



## **RED NACIONAL DE METROLOGIA**

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

### **PROTOCOLO INTER-COMPARACION NACIONAL**

**FL-16**

**ENSAYO DE APTITUD – CALIBRACIÓN DE FLUJÓMETRO TIPO  
ELECTROMAGNÉTICO EN DUCTO CERRADO DN100**

**Mayo 2016**

## **PROGRAMA**

- 1. Introducción**
- 2. Nombre del Programa**
- 3. Objetivo**
- 4. Manejo de la información**
- 5. Alcance instrumento a calibrar**
- 6. Equipamiento requerido**
- 7. Generalidades de la intercomparación**
- 8. Recepción del medidor MUT**
- 9. Generalidades procedimiento de Calibración de Fluviómetro Tipo Electromagnético en Ducto Cerrado**
- 10. Aspectos técnicos**
- 11. Presentación de resultados**
- 12. Envío de los resultados**
- 13. Informe final**
- 14. Desarrollo de Ensayo de Aptitud**
- 15. Anexos: I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII-A y VIII-B**

# **COMPARACION NACIONAL DE FLUJO LÍQUIDO – ENSAYO DE APTITUD CALIBRACIÓN DE FLUJÓMETRO TIPO ELECTROMAGNÉTICO EN DUCTO CERRADO DN100**

## **LINEAMIENTOS GENERALES Y PROCEDIMIENTO**

### **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, los que realizan la calibración de flujómetros electromagnético en ducto cerrado.

En el marco de funcionamiento de la red, se realizará una comparación con el fin de estimar los niveles de concordancia para la realización de la “CALIBRACIÓN DE FLUJÓMETRO TIPO ELECTROMAGNÉTICO EN DUCTO CERRADO DN100” Este documento presenta los lineamientos generales y procedimiento para la realización de esta actividad.

### **2. NOMBRE DEL PROGRAMA**

Intercomparación Nacional “Ensayo de Aptitud - CALIBRACIÓN DE FLUJÓMETRO TIPO ELECTROMAGNÉTICO EN DUCTO CERRADO DN100

### **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 y el Laboratorio Piloto. El instrumento a medir en la comparación, en adelante **MUT**, es el que a continuación se individualiza:

- Descripción : Flujómetro Electromagnético Compacto
- Marca : Siemens
- Modelo : Sx: Sitrans FM MAG 5100W - Tx: Sitrans FM MAG 6000
- Serie : Sx: 244002H314 / Tx: N1E7250154
- DN : DN100 / NPS 4"0, ANSI 150
- Rango a calibrar : 15 m<sup>3</sup>/h a 50 m<sup>3</sup>/h
- Puntos calibración: 50, 42, 33, 24 y 15 m<sup>3</sup>/h (5 repeticiones por cada punto de calibración)



Foto 1: Vista frontal flujómetro



Foto 2: Detalle de la placa del transmisor



Foto 3: Vista lateral del MUT



Foto 4: Detalle de placa del sensor



Foto 5: Vista carretillas



Foto 6: Vista flujómetro embalado

Notas:

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

## 6. EQUIPAMIENTO REQUERIDO

- a) Patrón de calibración (**MP**): 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. (**MP**)
- b) Sistema de adquisición de datos capaz de poder recolectar los pulsos del **MUT**
- c) Sensor de temperatura y presión para tomar la temperatura de la línea y presión de prueba o circuito de agua (**MP y MUT**).

- d) Cronómetro u otro sistema similar para registrar el tiempo de la prueba.
- e) Condiciones ambientales: Deben indicarse las condiciones del recinto o el Laboratorio en las cuales se realizan las pruebas (Máximas y mínimas en Temperatura ambiente y Humedad Relativa).

## 7. GENERALIDADES DE LA INTERCOMPARACION

Las actividades relacionadas con la intercomparación tendrán 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](mailto: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 MUT será calibrado 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](mailto:j.vargas@ci-sa.com)

- El **MUT** será suministrado por el Laboratorio Piloto y será calibrado por este al inicio, intermedio y término de la intercomparación y luego enviado a cada participante para que realice las mediciones correspondientes. Los resultados se deben enviar al Coordinador INN. El transporte del instrumento, según el programa y ruta establecida, será de cargo y responsabilidad de cada participante.
- La intercomparación se llevará a cabo según programa definido en el punto 14.
- El **MUT** será calibrado en cinco puntos; **50 m<sup>3</sup>/h, 42 m<sup>3</sup>/h, 33 m<sup>3</sup>/h, 24 m<sup>3</sup>/h y 15 m<sup>3</sup>/h**. Por cada punto de calibración se deberán realizar 5 repeticiones; ver Instructivo Anexo IV.
- El Laboratorio Piloto será el encargado de analizar los resultados de la comparación, los que posteriormente serán enviados al Coordinador (INN).
- Cada participante nombrará a la persona que será responsable de la intercomparación en su institución.
- Luego de realizada la calibración, el participante deberá enviar el **MUT** al próximo participante.
- Si el número de participantes es reducido, no más de 5, previa verificación por el Laboratorio Piloto, el **MUT** seguirá una ruta secuencial según el Programa establecido. El último participante en realizar la calibración, remitirá el **MUT** al

Laboratorio Piloto. Si el número de participantes es mayor, será necesaria una calibración intermedia del mismo, ejecutada por el Laboratorio Piloto.

- Se debe tener la confirmación del Coordinador antes de efectuar la calibración del MUT, la que será cursada por éste sólo después de haber recibido los **Anexos I, II y III**. (adjunto a este protocolo), debidamente completados.
- Una vez conocida la cantidad de participantes inscritos y elaborado el programa, se determinará la fecha de comienzo de la actividad.
- Cada participante será responsable de asegurar que el **MUT** no sufra daño alguno y se encuentre bajo buen resguardo tanto durante la verificación como cuando se transporte.

Será mandatorio para los participantes:

- Respetar lo indicado en el presente protocolo.
- Asumir económicamente los daños debidos a problemas provocados al equipo producto de manipulación o golpes durante la permanencia del equipo en sus instalaciones. La Unidad de Coordinación se reserva el derecho de exigir la restitución del MUT en prueba, en el caso en que éste haya sufrido daños graves y que sean debidamente confirmados.
- Enviar debidamente completo y firmado el Anexo I “Carta Compromiso”

#### **8.- RECEPCIÓN DEL MEDIDOR (MUT)**

Cuando el MUT llegue a cada participante, éste debe proceder a su revisión visual y se deberá informar al Coordinador de los resultados de la revisión usando el Anexo II y III.

#### **9.- GENERALIDADES, PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE FLUJÓMETRO TIPO ELECTROMAGNÉTICO EN DUCTO CERRADO DN100**

El **MUT** de la comparación será tratado en su totalidad como un flujómetro electromagnético compacto.

La instalación del **MUT** en la línea de prueba debe satisfacer los requerimientos especificados en el Anexo IV, VIII - A y VIII - B

Se debe asegurar que el todo el sistema de medición (**MP + MUT + Accesorios**) deben ser 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 serán las condiciones existentes al momento de la medición y éstas deben ser registradas; máximas y mínimas en temperatura (°C) y % humedad relativa.

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

**Los laboratorios se deben limitar a realizar la calibración de acuerdo a sus procedimientos internos en el marco de la acreditación bajo la NCh-ISO-17025.**

Además, en el marco de la instrucción anterior, se deberá tener especialmente presente:

- La instalación del equipo en la línea de prueba debe satisfacer los requerimientos especificados por el fabricante; para ello el piloto dispondrá las carretillas aguas arriba y agua abajo del flujómetro. Se adjunta manual del fabricante.
- Las mediciones deberán ser ejecutadas después de un periodo de ambientación mínimo de 30 minutos (agua recirculando a través del flujómetro).

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

**Formato anexo VI: “Certificado de Calibración”**, se deben indicar los errores promedios e incertidumbre por cada prueba de caudal. Los participantes realizarán los cálculos de error acuerdo al Anexo V (sugerido) y tomando como referencia la forma de cálculo de incertidumbre sugerida del Anexo VII. Estas planillas **deben** ser entregadas para revisión de cálculos de los participantes en formato Excel.

## **10. ASPECTOS TÉCNICOS**

Los participantes en esta intercomparación nacional deberán determinar el error del MUT de acuerdo a lo que se indica en el Anexo IV.

Se recomienda utilizar Planilla del Anexo V o un formato similar o el propio utilizado por el laboratorio.

Además, en el marco de la instrucción anterior, se deberá tener especialmente presente:

- Se deben eliminar fugas de agua o goteras en el circuito de medición.
- Cada Participante **debe** además entregar los cálculos de la incertidumbre de la medición; se sugiere utilizar Anexo VII.



## 11. PRESENTACION DE RESULTADOS

Las mediciones se realizarán en el recinto de cada participante y por su propio personal y será su responsabilidad cumplir con los requerimientos de los documentos de la intercomparación.

El Laboratorio Piloto presentará tablas y gráficos mostrando los resultados de las mediciones obtenidas por los participantes, en donde se mostrarán y se compararán los errores de las mediciones con su incertidumbre asociada

Nota: El orden definitivo de participación de cada uno de participantes será definido por el responsable técnico y el Coordinador.

## 12.- ENVIO DE LOS RESULTADOS

Cada Participante, dentro de la semana siguiente a la realización de las mediciones, enviará por correo electrónico al Coordinador sus resultados:

- Anexo V (Planilla Calibración en Excel)
- Anexo VI (Certificado de Calibración en Word)
- Planilla de Cálculo Incertidumbre (**se aceptará sólo en formato Excel**)

Nota 1: El N° del Certificado es el código de identificación entregado por el Coordinador.

Una vez que el Coordinador verifique que los datos se encuentran completos y conforme a los requerimientos de la intercomparación, los consolidará y enviará al Laboratorio Piloto para su procesamiento, análisis y edición del Informe B.

Nota: No se aceptarán sus resultados en formato PDF, debido a que el laboratorio necesita realizar el análisis de los resultados de cada participante.

## 13.- INFORME FINAL

El Laboratorio Piloto, una vez que verifique que los datos se encuentran completos y conforme a los requerimientos de la comparación, solicitará al Coordinador que consulte a cada Participante (vía de e-mail) que ratifique que sus valores son los definitivos y acorde a las mediciones efectuadas en la inter-comparación, a fin de efectuar el Informe A [Final], o bien rectificar los posibles errores para su consideración. Los comentarios también se deben remitir al Coordinador, identificados solamente por el código asignado, para revisión por el Laboratorio Piloto, en caso que se evidencien errores de transcripción u omisión. **No se pueden cambiar los valores informados.**

#### 14.- DESARROLLO DE ENSAYO DE APTITUD

Inicio de Inscripción:	Lunes 09 de mayo de 2016.
Cierre de Inscripción	Martes 31 de mayo de 2016 hasta las 12:00 pm
Notificación del resultado del proceso de inscripción.	Viernes 03 de junio de 2016
Inicio estimado de las mediciones:	<p>A partir de la segunda semana de junio 2016.</p> <p>El laboratorio piloto realizará las mediciones que darán el punto de partida del EA, una vez realizadas, se enviará el patrón al primer laboratorio participante, según programa que se elaborará según los laboratorios participantes inscritos.</p> <p>El tiempo de medición para cada laboratorio será de 1 semana.</p>
Envío de resultados al INN:	Cada laboratorio participante deberá enviar al coordinador del INN los resultados de sus mediciones, en un plazo no mayor a 5 días hábiles de finalizadas dichas mediciones.
Envío de observaciones al Informe Preliminar (B):	Una vez recibido el informe Preliminar (B) cada laboratorio participante dispondrá de un plazo no mayor a 5 días hábiles para el envío, al coordinador del INN, de las observaciones a dicho informe.
Citación Taller de cierre:	El taller de cierre se realizará en una fecha y lugar que notificará el coordinador del INN a cada uno de los participantes.
Informe Final:	El Informe Final será entregado a los laboratorios participantes durante el taller de cierre o una vez finalizado éste.

#### 15.-ANEXOS

## ANEXO I CARTA DE COMPROMISO

Señores  
División de Metrología  
Instituto Nacional de Normalización

Por medio de la presente, la Empresa [**Nombre Empresa**], RUT N° [**Número**], domiciliada en [**Dirección, comuna, ciudad**] representada por don(ña) [**Nombre Jefe Laboratorio**], cédula de identidad N° [**Número**], Jefe de Laboratorio, y don(ña) [**Nombre Jefe o Director de Área**], cédula de identidad N° [**Número**], Jefe o Director de [**Área**], declara su compromiso en el marco del Ensayo de Aptitud FL-16, en lo referente a los siguientes puntos:

1. Proteger la integridad del patrón viajero siguiendo las indicaciones establecidas en el Protocolo de Ensayo de Aptitud, entregadas por el Proveedor, para los procesos de embalaje y transporte de Patrón Viajero y manipulación en el desarrollo de las mediciones del Ensayo Aptitud.
2. Asumir el compromiso de reponer el Patrón Viajero por uno equivalente (misma marca y modelo) o repararlo, según corresponda, en caso que éste sufra daños, imputables a la empresa [**Nombre Empresa**], durante alguna de las etapas mencionadas en el punto anterior.
3. Aceptar la(s) sanción(es) notificadas por el Instituto Nacional de Normalización, en su rol de coordinador del ensayo de aptitud, en el caso que no se cumpla con el requisito de proteger la integridad del Patrón Viajero o no se dé cumplimiento al punto 2 de la presente Carta de Compromiso. Se podrá aplicar una o más, de las siguientes sanciones: no aceptar la inscripción de la Empresa en el Programa Anual de Ensayos de Aptitud del año siguiente, cobrar cuota de inscripción en el Programa Anual de Ensayos de Aptitud del año siguiente, entre otros.


En señal de aceptación, firman

Jefe de Laboratorio  
(nombre, cédula de identidad y  
firma)

Jefe o Director de Área  
(nombre, cédula de identidad y  
firma)

Santiago, *día, mes, año*

## Anexo II

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN</p>	<b>ACTA DE RECEPCIÓN DE PATRÓN VIAJERO</b>	Página 1 de 1
---	--	---------------

Nombre de Ensayo de Aptitud:	
Laboratorio participante receptor de patrón	
Nombre del técnico del Laboratorio que recibe el patrón	
Cédula de identidad de técnico receptor del patrón	
Cargo de técnico receptor del patrón	
Correo electrónico	
Teléfono	
Descripción del patrón recibido	(Nombre, marca, serie)
Componente y accesorios del patrón recibido	
Descripción de condiciones de embalaje del patrón recibido	(Adjuntar registro fotográfico)
Fecha y hora de recepción	
Firma Jefe de laboratorio	
<b>Observaciones</b>	

**Anexo III**

**PROCEDIMIENTO RECEPCIÓN DEL MUT**

Una vez recibido el paquete con el patrón viajero, favor chequear los siguientes puntos.

1.- El embalaje presenta daños mayores (rasgaduras, aplastamiento, otros)

SI [ ]

NO [ ]

2.- El ME presenta detalles externos como deformaciones u otros debido a golpes, abolladuras, otros

SI [ ]

NO [ ]

3.- Anotar lectura indicada por el acumulador volumétrico del MUT al momento de la recepción.

.....[m<sup>3</sup>].....

4.- N° de Bultos recibidos y su contenido (incluir fotos) [ ..... ]:

Bulto 1:.....

Bulto 2:.....

Si el MUT y sus componentes presentan algunas anomalías u otra que a su juicio amerite ser mencionada, tenga a bien describirla (envíe fotos):

.....  
.....

Nombre y timbre de la Empresa : .....

Fecha y hora de la recepción : .....

Fecha y hora de la verificación : .....

Nombre del responsable de la recepción: .....

Firma del responsable técnico del laboratorio: .....

\*\*\*\*\*

Enviar este formulario a: Sr. Gerardo González – Coordinador – División Metrología INN, correo electrónico: [gerardo.gonzalez@inn.cl](mailto:gerardo.gonzalez@inn.cl)

\*\*\*\*\*

## Anexo IV

### INSTRUCTIVO DE CALIBRACIÓN - CALIBRACIÓN DE FLUJÓMETRO TIPO ELECTROMAGNÉTICO EN DUCTO CERRADO DN100

#### Alcance

El presente instructivo tiene por objeto establecer los pasos mínimos para poder determinar la curva error de un flujómetro electromagnético por el **método comparativo / Master Meter**.

#### Nota:

*Cabe señalar que los laboratorios participantes deben limitar realizar la calibración de acuerdo a sus procedimientos internos en el marco de la acreditación bajo la NCh-ISO-17025, por tanto este Anexo es sólo para considerar las condiciones mínimas para la calibración.*

#### Instrumentos y equipos

- En este método se puede usar como patrón de referencia un sistema de calibración gravimétrico o un comparativo Master Meter (flujómetro tipo Coriolis, Electromagnético o Turbina **(MP)**). Cualquiera de estos equipos a utilizar debe tener su certificado de calibración con trazabilidad demostrable y vigente.
- Sensor de temperatura (Termocupla o PT100) para tomar la temperatura de la línea de prueba o circuito de agua **(MP y MUT)**.
- Sensor de presión para tomar la presión de línea de prueba o circuito de agua **(MP y MUT)**.
- Cronómetro o un sistema de medición de tiempo para registrar el tiempo de la prueba.
- El sistema de calibración debe ser capaz de poder recolectar los pulsos del **MUT**.

#### Requerimientos

- El MUT debe ser instalado de acuerdo al esquema e instrucciones del **Anexo VIII - A** (Instalación Física) y **Anexo VIII - B** (Instalación eléctrica: alimentación y Salida Pulsos Activo/Pasivo).
- Una vez instalado el MUT, se debe hacer circular agua por el circuito y se deberá cerciorar que no existan filtraciones ni aire en el sistema y que exista un caudal constante.
- No deben existir vibración o pulsaciones que puedan afectar el comportamiento del **MUT** y del **MP**.
- Flujos de prueba. **50 m<sup>3</sup>/h, 42 m<sup>3</sup>/h, 33 m<sup>3</sup>/h, 24 m<sup>3</sup>/h y 15 m<sup>3</sup>/h**. Por cada punto de calibración se deberán realizar 5 repeticiones.

#### Actividades preliminares

- Corrida de ambientación con el objeto de estabilizar las condiciones de prueba tanto del **MUT** y del **MP** (mínimo 30 minutos).

- Chequear que no hayan fugas.

### Procedimiento de calibración

1. Fijar flujo de prueba a través de la operación de regulación de válvula o sistema que disponga el laboratorio participante.
2. Empleando el indicador de flujo del **MUT**, se debe regular el primer flujo de prueba: ejemplo **50 m<sup>3</sup>/h**. Esperar estabilización de la lectura unos 20 minutos.
3. Dependiendo del tipo de adquisición de datos del participante, se debe recolectar el volumen o pulsos del MUT en el tiempo de 216 s (por ejemplo).
4. La cantidad de volumen mínimo a acumular en cada prueba, es de acuerdo a la siguiente tabla.

<b>Caudal (*) Referencial m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Caudal Referencial l/s</b>	<b>Acumulado m<sup>3</sup> (**)</b>	<b>Tiempo prueba s (***)</b>
50	13,89	3,0	216,0
42	11,67	3,0	257,1
33	9,17	2,0	218,1
24	6,67	2,0	299,9
15	4,17	1,0	239,8

**(\*): Visualizado en el MUT**

**(\*\*): Volumen Mínimo a acumular por cada prueba**

**(\*\*\*): Tiempo Mínimo aproximado que deberían durar las pruebas**

Nota:

**1 pulso (MUT) = 0,0001 m<sup>3</sup> o 10.000 pulsos = 1 m<sup>3</sup>**

**Ancho de Pulso: 64 us**

5. El laboratorio participante deberá registrar las lecturas de:
  - Lectura del **MP** (pulsos)
  - Pulsos **MUT**; (N<sub>z</sub>)
  - Tiempo prueba; (T<sub>M</sub>)
  - Temperatura y presión de la línea de medición cercana al **MUT**
  - Temperatura y presión de la línea de medición cercana al **MP**
  - Condiciones ambientales (Temperatura ambiente y % HR)

Nota:

**Recordar que el valor del MP debe ser un valor corregido de acuerdo al error indicado en su certificado de calibración.**

6. A partir de estos datos se calcula el error relativo de la prueba del primer caudal.
7. Repetir los puntos 3 al 6 al menos 5 veces para cada caudal. Se sugiere utilizar planilla de datos del **Anexo V**.

8. Fijar el segundo caudal **42 m<sup>3</sup>/h** y repetir los pasos desde 1 al 6 hasta completar los cinco puntos de calibración.

Nota:

***Luego de fijar un caudal se debe esperar estabilizar unos 20 min antes de empezar las pruebas.***

### **Cálculos Error Relativo, Caudal y Volumen del MUT**

- **Error relativo:** Diferencia entre el caudal de agua medido en el medidor patrón (**MP**) y el caudal de agua registrado por el medidor en prueba (**MUT**), expresado en porcentaje y calculado de acuerdo a lo siguiente:

$$E = \left( \frac{\bar{q}_{MUT} - \bar{q}_{MP}}{\bar{q}_{MP}} \right) \cdot 100\%$$

Dónde:

$E$ : Error % MUT

$\bar{q}_{MUT}$  : Caudal volumétrico promedio **MUT**       $\bar{q}_{MP}$  : Caudal volumétrico promedio **MP**

- **El caudal volumétrico promedio MUT  $\bar{q}_{MUT}$  es calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:**

$$\bar{q}_{MUT} = \frac{V_{MUT}}{T_M}$$

Dónde:

$V_{MUT}$ : Volumen de agua recolectado en la prueba del MUT

$T_M$ : tiempo de duración de cada prueba

- **El volumen de agua recolectado en la prueba por el MUT ( $V_{MUT}$ ) está determinado por:**

$$V_{MUT} = \frac{1}{k_V} \cdot N_Z$$

Dónde:

$N_Z$  : N° de pulsos MUT recolectados  
pulsos/m<sup>3</sup>

$k_V$  : Factor K nominal : 10.000



## Anexo V

N° OT	
Fecha	

Cliente:	
Marca:	
N° Serie Sx/Tx:	
Modelo Sx/Tx:	
Diámetro (mm):	

Q punto:		50	m <sup>3</sup> /h														
N	Volumen Aoomulado Patrón MP (m <sup>3</sup> )	Volumen Aoomulado Patrón Corregido MP <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> )	Pulsos Recoleitados por MUT	Valor Pulsos MUT 1 pulso = 0,0001 m <sup>3</sup>	Volumen MUT (m <sup>3</sup> )	Tiempo duracion prueba t (s)	Caudal Calculado Patrón [MP <sub>c</sub> /t]*3600 (m <sup>3</sup> /h)	Caudal Calculado MUT [MUT/t]*3600 (m <sup>3</sup> /h)	Error MUT =(MUT-MP <sub>c</sub> )*100/MP <sub>c</sub> (%)	Temperatura MUT °C	Presión MUT bar	Temperatura MP °C	Presión MP Bar	Temperatura Agua (°C)	Temperatura Ambiente (°C)	Humedad Relativa %	
1				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
2				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
3				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
4				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
5				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
Media:		#DIV/0!			0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
Desvio Estándar s (%):		#DIV/0!							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

Q punto:		42	m <sup>3</sup> /h														
N	Volumen Aoomulado Patrón MP (m <sup>3</sup> )	Volumen Aoomulado Patrón Corregido MP <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> )	Pulsos Recoleitados por MUT	Valor Pulsos MUT 1 pulso = 0,0001 m <sup>3</sup>	Volumen MUT (m <sup>3</sup> )	Tiempo duracion prueba t (s)	Caudal Calculado Patrón [MP <sub>c</sub> /t]*3600 (m <sup>3</sup> /h)	Caudal Calculado MUT [MUT/t]*3600 (m <sup>3</sup> /h)	Error MUT =(MUT-MP <sub>c</sub> )*100/MP <sub>c</sub> (%)	Temperatura MUT °C	Presión MUT bar	Temperatura MP °C	Presión MP Bar	Temperatura Agua (°C)	Temperatura Ambiente (°C)	Humedad Relativa %	
1				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
2				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
3				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
4				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
5				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
Media:		#DIV/0!			0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
Desvio Estándar s (%):		#DIV/0!							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

Q punto:		33	m <sup>3</sup> /h														
N	Volumen Aoomulado Patrón MP (m <sup>3</sup> )	Volumen Aoomulado Patrón Corregido MP <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> )	Pulsos Recoleitados por MUT	Valor Pulsos MUT 1 pulso = 0,0001 m <sup>3</sup>	Volumen MUT (m <sup>3</sup> )	Tiempo duracion prueba t (s)	Caudal Calculado Patrón [MP <sub>c</sub> /t]*3600 (m <sup>3</sup> /h)	Caudal Calculado MUT [MUT/t]*3600 (m <sup>3</sup> /h)	Error MUT =(MUT-MP <sub>c</sub> )*100/MP <sub>c</sub> (%)	Temperatura MUT °C	Presión MUT bar	Temperatura MP °C	Presión MP Bar	Temperatura Agua (°C)	Temperatura Ambiente (°C)	Humedad Relativa %	
1				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
2				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
3				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
4				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
5				0,0001	0,000		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								
Media:		#DIV/0!			0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
Desvio Estándar s (%):		#DIV/0!							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

## Anexo VI

### Modelo de Certificado de Calibración propuesto

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**PARTICIPANTE:** FL-16-XX

MAGNITUD FLUJO LÍQUIDO

Nombre del cliente: Instituto Nacional de Normalización  
Dirección: Avenida Libertador Bernardo O'Higgins 1446 Torre 7, piso 17 Santiago Downtown,  
Santiago, Chile.

Nº de Informe: FL-16-XX  
Fecha de Calibración:  
Fecha de emisión del Certificado:

Instrumento: Flujómetro Electromagnético Compacto  
Marca:  
Modelo Tx/Sx:  
Nº de serie Tx/Sx:  
Diámetro Nominal: DN100 / NPS4", ANSI 150

Patrón utilizado:  
Marca:  
Modelo:  
Certificado de calibración N°:  
Fecha de Calibración  
Emisor del certificado:  
Trazabilidad inmediata:

Lugar donde fue realizada la calibración: Laboratorio **FL-16-XX**  
Temperatura:  
Humedad relativa:  
Norma o procedimiento utilizado:

Agregar foto del MUT instalado en la línea de prueba:

## RESULTADOS

* Caudal Patrón <b>MP</b> m <sup>3</sup> /h	* Caudal <b>MUT</b> m <sup>3</sup> /h	Error (%)	Incertidumbre ± (%)	Factor de Cobertura (k = 95%)

(\*): Calculado

**Temperatura del Agua:**

**Presión MUT:**

**Presión MP:**

	<b>Efectuó:</b>	<b>Autorizó:</b>
<b>Nombre</b>	(Solo Iniciales)	(Solo Iniciales)
<b>Firma:</b>	(Mosca)	(Mosca)
<b>Cargo:</b>		

**ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER REPRODUCIDO EN FORMA PARCIAL**

**Nota:**

*El informe anterior es sólo una "sugerencia" en el contexto general; lo que interesa es el informe de resultados que deben reportar los valores establecidos en el formato propuesta (TABLA de valores y las condiciones de la calibración).*

## Anexo VII

### Sugerencia Cálculo de Incertidumbre

**Incertidumbre:** Resultado de la evaluación, que tiene por objeto la caracterización de un intervalo dentro del cual se estima que se encuentra el valor real del mensurando, generalmente con una probabilidad dada.

Para el cálculo de la incertidumbre, se sugiere como mínimo considerar las siguientes contribuciones:

- Incertidumbre por desvío estándar del Error del MUT ( $u_A$ )
- Incertidumbre del MP, ( $u_{MP}$ )
- Incertidumbre de la resolución del MP ( $u_{Res\_MP}$ )
- Incertidumbre de la resolución del MUT ( $u_{Res\_MUT}$ )

$$U_T(\%) = 2 \cdot \sqrt{(u_A)^2 + (u_{Res\_MUT})^2 + (u_{Res\_MP})^2 + (u_{MP})^2}$$

#### Expresión Incertidumbre desvío estándar del Error de MUT (%)

$$\text{Media: } \bar{x}(\%) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\text{Desvío Estándar: } s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

La incertidumbre estándar debido a efectos aleatorios es entonces

$$u_A = \frac{s(x)}{n} = s(\bar{x})$$

#### Expresión Incertidumbre de la Resolución del MUT (%)

$$u_{Res\_MUT}(\%) = \frac{Re s_{MUT}}{2 \cdot \sqrt{3}} * \frac{100}{V_{MUT}}$$

Dónde:

$u_{Res\_MUT}(\%)$ : Incertidumbre debida de la resolución del MUT (%)

$V_{MUT}$ : Volumen acumulado por el MUT (en  $m^3$ )

$Re s_{MUT}$ : Resolución adoptada del MUT ( $0,0001 m^3$ )

### Expresión Incertidumbre de la Resolución del MP (%)

$$u_{Res\_MP}(\%) = \frac{Res_{MP}}{2 \cdot \sqrt{3}} * \frac{100}{V_{MP}}$$

Dónde:

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

$V_{MP}$ : Volumen acumulado por el MP

$Res_{MP}$ : Resolución adoptada del MP

### Expresión Incertidumbre del MP (%)

$$u_{MP}(\%) = \frac{U_{MP}}{k}$$

Dónde:

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

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

### Expresión Incertidumbre combinada y expandida $U_T$ (%)

$$U_T(\%) = 2 \cdot \sqrt{(u_A)^2 + (u_{Res\_MUT})^2 + (u_{Res\_MP})^2 + (u_{MP})^2}$$

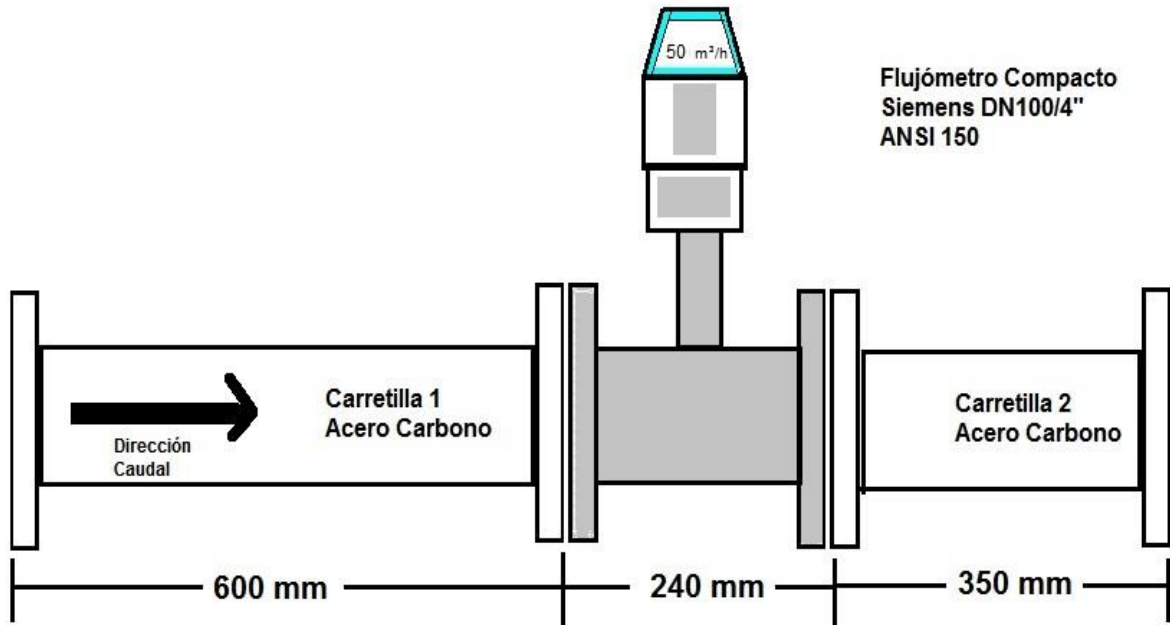
Dónde:

$U_T$ : Incertidumbre combinada y expandida

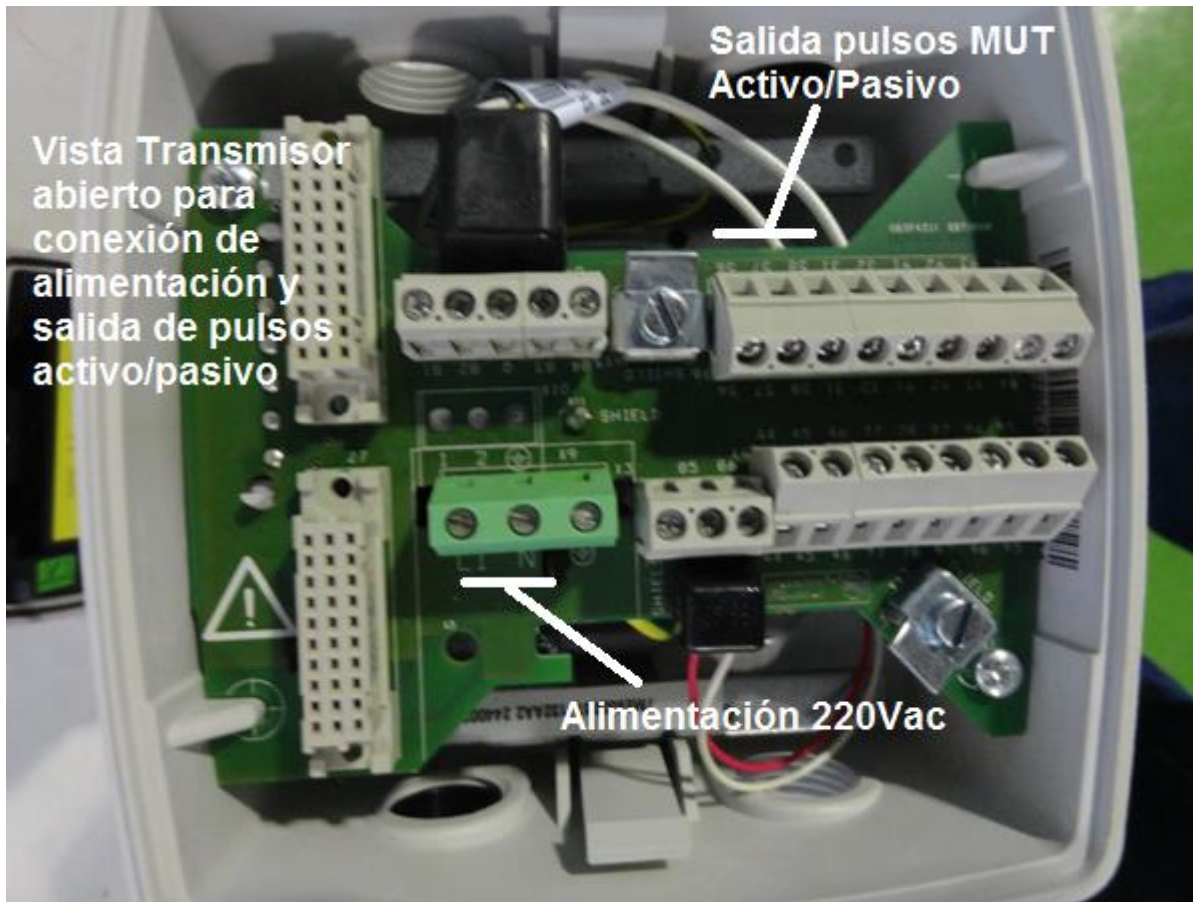
*Nota:*

**Si el laboratorio de acuerdo a su sistema de calibración/ tipo de medidor patrón y sus procedimientos, considera necesario incorporar otras fuentes de incertidumbres, entonces éstas deben quedar incorporadas a los cálculos.**

### Anexo VIII-A



## Anexo VIII-B



**Nota:**

Se adjunta manual con detalles de la instalación eléctrica (Alimentación y salida pulsos activo/pasivo)

## Anexo IX 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:

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Dónde:

**$E_n$** : Error Normalizado

**$x$** : Resultado del participante.

**$X$** : Valor asignado.

**$U_{lab}$** : Incertidumbre expandida del resultado de un participante.

**$U_{ref}$** : Incertidumbre expandida del valor asignado del laboratorio de referencia.

Los criterios estadísticos para la evaluación del desempeño son los siguientes:

- $|E_n| \leq 1.0$  = desempeño satisfactorio y no genera señal;
- $|E_n| > 1.0$  = desempeño insatisfactorio y genera una señal de acción.