



## 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 está dado para la verificación de transferpipetas de monocal de pistón, 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:** instrumento de laboratorio para transferir volúmenes precisos de líquido, una alícuota a la vez, utilizando un solo canal y una punta desechable, siendo esencial en contextos donde se necesitan volúmenes pequeños o medianos, disponible en versiones manuales y electrónicas, y destacando por su precisión, ergonomía y resistencia a la esterilización.

**Bureta automática:** instrumento de laboratorio de alta precisión utilizado principalmente para titulaciones, que automatiza el llenado y la puesta a cero de la solución titulante, mejorando la precisión y eficiencia en comparación con las buretas manuales.

**Material volumétrico tipo EX:** es aquel que ha sido calibrado para medir el volumen exacto de líquido que vierte o entrega, teniendo en cuenta la pequeña cantidad que queda adherida a las paredes del recipiente tras el vaciado.



**Material volumétrico tipo IN:** es aquel que ha sido calibrado para que la marca de graduación indique el volumen exacto de líquido contenido dentro del recipiente.

**Factor Z:** factor de conversión utilizado en la calibración gravimétrica de material volumétrico, permite transformar la masa de un líquido (generalmente agua destilada) en su volumen exacto a la temperatura de referencia estándar de 20 °C. Su uso es fundamental porque el volumen de los líquidos y de los recipientes de vidrio cambia con la temperatura.

#### **4. Siglas (si se requiere)**

No aplica

#### **5. Documentos relacionados en el SGI**

- SLC-F073 Formato verificación de material de vidrio aforado
- SLC-F074 Formato verificación de transferpipetas y buretas automáticas
- SLC-I048 Aseguramiento metrológico.
- SGI-M005 Manual del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo

#### **6. Desarrollo de la actividad**

##### **6.1. Aspectos de salud y seguridad laboral**

Antes de iniciar la actividad, revisar el Manual SGI-M005 del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo.

##### **6.2. Equipos, reactivos y materiales**

- Balanza analítica con resolución de 0.0001 g
- Erlenmeyer de 50 mL y 100 mL
- Agua tipo II
- Termómetro de escala no mayor de 0.2°C

- Vidrio de reloj pequeño
- Transferpipeta monocal de pistón, de valor nominal único o variable
- Recipientes auxiliares para el agua
- Bureta automática por verificar
- Pipetas aforadas a verificar
- Bureta de vidrio a verificar
- Balones aforados a verificar
- Probetas aforadas a verificar

### **6.3. Limitaciones e interferencias**

La temperatura y la presión atmosférica son variables que tienen incidencia en la densidad del agua es por esto por lo 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 hPa. Por tanto, las verificaciones aquí descritas están limitadas al uso del factor Z cuando la presión es menor a 800 hPa.

### **6.4. Control y aseguramiento metrológico o de la calidad**

Para garantizar la trazabilidad y confiabilidad de los resultados metrológicos, la balanza analítica debe estar verificada, calibrada y sometida a mantenimiento preventivo conforme a la frecuencia establecida en el programa de mantenimiento del laboratorio, asegurando su conformidad con los requisitos normativos aplicables.

### **6.5. Desarrollo**

#### **6.5.1. Principio del método**

La verificación consiste en determinar el volumen medido de un instrumento a través de la cantidad de masa de un líquido de densidad conocida. La temperatura y presión atmosférica son variables que tienen incidencia en la densidad, de acuerdo con la norma ASTM E 542, el cálculo de volumen de agua medido se realiza mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Cálculo del volumen de agua a 20°C

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

Donde:

$V_{20}$ : volumen del agua a 20°C

W: masa

$\rho_G$ : masa específica del peso de la balanza

$\rho_w$ : densidad del agua en función de la temperatura

$\rho_L$ : densidad atmosférica en función de la presión del aire, temperatura y humedad relativa del aire entre 40% y 90%

$\gamma$ : coeficiente de expansión del instrumento

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:

Ecuación 2. Corrección del volumen con factor Z

$$V_{20} = W_{neto} * Z$$

Los valores del factor de corrección Z para presiones menores a 800 hPA se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1. Factor Z para agua destilada a presiones menores a presiones atmosféricas menores a 800 hPA

| <b>Temperatura<br/>(°C)</b> | <b>Factor Z</b> |
|-----------------------------|-----------------|
| 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                        | 1.0023          |
| 18.5                        | 1.0024          |
| 19.0                        | 1.0025          |
| 19.5                        | 1.0026          |
| 20.0                        | 1.0027          |
| 20.5                        | 1.0028          |
| 21.0                        | 1.0029          |
| 21.5                        | 1.0030          |
| 22.0                        | 1.0031          |
| 22.5                        | 1.0032          |
| 23.0                        | 1.0033          |
| 23.5                        | 1.0034          |
| 24.0                        | 1.0035          |

Fuente: Normal ISO 8655-6:2022

### **6.5.2. Verificación de las transferpipetas**

El presente procedimiento aplica para la verificación de transferpipeta de un único canal, de pistón e interfaz de aire y de valor nominal fijo o variable. No aplica para transferpipeta multicanal. De acuerdo con la norma ISO 8655-2:2014

|                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Servicios del Laboratorio de Calidad</b><br/>Instructivo para la verificación de material volumétrico</p> | <p><b>Código:</b> SLC-I081<br/><b>Versión:</b> 04<br/><b>Fecha:</b> 11/02/2026</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

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.

#### **6.5.2.1. Preparación previa**

- Seleccionar el volumen a verificar en la transferpipeta.
- Llenar la punta con agua y expulsar el líquido en los desechos, repetir el ciclo 5 veces.
- Poner 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 tapar el Erlenmeyer con el vidrio de reloj.

#### **6.5.2.2. Desarrollo de la prueba**

- Poner agua grado reactivo en un recipiente auxiliar para permitir que alcance la temperatura ambiente
- Tarar la balanza a cero.
- Con el termómetro de vidrio medir la temperatura del agua a utilizar durante la verificación.
- Tomar el volumen de agua con la transferpipeta y verificar que no tiene burbujas, en seguida poner la punta sobre la superficie del Erlenmeyer con un ángulo de inclinación de aproximadamente 30° a 45°, y expulsar suavemente el agua.
- Cuando aplique: sacar dentro del Erlenmeyer la última gota de la punta de la transferpipeta bajando el embolo hasta el último tope.
- Medir nuevamente la temperatura del agua restante, hallar el promedio con la temperatura inicial, y registrar el resultado en el formato SLC-F074.
- Cuando sea necesario desechar parte del agua del Erlenmeyer, hacerlo cuidadosamente (con guantes), de tal forma que no haya contaminación.

- Realizar 10 medidas y registrar cada una el formato SLC-F074. Para la expresión final del resultado es necesario verificar que el cálculo se haga con la corrección por el factor Z (véase Tabla 1), así:

Ecuación 3. Cálculo del volumen en  $\mu\text{L}$

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

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.

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

| Rango de transferpipeta | Valor de volumen a verificar ( $\mu\text{L}$ ) |                   | Error máximo permitido*. ( $\mu\text{L}$ ) |
|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------|
| 100 $\mu\text{L}$       | Límite inferior del rango                      | No aplica         | No aplica                                  |
|                         | Valor medio                                    | No aplica         | No aplica                                  |
|                         | Límite superior del rango                      | 100 $\mu\text{L}$ | 0.80                                       |
| 500 $\mu\text{L}$       | Límite inferior del rango                      | No aplica         | No aplica                                  |
|                         | Valor medio                                    | No aplica         | No aplica                                  |
|                         | Límite superior del rango                      | 500               | 4.00                                       |
| 5 - 10 $\mu\text{L}$    | Límite inferior del rango                      | 5                 | 0.12                                       |
|                         | Valor medio                                    | 7                 |                                            |

| <b>Rango de transferpipeta</b> | <b>Valor de volumen a verificar (µL)</b> |       | <b>Error máximo permitido*. (µL)</b> |
|--------------------------------|------------------------------------------|-------|--------------------------------------|
|                                | Límite superior del rango                | 10    |                                      |
| 10 - 100 µL                    | Límite inferior del rango                | 10    | 0.80                                 |
|                                | Valor medio                              | 50    |                                      |
|                                | Límite superior del rango                | 100   |                                      |
| 20 - 200 µL                    | Límite inferior del rango                | 20    | 1.60                                 |
|                                | Valor medio                              | 100   |                                      |
|                                | Límite superior del rango                | 200   |                                      |
| 100 - 1000 µL                  | Límite inferior del rango                | 100   | 8.00                                 |
|                                | Valor medio                              | 500   |                                      |
|                                | Límite superior del rango                | 1000  |                                      |
| 500 - 5000 µL                  | Límite inferior del rango                | 500   | 40.00                                |
|                                | Valor medio                              | 2500  |                                      |
|                                | Límite superior del rango                | 5000  |                                      |
| 1000 - 10000 µL                | Límite inferior del rango                | 1000  | 60.00                                |
|                                | Valor medio                              | 5000  |                                      |
|                                | Límite superior del rango                | 10000 |                                      |

\* Expresado como la desviación de la media de diez mediciones del volumen nominal o seleccionado.

Fuente: Norma NTC-ISO 8655 – 2:2014

### 6.5.3. Verificación de buretas automáticas



|                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Servicios del Laboratorio de Calidad</b><br/>Instructivo para la verificación de material volumétrico</p> | <p><b>Código:</b> SLC-I081<br/><b>Versión:</b> 04<br/><b>Fecha:</b> 11/02/2026</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

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.

#### **6.5.3.1. Desarrollo de la prueba**

- Poner agua grado reactivo en un recipiente auxiliar para permitir que alcance la temperatura ambiente.
- Con el termómetro de vidrio medir la temperatura del agua a utilizar durante la verificación.
- Tarar la balanza a cero.
- Poner la bureta automática junto a la balanza, enciéndala con el botón ON/OFF y cargarla con agua tipo II.
- Poner un Erlenmeyer limpio y seco en la balanza, con el dispensador de la bureta agregar el volumen de agua correspondiente (10 %, 50 % o 100 % del valor máximo de la bureta) y registrar la masa antes y después de agregar el agua en el formato SLC-F074.
- Cuando sea necesario: desechar parte del agua del Erlenmeyer, hacerlo cuidadosamente (con guantes), de tal forma que no haya contaminación.
- Realizar 9 medidas más, al final medir nuevamente la temperatura del agua restante, hallar el promedio con la temperatura inicial, y registrar el resultado en el formato SLC-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:

Ecuación 4. Cálculo del volumen en mL

$$V \text{ (mL)} = (m_f - m_i) * Z$$

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

|                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Servicios del Laboratorio de Calidad</b><br/>Instructivo para la verificación de material volumétrico</p> | <p><b>Código:</b> SLC-I081<br/><b>Versión:</b> 04<br/><b>Fecha:</b> 11/02/2026</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

- 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.

#### **6.5.4. Verificación de material de vidrio**

Utilizar 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 y pipetas aforados.

##### **6.5.4.1. Verificación de material de vidrio tipo EX**

- Poner agua grado reactivo en un recipiente auxiliar para permitir que alcance la temperatura ambiente.
- Con el termómetro de vidrio medir la temperatura del agua a utilizar durante la verificación.
- Tarar la balanza a cero.
- Poner un Erlenmeyer limpio y seco en la balanza y registrar la masa en el formato SLC-F073.
- Tomar el volumen de agua con la pipeta aforada, en seguida poner la punta sobre la superficie del Erlenmeyer con un ángulo de inclinación de aproximadamente 30° a 45°, expulsar suavemente el agua contenida, pasados 15 segundos expulsar la última gota. Registre la masa en el formato SLC-F073.
- Cuando sea necesario: desechar parte del agua del Erlenmeyer, hacerlo cuidadosamente (con guantes) de tal forma que no haya contaminación.

|                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Servicios del Laboratorio de Calidad</b><br/>Instructivo para la verificación de material volumétrico</p> | <p><b>Código:</b> SLC-I081<br/><b>Versión:</b> 04<br/><b>Fecha:</b> 11/02/2026</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

- Realizar 10 medidas y registrar cada una el formato SLC-F073. Para la expresión final del resultado es necesario verificar que el cálculo se haga con la corrección por el factor Z (véase Tabla 1) de acuerdo con la Ecuación 4.

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.

#### **6.5.4.2. Verificación de material de vidrio tipo IN**

- Poner agua grado reactivo en un recipiente auxiliar para permitir que alcance la temperatura ambiente.
- Con el termómetro de vidrio medir la temperatura del agua a utilizar durante la verificación.
- Tarar la balanza a cero.
- Poner el balón aforado a verificar (limpio y seco) en la balanza y registrar la masa en el formato SLC-F073.
- Llenar el balón aforado con agua hasta su trazo nominal, taparlo y secarlo por fuera, ponerlo en la balanza y registrar el valor de masa obtenido en el formato SLC-F073.
- Retirar el balón aforado del platillo de la balanza, vaciar su contenido y secarlo completamente antes de la siguiente medida.
- Realizar 10 medidas y registrar cada una el formato SLC-F073. Para la expresión final del resultado es necesario verificar que el cálculo se haga con la corrección por el factor Z (véase Tabla 1), de acuerdo con la Ecuación 4.

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

|                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Servicios del Laboratorio de Calidad</b><br/>Instructivo para la verificación de material volumétrico</p> | <p><b>Código:</b> SLC-I081<br/><b>Versión:</b> 04<br/><b>Fecha:</b> 11/02/2026</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

- 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.

## 6.6. Documentos de referencia

ASTM E542-22, Standard Practice for Gravimetric Calibration of Laboratory Volumetric Instruments. (2022)

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.

## 7. Control 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                                                                                                                                                                  |
| 03      | 04/07/2025 | Se actualiza el Formato de acuerdo con el memorando enviado por la OAP memorando 20251100097283 lineamientos para la actualización documental en el marco de la implementación del aplicativo suite visión. El código pasa de M-S-LC-I081 a SLC-I081. |
| 04      | 11/02/2026 | Se actualiza a la nueva plantilla de acuerdo con los lineamientos de la OAP                                                                                                                                                                           |