

	Servicios del Laboratorio de Calidad Instructivo para la verificación de material volumétrico	Código: SLC-I081 Versión: 05 Fecha: 11/09/2026
---	--	--

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.

	Servicios del Laboratorio de Calidad Instructivo para la verificación de material volumétrico	Código: SLC-I081 Versión: 05 Fecha: 11/09/2026
---	--	--

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-I048 Instructivo de equipamiento y trazabilidad metrológica
- SLC-F073 Formato verificación de material de vidrio aforado
- SLC-F074 Formato verificación de transferpipetas y buretas automáticas
- 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

6.2.1. Equipos

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

	Servicios del Laboratorio de Calidad Instructivo para la verificación de material volumétrico	Código: SLC-I081 Versión: 05 Fecha: 11/09/2026
---	--	--

- Vidrio de reloj pequeño.

6.2.2. Reactivos

- Agua tipo II.

6.2.3. Materiales

- 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

	Servicios del Laboratorio de Calidad Instructivo para la verificación de material volumétrico	Código: SLC-I081 Versión: 05 Fecha: 11/09/2026
---	--	--

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

ρ_G : masa específica del peso de la balanza

ρ_W : densidad del agua en función de la temperatura

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

γ : 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 el 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

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	1.0023
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: Norma ISO 8655-6:2022

6.5.2. Verificación de transferpipetas

El presente procedimiento aplica para la verificación de transferpipetas de un único canal, de pistón e interfaz de aire y de valor nominal fijo o variable. No aplica para transferpipetas multicanal. De acuerdo con la norma ISO 8655-2:2014 se verifican 3 valores del rango del instrumento, el 10 %, el 50 % y el

	Servicios del Laboratorio de Calidad Instructivo para la verificación de material volumétrico	Código: SLC-I081 Versión: 05 Fecha: 11/09/2026
---	--	--

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 μ L tapar el erlenmeyer con el vidrio de reloj.

6.5.2.2. Desarrollo de la verificación

- 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 μL

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

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 (μL)		Error máximo permitido*. (μL)
100 μL	Límite inferior del rango	No aplica	No aplica
	Valor medio	No aplica	No aplica
	Límite superior del rango	100 μL	0.80
500 μL	Límite inferior del rango	No aplica	No aplica
	Valor medio	No aplica	No aplica
	Límite superior del rango	500	4.00
5 - 10 μL	Límite inferior del rango	5	0.12
	Valor medio	7	
	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	

Rango de transferpipeta	Valor de volumen a verificar (μL)		Error máximo permitido*. (μL)
	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

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 verificación

- 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 %

	Servicios del Laboratorio de Calidad Instructivo para la verificación de material volumétrico	Código: SLC-I081 Versión: 05 Fecha: 11/09/2026
---	--	--

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).

- 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.

	Servicios del Laboratorio de Calidad Instructivo para la verificación de material volumétrico	Código: SLC-I081 Versión: 05 Fecha: 11/09/2026
---	--	--

6.5.4.1. Verificación de pipetas aforadas

- 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.
- 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) utilizando la ecuación 4.
- 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 balones aforados

- 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.

	Servicios del Laboratorio de Calidad Instructivo para la verificación de material volumétrico	Código: SLC-I081 Versión: 05 Fecha: 11/09/2026
---	--	--

- 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) utilizando la ecuación 4.
- 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.

6.5.4.3. Verificación de buretas de vidrio

- Sujetar la bureta en un soporte vertical, cerca de la bureta sujetar también un recipiente (tubo de ensayo de fondo plano, erlenmeyer o similar) con un termómetro para poder observar la temperatura del agua. Llenar la bureta con agua a temperatura ambiente y verificar que no haya fugas.
- Vaciar y registrar la temperatura del agua.
- Poner el menisco en la línea de graduación cero, utilizando la llave de paso de la bureta para bajar el nivel del líquido. Tocar la punta con la pared mojada de un vaso de precipitados para eliminar el exceso de agua. Colocar un matraz de pesaje (recipiente de transferencia), previamente tapado herméticamente y pesado vacío, con el interior del cuello en contacto con la punta de la bureta (mantener el matraz en un ligero ángulo).

	Servicios del Laboratorio de Calidad Instructivo para la verificación de material volumétrico	Código: SLC-I081 Versión: 05 Fecha: 11/09/2026
---	--	--

- Abrir completamente la llave de paso hasta que el agua se encuentre solo unos pocos milímetros por encima de la graduación que se está calibrando (10%, 50% y 100%) y, a continuación, reducir la velocidad del chorro para realizar un ajuste preciso. Una vez completado el ajuste, mover el matraz horizontalmente para romper el contacto con la bureta. Volver a comprobar el ajuste.
- Tapar y pesar el matraz por segunda vez. Volver a llenar el tubo del termómetro y calibrar el siguiente intervalo de la misma manera que el primero, desde la línea de graduación cero hasta la siguiente línea de graduación requerida.
- Repetir 10 veces este procedimiento para graduaciones en 10%, 50% y 100% de valor de volumen total de la bureta.
- 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.

6.5.4.4. Verificación de pipetas graduadas

- Repetir el procedimiento utilizado para verificar buretas de vidrio. (sección 6.5.4.3.). Registrar los valores en el formato SLC-F074.

6.5.4.5. Verificación de probetas

- Repetir el procedimiento descrito para verificar balones aforados (sección 6.5.4.2.) con la diferencia de que el procedimiento se lleva a cabo para las graduaciones a 10%, 50% y 100%. Repetir 10 veces para cada medida y registrar los valores en el formato SLC-F074.

6.6. Documentos de referencia

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

	Servicios del Laboratorio de Calidad Instructivo para la verificación de material volumétrico	Código: SLC-I081 Versión: 05 Fecha: 11/09/2026
---	--	--

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
05	11/09/2026	Actualización con el fin de incluir de manera más explícita los demás materiales contemplados dentro del alcance del instructivo.