes de la marca a modo que se pueda demostrar que estos cambios de diseño no degradan el rendimiento del equipo.
- Tener en stock los repuestos utilizados en mantenimientos preventivos.

### Sugerencias para la ejecución de mantenimientos en los vertederos/canales para la medición de caudal

- En el caso de que haya presencia de espuma en la zona donde se coloque el medidor de nivel, se sugiere implementar un sistema antiespumante o algún otro tipo de dispositivo para que la medida del sensor de nivel no sea alterada.
- Mantener el vertedero/canal para asegurar que las condiciones de diseño se conserven. Se deberá asegurar que este dispositivo primario permanezca libre de lodos, vegetación o algún otro tipo de obstrucciones.



 <p>Ministerio de Ambiente</p>	<p><b>INSTRUCTIVO PARA EL AUTOCONTROL Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN SISTEMAS DE MEDICIÓN DE EFLUENTES EN CONTINUO.</b></p>	<p><b>IT - ACDA - 014 - 01</b></p> <p>Diciembre 2021</p> <p>Página 9 de 20</p>
---	---	--

- En caso de que el diseño de la unidad tenga previsto una descarga libre, se deberá asegurar que la canalización aguas debajo de la misma no presente obstrucciones que provoquen inundaciones o encharcamientos.

## 10- Ajustes, calibraciones y verificaciones

### a) Medición de caudal en flujo abierto

Para la medición de caudal en flujos abiertos se utilizan vertederos o canales con geometría conocida de modo de poder estimar el caudal que pasa a través de ellos en función de la altura del fluido. Todo vertedero/canal debe tener una regla fija con una accesibilidad adecuada para realizar las mediciones.

Se deberá determinar una metodología para realizar calibraciones/verificaciones al SAM a través de un Método de Referencia Patrón. Para esto, se deberá disponer de las instalaciones necesarias que permitan realizar las medidas de referencia con la precisión necesaria para asegurar los requisitos de incertidumbre definidos en este documento.

#### Dispositivo secundario de medición (sensor de nivel)

##### i) Calibración del dispositivo secundario de medición:

La calibración del medidor de nivel deberá realizarse con un proveedor idóneo, con una frecuencia mínima bienal. El rango de calibración deberá cubrir las distancias comprendidas entre la altura máxima a la que el dispositivo primario es capaz de medir y  $h=0$ . Los certificados de calibración deberán contener la información presentada en el punto 15.b.


##### ii) Verificaciones

Las verificaciones para la medición del caudal en flujo abierto se deberán hacer con una frecuencia mínima semanal. Se deberá utilizar la regla fija del canal y la persona encargada deberá comparar la medida observada con la reportada por el SAM.

Se deberá cumplir:

$$|H_{Regla} - H_{SAM}| \leq 2 \text{ cm}$$

En el caso de que no se cumpla esta desigualdad, deberá hacerse un ajuste y una nueva calibración al sistema de medición secundario.

 <p>Ministerio de Ambiente</p>	<p><b>INSTRUCTIVO PARA EL AUTOCONTROL Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN SISTEMAS DE MEDICIÓN DE EFLUENTES EN CONTINUO.</b></p>	<p><b>IT - ACDA - 014 - 01</b></p> <p>Diciembre 2021</p> <p>Página 10 de 20</p>
---	---	---

**Dispositivo primario de medición (vertedero/canal)**

**i) Verificación inicial fórmula Q(H) del dispositivo primario de medición:**

Una vez instalado el vertedero/canal, deberá verificarse la fórmula Q(H) sugerida por el constructor, donde H corresponde a la altura medida.

Una vez calibrado el medidor de nivel, deberá realizarse una primera verificación de la ecuación del caudal con un instrumento de medición portátil.

El certificado de verificación deberá incluir información relativa al instrumento de medición portátil. Se deberá contar con el certificado de calibración del instrumento portátil, el cual deberá estar vigente y con un rango de medición certificado que deberá cubrir a los caudales a medir. Este certificado de calibración deberá informar la incertidumbre de medida que deberá permitir cumplir con los requisitos de incertidumbre que este documento define.

Los certificados de calibración deberán incluir las especificaciones técnicas del instrumento portátil. A partir de las mismas, se deberá verificar que las condiciones en las que se hayan tomado las medidas hayan estado de acuerdo a las sugerencias técnicas del fabricante del instrumento portátil.

Se harán un mínimo de 6 medidas en paralelo y para todas deberá verificarse un error relativo menor al 15%, debiendo ser inferior al 10% para el rango entre  $0.5Q_{M,SADI}$  y  $1.5 Q_{M,SADI}$ :

Q	$Q_{SAM}$	$Q_{MRP}$	Error relativo= $ Q_{SAM} - Q_{MRP}  / Q_{MRP}$
0 - $0.5 Q_{M,SADI}$			
$0.5 Q_{M,ADI} - 0.8 Q_{M,SADI}$			
$0.8 Q_{M,SADI} - 1.5 Q_{M,SADI}$			

Tabla 4<sup>3</sup>

En el caso de que esta verificación no se compruebe, deberá corregirse la curva de calibración o la geometría del vertedero/canal hasta lograr la verificación.

**ii) Curva de calibración**

La fórmula de caudal para la mayoría de los dispositivos primarios tienen la siguiente forma:

$$Q = A * H^B$$

<sup>3</sup> En el caso de que la operativa de la planta no permita el estudio de algunos de los rangos de caudal propuestos, se podrá completar las 6 medidas con otros caudales, siempre previendo cubrir el rango más amplio posible, justificando esto en la documentación relativa a la verificación (15 c.).



**INSTRUCTIVO PARA EL  
AUTOCONTROL Y EL  
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD  
DE LOS DATOS OBTENIDOS EN  
SISTEMAS DE MEDICIÓN DE  
EFLUENTES EN CONTINUO.**

Para la nueva obtención de las constantes A y B, la función de caudal se linealizará para poder aplicar Mínimos Cuadrados:

$$\text{Log}(Q)=B*\text{Log}(H)+\text{Log}(A)$$

Se deberá obtener las nuevas constantes A y B, con un mínimo de 8 mediciones en paralelo con un MRP, que cubran todo el rango de medición (H=0; H=HMax).

Q <sub>MRP</sub>	H	Log(Q <sub>MRP</sub> )	Log(H)	Log(Q <sub>MRP</sub> )* Log(H)	Log(H) <sup>2</sup>

Tabla 3

Se hallará las constantes A y B resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\sum_{i=1}^N \text{Log}(Q_i) = \text{Log}(A) * N + B * \sum_{i=1}^N \text{Log}(H_i)$$

$$\sum_{i=1}^N \text{Log}(Q_i) * \text{Log}(H_i) = \text{Log}(A) * \sum_{i=1}^N \text{Log}(H_i) + B * \sum_{i=1}^N (\text{Log}(H_i))^2$$

Deberá verificarse nuevamente la Tabla 4 En el caso de que no se verifique, la geometría del vertedero/canal deberá ser corregida hasta conseguir la verificación exigida.

### **b) Medición de caudal en flujo confinado**

Se deberá determinar una metodología para realizar calibraciones/verificaciones al SAM a través de un Método de Referencia Patrón. Para esto, se deberá disponer de las instalaciones necesarias que permitan realizar las medidas de referencia con la precisión necesaria para asegurar los requisitos de incertidumbre definidos en este documento.

#### **i) Ajuste y calibración del SAM**

Cuando alguna verificación no se cumpla, el SAM deberá ser ajustado con un proveedor idóneo, de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Posterior al ajuste, el mismo deberá ser calibrado. La



calibración de este instrumento podrá realizarse en un banco de calibración o in-situ. Los certificados de calibración deberán contener la información presentada en el punto 15.b.

### ii) Verificaciones

Una vez instalado el caudalímetro, deberá realizarse una primera verificación, la cual se deberá repetir como mínimo una vez cada dos años a partir del primer certificado de verificación.

Se harán un mínimo de 6 medidas en paralelo y para todas deberá verificarse un error relativo menor al 15%, debiendo ser inferior al 10% para el rango entre  $0.5Q_{M,SADI}$  y  $1.5Q_{M,SADI}$

Q	$Q_{SAM}$	$Q_{MRP}$	Error relativo= $ Q_{SAM} - Q_{MRP}  / Q_{MRP}$
0 - $0.5 Q_{M,SADI}$			
$0.5 Q_{M,SADI} - 0.8 Q_{M,SADI}$			
$0.8 Q_{M,SADI} - 1.5 Q_{M,SADI}$			

Tabla 5<sup>4</sup>

El certificado de verificación deberá incluir información relativa al instrumento de medición portátil. Se deberá contar con el certificado de calibración del instrumento portátil, el cual deberá estar vigente y con un rango de medición certificado que deberá cubrir a los caudales a medir. Este certificado de calibración deberá informar la incertidumbre de medida que deberá ser inferior al 5% de la lectura del instrumento (intervalo de confianza del 95%).

Los certificados de verificación del SAM deberán incluir las especificaciones técnicas del instrumento portátil. A partir de las mismas, se deberá verificar que las condiciones en las que se hayan tomado las medidas hayan estado de acuerdo a las sugerencias técnicas del fabricante del instrumento portátil.


En el caso de que esta verificación no se compruebe, deberá hacerse un ajuste con una posterior calibración.

## c) Temperatura

### i) Calibración del SAM

La calibración de este instrumento deberá realizarse con un proveedor idóneo, con una frecuencia

<sup>4</sup> En el caso de que la operativa de la planta no permita el estudio de algunos de los rangos de caudal propuestos, se podrá completar las 6 medidas con otros caudales, siempre previendo cubrir el rango más amplio posible, justificando esto en la documentación relativa a la verificación (15 c.).

 <p>Ministerio de Ambiente</p>	<b>INSTRUCTIVO PARA EL AUTOCONTROL Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN SISTEMAS DE MEDICIÓN DE EFLUENTES EN CONTINUO.</b>	<b>IT - ACDA - 014 - 01</b>  Diciembre 2021  Página 13 de 20
---	--	--

mínima bienal. Los certificados de calibración deberán contener la información presentada en el punto 15.b.

#### **ii) Verificaciones**

Las verificaciones para la medición de temperatura se harán mensualmente. Se deberá utilizar un termómetro portátil con un certificado de calibración vigente.

Se deberá cumplir:

$$|T(\text{termómetro}) - T(\text{SMEC})| \leq 0.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En el caso de que no se cumpla esta desigualdad, el SAM deberá ser re-calibrado.

### **d) pH**

#### **i) Ajuste del SAM**

El ajuste de este instrumento deberá realizarse con la frecuencia que el fabricante recomiende por un operario en planta capacitado. Las soluciones de calibración utilizadas deberán cumplir las condiciones definidas en el punto 8. Estos ajustes deberán ser registrados y documentados en planta.

#### **ii) Ajuste del peachímetro portátil**

El ajuste de este instrumento deberá hacerse semanalmente previo a las verificaciones. Las soluciones de calibración utilizadas deberán cumplir las condiciones definidas en el punto 8. Estos ajustes deberán ser registrados y documentados en planta.

#### **iii) Verificaciones**


Las verificaciones para la medición del pH se harán semanalmente con un peachímetro portátil.

Se deberá cumplir:

$$|pH(\text{peachímetro}) - pH(\text{SMEC})| \leq 0.3$$

En el caso de que no se cumpla esta desigualdad, el SAM deberá ser ajustado o llevado a mantenimiento.

Las verificaciones deberán ser registradas y documentadas con la información definida en el punto 15.c.

 <p>Ministerio de Ambiente</p>	<p><b>INSTRUCTIVO PARA EL AUTOCONTROL Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN SISTEMAS DE MEDICIÓN DE EFLUENTES EN CONTINUO.</b></p>	<p><b>IT - ACDA - 014 - 01</b></p> <p>Diciembre 2021</p> <p>Página 14 de 20</p>
---	---	---

## 11- Cálculo de la incertidumbre expandida

Considerando que la incertidumbre típica ( $u_c$ ), tiene suficiente fiabilidad porque está basada en un número de muestras suficientemente grande, y asumiendo que los resultados siguen una distribución Normal, se utilizará un valor de  $k=1,96$  para el intervalo de confianza del 95% para el cálculo de la incertidumbre expandida ( $u$ )<sup>5</sup>.

$$u = k * u_c$$

## 12- Validación de datos

La validación de datos será explicitada junto al dato reportado, acorde a lo expuesto en IT-ACDA-007.

Son datos inválidos los monitoreados durante rutinas de verificación interna o calibración (en el caso de que el SAM sea retirado de su ubicación, o las condiciones de vertido sean alteradas), mal funcionamiento del SMEC, mediciones fuera del rango de calibración o datos generados durante el mantenimiento del SAM.

## 13- Control de parámetros de vertido

En esta sección se informa el criterio para verificar el cumplimiento de la condición de vertido emitida para cada sujeto de control aplicable a datos válidos. Los límites a considerar serán los establecidos en el Decreto 253/79 y en cada autorización.

### a) Control de los valores de pH y Temperatura

El valor reportado de pH deberá cumplir:

$$pH(Minimo) - u_{pH} \leq pH_{reportado} \leq pH(Máximo) + u_{pH}$$

El valor reportado de Temperatura deberá cumplir:

$$Temperatura_{reportado} < Temperatura(Máximo) + 0.5^{\circ}C$$

<sup>5</sup> Según lo definido en el documento “Estimación de incertidumbres, Guía GUM”, el cual se hace referencia en este instructivo.



### **b) Control del valor de Fósforo Total**

Para el control de este parámetro, se considerarán los resultados reportados a partir de muestras simples. Para esto se deberá trabajar con Laboratorios pertenecientes a la RLAU y/o al Directorio de Laboratorios Ambientales del Uruguay, que utilicen las metodologías de referencia nacionales, 4013UY o 4014UY

### **c) Control del caudal**

Para el control de este parámetro, acorde a lo dispuesto por el Decreto 253/79, a partir de los reportes enviados cada 10 minutos, se calculará:

$$Q_{\text{acumuladodiario}}(\text{Día } X) = \sum_{i=1}^{6 \cdot 24} Q_{\text{reportado},i} * \Phi_{\text{caudalímetro}}$$

El acumulado diario tendrá que ser calculado a partir de las 00:10 hs hasta las 24:00 hs de un mismo día.

Los valores de  $Q_{\text{acumuladodiario}}$  deberán cumplir:

$$Q_{\text{acumuladodiario}}(\text{Día } X) \leq Q_{\text{SADI}} + u_{\text{caudalímetro}} * \sqrt{\left( \sum_{i=1}^{6 \cdot 24} \Phi_{\text{caudalímetro}} \right)}$$

### **d) Control de la conectividad para el envío de datos:**

La conectividad se evaluará con la siguiente ecuación, y deberá ser lo más cercana posible al 100%.

$$\% \text{ Conectividad} = \frac{\text{Cantidad de datos enviados}}{6 * 24 * 365} * 100$$

### **e) Control de la disponibilidad de los medidores**

La disponibilidad se evaluará anualmente, del 1ro de enero al 31 de diciembre de cada año. Para todos los SAM, se deberá cumplir:



*%Disponibilidad > 80%*

La disponibilidad para el caudalímetro se calcula de la siguiente forma:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Cantidad de datos (Estado medidor = 1)}}{6 * 24 * 365} * 100$$

La disponibilidad para el resto de los SAM se calcula de la siguiente forma:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Cantidad de datos (Estado emisor = 1, Estado medidor = 1)}}{\text{Cantidad de datos (Estado emisor = 1)}} * 100$$

#### **f) Control de valores fuera de límite:**

$$\% \text{ valores fuera de límites} = \frac{\text{cantidad de datos fuera de límites (status medidor = 1 y status emisor = 1)}}{\text{cantidad de datos con status emisor = 1}}$$

## **14- Herramientas para el autocontrol**

A partir de lo definido en el Capítulo 13, se presentan las siguientes herramientas, las cuales serán de utilidad para el sujeto de control.

- 1) Sistema de alarmas y gráficos de control, en función de los parámetros medidos en forma continua.

Para los parámetros de control, se sugiere que el sujeto de control implemente un sistema de alarmas que comunique tanto a los operadores de planta como al profesional competente del sujeto de control cuando los parámetros medidos superen los límites aprobados.

Además, se sugiere que el sujeto de control cuente con un visualizador de gráficos de control para los parámetros medidos.

- 2) El sujeto de control deberá realizar la evaluación de los datos medidos por el SAM con una frecuencia mínima de una vez por mes:
  - % conectividad en el mes





- % disponibilidad en el mes.
- Tiempo fuera de límites para cada parámetro de control; análisis de causas.

Período analizado:					
Parámetros de control	Límite aprobado	% conectividad	% disponibilidad	% valores fuera de límites	Observaciones <sup>6</sup>
Caudal acumulado diario					
Caudal máximo					
pHsuperior					
pHinferior					
Temperatura					
Fósforo Total					

Tabla 6


## 15- Documentación

La siguiente documentación deberá estar disponible para DINACEA

### a) Información acerca del SMEC

- Empresa suministradora de equipos.
- Empresa instaladora.
- Empresa responsable de la calibración/verificación..
- Primer certificado de calibración
- Técnico de planta responsable de la instrumentación.
- Layout del sistema de control, de las conexiones eléctricas y de las conexiones informáticas.
- Marca y modelo de todo el equipamiento.
- Plano con la ubicación del sistema de medición
- Características técnicas de los instrumentos, en particular:
  - i. Método de medida
  - ii. Rango de medición
  - iii. Precisión/errores/incertidumbres
  - iv. Homologaciones
  - v. Protocolos de comunicación
- Metodología para calibración/verificación de caudalímetro.
- Características técnicas del sistema informático.

<sup>6</sup> Especificar causalidades y analizar comportamientos periódicos y/o repetitivos.

 <p>Ministerio de Ambiente</p>	<p><b>INSTRUCTIVO PARA EL AUTOCONTROL Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN SISTEMAS DE MEDICIÓN DE EFLUENTES EN CONTINUO.</b></p>	<p><b>IT - ACDA - 014 - 01</b></p> <p>Diciembre 2021</p> <p>Página 18 de 20</p>
---	---	---

- Características técnicas del sistema de control.
- Especificación del cálculo de los promedios de 10 minutos reportados.
- Programa de mantenimiento de equipos: mantenimientos, calibraciones y verificaciones.
- Trazabilidad de incidencias sobre el SMEC (desperfectos técnicos, mantenimientos, ajustes, calibraciones y verificaciones)
- Plan de autocontrol.

### **b) Certificados de calibración**

Los certificados de calibración deberán estar disponibles para DINACEA, y deberán contener la siguiente información:

- Persona responsable de la calibración, con documentación que acredite su idoneidad técnica.
- Laboratorio analítico (si aplica).
- Métodos de referencia patrón utilizados.
- Norma/protocolo utilizado para la calibración.
- Instrumentación utilizada en laboratorio con su respectivo certificado de calibración.
- Rango válido de calibración.
- Fecha de vigencia.
- Incertidumbre de medida para todo el rango calibrado, calculada para un intervalo de confianza del 95%.

### **c) Certificados de verificación**


Los certificados de verificación deberán estar disponibles para DINACEA, y deberán contener la siguiente información:

- Persona responsable de la verificación, con documentación que acredite su idoneidad técnica.
- Métodos de referencia patrón utilizados.
- Instrumento con que se realizó la medida comparativa, identificando su respectivo certificado de calibración.
- Error absoluto o error relativo.

### **d) Verificaciones internas**

Se deberá tener un registro de las verificaciones definidas en el Capítulo 10 para todos los parámetros de control. Este registro deberá estar disponible para DINACEA y deberá contener la siguiente información:

- Persona que realizó la verificación.
- Fecha y hora.

 <p>Ministerio de Ambiente</p>	<b>INSTRUCTIVO PARA EL AUTOCONTROL Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS EN SISTEMAS DE MEDICIÓN DE EFLUENTES EN CONTINUO.</b>	<b>IT - ACDA - 014 - 01</b>  Diciembre 2021  Página 19 de 20
---	--	--

- Medida del SMEC.
- Medida comparativa.
- Instrumento con que se realizó la medida comparativa, identificando su respectivo certificado de calibración.
- Error absoluto o error relativo.

## 16- Referencias

- GUÍA PARA MEDICIÓN DE CAUDALES DE EFLUENTES INDUSTRIALES (VERSIÓN 2, 28/09/2004), Departamento de Emisiones al Ambiente, DINAMA. [https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/317073/mod\\_resource/content/1/Guia\\_Medicion\\_Caudales.pdf](https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/317073/mod_resource/content/1/Guia_Medicion_Caudales.pdf) (Accedido el 28/09/2021).
- Vocabulario Internacional de Metrología 3ª edición 2012, Centro Español de Metrología. <http://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf> (Accedido el 28/09/2021).
- Estimación de incertidumbres, Guía GUM. Mª Mar Pérez Hernández, Centro Español de Metrología. [https://www.uv.es/meliajl/Docencia/WebComplementarios/GuiaGUM\\_e\\_medida.pdf](https://www.uv.es/meliajl/Docencia/WebComplementarios/GuiaGUM_e_medida.pdf) (Accedido el 28/09/2021).
- Guidelines for Online continuous monitoring system for Effluents (07/11/2017), CENTRAL POLLUTION CONTROL BOARD PARIVESH BHAWAN, Government of India. <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Revised%20Guidelines%20for%20Real-time%20Effluent%20Quality%20Monitoring%20System.pdf> (Accedido el 28/09/2021).
- Monitoring emissions to air, land and water (MCERTS, Environmental Agent, Government of UK. <https://www.gov.uk/government/collections/monitoring-emissions-to-air-land-and-water-mcerts#water-monitoring> (Accedido el 28/09/2021).

## 17- Modificaciones

### Diciembre 2021 – Versión 01:

- Referencias ante creación del Ministerio de Ambiente y DINACEA.
- Se definen y agregan los siguientes caudales:  $Q_{SADI}$ ,  $Q_{M,SADI}$
- Punto 8 –Se agregan condiciones para preparación de materiales de referencia.
- Punto 10 - Se retiraron condiciones de ajuste para instrumental automático de medición de Fósforo Total.
- Punto 13
  - Se aceptan ensayos de muestras simples para Fósforo Total, realizados por laboratorios de la RLAU con las metodologías de referencia Nacional.



Ministerio  
de Ambiente

**INSTRUCTIVO PARA EL  
AUTOCONTROL Y EL  
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD  
DE LOS DATOS OBTENIDOS EN  
SISTEMAS DE MEDICIÓN DE  
EFLUENTES EN CONTINUO.**

**IT - ACDA - 014 - 01**

Diciembre 2021

Página 20 de 20

- Se modifica ecuación de % disponibilidad para caudalímetro.
- Se definen %conectividad y %valores fuera de límites.
- Se incluye fila para período analizado, en tabla 6 de autocontrol.
- Punto 14 – Se modifica cuadro para autocontrol.