



RED NACIONAL DE METROLOGIA

**UNIDAD DE COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN
LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES NACIONALES
MAGNITUD FLUJO LÍQUIDO**

INFORME A INTER-COMPARACION NACIONAL

FL-17

**ENSAYO DE APTITUD – DETERMINACIÓN DE ERROR DE MEDIDOR
ACUMULADOR VOLUMÉTRICO DOMICILIARIO DN19MM**

Año 2017

PROGRAMA

- 1. Introducción**
- 2. Nombre del Programa**
- 3. Objetivo**
- 4. Manejo de la información**
- 5. Alcance, instrumento a calibrar**
- 6. Generalidades de la intercomparación**
- 7. Generalidades, determinación de Error de Medidor Acumulador Volumétrico Domiciliario DN19 mm**
- 8. Presentación de resultados**
- 9. Cálculo de Incertidumbre**
- 10. Evaluación Estadística**
- 11. Resultado de la Intercomparación, comentarios y conclusiones**
- 12. Agradecimientos**
- 13. Referencias**

COMPARACION NACIONAL DE FLUJO LÍQUIDO – ENSAYO DE APTITUD
DETERMINACIÓN DE ERROR DE MEDIDOR ACUMULADOR VOLUMÉTRICO
DOMICILIARIO DN19 mm

El presente informe tiene como objetivo presentar los resultados obtenidos en la Comparación Nacional de Flujo Líquido año 2017, correspondiente al Ensayo de Aptitud “Determinación de Error de Medidor Acumulador Volumétrico Domiciliario de 19mm”, denominada con el código FL-17. Participaron en este ejercicio 02 laboratorios y Calibraciones Industriales S.A. (CISA), el cual fue el laboratorio piloto (LP).

1.- INTRODUCCION

La magnitud flujo líquido está asignada al Laboratorio Referencia Nacional de Flujo Líquido, a cargo de Calibraciones Industriales S.A., integrante de la Red Nacional de Metrología coordinada por el INN, este laboratorio está encargado de la diseminación correcta de esta magnitud y dar a la cadena de trazabilidad los niveles adecuados de incertidumbre de acuerdo a las necesidades del país.

Esta actividad se inserta en el compromiso de los Laboratorios Designados – LD - [Custodios de los Patrones Nacionales] de distintas magnitudes, integrantes de la Red Nacional de Metrología [RNM], en cuanto a organizar inter-comparaciones [Ensayos de Aptitud] a nivel nacional. El INN tiene delegadas por el MINECON las funciones de coordinación y supervisión de la RNM.

El objetivo principal de un ensayo de aptitud es proveer una herramienta de aseguramiento de la calidad, consistente en que cada laboratorio pueda comparar su desempeño con el de otros laboratorios similares, lo que permite verificar deficiencias y aplicar en consecuencia las necesarias acciones correctivas y lograr mejoras. Durante la evaluación para la acreditación, cada laboratorio debe demostrar su competencia de acuerdo con la norma NCh-ISO 17025. Of 2005 Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Calibración y Ensayo, esta actividad está orientada a laboratorios de ensayos y calibración, proveedores de flujómetros, etc, los cuales los que realizan de Error de Medidor Acumulador Volumétrico Domiciliario.

En el marco de funcionamiento de la red, se realizó esta comparación con el fin de estimar los niveles de concordancia para la realización de la “Determinación de Error de Medidor Acumulador Volumétrico Domiciliario DN19 mm”.

Este documento presenta los lineamientos generales, procedimiento y resultados de esta actividad.

2. NOMBRE DEL PROGRAMA

Intercomparación Nacional “Ensayo de Aptitud - **DETERMINACIÓN DE ERROR DE MEDIDOR ACUMULADOR VOLUMÉTRICO DOMICILIARIO DN19 mm**”

3. OBJETIVO

Conocer la capacidad de medición en la magnitud flujo líquido/volumen de los proveedores de calibración de flujómetros / laboratorios de calibración y ensayo, en

adelante "Participantes". La que se conocerá mediante la comparación de los niveles de error e incertidumbres determinados en el ejercicio. El LD-FL, en adelante será llamado "Laboratorio Piloto".

4. MANEJO DE LA INFORMACION

Acorde con los principios de funcionamiento de las rondas de intercomparación establecidos en la NCh-ISO 17043:2011 "Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para los ensayos de aptitud", los resultados obtenidos por cada participante serán **anónimos**, para cuyos efectos el coordinador procederá a asignar a cada laboratorio un código que sólo será conocido por el participante y el coordinador.

Los participantes deben enviar al coordinador sus resultados, identificándose sólo con el código asignado, y serán consolidados por éste en una carpeta electrónica que enviará al Laboratorio Piloto. Los resultados individuales de cada laboratorio, serán comunicados en forma individual, sin embargo, tanto el nombre de los participantes como los resultados globales, serán de conocimiento público.

5. ALCANCE, INSTRUMENTO A CALIBRAR.

En esta comparación participarán, proveedores de flujómetros, laboratorios de ensayo y calibración acreditados o en vías de acreditación por INN, Sanitarias y el Laboratorio Piloto. El instrumento a medir en la comparación, en adelante **ME**, es el que a continuación se individualiza:

- Descripción : Acumulador volumétrico domiciliario Clase R160
- Marca : Itron
- Modelo : Aquadis
- Q_3 : 2,5 m³/h
- DN : 19 mm (15mm)

Notas:

- Las pruebas serán realizadas usando agua potable fría.
- El acumulador (ME) es propiedad del Laboratorio Piloto.



Foto 1: Vista frontal ME (Sin tapa)



Foto 2: Vista Frontal ME (Con tapa)



Foto 3: Vista lateral del ME

Notas:

- Las pruebas serán realizadas usando agua potable fría.
- El acumulador (**ME**) es propiedad del Laboratorio Piloto.

6. GENERALIDADES DE LA INTERCOMPARACION

El objeto de comparación fue trasladado vía transporte convencional y embalado apropiadamente



Los patrones requeridos en este ejercicio fueron:

- Patrón de calibración (**MP**):
 - Banco de prueba portátil (Flujómetro Patrón Sanitario Clase R160 o superior), calibrado y con su calibración vigente de acuerdo a lo establecido por la SISS o.
 - Sistema de Medición o Banco de Calibración Gravimétrico o Comparativo (Master Meter: Coriolis, Electromagnético, Turbina) o cualquier sistema de calibración que sea demostrable su trazabilidad por medio de un Certificado de Calibración.

Nota: Ambos participantes usaron bancos de calibración por método gravimétrico y comparativo (con flujómetro)

- Condiciones ambientales: Se debieron indicar las condiciones del recinto o el Laboratorio en las cuales se realizan las pruebas (Máximas y mínimas en Temperatura ambiente y Humedad Relativa).

Nota: Ambos participantes indicaron las temperatura ambiente y la del agua

Las actividades relacionadas con la intercomparación tuvieron los siguientes lineamientos para su realización:

La coordinación será asumida por la Unidad de Coordinación y Supervisión de la RNM del INN, a través del Sr. Gerardo González, teléfono (2) 2445 8831, e-mail: gerardo.gonzalez@inn.cl, quién asignará a cada participante un código, que será conocido sólo por ambos.

El Coordinador realizará las siguientes funciones:

- Recopilar los resultados obtenidos por los participantes de la intercomparación y los enviará al Laboratorio Piloto, para su análisis.
- Entregar a los participantes el informe de la intercomparación preparado por el Laboratorio Piloto.

El LD-FL [Laboratorio de Referencia] en donde el ME será verificado inicialmente, es el Laboratorio Designado como el Patrón Nacional de la Magnitud Flujo Líquido [LD-FL], (**Laboratorio Piloto, LP**), teléfono (57) 2422750; (57) 2410024; El Jefe del Laboratorio Designado y responsable técnico de esta intercomparación, es la Srta. Jeny Vargas Angel. e-mail: j.vargas@ci-sa.com

- El **ME** fue suministrado por el Laboratorio Piloto y fue verificado por este al inicio, y al término de la intercomparación. El transporte del instrumento, según el programa y ruta establecida, fue de cargo y responsabilidad de cada participante.
- La intercomparación se llevó a cabo según programa definido en la tabla 1.
- El procedimiento de verificación a utilizar por los Participantes se indica en el Instructivo Verificación Medidores en Uso, Prueba Metrológica - Procedimiento Técnico – Abril 2016 del “Procedimiento Autocontrol Micromedición 2016-2017, incluido en el Ord. 1918, 18-05-2016, + Ord N° 1625, 02-07-2017 “Instrucciones Complementarias Medición”; ambas de la SISS.
- El Laboratorio Piloto fue el encargado de analizar los resultados de la comparación, los que posteriormente fueron enviados al Coordinador (INN).
- Cada participante nombró a la persona que fue responsable de la intercomparación en su institución.
- El **MUT** no sufrió daño alguno durante la intercomparación.

Tabla 1: Cronograma

N°	Laboratorio	Fecha Programada	Fecha Ensayo
1	Piloto	30/10 al 02/11 de 2017	02/11/2017
2	FL-17-82	06 al 10/11/2017	16/11/2017
3	FL-17-23	13 al 17/11/2017	15/12/2017
4	Piloto	20 al 24/11/2017	28/01/2018

Tabla 1: Cronograma

Nota: Hubo demora no justificada del participante FL-17-23, tanto en la ejecución del ejercicio y la entrega del ME

7. GENERALIDADES, DETERMINACIÓN DE ERROR DE MEDIDOR ACUMULADOR VOLUMÉTRICO DOMICILIARIO DN19 mm

El **ME** de la comparación fue tratado en su totalidad como un acumulador volumétrico sanitario de DN 19mm.

La instalación del **ME** en la línea de prueba debió satisfacer los requerimientos especificados en el Anexo IV del protocolo FL-17.

Se debió asegurar que el todo el sistema de medición (**MP + ME+ Accesorios**) fueran instalados en la posición recomendada por el fabricante, purgando durante su instalación el aire existente en tuberías y sistema de medición.

La temperatura de referencia para las mediciones fueron las condiciones existentes al momento de la medición y éstas fueron registradas; máximas y mínimas en temperatura (°C) y % humedad relativa.

La manipulación del **ME** y **MP** debió ser realizada cuidando en todo momento la integridad de los equipos.

Los Participantes debieron realizar la verificación de acuerdo al procedimiento Instructivo Verificación Medidores en Uso, Prueba Metroológica - Procedimiento Técnico – Abril 2016 del “Procedimiento Autocontrol Micromedición 2016-2017, incluido en el Ord. 1918, 18-05-2016, SISS + Ord N° 1625, 02-07-2017 “Instrucciones Complementarias Medición”; ambas de la SISS

El informe de los resultados se realizó sobre el formato del Anexo VI.

Formato anexo VI: “Informe de Verificación”, en este informe los participantes debieron indicar los errores promedios de los caudales de prueba 750 y 1250 L/h y determinar el estado de ME (Bueno o Malo). Los participantes realizaron los cálculos de error acuerdo al Anexo V (sugerido), tomando como base el cálculo del error indicado en el Anexo IV, punto “Metodología de Cálculo para determinar el Error del Medidor”. Los participantes entregaron estas planillas (en Excell) para revisión de cálculos de error.

Se les solicita además a los participantes, los datos de la incertidumbre del patrón utilizado, de manera tal que el Piloto pueda realizar los cálculos de incertidumbre, tomando como referencia la forma de cálculo de incertidumbre sugerida del Anexo VII.

8. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

8.1 Resultados enviados por el participante FL-17-23

Caudal Punto	Caudal Referencia L/h	Error Prueba 1 %Lectura	Error Prueba 2 %Lectura	Error Prueba 3 %Lectura	Error Promedio %Lectura
1	750	-0,7	-0,9	-0,9	-0,8
2	1250	-1,0	-1,0	1,0	-1,0
Resolución Adoptada ME: 0,1L				Error Final (%Lectura)	-0,9
				Calificación del ME	Bueno

Tabla 2

8.2 Resultados enviados por el participante FL-17-82

Caudal Punto	Caudal Referencia L/h	Error Prueba 1 %Lectura	Error Prueba 2 %Lectura	Error Prueba 3 %Lectura	Error Promedio %Lectura
1	750	0,43	0,45	-	0,44
2	1250	0,13	0,15	-	0,14
Resolución Adoptada ME: 0,01L			Error Final (%Lectura)	0,29	
			Calificación del ME	Cumple	

Tabla 3

8.3 Resultados del laboratorio Piloto (LP)

Calibración al comienzo de la Ronda

Caudal Punto	Caudal Referencia L/h	Error Prueba 1 %Lectura	Error Prueba 2 %Lectura	Error Prueba 3 %Lectura	Error Promedio %Lectura
1	750	0,47	0,47	-	0,47
2	1250	0,21	0,18	-	0,20
Resolución Adoptada ME: 0,01L			Error Final (%Lectura)	0,34	
			Calificación del ME	Bueno	

Tabla 4

Calibración al final de la Ronda

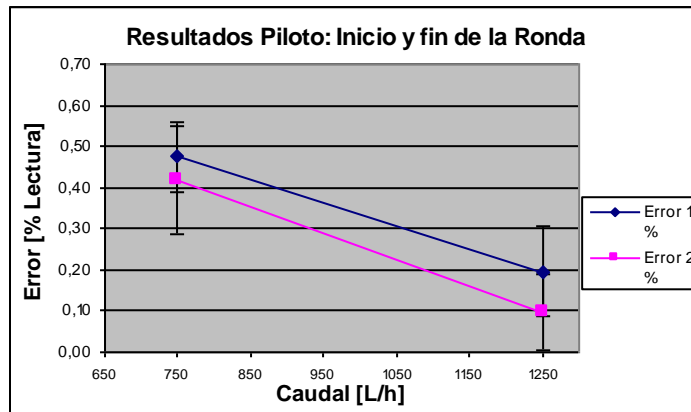
Caudal Punto	Caudal Referencia L/h	Error Prueba 1 %Lectura	Error Prueba 2 %Lectura	Error Prueba 3 %Lectura	Error Promedio %Lectura
1	750	0,42	0,41	-	0,42
2	1250	0,11	0,09	-	0,10
Resolución Adoptada ME: 0,01L			Error Final (%Lectura)	0,26	
			Calificación del ME	Bueno	

Tabla 5

Promedios LD-FL (Inicio y fin de la Ronda)

Caudal Punto	Caudal Referencia L/h	Error Promedio %Lectura	Incertidumbre $\pm\%$
1	750	0,45	0,15
2	1250	0,15	0,15

Tabla 6



Las mediciones al inicio y final de la ronda se mantienen dentro de las expectativas de estabilidad del ME ($En < 1$)

9. CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Como el cálculo de la incertidumbre no formaba parte de este ejercicio, el Laboratorio Piloto se encargó de realizarlos; y para ello se requirió que cada participante entregara junto con su "Informe", la planilla Excel, con los datos del error e incertidumbre del patrón utilizado (MP) y los respectivos cálculos del volumen acumulado por el ME y el MP.

Para el cálculo de la incertidumbre, en esta oportunidad se consideraron sólo las siguientes fuentes:

- Incertidumbre del MP,
- Incertidumbre de la resolución del MP
- Incertidumbre de la resolución del ME

Nota: La resolución del MP y del ME fue adoptada de acuerdo a la forma de calcular el volumen acumulado respectivamente por el ME y el MP.

Expresión Incertidumbre de la Resolución del ME (%)

$$u_{Res_ME}(\%) = \frac{Res_{ME}}{2 \cdot \sqrt{3}} * \frac{100}{Vol_{acc_ME}} \quad (Ec. 1)$$

Donde:

$u_{Res_ME}(\%)$: Incertidumbre debido de la resolución del ME (%)

Vol_{acc_ME} : Volumen acumulado por el ME

Res_{ME} : Resolución adoptada del ME

Expresión Incertidumbre de la Resolución del MP (%)

$$u_{Res_MP}(\%) = \frac{Res_{MP}}{2 \cdot \sqrt{3}} * \frac{100}{Vol_{acc_MP}} \quad (\text{Ec.2})$$

Donde:

$u_{Res_MP}(\%)$: Incertidumbre debida de la resolución del MP (%)

Vol_{acc_MP} : Volumen acumulado por el MP

Res_{MP} : Resolución adoptada del MP

Expresión Incertidumbre del MP (%)

$$u_{MP}(\%) = \frac{U_{MP}}{k} \quad (\text{Ec.3})$$

Donde:

$u_{MP}(\%)$: Incertidumbre del Patrón utilizado; dato de certificado de calibración

$k = 2$ (Factor de cobertura al 95%)

$$U_T(\%) = 2 \cdot \sqrt{(u_{Res_ME}(\%))^2 + (u_{Res_MP}(\%))^2 + (u_{MP}(\%))^2} \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

U_T : Incertidumbre combinada y expandida

De acuerdo a los datos entregados por cada participante, a continuación se presentan los siguientes datos y cálculos:

Tabla 7: Resultados de la verificación pto. 750 L/h

Part.	Laboratorio	Error %	Incertidumbre ±%
1	Piloto	0,45	0,15
2	FL-17-23	-0,80	0,41
3	FL-17-82	0,44	0,02

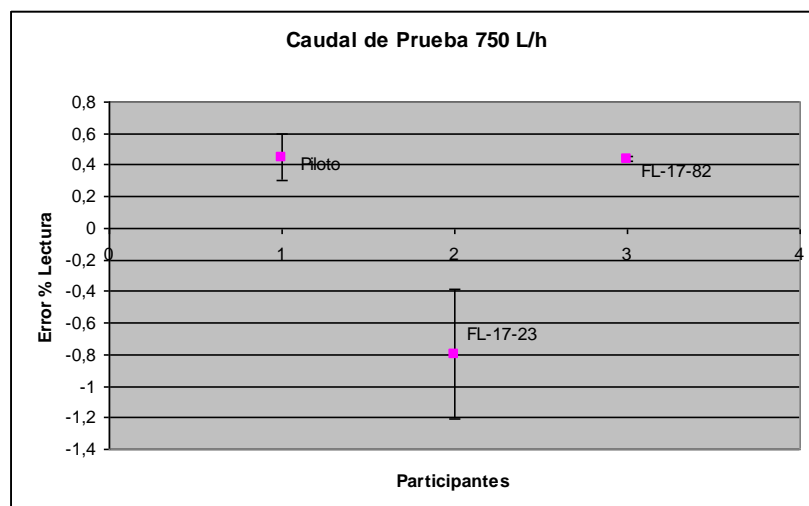
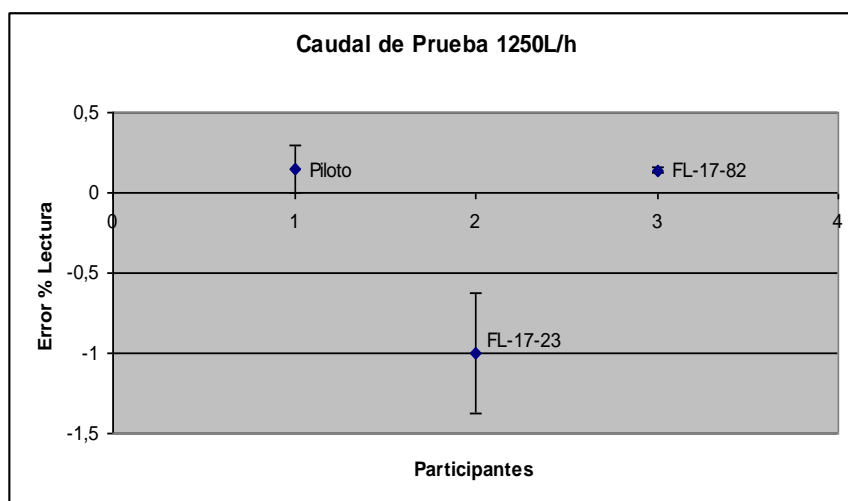


Tabla 8: Resultados de la verificación pto. 1250 L/h

Part.	Laboratorio	Error %	Incertidumbre ±%
1	Piloto	0,15	0,15
2	FL-17-23	-1,00	0,38
3	FL-17-82	0,14	0,02



10. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA

Una manera para evaluar el desempeño de los laboratorios participantes, es mediante el uso del error normalizado, cuyo criterio se especifica en la NCh-ISO 17043 Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.

El error normalizado es calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{|x - X|}{\sqrt{U_{LAB}^2 + U_{REF}^2}}$$

E_n :	Error Normalizado
x :	Resultado del participante.
X :	Valor asignado.
U_{LAB} :	Incertidumbre expandida del resultado del laboratorio participante.
U_{REF} :	Incertidumbre expandida del valor asignado del laboratorio de referencia.

Dónde:

- $|En| < 1,0$: desempeño satisfactorio, no genera acción.
- $|En| = 1,0$: desempeño cuestionable, genera acción preventiva.
- $|En| > 1,0$: desempeño insatisfactorio, genera acción correctiva.

Nota: La evaluación de la incertidumbre fue realizada por el LP en base a los datos enviado por cada participante.

10.1 RESULTADOS DE LA INTERCOMPARACIÓN

A continuación se muestra una tabla con los resultados de la intercomparación

Tabla 9: Resultados calibración, cálculo del Error Normalizado (En) pto. 750 L/h

Punto 750 l/h					
Part.	Laboratorio	Error %	Incert $\pm\%$	En	Desempeño
1	Piloto	0,45	0,15	-	-
2	FL-17-23	-0,80	0,41	2,86	Insatisfactorio
3	FL-17-82	0,44	0,02	0,07	Satisfactorio

Tabla 10: Resultados calibración, cálculo del Error Normalizado (En) pto. 1250 L/h

Punto 1250 L/h					
Part.	Laboratorio	Error %	Incert $\pm\%$	En	Desempeño
1	Piloto	0,15	0,15		
2	FL-17-23	-1,00	0,38	2,84	Insatisfactorio
3	FL-17-82	0,14	0,02	0,07	Satisfactorio

11. RESULTADOS DE LA INTERCOMPARACIÓN, COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

- Los participantes en esta comparación nacional determinaron el error del ME de acuerdo a lo que se indicaba en el Anexo IV de protocolo: Instructivo Verificación Medidores en Uso, Prueba Metrológica - Procedimiento Técnico – Abril 2016 del “Procedimiento Autocontrol Micromedición 2016-2017, incluido en el Ord. 1918, 18-05-2016, SISS + Ord N° 1625, 02-07-2017 “Instrucciones Complementarias Medición”; ambas de la SISS; **todos los laboratorios participantes llegaron a la conclusión de que el ME está bueno o de acuerdo a lo tolerancia permitida por la SISS ($\pm 4\%$).**
- Indistintamente del resultado obtenido para el error, ambos participantes determinaron en forma correcta (fórmulas) el error por cada caudal y el error promedio.
- El comportamiento del ME durante el periodo de la comparación muestran una buena estabilidad de éste ($En < 1$).

- Hubo demora no justificada del participante FL-17-23, tanto en la ejecución del ejercicio y en la entrega del ME.

Comentarios y recomendaciones para el participante FL-17-23

- El participante **FL-17-23** obtuvo resultados “**insatisfactorios**” para los dos caudales de prueba.
- El participante **FL-17-23** realizó una 3era prueba innecesaria ya que la diferencia entre los 2 primeros errores estaba dentro de las condiciones de “repetibilidad aceptable” indicada en el Anexo IV del Protocolo (*En caso de detectarse una diferencia de error entre la prueba 1 y prueba 2 superior a un $\pm 0,5\%$ para medidores magnéticos, o $\pm 1\%$ para medidores mecánicos, se deberán efectuar una tercera prueba (Prueba 3)*).
- El participante **FL-17-23** no envía el desvío estándar de la temperatura de agua y ambiente en sus resultados.
- Se recomienda al participante **FL-17-23**, que busque la causa que pueda estar generando estos resultados insatisfactorios (calibración de su patrón, perturbaciones, etc).

Comentarios y recomendaciones para el participante FL-17-82

- Del cálculo del “Error Normalizado” realizado por el Laboratorio Piloto, se determina que el participante **FL-17-82** tiene resultados “**satisfactorios**” para los dos caudales de prueba.
- El participante **FL-17-82** debe revisar su incertidumbre “vol.Patrón” ($\pm 0,019L$ para 750L/h y $\pm 0,025L$ para 1250 L/h) ya que es un sistema de calibración de tipo gravimétrico y por tanto intervienen otras fuentes de incertidumbres importantes (incertidumbre sistema de pesaje y su deriva, IP Volumen, medición de la densidad, deriva sistema de pesaje, etc.), las cuales no sabemos si están reflejada la incertidumbre informada en esta intercomparación.

Nota: El participante **FL-17-82**, informa un desvío estándar de la temperatura del agua de $\pm 3^{\circ}C$; con lo anterior es posible que la incertidumbre aumente considerablemente. Se recomienda su evaluación.

12. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la disposición de participación en esta comparación de los 02 laboratorios Participantes del ensayo de aptitud FL-17 y la activa participación de la División de Metrología del INN.

13. REFERENCIAS

- (1) Guide to the Expression of uncertainty in measurement JCGM 100:2008 BIPM
- (2) The International System of Units. Bureau International des poids et mesures 8^oedition, 2006.
- (3) GUIDE ISO/IEC 17043 Proficiency testing by interlaboratory comparisons.
- (4) Norma ISO 17025 Requisitos Generales para la competencia de Laboratorios de Calibración y Ensayo.
- (5) Instructivo Verificación Medidores en Uso, Prueba Metrológica - Procedimiento Técnico – Abril 2016 del “Procedimiento Autocontrol Micromedición 2016-2017, incluido en el Ord. 1918, 18-05-2016, SISS + Ord N° 1625, 02-07-2017 “Instrucciones Complementarias Medición”; ambas de la SISS