

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<b>INSTRUCTIVO DE VERIFICACIÓN DE MATERIAL VOLUMÉTRICO</b>	Código: M-S-LC-I081
		Versión : 02
		Fecha: 21/10/2020
		Página: 1 de 10

## 1. OBJETIVO

Establecer los lineamientos y procedimientos para la verificación de material volumétrico utilizado en el Laboratorio de Calidad Ambiental del IDEAM.

## 2. ALCANCE

El procedimiento enunciado esta dado para la verificación de transferpipetas de monocal de piston, buretas automáticas y material volumétrico aforado de contención (IN) como por ejemplo balones aforados y de expulsión (EX) como pipetas y buretas. Todas las verificaciones deberán ser realizadas en condiciones de presión y temperatura del medio ambiente.

## 3. DEFINICIONES

**Transferpipeta monocal:** es un dispositivo mecánico utilizado para pipetear de forma rápida y con una sola mano. Funciona mediante un freno ajustable que permite la graduación para tomar volúmenes de forma precisa. El tipo monocal se refiere al uso de una única punta para toma y expulsión del líquido.

**Bureta automática:** Se refiere a la bureta automática que hace parte de dosificadores o de los tituladores automáticos.

**Material volumétrico tipo “EX”:** se refiere al material de vidrio de laboratorio, aforado, que cuenta con una boca de salida, como pipetas y buretas. La cantidad de líquido expulsado corresponde exactamente a la indicación de volumen impresa en el aparato.

**Material volumétrico tipo “IN”:** se refiere al material de vidrio de laboratorio, aforado, que cuenta con una boca de entrada, matraces aforados y probetas graduadas. La cantidad de líquido contenido corresponde exactamente a la indicación de volumen impresa en el aparato

**Factor Z:** es el factor que se utiliza para la corrección de volúmenes medidos. En este factor esta contenido la influencia que tiene sobre la medida parámetros como: la masa específica del peso de la balanza, la densidad del agua en función de la temperatura, la densidad atmosférica en función de la presión del aire, de la temperatura y de la humedad relativa del aire del 40 a 90 %; y el coeficiente de expansión de aparato

## 4. ASPECTOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Revisar el Manual E-SGI-ST-M001 Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo y utilizar los implementos de seguridad: bata, pantalón, zapatos antideslizantes, gafas de seguridad y tapaboca.

## 5. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

- Balanza analítica con resolución de 0.0001.
- Erlenmeyer de 50 mL y 100 mL.
- Agua tipo II
- Termómetro de escala no mayor de 0.2°C
- Vidrio reloj pequeño
- Transferpipeta monocal de pistón, de valor nominal único o variable
- Recipientes auxiliares para el agua.

	<b>INSTRUCTIVO DE VERIFICACIÓN DE MATERIAL VOLUMÉTRICO</b>	Código: M-S-LC-I081
		Versión : 02
		Fecha: 21/10/2020
		Página: 2 de 10

- Bureta automática a verificar
- Pipetas aforadas a verificar.
- Bureta de vidrio a verificar
- Balones aforados a verificar.
- Probetas aforadas a verificar
- Recipientes auxiliares para el agua.

## 6. LIMITACIONES E INTERFERENCIAS

La temperatura y la presión atmosférica son variables que tienen incidencia en la densidad del agua es por esto que se realiza una corrección multiplicando la masa por el factor Z. De acuerdo con el Estudio de la caracterización climática de Bogotá publicado por el IDEAM, donde se analizan las variables meteorológicas medidas en Bogotá en un periodo de 30 años, la presión atmosférica en la ciudad es menor a 800 kPa. Por tanto, las verificaciones aquí descritas están limitadas al uso del factor Z cuando la presión es menor a 800 kPa.

## 7. CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Para asegurar la calidad de los resultados, es necesario que la balanza cuente con calibración y mantenimiento preventivo de acuerdo a la periodicidad especificada en los programas de mantenimiento del laboratorio. Así mismo, el día en que se realiza la verificación volumétrica la balanza deberá ser verificada antes de su uso.

## 8. DESARROLLO

### 8.1 Principio del método

Se debe realizar la verificación de transferpipetas, buretas automáticas y material volumétrico aforado. La verificación consiste en este caso en determinar la masa de un líquido de densidad conocida, en este caso agua. La temperatura y la presión atmosférica son variables que tienen incidencia en la densidad del agua, de acuerdo con la norma ASTM E 542, el cálculo de volumen de agua medido se realiza mediante la siguiente fórmula matemática:

$$V_{20} = (W_2 - W_1) \left( \frac{1}{\rho_w - \rho_L} \right) \left( 1 - \frac{P_L}{P_0} \right) (1 - \gamma(t - 20^\circ\text{C}))$$

Donde  $V_{20}$  es el volumen del agua a 20 °C,  $W$  es masa,  $\rho_g$  es la masa específica del peso de la balanza,  $\rho_w$  es la densidad del agua en función de la temperatura,  $\rho_L$  es la densidad atmosférica en función de la presión del aire, de la temperatura y de la humedad relativa del aire del 40 a 90 %; y  $\gamma$  es la expansión de aparato. Tomando en cuenta la aplicación muy complicada de esta fórmula y el gran número de tablas necesarias, el cálculo ha sido simplificado para la introducción de factor "Z", así:

$$V_{20} = (W_{\text{neto}}) * Z$$

Tabla 1.

La periodicidad de las verificaciones está sujeta al instructivo de aseguramiento metrológico M-S-LC-I048

 <b>IDEAM</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	<b>INSTRUCTIVO DE VERIFICACIÓN DE          MATERIAL VOLUMÉTRICO</b>	Código: M-S-LC-I081
		Versión : 02
		Fecha: 21/10/2020
		Página: 3 de 10

**Tabla 1.** Factor de corrección Z para agua destilada a presiones atmosférica cercanas a 800 hPa.

Temperatura, °C	Factor Z
15.0	1.0017
15.5	1.0018
16.0	1.0019
16.5	1.0020
17.0	1.0021
17.5	1.0022
18.0	1.0022
18.5	1.0023
19.0	1.0024
19.5	1.0025
20.0	1.0026
20.5	1.0027
21.0	1.0028
21.5	1.0030
22.0	1.0031
22.5	1.0032
23.0	1.0033
23.5	1.0034
24.0	1.0035

## 8.2 Verificación de transferpipetas

El presente procedimiento aplica para la verificación de transferpipeta de un único canal, de pistón e interface de aire y de valor nominal fijo o variable. No aplica para transferpipeta multicanal. De acuerdo con la norma ISO 8655-2 se verifican 3 valores del rango del instrumento, el 10 %, el 50 % y el 100 % del valor máximo del rango del instrumento; dichos valores están establecidos en la **Tabla 2**.

### 8.2.1 Materiales y equipos

- Balanza analítica con resolución de 0.0001.
- Erlenmeyer de 50 mL.
- Agua tipo II
- Termómetro de escala no mayor de 0.2°C

	<b>INSTRUCTIVO DE VERIFICACIÓN DE MATERIAL VOLUMÉTRICO</b>	Código: M-S-LC-I081
		Versión : 02
		Fecha: 21/10/2020
		Página: 4 de 10

- Vidrio reloj pequeño
- Transferpipeta unicanal de pistón, de valor nominal único o variable
- Recipientes auxiliares para el agua.

## 8.2.2 Procedimiento

### 8.2.2.1 Preparación previa

- Seleccionar el volumen a verificar en la transferpipeta.
- Llene la punta con agua y expulse el líquido en los desechos, repita el ciclo 5 veces.
- Coloque un Erlenmeyer con un poco de agua en el plato de la balanza. Si el volumen a pesar es menor o igual a 50 µL tape el Erlenmeyer con el vidrio reloj.

### 8.2.2.2 Desarrollo de la prueba

- Colocar agua grado reactivo en un recipiente auxiliar para permitir que alcance la temperatura ambiente
- Tare la balanza a cero.
- Con el termómetro de vidrio mida la temperatura del agua a utilizar durante la verificación.
- Tome el volumen de agua con la transferpipeta y verifique que no tiene burbujas, en seguida coloque la punta sobre la superficie del Erlenmeyer con un ángulo de inclinación de aproximadamente 30° a 45°, y expulse suavemente el agua.
- Cuando aplique, saque dentro del Erlenmeyer la última gota de la punta de la transferpipeta bajando el embolo hasta el último tope.
- Mida nuevamente la temperatura del agua restante, halle el promedio con la temperatura inicial, y registre el resultado en el formato M-S-LC-F074.
- Cuando sea necesario desechar parte del agua del Erlenmeyer, hágalo cuidadosamente (con guantes), de tal forma que no halla contaminación.
- Realice 10 medidas, registre las correspondientes masas el formato M-S-LC-F074. Para la expresión final del resultado tenga en cuenta realizar o verificar que el cálculo se haga con la corrección por el factor Z (véase **Tabla 1**), así:

$$V (\mu L) = (m_i * 1000) * Z$$

Donde Z es un factor que depende de la temperatura y presión atmosférica.

- Evaluar los resultados obtenidos, el promedio más o menos la desviación estándar obtenida de las 10 medidas debe estar dentro del rango del valor nominal más o menos el error máximo establecido para cada volumen (véase **Tabla 2**), si el instrumento no cumple con este requisito informar al Líder Técnico para tomar las acciones correctivas.

	<b>INSTRUCTIVO DE VERIFICACIÓN DE MATERIAL VOLUMÉTRICO</b>	Código: M-S-LC-I081
		Versión : 02
		Fecha: 21/10/2020
		Página: 5 de 10

**Tabla 2.** Errores máximos permitidos de acuerdo con el rango de la transferpipeta a verificar.

Rango de transferpipeta	Valor de volumen a verificar		Error máximo permitido, $\mu\text{L}$
	Límite inferior del rango	Valor medio	
100 $\mu\text{L}$	Límite inferior del rango	No aplica	No aplica
	Valor medio	No aplica	No aplica
	Límite superior del rango	100	0,8
500 $\mu\text{L}$	Límite inferior del rango	No aplica	No aplica
	Valor medio	No aplica	No aplica
	Límite superior del rango	500	4
5 - 10 $\mu\text{L}$	Límite inferior del rango	5	0.12
	Valor medio	7	
	Límite superior del rango	10	
10 - 100 $\mu\text{L}$	Límite inferior del rango	10	0.8
	Valor medio	50	
	Límite superior del rango	100	
100 - 1000 $\mu\text{L}$	Límite inferior del rango	100	8.0
	Valor medio	500	
	Límite superior del rango	1000	
500 - 5000 $\mu\text{L}$	Límite inferior del rango	500	40
	Valor medio	2500	
	Límite superior del rango	5000	
1000 - 10000 $\mu\text{L}$	Límite inferior del rango	1000	60
	Valor medio	5000	
	Límite superior del rango	10000	

	<b>INSTRUCTIVO DE VERIFICACIÓN DE MATERIAL VOLUMÉTRICO</b>	Código: M-S-LC-I081
		Versión : 02
		Fecha: 21/10/2020
		Página: 6 de 10

### 8.3 Verificación de buretas automáticas

Al igual que en la verificación de transferpipetas, se verifican 3 valores del rango del instrumento, el 10 %, el 50 % y el 100 % del valor máximo del rango del instrumento.

#### 8.3.1 Materiales y equipos

- Balanza analítica con resolución de 0.0001 para masas menores a 200 g y 0.01 para masas mayores a 200 g.
- Erlenmeyer
- Agua tipo II
- Termómetro de escala no mayor de 0.2°C
- Bureta automática a verificar
- Recipientes auxiliares para el agua.

#### 8.3.2 Procedimiento

- Colocar agua grado reactivo en un recipiente auxiliar para permitir que alcance la temperatura ambiente
- Con el termómetro de vidrio mida la temperatura del agua a utilizar durante la verificación.
- Tare la balanza a cero.
- Coloque la bureta automática junto a la balanza, enciéndala con el botón ON/OFF y cárguela con agua tipo II.
- Coloque un Erlenmeyer limpio y seco en la balanza, con el dispensador de la bureta agregue el volumen de agua correspondiente (10 %, 50 % o 100 % del valor máximo de la bureta) y registre la masa antes y después de agregar el agua en el formato M-S-LC-F074
- Cuando sea necesario desechar parte del agua del Erlenmeyer, hágalo cuidadosamente (con guantes), de tal forma que no halla contaminación.
- Realice 9 medidas más, al final mida nuevamente la temperatura del agua restante, halle el promedio con la temperatura inicial, y registre el resultado en el formato M-S-LC-F074. Para la expresión final del resultado tenga en cuenta realizar o verificar que el cálculo se haga con la corrección por el factor Z (véase **Tabla 1**), así::

$$V (mL) = (m_f - m_i) * Z$$

Donde Z es un factor que depende de la temperatura y presión atmosférica (800 kPa).

- Evaluar los resultados obtenidos, el promedio más o menos la desviación estándar obtenida de las 10 medidas debe estar dentro del rango del valor nominal más o menos el error máximo establecido para cada instrumento, si no cumple se con este requisito informar al Líder Técnico para tomar las acciones correctivas.

	<b>INSTRUCTIVO DE VERIFICACIÓN DE MATERIAL VOLUMÉTRICO</b>	Código: M-S-LC-I081
		Versión : 02
		Fecha: 21/10/2020
		Página: 7 de 10

## 8.4 Verificación de material de vidrio

Se utilizara vidriería clase A.

La capacidad del material volumétrico se verifica teniendo en cuenta el lote del material. Tomar una muestra aleatoria de tres (3) unidades con una frecuencia semestral por lote. Esto representa aproximadamente del 2 y al 5 % de cada lote para los diferentes tipos de material: balones aforados y pipetas aforadas.

### 8.4.1 Materiales y equipos

- Balanza analítica con resolución de 0.0001 para masas menores a 200 g y 0.01 para masas mayores a 200 g.
- Erlenmeyer
- Agua tipo II
- Termómetro de escala no mayor de 0.2°C
- Pipetas aforadas a verificar.
- Bureta de vidrio a verificar
- Balones aforados a verificar.
- Probetas aforadas a verificar.
- Recipientes auxiliares para el agua.

### 8.4.2. Procedimiento para verificación de material de vidrio tipo “EX”

- Colocar agua grado reactivo en un recipiente auxiliar para permitir que alcance la temperatura ambiente
- Con el termómetro de vidrio mida la temperatura del agua a utilizar durante la verificación.
- Tare la balanza a cero.
- Coloque un Erlenmeyer limpio y seco en la balanza y registre la masa en el formato M-S-LC-F073.
- Tome el volumen de agua con la pipeta aforada, en seguida coloque la punta sobre la superficie del Erlenmeyer con un ángulo de inclinación de aproximadamente 30° a 45°, expulse suavemente el agua contenida, pasados 15 segundos expulse la última gota. Registre la masa en el formato M-S-LC-F073.
- Cuando sea necesario desechar parte del agua del Erlenmeyer, hágalo cuidadosamente (con guantes) de tal forma que no halla contaminación.
- Realice 9 medidas más, al final mida nuevamente la temperatura del agua restante, halle el promedio con la temperatura inicial, y registre el resultado en el formato M-S-LC-F073. Para la expresión final del resultado tenga en cuenta realizar o verificar que el cálculo se haga con la corrección por el factor Z (véase **Tabla 1**), así:

$$V (mL) = (m_f - m_i) * Z$$

Donde Z es un factor que depende de la temperatura y presión atmosférica (800 kPa).

- Evaluar los resultados obtenidos, el promedio más o menos la desviación estándar obtenida de las 10 medidas debe estar dentro del rango del valor nominal más o menos el error máximo establecido

	<b>INSTRUCTIVO DE VERIFICACIÓN DE MATERIAL VOLUMÉTRICO</b>	Código: M-S-LC-I081
		Versión : 02
		Fecha: 21/10/2020
		Página: 8 de 10

para cada instrumento, si no cumple se con este requisito informar al Líder Técnico para tomar las acciones correctivas.

#### 8.4.3. Procedimiento para verificación de material de vidrio tipo “IN”

- Colocar agua grado reactivo en un recipiente auxiliar para permitir que alcance la temperatura ambiente
- Con el termómetro de vidrio mida la temperatura del agua a utilizar durante la verificación.
- Tare la balanza a cero.
- Coloque el balón aforado a verificar (limpio y seco) en la balanza y registre la masa en el formato M-S-LC-F073.
- Llenar el balón aforado con agua hasta su trazo nominal, tápelo y séquelo por fuera, colóquelo en la balanza y registre el valor de masa obtenido en el formato M-S-LC-F073.
- Retire el balón aforado del platillo de la balanza, vacíe su contenido y séquelo completamente antes de la siguiente medida.
- Realice 9 medidas más, al final mida nuevamente la temperatura del agua restante, halle el promedio con la temperatura inicial, y registre el resultado en el formato M-S-LC-F073. Para la expresión final del resultado tenga en cuenta realizar o verificar que el cálculo se haga con la corrección por el factor Z (véase **Tabla 1**), así:

$$V (mL) = (m_f - m_i) * Z$$

Donde Z es un factor que depende de la temperatura y presión atmosférica (800 kPa).

- Evaluar los resultados obtenidos, el promedio más o menos la desviación estándar obtenida de las 10 medidas debe estar dentro del rango del valor nominal más o menos el error máximo establecido para cada instrumento, si no cumple se con este requisito informar al Líder Técnico para tomar las acciones correctivas.

#### 9. DIAGRAMA

N/A

#### 10. DOCUMENTOS DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

E542, Standard Practice for Calibration of Laboratory Volumetric Apparatus.01 (2012) 1E8

Norma ISO/IEC 8655-2. Piston-operated volumetric apparatus. Parte 2: Piston pipettes

Norma ISO/IEC 8655-6. Piston-operated volumetric apparatus. Parte 6: Gravimetric methods for the determination of measurement error.



	<b>INSTRUCTIVO DE VERIFICACIÓN DE MATERIAL VOLUMÉTRICO</b>	Código: M-S-LC-I081
		Versión : 02
		Fecha: 21/10/2020
		Página: 9 de 10

## 11. HISTORIAL DE CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
01	14/08/2020	Creación del documento de acuerdo con el sistema SGI.
02	21/10/2020	Nueva versión producto de la actualización de la documentación del Sistema Integrado de Gestión.

ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
<p style="text-align: center;"><b>Elizabeth González Mateus.</b> Contratista Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental</p>	<p style="text-align: center;"><b>Carlos Martín Velásquez Ramírez</b> Contratista Líder Técnico Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental</p>	<p style="text-align: center;"><b>Claudia María Avila Laverde</b> Coordinadora Laboratorio Calidad Ambiental</p>