

Medidores de agua para agua potable. Métodos de ensayo

ANTEPROYECTO

Advertencia

Este documento no es una Norma Nacional NORDOM. Se distribuye para su revisión y comentarios. Está sujeto a cambios sin previo aviso y no puede ser referido como un Estándar Internacional.

Los destinatarios de este borrador están invitados a enviar, con sus comentarios, la notificación de cualquier derecho de patente relevante del que tengan conocimiento y proporcionar documentación de respaldo.

Contenido

Prefacio	viii
1 Objeto y campo de aplicación.....	1
1.1 Objeto.....	1
1.2 Campo de aplicación.....	1
2 Referencias normativas.....	1
3 Términos y definiciones.....	2
4 Condiciones de referencia.....	2
5 Símbolos, unidades y ecuaciones.....	3
6 Examen externo.....	3
6.1 Generalidades.....	3
6.2 Objetivo.....	3
6.3 Preparación.....	3
6.4 Procedimientos de examen.....	3
6.4.1 Generalidades.....	3
6.4.2 Marcas e inscripciones.....	3
6.4.3 Dispositivo indicador (NORDOM 918, apartado 6.7)	4
7 Ensayos de funcionamiento para todos los medidores de agua.....	8
7.1 Generalidades.....	8
7.2 Condiciones requeridas para todos los ensayos.....	8
7.2.1 Calidad del agua.....	8
7.2.2 Reglas generales para la instalación de ensayo y ubicación.....	8
7.3 Ensayo de presión estática (NORDOM 918, apartado 4.2.10)	9
7.3.1 Objetivo del ensayo.....	9
7.3.2 Preparación.....	9
7.3.3 Procedimiento de ensayo.....	9
7.3.4 Criterios de aceptación.....	10
7.4 Determinación de errores intrínsecos (de indicación) (OIML R 49-1:2013, 7.2.3).....	10
7.4.1 Objetivo del ensayo.....	10
7.4.2 Preparación.....	10
7.4.3 Medidores de combinación.....	16
7.4.4 Método de ensayo para la determinación de caudales de conmutación (OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.3)	17
7.4.5 Procedimiento de ensayo.....	17
7.4.6 Criterios de aceptación.....	18
7.4.7 Ensayo de intercambio en todos los tipos de medidores de cartuchos y medidores con módulos metrológicos intercambiables (OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.7).....	18
7.5 Ensayo de temperatura del agua (NORDOM 918, apartado 4.2.8).....	19
7.5.1 Objetivo del ensayo.....	19
7.5.2 Preparación.....	19
7.5.3 Procedimiento de ensayo.....	19
7.5.4 Criterios de aceptación.....	19
7.6 Ensayo de temperatura del agua de sobrecarga (Recomendación OIML R 49- 1:2013, apartado 7.2.5)	19
7.6.1 Objeto del ensayo.....	19
7.6.2 Preparación.....	20
7.6.3 Procedimiento de ensayo.....	20
7.6.4 Criterios de aceptación.....	20
7.7 Ensayo de presión del agua (NORDOM 918, apartado 4.2.8)	20
7.7.1 Objeto del ensayo.....	20

7.7.2	Preparación.....	20
7.7.3	Procedimiento de ensayo	20
7.7.4	Criterios de aceptación.....	21
7.8	Ensayo de flujo inverso (NORDOM 918, apartado 4.2.7)	21
7.8.1	Objeto del ensayo	21
7.8.2	Preparación.....	21
7.8.3	Procedimiento de ensayo	21
7.8.4	Criterios de aceptación.....	22
7.9	Ensayo de pérdida de presión (NORDOM 918, apartado 6.5)	22
7.9.1	Objeto del ensayo	22
7.9.2	Equipo para el ensayo de pérdida de presión.....	23
7.9.3	Procedimiento de ensayo	24
7.9.4	Cálculo de la Δp real de un medidor de agua.....	26
7.9.5	Criterios de aceptabilidad.....	27
7.10	Ensayos de perturbación del flujo (NORDOM 918, apartado 6.3.4)	27
7.10.1	Objeto de los ensayos.....	27
7.10.2	Preparación.....	27
7.10.3	Procedimiento de ensayo	28
7.10.4	Criterios de aceptación.....	28
7.11	Ensayos de durabilidad (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.6)	28
7.11.1	Generalidades.....	28
7.11.2	Ensayo de flujo discontinuo.....	29
7.11.3	Ensayo de flujo continuo.....	32
7.12	Ensayo de campos magnéticos	35
7.13	Ensayos de los dispositivos auxiliares de un medidor de agua	35
7.13.1	Objeto del ensayo	35
7.13.2	Preparación.....	35
7.13.3	Procedimiento de ensayo	35
7.13.4	Criterios de aceptación.....	35
7.14	Ensayos ambientales.....	36
8	Ensayos de desempeño relacionados con factores de influencia y perturbaciones	36
8.1	Requisitos generales (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.1)	36
8.1.1	Introducción.....	36
8.1.2	Clasificación ambiental	36
8.1.3	Clasificación electromagnética.....	36
8.1.4	Condiciones de referencia (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.1).....	36
8.1.5	Volúmenes de ensayo para medir el error (de indicación) de un medidor de agua.....	36
8.1.6	Influencia de la temperatura del agua (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5).....	37
8.1.7	Requisitos para ensayos ambientales.....	37
8.1.8	Equipo bajo ensayo (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.12.3).....	38
8.2	Calor seco (sin condensación) (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)	39
8.2.1	Objeto del ensayo	39
8.2.2	Preparación.....	40
8.2.3	Procedimiento de ensayo (resumen)	40
8.2.4	Criterios de aceptación.....	40
8.3	Frío (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)	41
8.3.1	Objeto del ensayo	41
8.3.2	Preparación.....	41
8.3.3	Procedimiento de ensayo (resumen)	41
8.3.4	Criterios de aceptación.....	41
8.4	Calor húmedo, cíclico (con condensación) (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5).....	42
8.4.1	Objeto del ensayo	42

8.4.2	Preparación.....	42
8.4.3	Procedimiento de ensayo (resumen).....	42
8.4.4	Criterios de aceptación.....	43
8.5	Variación en el suministro de energía (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5).....	43
8.5.1	Generalidades.....	43
8.5.2	Medidores de agua alimentados con C.A directa o mediante convertidores CA/CC (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)	43
8.5.3	Medidores de agua alimentados con tensión C.C externa o baterías de C.C primarias (OIML R 49-1:2013, apartado A.5)	45
8.5.4	Interrupción de la alimentación de la batería	46
8.6	Vibración (aleatoria) (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)	46
8.6.1	Objeto del ensayo	46
8.6.2	Preparación.....	46
8.6.3	Procedimiento de ensayo (resumen).....	46
8.6.4	Criterios de aceptación.....	47
8.7	Choque mecánico (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)	47
8.7.1	Objeto del ensayo	47
8.7.2	Preparación.....	47
8.7.3	Procedimiento de ensayo (resumen).....	47
8.7.4	Criterios de aceptación.....	48
8.8	Caídas de tensión de la red de C.A, interrupciones cortas y variaciones de tensión (Recomendación R 49-1:2013, apartado A.5)	48
8.8.1	Objeto del ensayo	48
8.8.2	Preparación.....	49
8.8.3	Procedimiento de ensayo (resumen).....	49
8.8.4	Criterios de aceptación.....	51
8.9	Ráfagas en las líneas de señales (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5).....	51
8.9.1	Objeto del ensayo	51
8.9.2	Preparación.....	51
8.9.3	Procedimiento de ensayo (resumen).....	51
8.9.4	Criterios de aceptación.....	52
8.10	Ráfagas (transitorias) en la red de CA y CC (Recomendación OIML R 49-1:2013, literal A.5)	52
8.10.1	Objeto del ensayo	52
8.10.2	Preparación.....	52
8.10.3	Procedimiento de ensayo (resumen).....	52
8.10.4	Criterios de aceptación.....	53
8.11	Descarga electrostática (Recomendación OIML R 49-1:2013, literal A.5).....	53
8.11.1	Objeto del ensayo	53
8.11.2	Preparación.....	53
8.11.3	Procedimiento de ensayo (resumen).....	53
8.11.4	Criterios de aceptación.....	55
8.12	Campos electromagnéticos radiados (Recomendación OIML R 49-1:2013, literal A.5)	55
8.12.1	Objeto del ensayo	55
8.12.2	Preparación.....	55
8.12.3	Procedimiento de ensayo (resumen).....	55
8.12.4	Criterios de aceptación.....	57
8.13	Campos electromagnéticos conducidos (Recomendación OIML R 49-1:2013, A.5)	57
8.13.1	Objeto del ensayo	57
8.13.2	Preparación.....	57
8.13.3	Procedimiento de ensayo (resumen).....	57
8.14	Sobretensiones en las líneas de señales, datos y control (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)	59
8.14.1	Objeto del ensayo	59

8.14.2 Preparación.....	59
8.14.3 Procedimiento de ensayo (resumen).....	59
8.14.4 Criterios de aceptación.....	60
8.15 Sobretensiones en líneas de potencia de la red de CA y CC (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5).....	60
8.15.1 Objeto del ensayo	60
8.15.2 Preparación.....	60
8.15.3 Procedimiento de ensayo (resumen).....	60
8.15.4 Criterios de aceptación.....	61
8.16 Campo magnético estático (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.8).....	62
8.16.1 Condiciones de ensayo	62
8.16.2 Objeto del ensayo	62
8.16.3 Preparación.....	62
8.16.4 Procedimiento de ensayo (resumen).....	62
8.16.5 Criterios de aceptación.....	63
8.17 Ensayo de ausencia de flujo	63
8.17.1 Objeto del ensayo	63
8.17.2 Preparación.....	63
8.17.3 Procedimiento de ensayo	63
8.17.4 Criterios de aceptación.....	63
9 Programa de ensayo para la evaluación de modelo.....	64
9.1 Número de muestras requeridas	64
9.2 Ensayo de desempeño aplicable a todos los medidores de agua	64
9.3 Ensayos de desempeño aplicables a medidores de agua electrónicos, medidores de agua mecánicos equipados con dispositivos electrónicos, y sus partes separables	65
9.4 Evaluación de modelo para partes separables de un medidor de agua.....	65
9.5 Familias de medidores de agua	66
10 Ensayos de verificación inicial.....	66
10.1 Verificación inicial de medidores completos y combinados	66
10.1.1 Objeto del ensayo	66
10.1.2 Preparación.....	67
10.1.3 Procedimiento de ensayo	67
10.1.4 Criterios de aceptación.....	67
10.2 Verificación inicial de las partes separables de un medidor de agua	68
10.2.1 Objeto del ensayo	68
10.2.2 Preparación.....	68
10.2.3 Procedimiento de ensayo	68
10.2.4 Criterios de aceptación.....	68
11 Presentación de los resultados.....	68
11.1 Objeto de los informes.....	68
11.2 Identificación y datos de ensayo para inclusión en los registros	69
11.2.1 Evaluación de modelo.....	69
11.2.2 Verificación inicial	69
Annex A (Normativo) Examen de modelo y ensayo de los medios de verificación de los dispositivos electrónicos	70
A.1 Generalidades	70
A.2 Objeto del examen.....	70
A.3 Procedimientos de examen.....	70
A.3.1 Acción de los medios de verificación.....	70
A.3.2 Medios de verificación para el transductor de medición	71

A.3.2.1 Objeto del ensayo	71
A.3.2.2 Procedimientos de ensayo	71
A.3.2.2.1 Transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) con señales de salida de impulsos	71
A.3.2.2.2 Transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) de medidores electromagnéticos	72
A.3.2.2.3 Otros principios de medición	72
A.3.3 Medios de verificación para el calculador	72
A.3.3.1 Objeto del ensayo	72
A.3.3.2 Procedimiento de ensayo	73
A.3.3.2.1 Funciones del calculador	73
A.3.3.2.2 Cálculos	73
A.3.4 Medios de verificación del dispositivo indicador	74
A.3.4.1 Objeto del ensayo	74
A.3.4.2 Procedimiento de ensayo	74
A.3.5 Medios de verificación de dispositivos auxiliares	75
A.3.5.1 Objeto del ensayo	75
A.3.5.2 Procedimiento de ensayo	75
A.3.6 Medios de verificación de instrumentos de medición asociados	75
A.3.6.1 Objeto del ensayo	75
A.3.6.2 Procedimiento de ensayo	75
Annex B (Normativo) Cálculo del error (de indicación) relativo de un medidor de agua	77
B.1 Información general	77
B.2 Cálculo del error (de indicación)	77
B.3 Cálculo del error (de indicación) relativo	77
B.3.1 Medidor de agua completo	77
B.3.2 Medidor de agua combinado	78
B.3.3 Calculador (incluido el dispositivo indicador)	78
B.3.3.1 Cálculo del error (de indicación) relativo de un calculador (incluido el dispositivo indicador) ensayado con una señal de entrada de impulsos simulada	78
B.3.3.2 Cálculo del error (de indicación) relativo de un calculador (incluido el dispositivo indicador) ensayado con una señal de entrada de corriente simulada	78
B.3.3.3 Cálculo del error (de indicación) relativo de un calculador (incluido el dispositivo indicador) ensayado con una señal de entrada de tensión simulada	79
$Ec(i)(i = 1, 2 \dots n) = Vi - VaVa \times 100.$ (B.4)	79
B.3.3.4 Cálculo del error (de indicación) relativo de un calculador (incluido el dispositivo indicador) ensayado con una señal de entrada codificada simulada	79
B.3.4 Transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen)	79
B.3.4.1 Cálculo del error (de indicación) relativo de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) con una señal de salida de impulsos	79

B.3.4.2 Cálculo del error (de indicación) relativo de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) con una señal de salida de corriente	80
B.3.4.3 Cálculo del error (de indicación) relativo de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) con una señal de salida de tensión.....	80
B.3.4.4 Cálculo del error (de indicación) relativo de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) con una señal de salida codificada	81
Annex C (Normativo) Requisitos de instalación para ensayos de perturbación del flujo.....	82
Annex D (Normativo) Evaluación de modelo de una familia de medidores de agua	84
D.1 Familias de medidores de agua	84
D.2 Definición	84
D.3 Selección del medidor	84
Annex E (Informativo) Ejemplos de métodos y componentes usados para ensayar medidores de agua concéntricos	86
Annex F (Informativo) Determinación de la densidad del agua.....	89
F.1 Densidad del agua destilada libre de aire a 101.325 kPa	89
F.2 Factor de corrección de presión.....	89
F.3 Densidad del agua en el flujómetro	89
Annex G (Informativo) Incertidumbres máximas en la medición de factores de influencia y perturbaciones	91
G.1 Introducción	91
G.2 Entradas de señales simuladas al calculador	91
G.3 Ensayos de calor seco, calor húmedo (cíclico) y frío.....	91
G.4 Variación de la tensión de alimentación	91
G.5 Variación de la frecuencia de la red.....	92
G.6 Reducción de energía de corta duración.....	92
G.7 Ráfagas eléctricas	92
G.8 Descarga electrostática	92
G.9 Interferencia electromagnética.....	92
G.10 Vibración mecánica	92
Annex H (Informativo) Tomas de presión para el ensayo de pérdida de presión, detalles de los orificios y de las ranuras.....	93
H.1 Generalidades	93
H.2 Diseño de las tomas de presión de la sección de medición	93
H.3 Detalles de las tomas de presión, orificios y ranuras	93
Annex I (Informativo) Tomas de presión para el ensayo de pérdida de presión, detalles de los orificios y de las ranuras.....	96
I.1 Generalidades	96
I.2 Generadores de perturbación de tipo roscado	96
Bibliografía	106

Prefacio

EL Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL), es el organismo oficial que tiene a su cargo el estudio y preparación de las Normas Dominicanas (NORDOM), a nivel nacional. Es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO), Comisión Internacional de Electrotécnica (IEC), Comisión del Codex Alimentarius, Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), representando a la República Dominicana ante estos Organismos.

La norma **NORDOM 17-1: 014 Medidores de agua para agua potable. Métodos de ensayo**, ha sido preparada por la Dirección de Normalización del Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL).

El estudio de la citada norma estuvo a cargo del Comité Técnico de Normalización **CTN 17-1 Metrología y medición**, integrado por representantes de los sectores de producción, consumo y técnico, quienes iniciaron su trabajo tomando como base la Norma **Medidores de agua potable fría y de agua caliente. Parte 2: Métodos de ensayo**, del cual partió la propuesta de norma a ser estudiada por el comité.

Dicha propuesta de norma fue aprobada como anteproyecto por el comité técnico de trabajo, en la reunión **No. 7** de fecha **15 de octubre 2024** y preparada para ser enviado a consulta pública, por un período de 60 días.

Formaron parte del comité técnico, las entidades y personas naturales siguientes.

PARTICIPANTES:

Willy Polanco

Jezenia Roja

Tomás Danilo Camilo

Cristian González
Fidel del Rosario

Lewis Cabrera

Héctor Jaque

Esperanza González Amancio

REPRESENTANTES DE:

Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD)

Bepensa Dominicana, S.A

Instituto Nacional de Formación Técnico Profesional (INFOTEP)

Instituto Nacional de Protección de los Derechos del Consumidor (Pro-Consumidor)

Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM)

ASOCONSUSADOM

Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL)

Medidores de agua para agua potable. Métodos de ensayo

1 Objeto y campo de aplicación

1.1 Objeto

La presente Norma proporciona detalles sobre el programa de ensayo, los principios, los equipos y procedimientos de uso para los ensayos de evaluación de modelo y de verificación inicial de un tipo de medidor, incluyen, además, los requisitos de ensayo del medidor de agua completo y los requisitos de ensayo del transductor de medición (incluyendo el sensor de flujo o de volumen), y la calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) de un medidor de agua como unidades separadas.

1.2 Campo de aplicación

La presente norma es aplicable a los ensayos de evaluación de modelo y de verificación inicial de los medidores de agua potable, también se aplican a dispositivos auxiliares si lo exigen.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos se mencionan en el texto de tal manera que parte o todo su contenido constituye requisitos de este documento. Para las referencias con fecha, aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluidas las enmiendas).

NORDOM 918, Medidores de agua para agua potable. Requisitos metrológicos y técnicos

NORDOM 1, Agua potable. Requisitos. (1ra. rev. 2021)

OIML R 49-1:2013, Water meters for cold potable water and hot water. Part 1: Metrological and technical requirements

OIML R 49-3:2013, Water meters for cold potable water and hot water. Part 3: Test report format

OIML G 13, Planning of metrology and testing laboratories

OIML G 1-100, Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement

IEC 60068-1, Pruebas ambientales - Parte 1: Generalidades y orientación

IEC 60068-2-2, Pruebas ambientales - Parte 2-2: Pruebas - Prueba B: Calor seco

IEC 60068-2-31, Pruebas ambientales - Parte 2-31: Pruebas - Prueba Ec: Choques por manipulación brusca, principalmente para muestras de tipo equipo

IEC 60068-2-47, Ensayos ambientales - Parte 2-47: Ensayo - Montaje de muestras para ensayos de vibración, impacto y dinámicos similares

IEC 60068-2-64, Pruebas ambientales - Parte 2-64: Pruebas - Prueba Fh: Vibración, banda ancha aleatoria y guía

IEC 60068-3-1, Pruebas ambientales - Parte 3-1: Documentación de apoyo y orientación - Pruebas de frío y calor seco

IEC 60654-2, Condiciones de funcionamiento de los equipos de medida y control de procesos industriales. Parte 2: Potencia

IEC 61000-2-1, Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 2: Entorno - Sección 1: Descripción del entorno - Entorno electromagnético para perturbaciones conducidas de baja frecuencia y señalización en sistemas públicos de suministro de energía

IEC 61000-2-2, Compatibilidad electromagnética (CEM) - Medio ambiente - Niveles de compatibilidad para perturbaciones conducidas de baja frecuencia y señalización en sistemas públicos de suministro eléctrico de baja tensión

IEC 61000-4-1, Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 4-1: Técnicas de prueba y medición - Descripción general de la serie IEC 61000-4

IEC 61000-4, Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 4-4: Técnicas de prueba y medición - Prueba de inmunidad a ráfagas/transitorios eléctricos rápidos

IEC 61000-4-6, Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 4-6: Técnicas de ensayo y medición - Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas por campos de radiofrecuencia

IEC 61000-4-11, Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 4-11: Técnicas de ensayo y medición - Pruebas de inmunidad a huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión para equipos con corriente de entrada de hasta 16 A por fase

IEC 61000-6-1, Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 6-1: Normas genéricas - Norma de inmunidad para entornos residenciales, comerciales y de industria ligera

IEC 61000-6-2, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6-2: Normas genéricas. Inmunidad en entornos industriales

3 Términos y definiciones

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones de la NORDOM 918.

4 Condiciones de referencia

4.1 Todas las magnitudes de influencia aplicables, salvo la magnitud de influencia que se está ensayando, deberán mantenerse en los siguientes valores durante los ensayos de evaluación de modelo en un medidor de agua. Sin embargo, en el caso de factores de influencia y perturbaciones para medidores de agua electrónicos, se permite utilizar las condiciones de referencia definidas en la norma IEC aplicable.

Caudal:	$0.7 \times (Q_2 + Q_3) \pm 0.03 \times (Q_2 + Q_3)$
Temperatura del agua:	T30, T50 es $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ T70 a T180 es $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ y $50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ T30/70 a T30/180 es $50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$
Presión del agua:	Dentro de las condiciones nominales de funcionamiento (OIML R49-1:2013, 6.4))
Intervalo de temperatura ambiente:	15 °C a 25 °C
Intervalo de humedad relativa ambiente:	45% a 75%
Intervalo de presión atmosférica ambiente:	86 kPa a 106 kPa (0.86 bares a 1.06 bares)
Tensión de alimentación (CA de la red):	Tensión nominal, $U_{\text{nom}} \pm 5\%$
Frecuencia de alimentación:	Frecuencia nominal, $f_{\text{nom}} \pm 2\%$
Tensión de alimentación (batería):	Una tensión V del alcance $U_{\text{bmin}} \leq V \leq U_{\text{bmax}}$

4.2 Durante cada ensayo, la temperatura y la humedad relativa no deben variar en más de 5 °C o 10% , respectivamente, dentro del alcance de referencia. Se permite que las condiciones de referencia se desvíen con respecto a los valores de tolerancia definidos durante los ensayos de funcionamiento si se

puede proporcionar al organismo responsable de la aprobación de modelo evidencia de que el modelo de medidor en consideración no se ve afectado por la desviación de la condición en cuestión. Sin embargo, se deberán medir y documentar los valores reales de la condición que se desvía, como parte de la documentación de los ensayos de funcionamiento.

5 Símbolos, unidades y ecuaciones

Las ecuaciones, símbolos y sus unidades, con respecto al cálculo del error (de indicación), de un medidor de agua, utilizados en la presente Norma Metrológica, se proporcionan en el anexo B.

6 Examen externo

6.1 Generalidades

Durante el examen externo, se deberán registrar todos los valores, dimensiones y observaciones pertinentes.

NOTA 1 Para la presentación de los resultados de los exámenes de modelo, ver el capítulo 11 de la presente norma.

NOTA 2 Los apartados pertinentes de la NORDOM 918 y OIML R 49-1:2013 aparecen entre paréntesis en lo que viene a continuación.

6.2 Objetivo

Verificar que un medidor de agua cumpla con los requisitos de la NORDOM 918 con respecto al diseño del dispositivo indicador, el marcado del medidor y la aplicación de dispositivos de protección.

6.3 Preparación

6.3.1 Se deberán realizar las medidas lineales que tengan que tomarse a un medidor, utilizando dispositivos de medición calibrados y trazables.

6.3.2 Las dimensiones reales o aparentes de las escalas del dispositivo indicador deberán tomarse sin quitar el lente del medidor o desmontar el medidor.

NOTA Se puede utilizar un microscopio móvil (catetómetro) para medir el ancho, la separación y la altura de las divisiones de escala y la altura de los números.

6.4 Procedimientos de examen

6.4.1 Generalidades

6.4.1 Se deberán examinar los siguientes aspectos del diseño en por lo menos un medidor de la muestra.

6.4.2 Se puede usar la misma muestra de medidor para todos los exámenes externos, o para algunos de los exámenes se pueden usar diferentes medidores de las muestras presentadas.

6.4.2 Marcas e inscripciones

a) Verificar que se proporcione un lugar para colocar la marca de verificación, el cual sea visible sin desmontar el medidor de agua.

b) Verificar que el medidor de agua esté marcado clara e indeleblemente con la información presentada en la NORDOM 918, apartado 6.6.2.

c) Verificar el cumplimiento de lo referente a la: NORDOM 918, apartados 6.6.1 y 6.6.2 (r), en la OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

6.4.3 Dispositivo indicador (NORDOM 918, apartado 6.7)

6.4.3.1 Función (NORDOM 918, apartado, 6.7.1.1)

- a) Verificar que el dispositivo indicador proporcione una lectura fácil, confiable y una indicación visual del volumen de agua que no sea ambigua.
- b) Verificar que el dispositivo indicador incluya medios visuales para el ensayo y calibración.
- c) Si el dispositivo indicador incluye elementos adicionales para el ensayo y calibración mediante otros métodos, por ejemplo, para el ensayo y calibración automáticos, registrar el tipo o tipos de dispositivo.
- d) Si el medidor es un medidor de combinación con dos dispositivos indicadores, se aplica el apartado 6.4.3 a ambos dispositivos indicadores.
- e) Verificar el cumplimiento de lo referente a la NORDOM 918, apartado 6.7.1.2 y en la OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

6.4.3.2 Unidad de medición, símbolo y ubicación (NORDOM 918, apartado 6.7.1.2)

- a) Verificar que el volumen de agua indicado se exprese en metros cúbicos.
- b) Verificar que el símbolo m^3 aparezca en el dial o inmediatamente adyacente al dispositivo visualizador numerado.
- c) Verificar el cumplimiento de lo referente a la NORDOM 918, apartado 6.7.1.2 de la OIML R 49-3:2018, apartado 4.4.1.

6.4.3.3 Alcance de indicación (NORDOM 918, apartado 6.7.1.3)

- a) Verificar que el dispositivo indicador sea capaz de registrar el volumen indicado en metros cúbicos que se da en la NORDOM 918, tabla 7, correspondiente al caudal permanente Q_3 sin pasar por cero.
- b) Verificar el cumplimiento de lo referente a la NORDOM 918, apartado 6.7.1.3 de la OIML R 49-3:2018, apartado 4.4.1.

6.4.3.4 Codificación de colores para dispositivos indicadores (NORDOM 918, apartado 6.7.1.4)

- a) Verificar que:
 - 1) se utilice el color negro para indicar el metro cúbico y sus múltiplos;
 - 2) se utilice el color rojo para indicar los submúltiplos del metro cúbico; y
 - 3) los colores se apliquen a los punteros, agujas, números, ruedas, discos, diales o ventanas;o se utilicen otros medios para indicar el metro cúbico, en los cuales no hay ambigüedad al distinguir entre la indicación primaria y las visualizaciones alternativas, por ejemplo, submúltiplos para la verificación y el ensayo.
- b) Verificar el cumplimiento de lo referente a la NORDOM 918, apartado 6.7.1.4 en la OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

6.4.3.5 Tipos de dispositivo indicador (NORDOM 918, apartado 6.7.2)

6.4.3.5.1 Tipo 1 — Dispositivo analógico (NORDOM 918, apartado 6.7.2.1)

- a) Si se ha utilizado un dispositivo indicador del tipo 1, verificar que el volumen se indique mediante:
 - 1. el movimiento continuo de uno o más punteros que se desplazan en relación con escalas graduadas;
 - 2. el movimiento continuo de una o más escalas circulares o tambores, cada uno de los cuales pasa por una aguja.
- b) Verificar que el valor expresado en metros cúbicos para cada división de escala sea de la forma 10^n , donde n es un número entero positivo o negativo o cero, por lo que se establece un sistema de décadas consecutivas.
- c) Verificar que cada escala esté graduada en valores expresados en metros cúbicos o acompañada de un factor de multiplicación ($\times 0.001$; $\times 0.01$; $\times 1$; $\times 10$; $\times 100$; $\times 1\,000$; etc.).
- d) Verificar que el movimiento rotativo de los punteros o las escalas circulares sea en el sentido de las agujas del reloj.
- e) Verificar que el movimiento lineal de los punteros o las escalas sea de izquierda a derecha.
- f) Verificar que el movimiento de los indicadores de rodillos numerados sea hacia arriba.
- g) Verificar el cumplimiento de lo referente a la NORDOM 918, apartado 6.7.2.1 de la OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

6.4.3.5.2 Tipo 2 — Dispositivo digital (NORDOM 918, apartado 6.7.2.2)

- a) Verificar que el volumen se indique mediante una línea de dígitos que aparecen en una o más aberturas.
- b) Verificar que el avance de un dígito se complete cuando el dígito del próximo valor menor está cambiando de 9 a 0.
- c) Verificar que la altura real o aparente de los dígitos sea por lo menos 4 mm
- d) Para dispositivos no electrónicos:
 - 1) Verificar que el movimiento de los indicadores de rodillos numerados (tambores) sea hacia arriba.
 - 2) Si la década de menor valor tiene un movimiento continuo, verificar que la abertura sea lo suficientemente grande que permita la lectura de un dígito sin ambigüedad.
- e) Para dispositivos electrónicos:
 - 1) Verificar que, en el caso de visualizaciones no permanentes, el volumen pueda visualizarse en cualquier momento durante por lo menos 10 s.
 - 2) Comprobar visualmente todo el dispositivo visualizador en la siguiente secuencia:
 - i) para el tipo de siete segmentos, verificar que se puedan visualizar correctamente todos los elementos (por ejemplo, una prueba de "ochos");

- ii) para el tipo de siete segmentos, verificar que se puedan borrar todos los elementos (por ejemplo, una prueba de "blancos");
- iii) para visualizaciones gráficas, utilizar una prueba equivalente para verificar que las fallas de visualización no pueden ocasionar la mala interpretación de cualquier dígito;
- iv) verificar que cada etapa de la secuencia dure por lo menos 1 s.
- e) Llenar lo referente al apartado de la NORDOM 918, 6.7.2.2 de la OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

6.4.3.5.3 Tipo 3 — Combinación de dispositivos analógicos y digitales (NORDOM 918, apartado 6.7.2.3)

- a) Si el dispositivo indicador es una combinación de dispositivos de los tipos 1 y 2, verificar que se apliquen los respectivos requisitos de cada uno (ver apartados 6.4.3.5.1 y 6.4.3.5.2).
- b) Llenar lo referente a la sección de la NORDOM 918, apartado 6.7.2.3 en la OIML R 49-3:2013, 4.4.1.

6.4.3.6 Dispositivos de verificación — Primer elemento de un dispositivo indicador — Intervalo de verificación (NORDOM 918, apartado 6.7.3)

6.4.3.6.1 Requisitos generales (NORDOM 918, apartado 6.7.3.1)

- a) Verificar que el dispositivo indicador tenga los medios que permiten una verificación y calibración visuales que no sean ambiguas.
- b) Observar si el dispositivo visual de verificación tiene un movimiento continuo o discontinuo.
- c) Observar si, además de los medios de verificación con dispositivo visual, el dispositivo indicador incluye sistemas para un ensayo rápido mediante la inclusión de elementos complementarios (por ejemplo, ruedas o discos en estrella), que proporcionan señales a través de sensores conectados externamente. Observar la relación, declarada por el fabricante, entre la indicación visual de volumen y las señales emitidas por estos dispositivos complementarios.
- d) Llenar lo referente a la sección de la NORDOM 918, apartado 6.7.3.1 y de la OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

6.4.3.6.2 Dispositivo visual de verificación (NORDOM 918, apartado 6.7.3.2)

6.4.3.6.2.1 Valor del intervalo de escala de verificación (NORDOM 918, apartado 6.7.3.2.1)

- a) Verificar que el valor del intervalo de escala de verificación, expresado en metros cúbicos, sea de la forma 1×10^n , 2×10^n o 5×10^n , donde n es un número entero positivo o negativo o cero,
- b) Para los dispositivos indicadores analógicos y digitales con movimiento continuo del primer elemento, verificar que el intervalo de escala de verificación se forme de la división en 2, 5 o 10 partes iguales del intervalo entre dos dígitos consecutivos del primer elemento.
- c) Para los dispositivos indicadores analógicos y digitales con movimiento continuo del primer elemento, verificar que la numeración no se aplique a las divisiones entre dígitos consecutivos del primer elemento
- d) Para los dispositivos indicadores digitales con movimiento discontinuo del primer elemento, el intervalo de escala de verificación es el intervalo entre dos dígitos consecutivos o movimientos incrementales del primer elemento.

e) Llenar lo referente a la sección de la NORDOM 918, apartado 6.7.3.2.1 en la OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

6.4.3.6.2.2 Forma de la escala de verificación (NORDOM 918, apartado 6.7.3.2.2)

a) Si el dispositivo indicador tiene un movimiento continuo del primer elemento, comprobar que la división de escala aparente no sea menos de 1 mm ni más de 5 mm.

b) Verificar que la escala consista en:

1. líneas de igual grosor que no sobrepasen un cuarto de la división de escala y que solo difieran en longitud;
2. o bandas de contraste de un ancho constante igual a la división de escala.

c) Verificar que el ancho aparente de la punta del puntero no sea superior a un cuarto de la división de escala.

d) Verificar que el ancho aparente de la punta del puntero no sea superior a 0.5 mm.

e) Llenar lo referente a la sección de la NORDOM 918, apartado 6.7.3.2.2 en la OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

6.4.3.6.2.3 Resolución del dispositivo indicador (NORDOM 918, apartado 6.7.3.2.3)

a) Observar el valor del intervalo de escala de verificación, δV m³.

b) Calcular el volumen real V_a en m³ que pasa durante 1 h 30 min con el caudal mínimo Q_1 , a partir de la formula siguiente:

$$V_a = Q_1 \times 1.5. \quad (1)$$

c) Calcular el error de resolución ε_r del dispositivo indicador, expresado en porcentaje, a partir de las fórmulas (2) o (3) según corresponda:

1) para un movimiento continuo del primer elemento:

$$\begin{aligned} \varepsilon_r &= \frac{0.5\delta V + 0.5\delta V}{V_a} \times 100 \\ &= \frac{\delta V}{V_a} \times 100. \end{aligned} \quad (2)$$

2) para un movimiento discontinuo del primer elemento:

$$\begin{aligned} \varepsilon_r &= \frac{\delta V + \delta V}{V_a} \times 100 \\ &= \frac{2\delta V}{V_a} \times 100. \end{aligned} \quad (3)$$

d) Verificar que, para los medidores de la clase de exactitud 1, el valor del intervalo de escala de verificación sea lo suficientemente pequeño para asegurar que el error de resolución ε_r del dispositivo indicador no sea superior a 0.25 % del volumen real requerido durante 1 h 30 min con el caudal mínimo, Q_1 .

$$\varepsilon_r \leq 0.25 \% \quad (4)$$

e) Verificar que, para los medidores de la clase de exactitud 2, el valor del intervalo de escala de verificación sea lo suficientemente pequeño para asegurar que el error de resolución ε_r del dispositivo indicador no sea superior a 0.5 % del volumen real requerido durante 1 h 30 min con el caudal mínimo, Q_1 .

$$\varepsilon_r \leq 0.5 \% \quad (5)$$

f) Llenar lo referente a la sección de la NORDOM 918, apartado 6.7.3.2 de la OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

6.4.3.6.2.3.1 Cuando el dispositivo visualizador del primer elemento es continuo, se deberá tomar en cuenta un error máximo de cada lectura que no sea más de la mitad del intervalo de escala de verificación.

6.4.3.6.2.3.2 Cuando el dispositivo visualizador del primer elemento es discontinuo, se deberá tomar en cuenta un error máximo de cada lectura que no sea superior a un dígito de la escala de verificación.

6.4.4 Dispositivos de protección (NORDOM 918, apartado 6.8)

a) Verificar que el medidor de agua incluya los dispositivos de protección especificados en la NORDOM 918, apartado 6.8.

b) Llenar lo referente a la sección de la NORDOM 918, apartados 6.8.1 y 6.8.2.3 en la OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

7 Ensayos de funcionamiento para todos los medidores de agua

7.1 Generalidades

Durante los ensayos de funcionamiento, se deberán registrar todos los valores, dimensiones y observaciones pertinentes.

NOTA 1 Para la presentación de los resultados de los ensayos de evaluación de modelo, ver el capítulo 11.

NOTA 2 Los apartados pertinentes de la NORDOM 918 y OIML R 49-1:2013 aparecen entre paréntesis en lo que viene a continuación.

7.2 Condiciones requeridas para todos los ensayos

7.2.1 Calidad del agua

7.2.1.1 Los ensayos del medidor de agua deberán realizarse utilizando agua. El agua deberá ser la del suministro público de agua potable o deberá cumplir los requisitos de la NORDOM 1.

7.2.1.2 El agua no deberá contener ninguna sustancia que pudiera dañar el medidor o afectar adversamente su operación. No deberá contener burbujas de aire.

7.2.1.3 Si el agua fuese reciclada, se deberán tomar medidas para evitar que el agua residual del medidor resulte perjudicial para los seres humanos.

7.2.2 Reglas generales para la instalación de ensayo y ubicación

7.2.2.1 Inexistencia de influencias espurias

7.2.2.1.1 Los bancos de ensayo deberán ser diseñados, contruidos y utilizados de tal manera que su propio funcionamiento no contribuya significativamente al error de ensayo. Para este fin, se requieren altos estándares de mantenimiento de bancos, además de soportes y aditamentos adecuados, para evitar la vibración del medidor, el banco de ensayo y sus accesorios.

7.2.2.1.2 El ambiente de los bancos de ensayo deberá ser tal que se cumplan las condiciones de referencia del ensayo (ver el capítulo 4).

7.2.2.1.3 Durante los ensayos, la presión manométrica en la salida de cada medidor de agua deberá ser por lo menos 0.03 MPa (0.3 bar) y suficiente para evitar la cavitación.

7.2.2.1.4 Deberá ser posible realizar lecturas de ensayo rápidamente y con facilidad.

7.2.2.2 Ensayo en grupo de medidores

Los medidores se ensayan individualmente o en grupos. En este último caso, se deberán determinar con precisión las características individuales. La presencia de cualquier medidor en el banco de ensayo no deberá contribuir significativamente al error de ensayo de cualquier otro medidor.

7.2.2.3 Ubicación

El ambiente seleccionado para los ensayos de los medidores deberá estar de acuerdo con los principios detallados en OIML G 13 y deberá estar libre de influencias perturbadoras (por ejemplo, la temperatura ambiente y vibraciones).

7.3 Ensayo de presión estática (NORDOM 918, apartado 4.2.10)

7.3.1 Objetivo del ensayo

Verificar que el medidor de agua pueda resistir la presión hidráulica de ensayo establecida durante el tiempo especificado sin que se presenten fugas o daños,

7.3.2 Preparación

- a) Instale los medidores en el banco de ensayo individualmente o en grupos.
- b) Saque el aire de la tubería del banco de ensayo y de los medidores de agua.
- c) Asegúrese de que el banco de ensayo esté libre de fugas.
- d) Asegúrese de que la presión de alimentación esté libre de pulsaciones.

7.3.3 Procedimiento de ensayo

7.3.3.1 Medidores en línea

- a) Aumente la presión hidráulica a 1.6 veces la presión máxima admisible (PMA) del medidor y mantenga la durante 15 min.
- b) Inspeccione los medidores para determinar daños físicos, fugas externas y fugas hacia el dispositivo indicador.
- c) Aumente la presión hidráulica a dos veces la PMA y mantenga este nivel de presión durante 1 min.
- d) Inspeccione los medidores para determinar daños físicos, fugas externas y fugas hacia el dispositivo indicador.
- e) Llenar el informe de ensayo de la OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.1.

Requisitos adicionales:

- 1) Aumentar y disminuir la presión gradualmente sin cambios bruscos de presión.

- 2) Aplicar solo las temperaturas de referencia para este ensayo.
- 3) El caudal deberá ser cero durante el ensayo.

7.3.3.2 Medidores concéntricos

7.3.3.2.1 El procedimiento de ensayo establecido en el apartado 7.3.3.1 también se aplica al ensayo de presión de medidores concéntricos de agua (ver Anexo E); sin embargo, también se deberán ensayar los sellos ubicados en la interfaz del medidor concéntrico/colector (ver el ejemplo de la Figura E.1) para asegurarse de que no se produzcan fugas internas no reveladas entre los conductos de entrada y de salida del medidor.

7.3.3.2.2 Cuando se realiza el ensayo de presión, se deberán ensayar el medidor y el colector juntos. Los requisitos para el ensayo de los medidores concéntricos pueden variar según el diseño, por lo tanto, en las figuras E.2 y E.3 se muestra un ejemplo de un método de ensayo.

7.3.4 Criterios de aceptación

No deberá haber fugas del medidor o fugas hacia el dispositivo indicador, o daños físicos que resulten de cualquiera de los ensayos de presión descritos en los apartados 7.3.3.1 y 7.3.3.2.

7.4 Determinación de errores intrínsecos (de indicación) (OIML R 49-1:2013, 7.2.3)

7.4.1 Objetivo del ensayo

Determinar los errores intrínsecos (de indicación) de un medidor de agua y los efectos de la orientación del medidor sobre el error (de indicación).

7.4.2 Preparación

7.4.2.1 Descripción del banco de ensayo

7.4.2.1.1 El método especificado aquí para determinar los errores (de indicación) del medidor es el denominado método de “recolección” en el cual la cantidad de agua que pasa por un medidor de agua se recolecta en uno o más recipientes colectores y su cantidad se determina volumétricamente o por pesaje. Se pueden utilizar otros métodos siempre que se cumplan los requisitos del apartado 7.4.2.2.6.1.

7.4.2.1.2 La comprobación de los errores (de indicación) consiste en comparar las indicaciones de volumen dadas por el medidor en las condiciones de referencia contra un dispositivo de referencia calibrado.

7.4.2.1.3 Para el propósito de estos ensayos, se debería ensayar por lo menos un medidor sin que sus dispositivos auxiliares temporales (si hubiera alguno) estén conectados, a menos que éstos sean esenciales para el ensayo del medidor.

7.4.2.1.4 El banco de ensayo consta, típicamente, de:

- a) un suministro de agua (tanque no presurizado, tanque presurizado, bomba, etc.);
- b) tuberías;
- c) un dispositivo de referencia calibrado (tanque volumétrico calibrado, sistema de pesaje, medidor de referencia, etc.);
- d) medios para medir el tiempo del ensayo;
- e) dispositivos para automatizar los ensayos (si se requiere);

- f) medios para medir la temperatura del agua;
- g) medios para medir la presión del agua;
- h) medios para determinar la densidad si fuese necesario (Ver Anexo F);
- i) medios para determinar la conductividad si fuese necesario;
- j) dispositivo rotámetro o medidores de caudales

7.4.2.2 Tuberías

7.4.2.2.1 Descripción

7.4.2.2.1.1 Las tuberías deben incluir:

- a) una sección de ensayo en la que se colocan el o los medidores;
- b) medios para establecer el caudal deseado;
- c) uno o dos dispositivos de aislamiento;
- d) medios para determinar el caudal; y si fuese necesario:
- e) medios para comprobar que las tuberías están llenas hasta un nivel de referencia antes y después de cada ensayo;
- f) una o más tomas de aire;
- g) un dispositivo de no retorno;
- h) un separador de aire;
- i) un filtro.

7.4.2.2.1.2 Durante el ensayo, no se debe permitir la fuga de flujo, entrada de flujo ni drenaje de flujo tanto entre el o los medidores y el dispositivo de referencia como en el propio dispositivo de referencia.

7.4.2.2.2 Sección de ensayo

7.4.2.2.2.1 La sección de ensayo incluye, además del o los medidores:

- a) una o más tomas de presión para la medición de la presión, de las cuales una sola toma de presión se encuentra ubicadas aguas arriba del primer medidor y junto a éste;
- b) medios para medir la temperatura del agua junto a la entrada al primer medidor.

7.4.2.2.2.2 La presencia de cualquier componente de tubería o dispositivo ubicado en la sección de medición o cerca de ésta no deberá originar cavitación o perturbaciones de flujo capaces de alterar el funcionamiento de los medidores o causar errores (de indicación).

7.4.2.2.3 Precauciones que se deberán tomar durante los ensayos

- a) Compruebe que el funcionamiento del banco de ensayo sea tal que, durante un ensayo, el volumen real de agua que circula por el o los medidores, sea igual al medido por el dispositivo de referencia.

- b) Compruebe que el tubo (por ejemplo, el cuello de cisne del tubo de salida) esté llenado hasta el mismo nivel de referencia tanto al comienzo como al final del ensayo.
- c) Sacar todo el aire que existe en la tubería de interconexión y el o los medidores. El fabricante puede recomendar un procedimiento que asegure que se saque todo el aire del medidor.
- d) Tomar todas las precauciones necesarias para evitar los efectos de las vibraciones y sacudidas.

7.4.2.2.4 Disposiciones especiales para la instalación de medidores

7.4.2.2.4.1 Evitación de mediciones erróneas

El siguiente recordatorio de las causas más frecuentes de mediciones erróneas y las precauciones necesarias para la instalación de los medidores de agua en el banco de ensayo obedece a la necesidad de lograr una instalación de ensayo donde:

- a) las características del flujo hidrodinámico no ocasionan diferencias perceptibles en el funcionamiento del medidor cuando se comparan con las características del flujo hidrodinámico que están libres de perturbaciones; y
- b) la incertidumbre expandida del método empleado no excede el valor establecido (ver apartado 7.4.2.2.6.1).

7.4.2.2.4.2 Necesidad de tramos rectos de tubo o enderezadores de flujo

7.4.2.2.4.2.2 La exactitud de los medidores no volumétricos de agua puede verse afectada por perturbaciones aguas arriba causadas, por ejemplo, por la presencia de codos, uniones en T, válvulas o bombas.

7.4.2.2.4.2.2 Con el propósito de contrarrestar estos efectos:

- a) se deberá instalar el medidor de acuerdo con las instrucciones del fabricante;
- b) las tuberías de conexión deberán tener un diámetro interno que se ajuste a la conexión pertinente del medidor; y
- c) si es necesario, se deberá instalar un enderezador de flujo aguas arriba del tramo recto de tubo.

7.4.2.2.4.3 Causas comunes de perturbación del flujo

7.4.2.2.4.3.1 Un flujo puede estar sujeto a dos tipos de perturbación: la distorsión del perfil de velocidad y la turbulencia, los cuales pueden afectar los errores de indicación de un medidor de agua.

7.4.2.2.4.3.2 La distorsión del perfil de velocidad es normalmente causada por una obstrucción que bloquea parcialmente la tubería, por ejemplo, la presencia de una válvula parcialmente cerrada o una junta de bridas desalineada. Esto puede eliminarse fácilmente mediante la aplicación cuidadosa de los procedimientos de instalación.

7.4.2.2.4.3.3 La turbulencia puede ser causada por dos o más codos en planos diferentes o por un único codo en combinación con un reductor excéntrico o una válvula parcialmente cerrada. Se puede controlar este efecto asegurando un tramo adecuado de tubo recto aguas arriba del medidor de agua o instalando un dispositivo enderezador de flujo o una combinación de ambos. Sin embargo, cuando sea posible, estos tipos de configuración de tubería deberían evitarse.

7.4.2.2.4.4 Medidores volumétricos de agua

Se considera que algunos tipos de medidor de agua, por ejemplo, medidores volumétricos de agua (es decir, que tengan cámaras medidoras con paredes móviles), tales como los medidores de pistón oscilante o de disco nutante, no son afectados por las condiciones de instalación aguas arriba, por lo que no se requieren condiciones especiales.

7.4.2.2.4.5 Medidores que utilizan la inducción electromagnética

7.4.2.2.4.5.1 Los medidores que utilizan la inducción electromagnética como principio de medición, pueden verse afectados por la conductividad del agua de ensayo.

7.4.2.2.4.5.2 La conductividad del agua utilizada para ensayar este tipo de medidor debería encontrarse dentro del alcance de trabajo de conductividad especificado por el fabricante del medidor.

7.4.2.2.4.6 Otros principios de medición

7.4.2.2.4.6.1 Otros tipos de medidor pueden requerir el acondicionamiento del flujo al medir los errores de indicación y, en tales casos, se deberán cumplir los requisitos de instalación recomendados por el fabricante (ver apartado 7.10).

7.4.2.2.4.6.2 Se deberían informar estos requisitos de instalación en el certificado de aprobación de modelo para un medidor de agua.

7.4.2.2.4.6.3 Los medidores concéntricos que se demuestra que no son afectados por la configuración del colector (ver apartado 7.4.2.2.4.4), se pueden ensayar y utilizar con cualquier configuración adecuada del colector.

7.4.2.2.5 Errores del inicio y término del ensayo

7.4.2.2.5.1 Generalidades

7.4.2.2.5.1.1 Se deberán tomar precauciones adecuadas para reducir las incertidumbres resultantes de la operación de los componentes del banco de ensayo durante el ensayo.

7.4.2.2.5.1.2 En los apartados 7.4.2.2.5.2 y 7.4.2.2.5.3, se dan los detalles de las precauciones que se deberán tomar en dos casos encontrados en el "método de recolección".

7.4.2.2.5.2 Ensayos con lecturas tomadas con el medidor en reposo

7.4.2.2.5.2.1 Por lo general, a este método se le conoce como método de "inicio y término en posición detenido".

7.4.2.2.5.2.2 El flujo se establece abriendo una válvula situada aguas abajo del medidor y se detiene cerrando esta válvula. El medidor se lee cuando el registro está detenido.

7.4.2.2.5.2.3 Se mide el tiempo entre el momento del comienzo del movimiento de apertura de la válvula y el comienzo del movimiento de cierre. Mientras el flujo está comenzando y durante el período en el que se encuentra a un caudal constante especificado, el error (de indicación) del medidor varía en función de los cambios en el caudal (la curva de error).

7.4.2.2.5.2.4 Mientras el flujo se está deteniendo, la combinación de la inercia de las partes móviles del medidor y el movimiento rotativo del agua dentro del medidor puede causar un error apreciable que deberá tomarse en cuenta en determinados tipos de medidor y para determinados caudales de ensayo.

7.4.2.2.5.2.5 En este caso, no ha sido posible determinar una regla empírica simple que establezca las condiciones de modo que este error pueda ser siempre insignificante.

7.4.2.2.5.2.6 En caso de duda, es aconsejable:

- a) incrementar el volumen y la duración del ensayo;
- b) comparar los resultados con los obtenidos mediante otros métodos y, en particular con el método especificado en el apartado 7.4.2.2.5.3, que elimina las causas de la incertidumbre presentadas anteriormente.

7.4.2.2.5.2.7 Para algunos tipos de medidores de agua electrónicos con salidas de impulsos, que se utilizan para los ensayos, la respuesta del medidor a los cambios en el caudal puede ser tal que se emitan impulsos válidos después de cerrar la válvula. En este caso, se deberán proporcionar medios para contar estos impulsos adicionales.

7.4.2.2.5.2.8 Cuando las salidas de impulsos se utilizan para el ensayo de los medidores, se deberá comprobar que el volumen indicado por el recuento de impulsos corresponde al volumen visualizado en el dispositivo indicador.

7.4.2.2.5.3 Ensayos con lecturas tomadas en condiciones de flujo estable y derivación del flujo

7.4.2.2.5.3.1 Por lo general, a este método se le conoce como método de "inicio y término en movimiento".

7.4.2.2.5.3.2 La medición se realiza una vez que las condiciones de flujo se han estabilizado. Un interruptor desvía el flujo hacia un recipiente calibrado al comienzo de la medición y lo desvía en la dirección opuesta al final de ésta.

7.4.2.2.5.3.3 El medidor se lee cuando está en funcionamiento.

7.4.2.2.5.3.4 La lectura del medidor está sincronizada con el movimiento del interruptor de flujo.

7.4.2.2.5.3.5 El volumen recolectado en el recipiente es el volumen real que ha pasado.

7.4.2.2.5.3.6 La incertidumbre introducida en el volumen medido puede considerarse insignificante si el tiempo de movimiento del interruptor de flujo en cada dirección es idéntico con un margen de error de 5 % y si es inferior a 1/50 del tiempo total del ensayo.

7.4.2.2.6 Dispositivo de referencia calibrado

7.4.2.2.6.1 Incertidumbre expandida del valor del volumen real medido

7.4.2.2.6.1.1 Cuando se realiza un ensayo, la incertidumbre expandida en la determinación del volumen real que pasa por un medidor de agua, no debe exceder de un quinto del error máximo permitido aplicable para la evaluación de modelo y de un tercio del error máximo permitido aplicable para la verificación inicial.

NOTA La incertidumbre del volumen real medido no incluye la contribución del medidor de agua.

7.4.2.2.6.1.2 La estimación de la incertidumbre deberá realizarse de acuerdo con la OIML G 1-100 con un factor de cobertura, $k = 2$.

7.4.2.2.6.2 Volumen mínimo del dispositivo de referencia calibrado

El volumen mínimo permitido depende de los requisitos determinados por los efectos del inicio y término del ensayo (error de temporización) y el diseño del dispositivo indicador (valor del intervalo de escala de verificación).

7.4.2.2.7 Principales factores que afectan la medición de errores de (indicación)

7.4.2.2.7.1 Generalidades

Las variaciones de la presión, el caudal y la temperatura en el banco de ensayo, así como las incertidumbres en la precisión de la medición de estas magnitudes físicas son los principales factores que afectan la medición de los errores (de indicación) de un medidor de agua.

7.4.2.2.7.2 Presión de alimentación

7.4.2.2.7.2.1 La presión de alimentación deberá mantenerse a un valor constante a lo largo de todo el ensayo para el caudal seleccionado.

7.4.2.2.7.2.2 Cuando se ensayan medidores de agua que tengan caudal $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$, para caudales de ensayo $\leq 0.1 Q_3$, la constancia de la presión en la entrada del medidor (o en la entrada del primer medidor de un grupo que se esté ensayando) se logra si al banco de ensayo se le suministra el agua a través de un tubo desde un tanque de carga constante. Esto asegura un flujo no perturbado.

7.4.2.2.7.2.3 Se puede utilizar cualquier otro método de suministro que se demuestre que no genera pulsaciones de presión que excedan las de un tanque de carga constante (por ejemplo, un tanque presurizado).

7.4.2.2.7.2.4 Para todos los demás ensayos, la presión aguas arriba del medidor no debe variar en más de 10 %. La máxima incertidumbre ($k = 2$) de la medición de la presión deberá ser 5 % del valor medido.

7.4.2.2.7.2.5 La estimación de la incertidumbre debe realizarse de acuerdo con la OIML G 1-100 con un factor de cobertura, $k = 2$.

7.4.2.2.7.2.6 La presión en la entrada del medidor no deberá exceder de la presión máxima admisible (PMA) del medidor.

7.4.2.2.7.3 Caudal

7.4.2.2.7.3.1 El caudal debe mantenerse a un valor constante a lo largo de todo el ensayo para el caudal seleccionado.

7.4.2.2.7.3.2 La variación relativa del caudal durante cada ensayo (sin incluir la puesta en marcha o la parada) no deberá exceder de:

$\pm 2.5 \%$ de Q_1 a Q_2 (exclusive);

$\pm 5.0 \%$ de Q_2 (inclusive) a Q_4 .

7.4.2.2.7.3.3 El valor del caudal es el volumen real que pasa durante el ensayo, dividido entre el tiempo.

7.4.2.2.7.3.4 Esta condición de la variación del caudal es aceptable si la variación de la presión relativa (en el flujo al aire libre) o la variación relativa de la pérdida de presión (en circuitos cerrados) no excede de:

$\pm 5 \%$ de Q_1 a Q_2 (exclusive);

$\pm 10\%$ de Q_2 (inclusive) a Q_4 .

7.4.2.2.7.4 Temperatura

7.4.2.2.7.4.1 Durante un ensayo, la temperatura del agua no deberá variar en más de $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.4.2.2.7.4.2 La incertidumbre máxima en la medición de la temperatura no deberá exceder de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.4.2.2.7.5 Orientación del o los medidores de agua

a) Si los medidores están marcados con “H”, montar la tubería de conexión con el eje del flujo en el plano horizontal durante el ensayo (el dispositivo indicador colocado en la parte superior).

b) Si los medidores están marcados con “V”, montar la tubería de conexión con el eje del flujo en el plano vertical durante el ensayo:

1) por lo menos un medidor de la muestra deberá montarse con el eje del flujo vertical, con la dirección del flujo de abajo hacia arriba;

2) por lo menos un medidor de la muestra deberá montarse con el eje del flujo vertical, con la dirección del flujo de arriba hacia abajo;

c) Si los medidores no están marcados con “H” o con “V”:

1) por lo menos un medidor de la muestra deberá montarse con el eje del flujo vertical, con la dirección del flujo de abajo hacia arriba;

2) por lo menos un medidor de la muestra deberá montarse con el eje del flujo vertical, con la dirección del flujo de arriba hacia abajo;

3) por lo menos un medidor de la muestra deberá montarse con el eje del flujo en un ángulo intermedio con la vertical y la horizontal (seleccionado a criterio del organismo responsable de la aprobación de modelo);

4) los demás medidores de la muestra deberán montarse con el eje del flujo horizontal.

d) Cuando los medidores tienen un dispositivo indicador que forma parte del cuerpo de éstos, por lo menos uno de los medidores montados horizontalmente deberá estar orientado con el dispositivo indicador ubicado al costado y los demás medidores deberán estar orientados con el dispositivo indicador ubicado en la parte superiora.

e) La tolerancia de la posición del eje del flujo para todos los medidores, ya sea horizontal, vertical o en un ángulo intermedio, deberá ser $\pm 5^{\circ}$.

Cuando se presentan al ensayo menos de cuatro medidores, se deberán tomar medidores adicionales de la población base o se deberá ensayar el mismo medidor en diferentes posiciones.

7.4.3 Medidores de combinación

7.4.3.1 Generalidades

Para un medidor de combinación, el método de ensayo especificado en el apartado 7.4.2.2.5.3 en el que se toman las lecturas del medidor de combinación con un caudal establecido, asegura que el dispositivo de conmutación funcione correctamente tanto para caudales crecientes como para caudales decrecientes. El método especificado en el apartado 7.4.2.2.5.2 en el que se toman las lecturas del medidor en reposo, no debería utilizarse para este ensayo puesto que no permite la determinación del error (de indicación)

después de regular el caudal de ensayo para caudales decrecientes en el caso de los medidores de combinación.

7.4.4 Método de ensayo para la determinación de caudales de conmutación (OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.3)

a) A partir de un caudal inferior al caudal de conmutación, Q_{x2} , el caudal se incrementa en etapas sucesivas de 5 % del valor supuesto de Q_{x2} hasta alcanzar el caudal Q_{x2} según se define en la NORDOM 918, apartado 3.3.6. El valor de Q_{x2} se toma como el promedio de los valores del caudal indicado justo antes y justo después de que ocurre la conmutación.

b) A partir de un caudal superior al caudal de conmutación, Q_{x1} , el caudal disminuye en etapas sucesivas de 5 % del valor supuesto de Q_{x1} hasta alcanzar el caudal Q_{x1} según se define en la NORDOM 918, apartado 3.3.6. El valor de Q_{x1} se toma como el promedio de los valores del caudal indicado justo antes y justo después de que ocurre la conmutación.

c) Llenar el informe de ensayo de la OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.2.

7.4.5 Procedimiento de ensayo

7.4.5.1 Determinación de errores:

a) Determinar los errores intrínsecos (de indicación) de un medidor de agua (en la medición del volumen real) para por lo menos los siguientes caudales, midiendo el error con cada caudal tres veces para 1), 2) y 5) y dos veces para los demás alcances de caudal:

- 1) Q_1 a $1.1Q_1$;
- 2) Q_2 a $1.1Q_2$;
- 3) $0.33 \times (Q_2 + Q_3)$ a $0.37 \times (Q_2 + Q_3)$;
- 4) $0.67 \times (Q_2 + Q_3)$ a $0.74 \times (Q_2 + Q_3)$;
- 5) $0.9Q_3$ a Q_3 ;
- 6) $0.95Q_4$ a Q_4 ;

y para los medidores de combinación:

- 7) $0.85 Q_{x1}$ a $0.95 Q_{x1}$;
- 8) $1.05 Q_{x2}$ a $1.15 Q_{x2}$.

NOTA Se requieren siempre tres puntos para 1), 2) y 5), puesto que es con estos caudales que se calcula la repetibilidad.

b) Ensayar el medidor de agua sin que sus dispositivos complementarios (si hubiera alguno) estén conectados.

c) Durante un ensayo, mantener todos los demás factores de influencia en las condiciones de referencia.

d) Medir los errores (de indicación) con otros caudales si la forma de la curva de error indica que se puede sobrepasar el EMP.

e) Calcular el error relativo (de indicación) para cada caudal de acuerdo con el anexo B.

f) Llenar el informe de ensayo OIML R 49- 3:2013, apartado 4.5.3.

7.4.5.2 Cuando la curva de error inicial está próxima al error máximo permitido en un punto distinto a Q_1 , Q_2 o Q_3 , si se demuestra que este error es típico del modelo de medidor, el organismo responsable de la aprobación de modelo puede optar por definir un caudal adicional para la verificación que se deberá incluir en el certificado de aprobación de modelo.

7.4.5.3 Se recomienda graficar la curva de error característica de cada medidor de agua en función del error con respecto al caudal, de manera que se pueda evaluar el desempeño general del medidor en su alcance de caudal.

7.4.5.4 Se deberá ensayar el medidor a la temperatura o temperaturas de referencia indicadas en el capítulo 4. Cuando hay dos temperaturas de referencia, los ensayos deberán realizarse a ambas temperaturas. Deberá aplicarse el EMP apropiado para la temperatura de ensayo.

7.4.6 Criterios de aceptación

a) Los errores relativos (de indicación) observados para cada uno de los caudales no deberán sobrepasar los errores máximos permitidos indicados en la NORDOM 918, apartado 4.2.2 o 4.2.3. Si el error observado en uno o más medidores es superior al error máximo permitido para un único caudal, y solo si se han tomado dos resultados con ese caudal, se deberá repetir el ensayo con ese caudal; el ensayo deberá declararse satisfactorio si dos de los tres resultados con ese caudal se encuentran dentro del error máximo permitido y la media aritmética de los resultados para los tres ensayos con ese caudal se encuentra dentro del error máximo permitido.

b) Si todos los errores relativos (de indicación) de un medidor de agua tienen el mismo signo, por lo menos uno de los errores no debe exceder de la mitad del error máximo permitido. En todos los casos, este requisito debe aplicarse equitativamente con respecto al proveedor de agua y el consumidor (ver también OIML R 49-1:2013, apartado 4.3.3, párrafos 3 y 8).

c) La desviación estándar para el apartado 7.4.4 a) 1), 2) y 5) no debe exceder de un tercio de los errores máximos permitidos indicados en la NORDOM 918, apartado 4.2.2 o 4.2.3.

7.4.7 Ensayo de intercambio en todos los tipos de medidores de cartuchos y medidores con módulos metrológicos intercambiables (OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.7)

7.4.7.1 Objetivo del ensayo

Confirmar que los medidores de cartuchos o medidores con módulos metrológicos intercambiables no son afectados por la influencia de las interfaces de conexión generadas en la producción en serie.

7.4.7.2 Preparación

7.4.7.2.1 Se seleccionan dos medidores de cartuchos o módulos metrológicos intercambiables y cinco interfaces de conexión de entre el número de medidores presentados para la aprobación.

7.4.7.2.2 Antes del ensayo, se deberá comprobar el ajuste correcto de un medidor de cartuchos a una interfaz de conexión o un módulo metrológico intercambiable a una interfaz de conexión, respectivamente. Además, se deberá comprobar que las marcas requeridas en un medidor de cartuchos o un módulo metrológico intercambiable y una interfaz de conexión coincidan. No se permiten adaptadores.

7.4.7.3 Procedimiento de ensayo

a) Se deberán ensayar dos medidores de cartuchos o módulos metrológicos intercambiables en cinco interfaces de conexión de cada tipo de interfaz compatible, teniendo como resultado diez curvas de

exactitud para cada tipo de interfaz compatible. Los caudales de ensayo deberán estar de acuerdo con las especificaciones del apartado 7.4.4.

- b) Durante un ensayo, mantener todos los demás factores de influencia en las condiciones de referencia.
- c) Calcular el error relativo de indicación para cada caudal de acuerdo con el Anexo B.
- d) Llenar el informe de ensayo OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.4.

7.4.7.4 Criterios de aceptación

- a) Todas las curvas de exactitud deberán encontrarse dentro del EMP en todo momento.
- b) La variación del error en los cinco ensayos deberá encontrarse dentro de 0.5 veces el EMP si se utilizan interfaces de conexión estándar, y dentro de 1.0 veces el EMP si se utilizan interfaces de conexión idénticas con dimensiones idénticas a las interfaces estándar, pero con formas de cuerpo y patrones de flujo diferentes (interfaces de conexión de medidor de válvula y de medidor de derivación).

7.5 Ensayo de temperatura del agua (NORDOM 918, apartado 4.2.8)

7.5.1 Objetivo del ensayo

Medir los efectos de la temperatura del agua sobre los errores (de indicación) de un medidor.

7.5.2 Preparación

Aplique los requisitos de instalación y operación especificados en el apartado 7.4.2.

7.5.3 Procedimiento de ensayo

- a) Mida el error (de indicación) de un medidor como mínimo a un caudal Q_2 , con una temperatura en la entrada mantenida a $10\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ para clases de temperatura T30 a T180 y $^{\circ}\text{C}_{30}^{\circ}\text{C}_{0}^{+^{\circ}\text{C}}$ para clases de temperatura T30/70 a T30/180. Todos los otros factores de influencia se mantienen a las condiciones de referencia.
- b) Mida el error (de indicación) de un medidor como mínimo al caudal Q_2 , con la temperatura en la entrada mantenida a la temperatura máxima admisible (TMA) (Recomendación NORDOM 918, tabla 3) del medidor, con una tolerancia de $_{-5}^{0}\text{ °C}$ y todos los otros factores de influencia mantenidos a las condiciones de referencia.
- c) Calcule el error (de indicación) relativo para cada temperatura de agua en la entrada, de acuerdo con el anexo B.
- d) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.5.

7.5.4 Criterios de aceptación

El error (de indicación) relativo del medidor no deberá exceder el error máximo permisible aplicable.

7.6 Ensayo de temperatura del agua de sobrecarga (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.5)

7.6.1 Objeto del ensayo

7.6.1.1 Verificar que el desempeño del medidor no se vea afectado por la exposición a una temperatura elevada de agua de sobrecarga, como se exige en la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.5.

7.6.1.2 Este ensayo se aplica únicamente a medidores con una temperatura máxima admisible $TMA \geq 50$ °C.

7.6.2 Preparación

7.6.2.1 Aplique los requisitos de instalación y operacionales especificados en el apartado 7.4.2.

7.6.2.2 Este ensayo se deberá llevar a cabo como mínimo en un medidor.

7.6.3 Procedimiento de ensayo

a) Exponga el medidor a un flujo de agua al caudal de referencia, a la temperatura máxima admisible $+10\text{ °C} \pm 2.5\text{ °C}$ durante un período de 1 h después de que la temperatura del medidor se haya estabilizado.

b) Después de la recuperación, mida el error (de indicación) del medidor al caudal Q_2 , a la temperatura de referencia.

c) Calcule el error (de indicación) relativo de acuerdo con el anexo B.

d) Durante el ensayo, se deberán mantener las condiciones de referencia para todas las otras magnitudes de influencia.

e) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.5.

7.6.4 Criterios de aceptación

a) La funcionalidad del medidor con relación a la totalización del volumen no se deberá ver afectada.

b) La funcionalidad adicional indicada por el fabricante no se deberá ver afectada.

c) El error (de indicación) del medidor no deberá exceder el error máximo permisible aplicable.

7.7 Ensayo de presión del agua (NORDOM 918, apartado 4.2.8)

7.7.1 Objeto del ensayo

Medir los efectos de la presión del agua interna sobre los errores (de indicación) de un medidor.

7.7.2 Preparación

Se deberán aplicar los requisitos de instalación y operacionales especificados en el apartado 7.4.2.

7.7.3 Procedimiento de ensayo

a) Mida el error (de indicación) de al menos un medidor a un caudal de Q_2 con la presión en la entrada primero a 0.03 MPa (0.3 bares) $\left(\begin{smallmatrix} +5\% \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ y luego a la presión máxima admisible (PMA) $\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -10\% \end{smallmatrix} \right)$.

b) Durante cada ensayo, todos los otros factores de influencia se deberán mantener a las condiciones de referencia.

c) Calcule el error (de indicación) relativo para cada presión de agua en la entrada, de acuerdo con el Anexo B.

d) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.6.

7.7.4 Criterios de aceptación

Los errores (de indicación) relativos del medidor no deberán exceder el error máximo permisible aplicable.

7.8 Ensayo de flujo inverso (NORDOM 918, apartado 4.2.7)

7.8.1 Objeto del ensayo

7.8.1.1 Verificar que un medidor cumple el requisito de la NORDOM 918, apartado 4.2.7, cuando ocurre flujo inverso.

7.8.1.2 Un medidor diseñado para medir el flujo inverso deberá registrar con exactitud el volumen del flujo.

7.8.1.3 Se deberá someter a flujo inverso un medidor que permite flujo inverso, pero que no está diseñado para medirlo. Posteriormente, se deberán medir los errores para flujo hacia adelante, para verificar que no haya degradación en el desempeño metrológico, causada por el flujo inverso.

7.8.1.4 Un medidor diseñado para impedir el flujo inverso (por ejemplo, mediante una válvula antirretorno integrada) se somete a la presión máxima admisible del medidor, aplicada a la conexión de salida. Los errores de la medición se miden posteriormente para flujo hacia adelante, para asegurar así que no haya degradación en el desempeño metrológico causada por la presión que se ejerce sobre el medidor.

7.8.2 Preparación

Se deberán aplicar los requisitos de instalación y operacionales especificados en el apartado 7.4.2.

7.8.3 Procedimiento de ensayo

7.8.3.1 Medidores diseñados para medir el flujo inverso

a) Mida el error (de indicación) de al menos un medidor, a cada uno de los siguientes intervalos de caudal inverso:

- 1) Q_1 a $1.1 Q_1$;
- 2) Q_2 a $1.1 Q_2$;
- 3) $0.9 Q_3$ a Q_3 .

b) Durante cada ensayo, todos los otros factores de influencia se deberán mantener a las condiciones de referencia.

c) Calcule el error (de indicación) relativo para cada caudal, de acuerdo con el anexo B.

d) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3, apartado 4.5.7.2.

e) Además, se deberán llevar a cabo los ensayos siguientes con aplicación de flujo inverso: ensayo de pérdida de presión (apartado 7.9), ensayo de perturbación de flujo (apartado 7.10) y ensayo de durabilidad (apartado 7.11).

7.8.3.2 Medidores no diseñados para medir flujo inverso

a) Somete el medidor a un flujo inverso de $0.9 Q_3$ durante 1 min.

b) Mida el error (de indicación) de por lo menos un medidor, a los siguientes intervalos de caudal hacia adelante:

- 1) Q_1 a $1.1 Q_1$;
- 2) Q_2 a $1.1 Q_2$;
- 3) $0.9 Q_3$ a Q_3 .

c) Durante cada ensayo, todos los otros factores de influencia se deberán mantener a las condiciones de referencia.

d) Calcule el error (de indicación) relativo para cada caudal, de acuerdo con el anexo B.

e) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3, apartado 4.5.7.3.

7.8.3.3 Medidores que impiden el flujo inverso

a) Los medidores que impiden el flujo inverso se deberían someter a la presión máxima admisible en dirección de flujo inverso, durante 1 min.

b) Verifique que no hay fuga significativa más allá de la válvula.

c) Mida el error (de indicación) de por lo menos un medidor, a los siguientes intervalos de caudal hacia adelante:

- 1) Q_1 a $1.1 Q_1$;
- 2) Q_2 a $1.1 Q_2$;
- 3) $0.9 Q_3$ a Q_3 .

d) Durante cada ensayo, se deberán mantener todos los otros factores de influencia a las condiciones de referencia.

e) Calcule el error (de indicación) relativo para cada caudal, de acuerdo con el Anexo B.

f) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3, apartado 4.5.7.4.

7.8.4 Criterios de aceptación

En los ensayos especificados en los apartados 7.8.3.1, 7.8.3.2 y 7.8.3.3, el error (de indicación) relativo del medidor no deberá exceder el error máximo permisible aplicable.

7.9 Ensayo de pérdida de presión (NORDOM 918, apartado 6.5)

7.9.1 Objeto del ensayo

Determinar la pérdida de presión máxima a través de un medidor de agua a cualquier caudal entre Q_1 y Q_3 . Verificar que la pérdida de presión máxima sea inferior al valor máximo aceptable para la clase de pérdida de presión del medidor (ver la NORDOM 918, tabla 6). La pérdida de presión se define como la presión que pierde el líquido que pasa a través del medidor de agua que se ensaya. El medidor de agua consta del medidor propiamente dicho, los múltiples asociados (para medidores concéntricos) y las conexiones, exceptuando la tubería que conforma la sección de ensayo. Este ensayo se exige para flujo hacia adelante y, cuando sea apropiado, para flujo inverso (ver el apartado 7.8.3.1).

7.9.2 Equipo para el ensayo de pérdida de presión

7.9.2.1 El equipo necesario para llevar a cabo los ensayos de pérdida de presión consiste en una sección de tubería para medición que contiene el medidor de agua que se ensaya, y los dispositivos necesarios para producir el caudal constante especificado a través del medidor. Para los ensayos de pérdida de presión generalmente se usan los mismos dispositivos para caudal constante, que los empleados para medir los errores (de indicación), especificados en el apartado 7.4.2.

7.9.2.2 La sección de medición está compuesta por las longitudes de tubo aguas arriba y aguas abajo con sus conexiones terminales y tomas de presión, más el medidor de agua que se ensaya.

7.9.2.3 Se deberán colocar tomas de presión de diseño y dimensiones similares, en los tubos de entrada y salida de la sección de medición. Las tomas de presión se deberán perforar en ángulo recto con la pared del tubo, en el punto apropiado. Las tomas no deberán medir más de 4 mm ni menos de 2 mm de diámetro. Si el diámetro del tubo es inferior o igual a 25 mm, las tomas deberán tener un diámetro lo más cerca posible de 2 mm. El diámetro interior deberá permanecer constante una distancia de mínimo 2 diámetros de la toma antes de entrar en el tubo. Los orificios perforados a través de la pared del tubo deberán estar libres de rebabas en los bordes en donde penetran en los orificios de los tubos de entrada y salida. Los bordes deben ser bien definidos, sin radio ni bisel.

7.9.2.4 Se puede colocar una sola toma de presión, que debería ser adecuada para la mayoría de los ensayos. Para obtener datos más sólidos, se pueden colocar cuatro o más tomas de presión alrededor de la circunferencia del tubo en cada plano de medición. Estas tomas estarían interconectadas por medio de conectores en forma de T, con el fin de obtener una presión estática media verdadera en la sección transversal del tubo. En la figura 1, se presenta el diseño de un montaje con triple T.

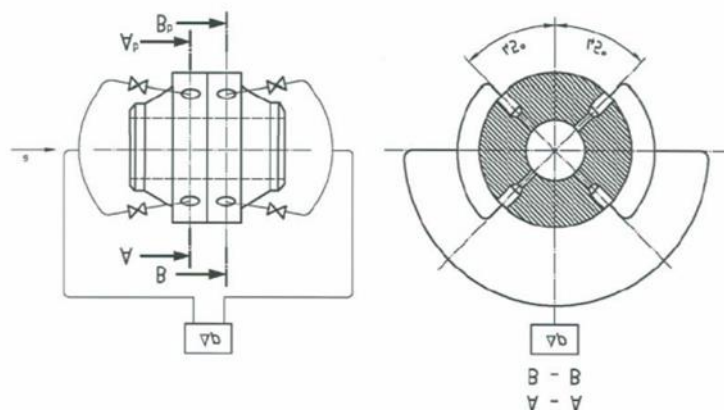


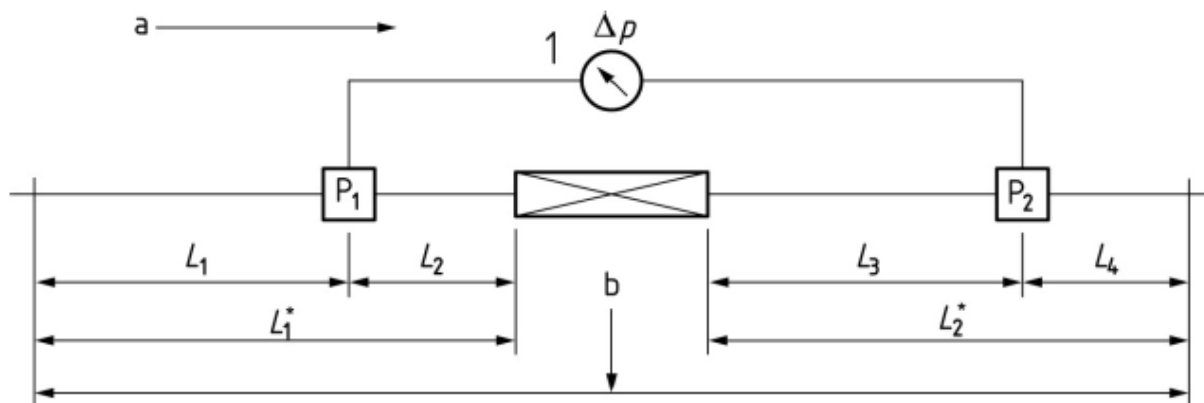
Fig. 1 — Disposición "Triple- T"

7.9.2.5 En el anexo H se brinda orientación sobre el diseño de tomas de presión.

7.9.2.6 El medidor se deberá instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y los tubos de conexión aguas arriba y aguas abajo en contacto con el medidor de agua deberán tener el mismo diámetro interno nominal que concuerde con la conexión del medidor pertinente. Una diferencia en el diámetro de los tubos de conexión y en el del medidor puede dar como resultado una medición incorrecta.

7.9.2.7 Los tubos aguas arriba y aguas abajo deberían tener el diámetro interior liso y redondo para minimizar la pérdida de presión en el tubo. Las dimensiones mínimas para instalar las tomas se ilustran en la figura 1. La toma aguas arriba debería estar ubicada a una distancia de al menos 10 D, en donde D

es el diámetro interno del tubo, aguas abajo de la entrada para evitar que se presenten errores por la conexión de entrada, y ubicada al menos 5 D aguas arriba del medidor, para evitar cualquier error introducido por la entrada al medidor. La toma aguas abajo debería estar al menos a 10 D aguas abajo del medidor, para permitir que se recupere la presión después de cualquier obstáculo dentro del medidor y al menos a 5 D aguas arriba del extremo de la sección de ensayo, para evitar cualquier efecto de los accesorios aguas abajo.



Leyenda

1	manómetro diferencial	$L1 \geq 10D$
2	medidor de agua (más colector, para medidores concéntricos)	$L2 \geq 5D$
P_1, P_2	planos de las tomas de presión	$L3 \geq 10D$
a	dirección del flujo	$L4 \geq 5D$
b	sección de medición	donde D es el diámetro interno de las tuberías

Figura 2 — Ensayo de pérdida de presión: disposición de la sección de medición

7.9.2.8 Estas especificaciones proporcionan las longitudes mínimas y longitudes mayores son aceptables. Cada grupo de tomas de presión ubicado en el mismo plano deberá conectarse mediante un tubo libre de fugas a un lado de un dispositivo de medición de presión diferencial, por ejemplo, un manómetro o un transmisor de presión diferencial. Se deberá sacar el aire del dispositivo de medición y los tubos de conexión. Se deberá medir la pérdida de presión máxima con una incertidumbre expandida máxima de 5 % de la pérdida de presión máxima aceptable para la clase de pérdida de presión del medidor, con un factor de cobertura de $k = 2$.

7.9.3 Procedimiento de ensayo

7.9.3.1 Determinación de la pérdida de presión instalada

El medidor debería instalarse en la sección de medición de la instalación de ensayo. Se establece el flujo y se saca todo el aire de la sección de ensayo. Se debería asegurar una contrapresión adecuada en la toma de presión aguas abajo con el caudal máximo Q_3 . Como mínimo, se recomienda una presión estática aguas abajo del medidor sometido a ensayo de 100 kPa (1 bar) para evitar la cavitación o la liberación de aire. Se deberá sacar todo el aire de la toma de presión y las tuberías de conexión del transmisor. Se debería permitir que el fluido se estabilice a la temperatura requerida. Mientras se monitorea la presión diferencial, el flujo debería oscilar entre Q_1 y Q_3 . Se debería observar el caudal que presenta la mayor pérdida de presión, Q_t , junto con la pérdida de presión medida y la temperatura del fluido. Normalmente,

se comprobará que Q_t es igual a Q_3 . En el caso de los medidores de combinación, la pérdida de presión máxima a menudo se produce justo antes de Q_{x2} .

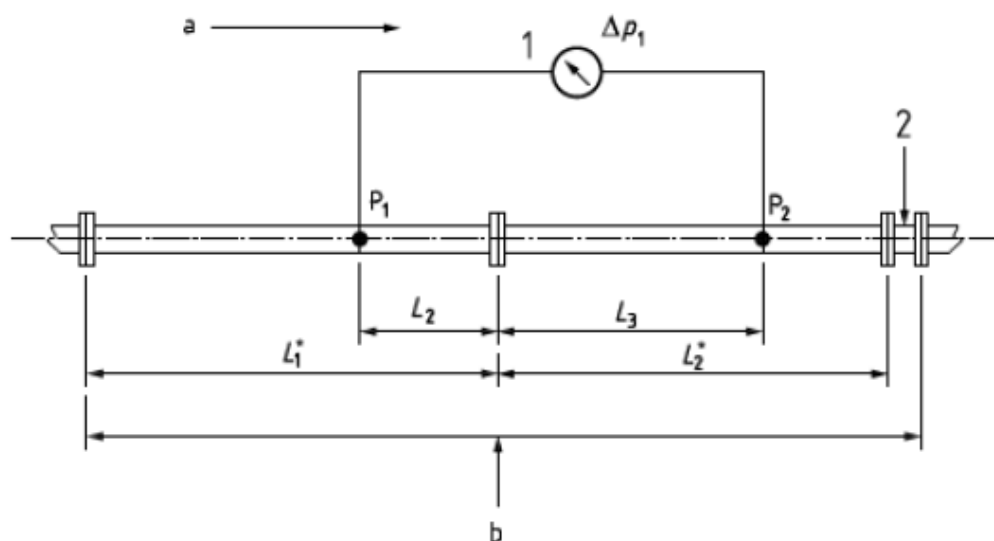
7.9.3.2 Determinación de la pérdida de presión atribuible a la sección de ensayo

7.9.3.2.1 Como se pierde un poco de presión debido a la fricción en la tubería de la sección de ensayo entre las tomas de presión, se debería determinar esto y restarlo a la pérdida de presión medida en el medidor. Si el diámetro, rugosidad y longitud de la tubería entre las tomas son conocidos, la pérdida de presión puede calcularse a partir de las fórmulas estándar de pérdida de presión. Sin embargo, puede ser más eficaz medir la pérdida de presión en las tuberías. Se puede volver a disponer la sección de ensayo como se muestra en la figura 3.

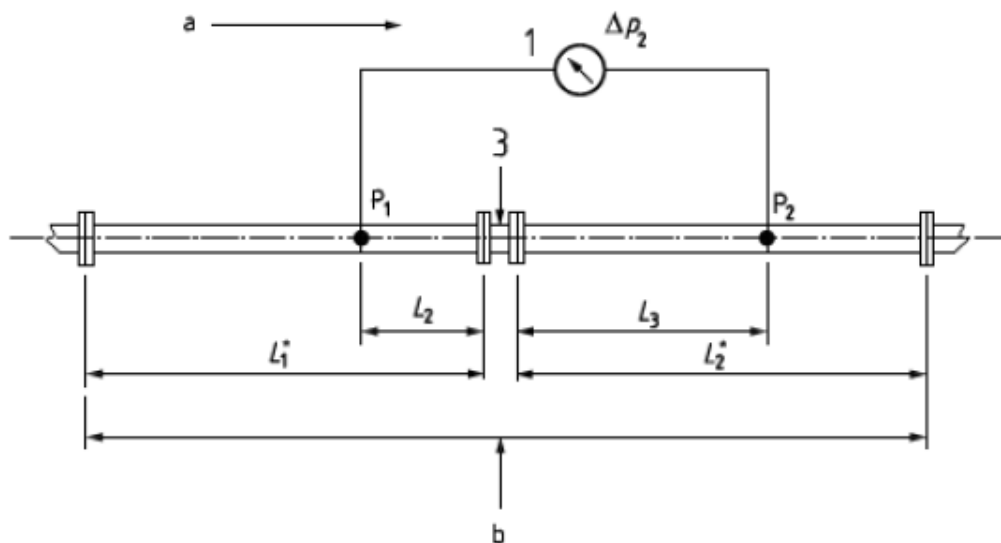
7.9.3.2.2 Esto se lleva a cabo uniendo las caras de la tubería aguas arriba y aguas abajo en ausencia del medidor (teniendo cuidado de evitar la protrusión de la unión en el diámetro interior del tubo o la desalineación de las dos caras), y midiendo la pérdida de presión de la sección de medición de la tubería para el caudal especificado.

NOTA La ausencia del medidor de agua acortará la sección de medición. Si no se han colocado secciones telescópicas en el banco de ensayo, esto puede subsanarse introduciendo aguas abajo de la sección de medición un tubo temporal de la misma longitud que el medidor de agua, o el propio medidor de agua.

7.9.3.2.3 Medir la pérdida de presión para los tramos de tubería con el caudal determinado previamente Q_t .



a) Pérdida de presión de la tubería



b) Pérdida de presión (de la tubería y el medidor de agua)

Figura 3 — Ensayo de pérdida de presión. Continuación

Leyenda

1	manómetro diferencial
2	medidor de agua en posición aguas abajo (o tubo temporal)
	Δp_1 pérdida de presión de las longitudes de tubo aguas arriba y aguas abajo
	Δp_2 pérdida de presión de las longitudes aguas arriba y aguas abajo y del medidor de agua
	$\Delta p_2 - \Delta p_1 = (\Delta p_{L2} + \Delta p_{L3} + \Delta p_{\text{medidor}}) - (\Delta p_{L2} + \Delta p_{L3}) = \Delta p_{\text{medidor}}$
3	medidor de agua
P_1, P_2	planos de las tomas de presión
	$\Delta p_1 = (\Delta p_{L2} + \Delta p_{L3})$
	$\Delta p_2 = (\Delta p_{L2} + \Delta p_{L3} + \Delta p_{\text{medidor}})$
a	dirección del flujo
b	sección de medición

Figura 3 — Ensayo de pérdida de presión. Continuación

7.9.4 Cálculo de la Δp real de un medidor de agua

7.9.4.1 Calcule la pérdida de presión, Δp_t , del medidor de agua a Q_t mediante la resta

$$\Delta p_t = \Delta p_{m+p} - \Delta p_p$$

en donde:

Δp_{m+p} es la pérdida de presión medida a Q_t con el medidor en su lugar;

Δp_p es la pérdida de presión medida sin el medidor a Q_t .

7.9.4.2 Si el caudal medido durante el ensayo o durante la determinación de la pérdida de presión del tubo no es igual al caudal de ensayo seleccionado, la pérdida de presión medida se puede corregir a la esperada en Q_t por referencia a la fórmula de la ley de cuadrados, como se indica la formula a continuación:

$$\Delta p_{Qt} = \frac{Q_1^2}{Q_{med}^2} \Delta p_{med}. \quad (4)$$

En donde:

Δp_{Qt} es la pérdida de presión calculada a Q_t ;

Δp_{med} es la pérdida de presión medida a un caudal Q_{med} .

7.9.4.3 Si la pérdida de presión se mide a través de un medidor combinado, esta fórmula se aplica solamente si la condición del dispositivo de transición es la misma a un caudal de Q_t que si estuviera al caudal medido. Observe que la pérdida de presión del tubo y la pérdida de presión del tubo y el medidor se deberán corregir al mismo caudal antes de calcular la pérdida de presión del medidor Δp_t .

7.9.4.4 Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.8. Registre la temperatura del agua, Δp_t y Q_t .

7.9.5 Criterios de aceptabilidad

La pérdida de presión del medidor no debe exceder el valor máximo aceptable para la clase de pérdida de presión a cualquier caudal entre Q_1 y Q_3 inclusive.

7.10 Ensayos de perturbación del flujo (NORDOM 918, apartado 6.3.4)

7.10.1 Objeto de los ensayos

Verificar que el medidor cumple los requisitos de la NORDOM 918, apartado 6.3.4 para flujo hacia adelante y, en donde sea apropiado, para flujo inverso (ver el apartado 7.8.3.1).

NOTA 1 Se miden los efectos que tiene sobre el error (de indicación) de un medidor de agua la presencia de tipos comunes especificados de flujo perturbado aguas arriba y aguas abajo del medidor.

NOTA 2 En los ensayos se usan perturbadores de flujo Tipos 1 y 2 para crear campos de velocidad rotacional (remolinos) de giro a la izquierda (sinistrorsa) y a la derecha (dextrorsa), respectivamente. La perturbación del flujo es de un tipo que se encuentra usualmente aguas abajo de dos codos de 90° conectados directamente en ángulo recto. Un dispositivo de perturbación Tipo 3 crea un perfil de velocidad asimétrico que se encuentra por lo general aguas abajo de una unión de tubo que sobresale, un codo sencillo o una válvula de compuerta no abierta completamente.

7.10.2 Preparación

Además de los requisitos operacionales especificados en el apartado 7.4.2, se deberán aplicar las condiciones especificadas en el apartado 7.10.3.

7.10.3 Procedimiento de ensayo

- a) Determine el error (de indicación) del medidor a un caudal entre $0.9 Q_3$ y Q_3 , usando los perturbadores de flujo de los tipos 1, 2 y 3 especificados en el Anexo I, para cada una de las condiciones de instalación presentadas en el anexo C.
- b) Durante cada ensayo, todos los otros factores de influencia se deberán mantener a las condiciones de referencia.
- c) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.9. Los siguientes son requisitos adicionales:
 - i) En medidores para los que el fabricante ha especificado longitudes de instalación especificadas de tubo recto de al menos 15 veces el DN aguas arriba y 5 veces el DN aguas abajo del medidor, en donde DN es el diámetro nominal, no se permiten rectificadores de flujo externos.
 - ii) Cuando el fabricante especifica una longitud de tubo recto de mínimo 5 veces el DN aguas abajo del medidor, solo se deberán llevar a cabo los ensayos 1, 3 y 5 del anexo C.
 - iii) Cuando se usan instalaciones de medidor con rectificadores de flujo externos, el fabricante deberá especificar el modelo del rectificador, sus características técnicas y su posición en la instalación con relación al medidor de agua.
 - iv) En el contexto de estos ensayos, los dispositivos dentro del medidor de agua que tienen funciones de rectificación no se deberán considerar "rectificadores".
 - v) El organismo responsable de la aprobación de modelo puede eximir de este ensayo a algunos tipos de medidores de agua que se ha comprobado que no se afectan por las perturbaciones de flujo aguas arriba y aguas abajo del medidor.
 - vi) Las longitudes rectas aguas arriba y aguas abajo del medidor dependen de la clase de sensibilidad del perfil de flujo del medidor y deberán estar de acuerdo con la NORDOM 918, tablas 4 y 5, respectivamente.

7.10.4 Criterios de aceptación

El error (de indicación) relativo del medidor no deberá exceder el error máximo permisible aplicable para ninguno de los ensayos de perturbación del flujo.

7.11 Ensayos de durabilidad (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.6)

7.11.1 Generalidades

7.11.1.1 Durante los ensayos de durabilidad se deberán cumplir las condiciones de operación nominales del medidor. Cuando un medidor combinado consta de medidores individuales aprobados previamente, solo se exige el ensayo de medidores combinados discontinuos (ensayo adicional) (tabla 1). Este ensayo se exige para flujo hacia adelante y, cuando sea apropiado, para flujo inverso (ver el apartado 7.8.3.1).

7.11.1.2 La(s) orientación(es) de los medidores que se ensayan se deberá(n) ajustar con referencia a la(s) orientación(s) de los medidores declarada(s) por el fabricante.

7.11.1.3 Los mismos medidores se deberán someter a los ensayos discontinuos y continuos.

7.11.2 Ensayo de flujo discontinuo

7.11.2.1 Objeto del ensayo

7.11.2.1.1 Verificar que un medidor de agua sea durable cuando se somete a condiciones de flujo cíclicas. Este ensayo se aplica solamente a medidores con $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$ y a medidores combinados.

7.11.2.1.2 El ensayo consiste en someter el medidor al número especificado de ciclos de caudal de inicio y detención de corta duración, con la fase de caudal de ensayo constante de cada ciclo mantenida al caudal prescrito durante todo el ensayo (ver el apartado 7.11.2.3.2). Para conveniencia de los laboratorios, el ensayo se puede dividir en períodos de al menos 6 h.

7.11.2.2 Preparación

7.11.2.2.1 Descripción de la instalación

La instalación consta de:

- a) suministro de agua (tanque no presurizado, tanque presurizado, bomba, etc.);
- b) tubería.

7.11.2.2.2 Tubería

7.11.2.2.2.1 Los medidores se pueden organizar en serie o en paralelo, o los dos sistemas se pueden combinar.

7.11.2.2.2.2 Además del(los) medidor(es), el sistema de tubería consta de:

- a) un dispositivo de regulación de flujo (por línea de medidores en serie, si es necesario);
- b) una o más válvulas de aislamiento;
- c) un dispositivo para medir la temperatura del agua aguas arriba de los medidores;
- d) dispositivos para verificar el caudal, la duración de los ciclos y el número de ciclos;
- e) un dispositivo de interrupción de flujo para cada línea de medidores en serie;
- f) dispositivos para medir la presión de entrada y de salida.

7.11.2.2.2.3 Ninguno de estos dispositivos deberá causar fenómenos de cavitación ni otros tipos de desgaste parasítico del(los) medidor(es).

7.11.2.2.3 Precauciones

7.11.2.2.3.1 Se deberá purgar adecuadamente el aire de los medidores y de los tubos de conexión.

7.11.2.2.3.2 La variación del flujo durante las operaciones repetidas de apertura y de cierre deberá ser progresiva para evitar el golpe de ariete.

7.11.2.2.4 Ciclo del caudal

Un ciclo completo consta de las cuatro fases siguientes:

- a) un período desde cero hasta el caudal de ensayo;

- b) un período al caudal de ensayo constante;
- c) un período desde el caudal de ensayo hasta cero;
- d) un período al caudal cero;

7.11.2.3 Procedimiento de ensayo

7.11.2.3.1 Generalidades

- a) Antes de iniciar el ensayo discontinuo de durabilidad, mida los errores (de indicación) del(los) medidor(es) como se especifica en el apartado 7.4 y a los mismos caudales que en el apartado 7.4.4.
- b) Instale los medidores en el equipo de ensayo, ya sea en forma individual o por grupos, con las mismas orientaciones que las usadas para la determinación de los errores intrínsecos (de indicación) (ve apartado 7.4.2.2.7.5).
- c) Durante los ensayos, mantenga los medidores dentro de sus condiciones de operación nominales y con la presión aguas abajo de los medidores lo suficientemente alta para evitar cavitación en los medidores.
- d) Ajuste el caudal dentro de las tolerancias especificadas.
- e) Opere el(los) medidor(es) a las condiciones presentadas en la tabla 1.
- f) Luego del ensayo discontinuo de durabilidad, mida los errores (de indicación) finales de los medidores como se especifica en el apartado 7.4 y a los mismos caudales que en el apartado 7.4.4.
- g) Calcule el error (de indicación) relativo final para cada caudal, de acuerdo con el anexo B.
- h) Para cada caudal, reste el valor del error intrínseco (de indicación) obtenido en el paso 1, del error (de indicación) obtenido en el paso 7.
- i) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.10.1 para medidores con $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$, y el apartado 4.5.10.3 para medidores combinados.

7.11.2.3.2 Tolerancia para caudal

La variación relativa de los valores del flujo no debe exceder $\pm 10 \%$ por fuera de los períodos de apertura, cierre y detención. Los medidores usados en el ensayo se pueden usar para verificar el caudal.

7.11.2.3.3 Tolerancia para la duración del ensayo

7.11.2.3.3.1 La tolerancia para la duración especificada de cada fase del ciclo de flujo no deberá exceder $\pm 10 \%$.

7.11.2.3.3.2 La tolerancia para la duración total del ensayo no deberá exceder $\pm 5 \%$.

7.11.2.3.4 Tolerancia para el número de ciclos

El número de ciclos no deberá ser inferior al estipulado, pero no deberá exceder este valor en más del 1 %.

7.11.2.3.5 Tolerancia para el volumen descargado

7.11.2.3.5.1 El volumen descargado durante el ensayo deberá ser igual a la mitad del producto del caudal de ensayo especificado y de la duración teórica total del ensayo (períodos de operación más períodos transitorios y de detención) con una tolerancia de ± 5 %.

7.11.2.3.5.2 Esta precisión se puede obtener haciendo correcciones de los flujos instantáneos y de los períodos de operación, con suficiente frecuencia.

7.11.2.3.6 Lecturas de ensayo

Durante el ensayo, se deberán registrar las siguientes lecturas del equipo de ensayo al menos una vez cada 24 h, o una vez por cada período más corto, si el ensayo está dividido así:

- a) presión de la línea aguas arriba de los medidores bajo ensayo;
- b) presión de la línea aguas abajo de los medidores bajo ensayo;
- c) temperatura de la línea aguas arriba de los medidores bajo ensayo;
- d) caudal a través de los medidores bajo ensayo;
- e) duración de las cuatro fases del ciclo del ensayo de flujo discontinuo;
- f) número de ciclos;
- g) volúmenes indicados de los medidores bajo ensayo;

7.11.2.4 Criterios de aceptación después del ensayo discontinuo de durabilidad

7.11.2.4.1 Para medidores de agua con clase de precisión 1

- a) La variación en la curva de error no deberá exceder el 2 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$), y el 1 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$). Para determinar estos requisitos, se deberán aplicar los valores medios de los errores (de indicación) a cada caudal.
- b) Las curvas no deberán exceder un límite de error máximo de:
 - ± 4 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$); y
 - ± 1.5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) para medidores T30; o
 - ± 2.5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) para medidores diferentes del T30.

7.11.2.4.2 Para medidores de agua con clase de precisión 2

- a) La variación en la curva de error no deberá exceder el 3 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$), o el 1.5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$). Para determinar estos requisitos, se deberán aplicar los valores medios de los errores (de indicación) a cada caudal.
- b) Las curvas no deberán exceder un límite de error máximo de:
 - ± 6 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$); y
 - ± 2.5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) para medidores T30; o
 - ± 3.5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) para medidores diferentes del T30.

Tabla 1 — Ensayos de durabilidad

Clase de temperatura	Caudal permanente Q_3 m ³ /h	Caudal de ensayo	Temperatura del agua de ensayo $t_{\text{ensayo}} \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Tipo de ensayo	Número de interrupciones	Tiempo de las pausas	Tiempo de ensayo al caudal de ensayo	Duración de puesta en marcha y de agotamiento
T30 y T50	≤ 16	Q_3	20	Discontinuo	100 000	15 s	15 s	0.15 [Q_3]as con un mínimo de 1 s
		Q_4	20	Continuo	-	-	100 h	-
	>16	Q_3	20	Continuo	-	-	800 h	-
		Q_4	20	Continuo	-	-	200 h	-
Todas las otras clases de temperatura	≤ 16	Q_3	50	Discontinuo	100 000	15 s	15 s	0.15 [Q_3]a s con un mínimo de 1 s
		Q_4	0.9 veces TMA	Continuo	-	-	100 h	-
	>16	Q_3	50	Continuo	-	-	800 h	-
		Q_4	0.9 veces TMA	Continuo	-	-	200 h	-
Medidores combinados (ensayo adicional) ^b	>16	$Q > 2Q_x$ 2	20	Discontinuo	50 000	15 s	15 s	3 s a 6 s
Medidores combinados (en donde el medidor pequeño no ha sido aprobado previamente)	>16	$0.9Q_{x1}$	20	Continuo	-	-	200 h	-

7.11.3 Ensayo de flujo continuo

7.11.3.1 Objeto del ensayo

7.11.3.1 Verificar la durabilidad de un medidor de agua cuando se somete a condiciones de flujo continuo, permanente y de sobrecarga.

7.11.3.2 El ensayo consiste en someter el medidor a un caudal constante de Q_3 o Q_4 durante un tiempo especificado. Además, cuando el medidor pequeño de un medidor combinado no ha sido aprobado previamente, el medidor combinado se deberá someter a un ensayo de flujo continuo, como se ilustra en la tabla 1. Para conveniencia de los laboratorios, el ensayo se puede dividir en períodos de al menos 6 h.

7.11.3.2 Preparación

7.11.3.2.1 Descripción de la instalación

La instalación consta de:

a) suministro de agua (tanque no presurizado o tanque presurizado, bomba, etc.);

b) tubería.

7.11.3.2.2 Tubería

7.11.3.2.2.1 Además de los medidores que se van a ensayar, la tubería consta de:

- a) un dispositivo de regulación de flujo;
- b) una o más válvulas de aislamiento;
- c) un dispositivo para medir la temperatura del agua en la entrada del medidor;
- d) un dispositivo para verificar el caudal y la duración del ensayo;
- e) dispositivos para medir la presión de entrada y de salida.

7.11.3.2.2.2 Ninguno de estos dispositivos deberá causar fenómenos de cavitación ni otros tipos de desgaste parasítico de los medidores.

7.11.3.2.3 Precauciones

Se deberá purgar adecuadamente el aire del medidor y de los tubos de conexión.

7.11.3.3 Procedimiento de ensayo

7.11.3.3.1 Generalidades

- a) Antes de iniciar el ensayo continuo de durabilidad, mida los errores (de indicación) de los medidores como se especifica en el apartado 7.4 y a los mismos caudales que se especifican en el apartado 7.4.4.
- b) Instale los medidores en el equipo de ensayo, ya sea en forma individual o por grupos, en las mismas orientaciones que las usadas para la determinación del error (de indicación) intrínseco (apartado 7.4.2.2.7.5).
- c) Accione los medidores a las condiciones presentadas en la tabla 1.
- d) Durante los ensayos de durabilidad, los medidores se deberán mantener a sus condiciones de operación nominales y la presión de salida de cada medidor deberá ser lo suficientemente alta para evitar cavitación.
- e) Después de los ensayos continuos de durabilidad, mida los errores (de indicación) de los medidores como se especifica en el apartado 7.4 y a los mismos caudales.
- f) Calcule el error (de indicación) relativo para cada caudal, de acuerdo con el anexo B.
- g) Para cada caudal, reste el error (de indicación) obtenido en el paso a) del apartado 7.11.2.3.1, del error (de indicación) obtenido en el paso f).
- h) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3, apartado 4.5.10.2.

7.11.3.3.2 Tolerancia para caudal

7.11.3.3.2.1 El caudal se deberá mantenerse constante durante todo el ensayo, a un valor predeterminado.

7.11.3.3.2.2 La variación relativa de los valores del caudal durante cada ensayo no deberá exceder $\pm 10\%$ (excepto al inicio y en la detención).

7.11.3.3.3 Tolerancia para duración del ensayo

La duración especificada del ensayo es un valor mínimo.

7.11.3.3.4 Tolerancia para el volumen descargado

7.11.3.3.4.1 El volumen indicado al finalizar el ensayo no deberá ser inferior al determinado del producto del caudal de ensayo especificado y la duración especificada del ensayo.

7.11.3.3.4.2 Para satisfacer esta condición, se deberán hacer correcciones del caudal, con suficiente frecuencia. Los medidores de agua usados en el ensayo se pueden usar para verificar el caudal.

7.11.3.3.5 Lecturas del ensayo

Durante el ensayo, se deberán registrar las siguientes lecturas del equipo de ensayo una vez cada 24 h, o una vez por cada período más corto, si el ensayo está dividido así:

- a) presión del agua, aguas arriba de los medidores bajo ensayo;
- b) presión del agua, aguas abajo de los medidores bajo ensayo;
- c) temperatura del agua, aguas arriba de los medidores bajo ensayo;
- d) caudal a través de los medidores bajo ensayo;
- e) el volumen indicado de los medidores bajo ensayo;

7.11.3.4 Criterios de aceptación después del ensayo de durabilidad continua

7.11.3.4.1 Para medidores de agua con clase de precisión 1

a) La variación en la curva de error no deberá exceder el 2 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$), y el 1 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$). Para determinar estos requisitos, se deberán aplicar los valores medios de los errores (de indicación) a cada caudal.

b) Las curvas no deberán exceder un límite de error máximo de:

± 4 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$); y

± 1.5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) para medidores T30; o

± 2.5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) para medidores diferentes del T30.

7.11.3.4.2 Para medidores de agua con clase de precisión 2

a) La variación en la curva de error no debe exceder el 3 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$), y el 1.5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$). Para determinar estos requisitos, se deberán aplicar los valores medios de los errores (de indicación) a cada caudal.

b) Las curvas no deberán exceder un límite de error máximo de:

± 6 % para caudales en la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$); y

± 2.5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) para medidores T30; o

± 3.5 % para caudales en la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) para medidores diferentes del T30.

7.12 Ensayo de campos magnéticos

7.12.1 Todos los medidores de agua en los que los componentes mecánicos pueden estar influenciados por un campo magnético estático (por ejemplo, están equipados con un acoplamiento magnético en el mecanismo de lectura, o con una salida de impulsos accionados por un imán) y todos los medidores con componentes electrónicos se deberán ensayar para demostrar que están en capacidad de soportar la influencia de un campo magnético estático.

7.12.2 Este ensayo se deberá llevar a cabo de acuerdo con las disposiciones del apartado 8.16.

7.13 Ensayos de los dispositivos auxiliares de un medidor de agua

7.13.1 Objeto del ensayo

7.13.1.1 Verificar que el medidor de agua cumpla los requisitos de la NORDOM 918, apartado 4.3.6.

7.13.1.2 Se requieren dos tipos de ensayos:

- a) Cuando los dispositivos auxiliares se pueden conectar temporalmente al medidor, por ejemplo, para ensayo o para transmisión de datos, el error de indicación del medidor se deberá medir con los dispositivos auxiliares instalados, para asegurar que los errores de indicación no exceden los EMP.
- b) Para dispositivos auxiliares conectados de manera permanente y temporal, se deberán verificar las indicaciones de volumen de estos dispositivos para asegurar que las lecturas no sean diferentes de las de la indicación primaria.

7.13.2 Preparación

- a) Aplique los requisitos de instalación y operacionales especificados en el apartado 7.4.2.
- b) Los dispositivos auxiliares temporales los deberá instalar el fabricante, o se deberán instalar de acuerdo con las instrucciones de este.
- c) Cuando la salida de un dispositivo auxiliar es una señal eléctrica compuesta de una corriente de impulsos en la cual un impulso individual corresponde a un volumen finito, los impulsos se pueden sumar en un totalizador electrónico que, cuando se encuentra conectado, no tiene influencia significativa sobre la señal eléctrica.

7.13.3 Procedimiento de ensayo

- a) Determine el error de indicación del medidor con el dispositivo auxiliar temporal conectado, de acuerdo con el apartado 7.4.4.
- b) Compare las lecturas del dispositivo auxiliar conectado de manera permanente o temporal, con las del dispositivo indicador primario.
- c) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.12.

7.13.4 Criterios de aceptación

- a) El error (de indicación) del medidor con el dispositivo auxiliar temporal conectado no deberá exceder el error máximo permisible aplicable.
- b) Para los dispositivos auxiliares conectados de manera permanente y temporal, las indicaciones de volumen de los dispositivos auxiliares no deben ser diferentes de los que se visualizan en la pantalla, en un valor superior al del intervalo de la escala de verificación.

7.14 Ensayos ambientales

Dependiendo de la tecnología del medidor y de su construcción, hay niveles de ensayo apropiados para cumplir las condiciones ambientales. Se deberán aplicar los ensayos pertinentes especificados en el capítulo 8 y en la Recomendación OIML R 49-1:2013, anexo A, según el caso. En el apartado 8.1.8 se especifica que estos ensayos no se aplican a medidores de construcción estrictamente mecánica.

8 Ensayos de desempeño relacionados con factores de influencia y perturbaciones

8.1 Requisitos generales (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.1)

8.1.1 Introducción

8.1.1.1 Este capítulo define los ensayos de funcionamiento destinados a verificar que los medidores de agua funcionan según lo previsto en un ambiente y condiciones especificados. Cada ensayo indica, según el caso, las condiciones de referencia para determinar el error intrínseco.

8.1.1.2 Estos ensayos de desempeño son adicionales a los ensayos especificados en el capítulo 7 y se aplican a los medidores completos, a partes separables de estos y si se requiere, a dispositivos auxiliares. Los ensayos se requieren dependiendo de la clase ambiental o electromagnética del medidor, como se especifica en los apartados 8.1.2 y 8.1.3, y del tipo de construcción o diseño del medidor, como se especifica en el apartado 8.1.8.

8.1.1.3 Cuando se evalúa el efecto de una magnitud de influencia, todas las otras magnitudes de influencia se deberán mantener a las condiciones de referencia (ver el capítulo 4).

8.1.1.4 Los ensayos de evaluación de modelo especificados en este capítulo se pueden llevar a cabo simultáneamente a los ensayos especificados en el capítulo 7, usando ejemplos del mismo modelo de medidor de agua o sus partes separables.

8.1.2 Clasificación ambiental

Para cada ensayo de desempeño se indican las condiciones de ensayo típicas, que corresponden a las condiciones mecánicas y ambientales climáticas a las que están expuestos los medidores de agua: ver la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.2.

8.1.3 Clasificación electromagnética

Los medidores de agua con dispositivos electrónicos se dividen en dos clases ambientales electromagnéticas: E₁ para instrumentos que operan en áreas protegidas y E₂ para instrumentos que operan en áreas sin protección especial. Ver la Recomendación OIML R 49-1:2013, literal A.3.

8.1.4 Condiciones de referencia (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.1)

8.1.4.1 Las condiciones de referencia se presentan en el capítulo 4.

8.1.4.2 Estas condiciones de referencia se deberían aplicar solamente si la norma nacional o regional pertinente no especifica condiciones de referencia diseñadas para cumplir condiciones específicas. Si se especifican en una de estas normas, se deberían aplicar los criterios establecidos en ellas.

8.1.5 Volúmenes de ensayo para medir el error (de indicación) de un medidor de agua

8.1.5.1 Algunas magnitudes de influencia deberían tener un efecto constante sobre el error de indicación de un medidor de agua y no un efecto proporcional relacionado con el volumen medido.

8.1.5.2 En otros ensayos, el efecto de la magnitud de influencia aplicada al medidor de agua está relacionado con el volumen medido. En estos casos, para poder comparar los resultados obtenidos en diferentes laboratorios, el volumen de ensayo para medir el error de indicación del medidor deberá corresponder al volumen suministrado en 1 min al caudal de sobrecarga Q_4 .

8.1.5.3 Sin embargo, algunos ensayos pueden requerir más de 1 min, en cuyo caso se deberán llevar a cabo en el menor tiempo posible, tomando en cuenta la incertidumbre de la medición.

8.1.6 Influencia de la temperatura del agua (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.1.6.1 Los ensayos de calor seco, frío y calor húmedo tratan sobre la medición de los efectos de la temperatura del aire del ambiente sobre el desempeño del medidor. Sin embargo, la presencia del transductor de medición lleno de agua también puede tener influencia en la disipación del calor en los componentes eléctricos.

8.1.6.2 Existen dos opciones de ensayo.

- a) El medidor tiene agua que pasa a través de él al caudal de referencia, y el error (de indicación) del medidor se mide con las partes electrónicas y el transductor de medición a las condiciones de referencia.
- b) Se usa una simulación del transductor de medición para ensayar todos los componentes electrónicos. Estos ensayos simulados deberán replicar los efectos causados por la presencia de agua en los dispositivos electrónicos que normalmente están conectados al sensor de flujo, y se deberán aplicar las condiciones de referencia durante los ensayos.

8.1.6.3 Es preferible la opción a)

8.1.7 Requisitos para ensayos ambientales

8.1.7.1 Los siguientes requisitos están asociados a los ensayos ambientales. Las normas IEC pertinentes que se van a aplicar se encuentran en los apartados apropiados de la presente norma:

- a) preacondicionamiento del equipo bajo ensayo (EBE);
- b) cualquier desviación en el procedimiento de la norma IEC pertinente;
- c) las mediciones iniciales;
- d) estado del EBE durante el acondicionamiento;
- e) los niveles de severidad, los valores del factor de influencia y la duración de la exposición;
- f) las mediciones requeridas y/o la aplicación de carga durante el acondicionamiento;
- g) la recuperación del EBE;
- h) las mediciones finales;
- i) los criterios de aceptación para que el EBE apruebe un ensayo.

8.1.7.2 Cuando no existe una norma IEC para un ensayo específico, los requisitos esenciales para el ensayo se proporcionan en esta parte de la presente norma.

8.1.8 Equipo bajo ensayo (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.12.3)

8.1.8.1 Generalidades

8.1.8.1.1 Para el propósito del ensayo, el EBE se deberá clasificar como uno de los casos, de A a E, de acuerdo con la tecnología especificada en los apartados 8.1.8.2 a 8.1.8.5 y se deberán aplicar los siguientes requisitos:

- 1) Caso A. No se requiere ensayo de desempeño (como se menciona apartados 8.1.8.1.1 numeral 1).
- 2) Caso B. El EBE es el medidor completo o un medidor combinado: el ensayo se deberá llevar a cabo con agua que fluye en el sensor de volumen o de flujo y con el medidor operando en la forma prevista.
- 3) Caso C. El EBE es el transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen): el ensayo se deberá llevar a cabo con agua que fluye en el sensor de volumen o de flujo y con el medidor operando en la forma prevista.
- 4) Caso D. El EBE es el calculador electrónico (incluido el dispositivo indicador) o el dispositivo auxiliar: el ensayo se deberá llevar a cabo con agua que fluye en el sensor de volumen o de flujo y con el medidor operando en la forma prevista.
- 5) Caso E. El EBE es el calculador electrónico (incluido el dispositivo indicador) o el dispositivo auxiliar: el ensayo se deberá llevar a cabo con señales de medición simuladas sin agua en el sensor de volumen o de flujo.

8.1.8.1.2 El organismo responsable de la aprobación de modelo puede aplicar una categoría apropiada, de A a E, para el ensayo de aprobación de los medidores con tecnología que no está incluida en los apartados 8.1.8.2 a 8.1.8.5.

8.1.8.2 Medidores de desplazamiento positivo y medidores de agua con turbina

- a) Caso A El medidor no está equipado con dispositivos electrónicos.
- b) Caso B El transductor de medición y el calculador electrónico, que incluye el dispositivo indicador, están en la misma caja.
- c) Caso A El transductor de medición está separado del calculador electrónico, pero no está equipado con dispositivos electrónicos.
- d) Caso C El transductor de medición está separado del calculador electrónico y está equipado con dispositivos electrónicos.
- e) Caso D El calculador electrónico, que incluye el dispositivo indicador, está separado del transductor de medición y no es posible la simulación de las señales de medición.
- f) Caso E El calculador electrónico, que incluye el dispositivo indicador, está separado del transductor de medición y es posible la simulación de las señales de medición.

8.1.8.3 Medidores de agua electromagnéticos

- a) Caso B El transductor de medición y el calculador electrónico, que incluye el dispositivo indicador, están en la misma caja.
- b) Caso A El sensor de flujo, que consta solamente del tubo, la bobina y los dos electrodos de medidor, no tiene dispositivos electrónicos adicionales:

- c) Caso B El transductor de medición, que incluye el sensor de flujo, está separado del calculador electrónico y en una caja.
- d) Caso D El calculador electrónico, que incluye el dispositivo indicador, está separado del transductor de medición y no es posible la simulación de las señales de medición.

8.1.8.4 Medidores de agua ultrasónicos, medidores tipo Coriolis, medidores de agua fluídicos

- a) Caso B El transductor de medición y el calculador electrónico, incluido el dispositivo indicador, están en la misma caja.
- b) Caso C El transductor de medición está separado del calculador electrónico y está equipado con dispositivos electrónicos.
- c) Caso D El calculador electrónico, que incluye el dispositivo indicador, está separado del transductor de medición y no es posible la simulación de las señales de medición.

8.1.8.5 Dispositivos auxiliares

- a) Casos A a E El dispositivo auxiliar es parte del medidor de agua, una parte del transductor de medición o parte del calculador electrónico.
- b) Caso A El dispositivo auxiliar está separado del medidor, pero no está equipado con dispositivos electrónicos.
- c) Caso D El dispositivo auxiliar está separado del medidor, pero no es posible una simulación de las señales de entrada.
- d) Caso E El dispositivo auxiliar está separado del medidor y es posible una simulación de las señales de entrada.

8.2 Calor seco (sin condensación) (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.2.1 Objeto del ensayo

Verificar que el medidor de agua cumple las disposiciones de la NORDOM918, apartado 4.2, durante la aplicación de temperaturas ambiente altas como se indica en la tabla 2.

Tabla 2 — Pruebas que involucran la parte electrónica del medidor de agua o sus dispositivos

Apartado	Prueba	Característica bajo prueba	Condiciones aplicadas
8.2	Calor seco	Factor de influencia	MPE (por sus siglas en inglés)
8.3	Frío	Factor de influencia	MPE (por sus siglas en inglés)
8.4	Calor húmedo, cíclico	Perturbación	Falla significativa

8.2.2 Preparación

8.2.2.1 Siga las instrucciones para el ensayo especificadas en la norma IEC 60068-2-2.

8.2.2.2 La orientación sobre las disposiciones relativas al ensayo se presenta en las normas IEC 60068-3-1e IEC 60068-1.

8.2.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- a) No se requiere preacondicionamiento.
- b) Mida el error (de indicación) del EBE al caudal de referencia y a las siguientes condiciones de ensayo:
 - 1) a la temperatura de referencia del aire de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, antes de acondicionar el EBE;
 - 2) a temperatura del aire de $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, después de que el EBE se ha estabilizado a esta temperatura durante un período de 2 h;
 - 3) a la temperatura de referencia del aire de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, después de recuperación del EBE;
- c) Calcule el error (de indicación) relativo para cada condición de ensayo, de acuerdo con el Anexo B.
- d) Durante la aplicación de las condiciones de ensayo, verifique que el EBE esté funcionando correctamente.
- e) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3, apartado 4.6.1.

Los siguientes son los requisitos adicionales:

- i) Si el transductor de medición está incluido en el EBE y es necesario que haya agua en el sensor de flujo, la temperatura del agua se deberá mantenerse a la temperatura de referencia.
- ii) Cuando se miden los errores (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una “V” se deberán instalar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.2.4 Criterios de aceptación

Durante la aplicación de las condiciones de ensayo:

- a) todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista;
- b) el error (de indicación) relativo del EBE, a las condiciones de ensayo, no deberá exceder el error máximo permisible de la zona de caudal superior (ver la NORDOM 918, apartado 4.2).

8.3 Frío (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.3.1 Objeto del ensayo

Verificar que el medidor de agua cumpla las disposiciones de la NORDOM 918, apartado 4.2 durante la aplicación de temperaturas ambiente bajas, como se indica en la NORDOM 918, tabla 2.

8.3.2 Preparación

8.3.2.1 Siga las disposiciones para el ensayo especificadas en la norma IEC 60068-2-1.

8.3.2.2 La orientación sobre las disposiciones relativas al ensayo se presenta en las normas IEC 60068-3-1[5] e IEC 60068-1.

8.3.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- a) No someta el EBE a preacondicionamiento.
- b) Mida el error (de indicación) del EBE al caudal de referencia y a la temperatura de referencia del aire:
- c) Estabilice la temperatura del aire a $-25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ (clases ambientales O y M) o a $+5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ (clase ambiental B) durante un periodo de 2 h.
- d) Mida el error (de indicación) del EBE al caudal de referencia y a una temperatura del aire de $-25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ (clases ambientales O y M) o de $+5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ (clase ambiental B).
- e) Después de la recuperación del EBE, mida el error (de indicación) del EBE al caudal de referencia y a la temperatura de referencia del aire.
- f) Calcule el error (de indicación) relativo para cada condición de ensayo, de acuerdo con el anexo B.
- g) Durante la aplicación de las condiciones de ensayo, verifique que el EBE esté funcionando correctamente.
- h) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3, apartado 4.6.2.

Los siguientes son los requisitos adicionales:

- i) Si es necesario que haya agua en el sensor de flujo, la temperatura del agua se deberá mantenerse a la temperatura de referencia.
- ii) Cuando se miden los errores (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una "V" se deberán instalar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.3.4 Criterios de aceptación

Durante la aplicación de las condiciones de ensayo estabilizadas:

- a) todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista; y
- b) el error (de indicación) relativo del EBE, a las condiciones de ensayo, no deberá exceder el error máximo permisible de la zona de caudal superior (ver la NORDOM 918, apartado 4.2).

8.4 Calor húmedo, cíclico (con condensación) (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.4.1 Objeto del ensayo

Verificar que el medidor de agua cumpla las disposiciones de la NORDOM918, apartado 5.1.1, después de aplicar condiciones de humedad alta combinadas con cambios cíclicos de temperatura, como se indica en la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5.

8.4.2 Preparación

8.4.2.1 Siga las disposiciones para el ensayo especificadas en la norma IEC 60068-2-30.

8.4.2.2 La orientación sobre las disposiciones relativas a los ensayos se presenta en la norma IEC 60068-3-4.

8.4.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

8.4.3.1 Siga los requisitos para el desempeño del equipo de ensayo, acondicionamiento y recuperación del EBE, y de exposición del EBE a cambios cíclicos de temperatura en condiciones de calor húmedo especificadas en las normas IEC 60068-2-30 e IEC 60068-3-4.

8.4.3.1 El programa de ensayo consta de los pasos 1 a 7.

- a) Somete el EBE a preacondicionamiento.
- b) Exponga el EBE a variaciones cíclicas de temperatura (dos ciclos de 24 h) entre la temperatura más baja de $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ y la temperatura más alta de $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ (clases ambientales O y M) ó $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ (clase ambiental B). Mantenga la humedad relativa por encima del 95 % durante los cambios de temperatura y durante las fases a temperatura baja, y a $93\% \pm 3\%$ a las fases de temperatura más alta. Debería ocurrir condensación en el EBE durante la elevación de temperatura.

8.4.3.3 El ciclo de 24 h consta de:

- 1) elevación de temperatura durante 3 h;
 - 2) la temperatura se mantiene al valor más alto hasta 12 h desde el inicio del ciclo;
 - 3) la temperatura disminuye al valor más bajo en un período de 3 h a 6 h; la tasa de descenso durante la primera 1 h 30 min es tal que el valor más bajo se alcanzaría en 3 h;
 - 4) la temperatura se mantiene al valor más bajo hasta finalizar el ciclo de 24 h.
- c) Permita que el EBE se recupere.
 - d) Después de la recuperación, verifique que el EBE esté funcionando correctamente.
 - e) Mida el error (de indicación) del EBE al caudal de referencia.
 - f) Calcule el error (de indicación) relativo de acuerdo con el Anexo B.
 - g) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3, apartado 4.6.3.

8.4.3.4 Los siguientes son los requisitos adicionales:

- i) El suministro de energía al EBE deberá estar apagado durante los pasos 1 a 3.

ii) El período de estabilización antes y la recuperación después de la exposición cíclica deberá ser tal que todas las partes del EBE estén dentro de 3 °C de su temperatura final.

iii) Cuando se mide el error (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una “V” se deberán instalar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.4.4 Criterios de aceptación

Después de aplicar la perturbación y de la recuperación:

- a) todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista;
- b) la diferencia entre cualquier indicación antes del ensayo y la indicación después del ensayo no deberá exceder la mitad del error máximo permisible en la zona de caudal superior, o el EBE deberá detectar cualquier falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la Recomendación OIML R 49-1:2013, anexo B.

8.5 Variación en el suministro de energía (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.5.1 Generalidades

Aplique el diagrama de flujo de la figura 4 para determinar qué ensayos se requieren.

8.5.2 Medidores de agua alimentados con C.A directa o mediante convertidores CA/CC (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.5.2.1 Objeto del ensayo

Verificar que los dispositivos electrónicos que operan a un valor nominal de tensión de la red, U_{nom} , a frecuencia nominal, f_{nom} , cumplen las disposiciones de la NORDOM 918, apartado 4.2, durante las desviaciones estáticas del suministro de energía de la red (monofásica) C.A, aplicadas de acuerdo con los requisitos de la Recomendación OIML R 49- 1:2013, apartado A.5.

8.5.2.2 Preparación

Siga las disposiciones para el ensayo especificadas en las normas IEC 61000-4-11, IEC 61000-2-1, IEC 61000-2-2, IEC 61000-4-1, e IEC 60654-2.

8.5.2.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- a) Exponga el EBE a variaciones de tensión de alimentación y posteriormente a variaciones de frecuencia de alimentación, mientras el EBE está operando bajo condiciones de referencia.
- b) Mida el error (de indicación) del EBE durante la aplicación del límite superior de tensión de la red, $U_{nom} + 10 \%$ (tensión única).
- c) Mida el error (de indicación) del EBE durante la aplicación del límite superior de frecuencia de la red, $f_{nom} + 2 \%$.
- d) Mida el error (de indicación) del EBE durante la aplicación del límite inferior de tensión de la red, $U_{nom} - 15 \%$ (tensión única).

- e) Mida el error (de indicación) del EBE durante la aplicación del límite inferior de frecuencia de la red, $f_{nom} - 2\%$.
- f) Calcule el error (de indicación) relativo para cada condición de ensayo, de acuerdo con el Anexo B.
- g) Verifique que el EBE funciona correctamente durante la aplicación de cada variación de suministro de energía.
- h) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3, apartado 4.6.4.2.

Los siguientes son los requisitos adicionales:

- i) Durante la medición del error (de indicación), el EBE se deberá someter al caudal de referencia (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.1).
- ii) Cuando se miden los errores (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores de ensayo que no están marcados con una "V" se deberán montar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.5.2.4 Criterios de aceptación

Durante la aplicación del factor de influencia:

- a) todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista;
- b) el error (de indicación) relativo del EBE, a las condiciones de ensayo, no deberá exceder el error máximo permisible de la zona de caudal superior (ver la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 4.2).

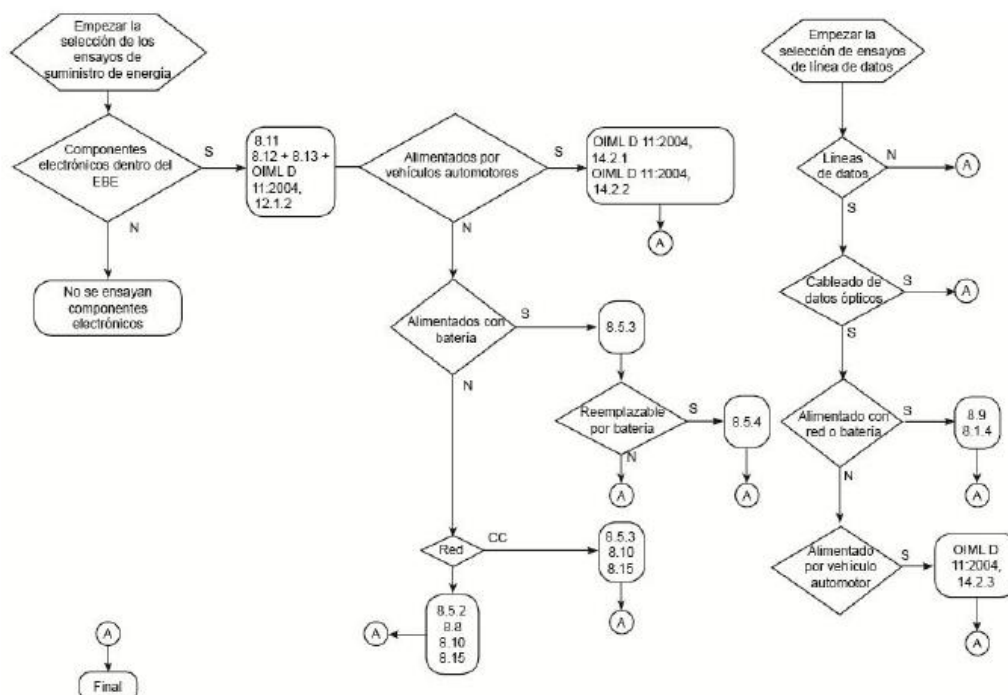


Figura 4 — Diagrama de flujo para determinar los ensayos requeridos en los apartados 8.5 y de 8.8 a 8.15

8.5.3 Medidores de agua alimentados con tensión C.C externa o baterías de C.C primarias (OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.5.3.1 Objeto del ensayo

Verificar que el medidor de agua cumple las disposiciones de la Recomendación NORDOM, apartado 4.2 durante desviaciones estáticas de la tensión de alimentación de C.C, aplicada de acuerdo con los requisitos de la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5.

8.5.3.2 Preparación

En el momento de la publicación, no es posible suministrar referencias a normas IEC para métodos de ensayo.

8.5.3.3 Procedimiento de ensayo

- a) Exponga el EBE a variaciones de tensión de alimentación, mientras opera bajo condiciones de referencia.
- b) Mida el error (de indicación) del EBE durante la aplicación de la tensión de operación máxima de la batería, como lo especifique el proveedor del medidor de agua, para una batería o tensión de C.C a la cual se haya fabricado el EBE, para detectar automáticamente condiciones de alto nivel para alimentación de C.C externa.
- c) Mida el error (de indicación) del EBE durante la aplicación de la tensión de operación mínima de la batería, como lo especifique el proveedor del medidor de agua, para una batería o tensión de C.C a la cual se haya fabricado el EBE, para detectar automáticamente condiciones de bajo nivel para alimentación de C.C externa.
- d) Calcule el error (de indicación) relativo para cada condición de ensayo, de acuerdo con el anexo B.
- e) Verifique que el EBE funciona correctamente durante la aplicación de cada variación de alimentación de energía.
- f) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3, apartado 4.6.4.3.

Los siguientes son los requisitos adicionales:

- i) Durante la medición del error (de indicación), el EBE se deberá someter al caudal de referencia.
- ii) Cuando se miden los errores (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una "V" se deberán instalar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.5.3.4 Criterios de aceptación

Durante la aplicación de las variaciones de tensión:

- a) todas las funciones del EBE deben operar en la forma prevista;
- b) el error (de indicación) relativo del EBE a las condiciones de ensayo no debe exceder el error máximo permisible de la zona de caudal superior (ver la Recomendación NORDOM 918, apartado 4.2).

8.5.4 Interrupción de la alimentación de la batería

8.5.4.1 Objeto del ensayo

5.2.4.1.1 Verificar que el medidor de agua cumple los requisitos de la NORDOM 918, apartado 5.2.4.3, durante el reemplazo de la batería de alimentación.

5.2.4.1.2 Este ensayo se aplica únicamente a medidores que utilizan alimentación con batería reemplazable.

8.5.4.2 Procedimiento de ensayo

- a) Asegúrese de que el medidor esté en condiciones de funcionamiento.
- b) Retire la batería durante un período de 1 h y luego conéctela nuevamente.
- c) Revise las funciones del medidor.
- d) Complete la información de la Recomendación NORDOM, apartado 5.2.4, en la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.2.2.

8.5.4.3 Criterios de aceptación

Después de la aplicación de las condiciones de ensayo:

- a) todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista;
- b) el valor de la totalización o los valores almacenados deben permanecer sin cambios.

8.6 Vibración (aleatoria) (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.6.1 Objeto del ensayo

8.6.1.1 Verificar que el medidor de agua cumple las disposiciones de la NORDOM 918, apartado 5.1.1, después la aplicación de vibraciones aleatorias (ver la Recomendación OIML R 49-1:2013, tabla A.1).

8.6.1.2 Este ensayo es aplicable solamente a medidores para instalaciones móviles (clase ambiental M).

8.6.2 Preparación

Siga las disposiciones para el ensayo especificadas en las normas IEC 60068-2-64 e IEC 60068-2-47.

8.6.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- a) Instale el EBE sobre un artefacto rígido, con su medio de montaje normal, de manera que la fuerza gravitacional actúe en la misma dirección que lo haría en uso normal. Sin embargo, si el efecto gravitacional es insignificante y el medidor no está marcado con “H” ni “V”, el EBE se puede instalar en cualquier posición.
- b) Aplique vibraciones aleatorias al EBE, en el intervalo de frecuencia de 10 Hz a 150 Hz, en tres ejes mutuamente perpendiculares, por turnos, durante un periodo de al menos 2 min por eje.
- c) Deje transcurrir un tiempo para la recuperación del EBE.
- d) Examine el EBE para determinar que está funcionando correctamente.
- e) Mida el error (de indicación) del EBE al caudal de referencia.

- f) Calcule el error (de indicación) relativo de acuerdo con el anexo B.
- g) Complete el informe de ensayo de la recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.5.

Los siguientes son requisitos adicionales:

- i) Cuando el sensor de flujo está incluido en el EBE, no se deberá llenar con agua durante la aplicación de la perturbación.
- ii) El suministro de energía al EBE está apagado durante los pasos 1, 2 y 3.
- iii) Durante la aplicación de las vibraciones, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

nivel de valor eficaz total: 7 m/s²;

nivel de densidad espectral de aceleración (DEA) de 10 Hz a 20 Hz: 1 m²/s³;

nivel DEA de 20 Hz a 150 Hz: -3 dB/octava.

iv) Cuando se miden los errores (de indicación) del EBE, se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales del apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una “V” se deberán montar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.6.4 Criterios de aceptación

Después de la aplicación de vibraciones y de la recuperación:

- a) todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista;
- b) la diferencia entre cualquier indicación antes del ensayo y la indicación después del ensayo no deberá exceder la mitad del error máximo permisible en la zona de caudal superior, o el EBE deberá detectar cualquier falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la Recomendación OIML R 49-1:2013, anexo B.

8.7 Choque mecánico (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.7.1 Objeto del ensayo

8.7.1.1 Verificar que el medidor de agua cumple las disposiciones de la NORDOM 918, apartado 5.1.1, después de aplicar el ensayo de choque mecánico (caída sobre la superficie), como se establece en la Recomendación OIML R 49-1:2013, tabla A.1.

8.7.1.2 Este ensayo es aplicable solamente a medidores para instalaciones móviles (clase ambiental M).

8.7.2 Preparación

Siga las disposiciones para el ensayo especificadas en las normas IEC 60068-2-31 e IEC 60068-2-47.

8.7.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- a) El EBE se deberá colocar sobre una superficie rígida nivelada en su posición normal de uso e inclinada hacia el borde de la base hasta que el borde opuesto del EBE esté 50 mm por encima de la superficie rígida. Sin embargo, el ángulo formado por la parte inferior del EBE y la superficie de ensayo no deberá exceder los 30°.

- b) Permita que el EBE caiga libremente sobre la superficie de ensayo.
- c) Repita los pasos 1 y 2 para cada borde de la base.
- d) Deje transcurrir un tiempo para la recuperación del EBE.
- e) Examine el EBE para determinar que está funcionando correctamente.
- f) Mida el error (de indicación) del EBE al caudal de referencia.
- g) Calcule el error (de indicación) relativo de acuerdo con el Anexo B.
- h) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.6.

Los siguientes son requisitos adicionales:

- i) Cuando el sensor de flujo es parte del EBE, no se deberá llenar con agua durante la aplicación de la perturbación.
- ii) El suministro de energía al EBE deberá estar apagado durante los pasos 1, 2 y 3.
- iii) Cuando se miden los errores (de indicación) del EBE, se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales del apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia. Los medidores que no están marcados con una "V" se deberán montar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.7.4 Criterios de aceptación

Después de la aplicar perturbación y de la recuperación:

- a) todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista;
- b) la diferencia entre cualquier indicación antes del ensayo y la indicación después del ensayo no debe exceder la mitad del error máximo permisible en la zona de caudal superior, o el EBE deberá detectar cualquier falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la Recomendación OIML R 49-1:2013, anexo B.

8.8 Caídas de tensión de la red de C.A, interrupciones cortas y variaciones de tensión (Recomendación R 49-1:2013, apartado A.5)

8.8.1 Objeto del ensayo

Verificar que un medidor de agua alimentado de la red cumple las disposiciones de la Recomendación NORDOM 918, apartado 5.1.1, durante la aplicación de interrupciones y reducciones de corta duración en la tensión de la red, como se indica en la tabla 3.

Tabla 2 — Pruebas que involucran la parte electrónica del medidor de agua o sus dispositivos

Apartado	Prueba	Característica bajo prueba	Condiciones aplicadas
8.2	Calor seco	Factor de influencia	MPE (por sus siglas en inglés)
8.3	Frío	Factor de influencia	MPE (por sus siglas en inglés)
8.4	Calor húmedo, cíclico	Perturbación	Falla significativa
8.5.2	Variación en el voltaje	Factor de influencia	MPE (por sus siglas en inglés)
8.5.2	Variación en la frecuencia del voltaje	Factor de influencia	MPE (por sus siglas en inglés)
8.5.3	Bajo voltaje o batería interna (no conectada a la red eléctrica)	Factor de influencia	MPE (por sus siglas en inglés)
8.6	Vibración (aleatoria)	Perturbación	Falla significativa
8.7	Choque mecánico	Perturbación	Falla significativa
8.8	Caídas en la tensión de la red eléctrica, corta interrupción, variaciones de voltaje.	Perturbación	Falla significativa
8.9	Picos en señales, datos y líneas de control	Perturbación	Falla significativa
8.10	Picos (transitorios) en la red de AC y DC	Perturbación	Falla significativa
8.11	Descarga electrostática	Perturbación	Falla significativa
8.12	Campos electromagnéticos radiados	Perturbación	Falla significativa
8.13	Campos electromagnéticos conducidos	Perturbación	Falla significativa
8.14	Picos en señales, datos y líneas de control	Perturbación	Falla significativa
8.15	Picos en líneas eléctricas de AC y DC	Perturbación	Falla significativa

8.8.2 Preparación

Siga las disposiciones para el ensayo especificadas en las normas IEC 61000-4-11, IEC 61000-6-1, e IEC 61000-6-2.

8.8.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- Antes de llevar a cabo el ensayo de reducción de energía, mida el error (de indicación) del EBE.
- Mida el error (de indicación) del EBE durante la aplicación de al menos 10 interrupciones de tensión y 10 reducciones de tensión con un intervalo de al menos 10 s.
- Calcule el error (de indicación) relativo para cada condición de ensayo, de acuerdo con el Anexo B.
- Reste el error (de indicación) del medidor, medido antes de aplicar las reducciones de energía, del error medido durante la aplicación de las reducciones de energía.

- e) Examine el EBE para determinar que está funcionando correctamente.
- f) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.7.

Los siguientes son los requisitos adicionales:

- i) Se usa un generador de ensayo que sea adecuado para reducir la amplitud de la tensión de la red de CA durante un período definido.
- ii) El desempeño del generador de ensayo se deberá verificar antes de conectar el EBE.
- iii) Las interrupciones de tensión y las reducciones de tensión se aplican durante todo el periodo requerido para medir el error (de indicación) del EBE.
- iv) Interrupciones de tensión: La tensión de alimentación se reduce de su valor nominal, U_{nom} , a tensión cero, para la duración indicada en la tabla 4.

Tabla 4 — Interrupciones de tensión

Reducción a:	0 %
Duración:	250 ciclos (50 Hz) 300 ciclos (60 Hz)

- v) Las interrupciones de tensión se aplican en grupos de 10.
- vi) Reducciones de tensión: La tensión de alimentación se reduce de su valor nominal al porcentaje establecido de la tensión nominal, para la duración indicada en la tabla 5.

Tabla 5 — Reducciones de tensión

Ensayo	Ensayo a	Ensayo b	Ensayo c
Reducción a:	0 %	0 %	70 %
Duración:	0.5 ciclos	1 ciclo	25 ciclos (50 Hz) 30 ciclos (60 Hz)

- vii) Las reducciones de tensión se aplican en grupos de 10.
- viii) Cada interrupción o reducción de tensión individual inicia, finaliza y se repite en los cruces de cero de la tensión de alimentación.
- ix) Las interrupciones y reducciones de tensión de la red se repiten mínimo 10 veces con un intervalo de tiempo de al menos 10 s entre cada grupo de interrupciones y reducciones. Esta secuencia se repite para toda la duración de la medición del error (de indicación) del EBE.
- x) Durante la medición del error (de indicación), el EBE se deberá someter al caudal de referencia.
- xi) Cuando se miden los errores (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una “V” se deberán montar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.
- xii) Cuando el EBE está diseñado para operar en un intervalo de tensión de alimentación, las reducciones e interrupciones de tensión deberán iniciar desde la tensión media del intervalo.

8.8.4 Criterios de aceptación

- a) Después de la aplicación de las reducciones de energía de corta duración, todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista.
- b) La diferencia entre el error (de indicación) relativo obtenido durante la aplicación de las reducciones de energía de corta duración y el obtenido al mismo caudal antes del ensayo, en condiciones de referencia, no deberá exceder la mitad del error máximo permisible en la zona de caudal superior (ver la NORDOM 918, apartado 4.2) o el EBE deberá detectar una falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la NORDOM 918, anexo A.

8.9 Ráfagas en las líneas de señales (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.9.1 Objeto del ensayo

Verificar que un medidor de agua que contiene componentes electrónicos y está equipado con puertos de entrada y salida (I/O) y de comunicaciones (incluidos sus cables externos) cumple con las disposiciones de la NORDOM 918, apartado 5.1.1, bajo condiciones en las que se superponen ráfagas eléctricas sobre los puertos de I/O y de comunicaciones, como se indica en la tabla 2.

8.9.2 Preparación

Siga las disposiciones para el ensayo, especificadas en las normas IEC 61000-4-4 e IEC 61000-4-1.

8.9.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- a) Antes de aplicar las ráfagas eléctricas, mida el error (de indicación) del EBE.
- b) Mida el error (de indicación) del EBE durante la aplicación de ráfagas de picos de tensión transitoria con forma de onda doble exponencial.
- c) Calcule el error (de indicación) relativo para cada condición de ensayo, de acuerdo con el Anexo B.
- d) Reste el error (de indicación) del medidor, medido antes de aplicar las ráfagas, del error medido durante la aplicación de las ráfagas.
- e) Examine el EBE para determinar que está funcionando correctamente.
- f) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.8.

Los siguientes son requisitos adicionales:

- i) Se deberá usar un generador de ráfagas con las características de desempeño especificadas en la norma mencionada.
- ii) Las características del generador se deberán verificar antes de conectar el EBE.
- iii) Cada pico deberá tener una amplitud (positiva o negativa) de 0.5 kV para instrumentos de clase ambiental E1, ó 1 kV para instrumentos de clase ambiental E2 (ver el apartado 8.1.3), con fase aleatoria, con un tiempo de elevación de 5 ns y una semiamplitud de 50 ns.
- iv) La longitud de la ráfaga deberá ser 15 ms y la tasa de repetición de la ráfaga deberá ser de 5 kHz.
- v) La red de inyección sobre la red debe contener filtros de bloqueo para impedir que la energía de la ráfaga se disipe en la red.

vi) Para el acoplamiento de las ráfagas a las líneas I/O y de comunicaciones, se deberá usar una abrazadera de acoplamiento capacitivo, como se define en la norma.

vii) La duración del ensayo no deberá ser inferior a 1 min para cada amplitud y polaridad.

viii) Durante la medición del error (de indicación), el EBE deberá operar al caudal de referencia.

ix) Cuando se mide el error (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales del EBE especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una “V” se deberán instalar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.9.4 Criterios de aceptación

a) Después de aplicar la perturbación, todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista.

b) La diferencia entre el error (de indicación) relativo obtenido durante la aplicación de las ráfagas y el error obtenido al mismo caudal antes del ensayo, bajo condiciones de referencia, no deberá exceder la mitad del error máximo permisible en la zona de caudal superior (ver la NORDOM 918, apartado 4.2), o el EBE deberá detectar una falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la NORDOM 918, anexo A.

8.10 Ráfagas (transitorias) en la red de CA y CC (Recomendación OIML R 49-1:2013, literal A.5)

8.10.1 Objeto del ensayo

Verificar que el medidor de agua que contiene componentes electrónicos y es alimentado con tensión de la red CA o CC, cumple con las disposiciones de la Recomendación NORDOM 918, apartado 5.1.1, bajo condiciones en las que se superponen ráfagas eléctricas sobre la tensión de la red, como se indica en la tabla 2.

8.10.2 Preparación

Siga las disposiciones para los ensayos, especificadas en las normas IEC 61000-4-4 e IEC 61000-4-1.

8.10.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

a) Antes de aplicar las ráfagas eléctricas, mida el error (de indicación) del EBE.

b) Mida el error (de indicación) del EBE durante la aplicación de ráfagas de picos de tensión transitoria con forma de onda doble exponencial.

c) Calcule el error (de indicación) relativo para cada condición de ensayo, de acuerdo con el Anexo B.

d) Reste el error (de indicación) del medidor, medido antes de aplicar las ráfagas, del error medido durante la aplicación de las ráfagas.

e) Examine el EBE para determinar que está funcionando correctamente.

f) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.9. Los siguientes son requisitos adicionales:

i) Se deberá usar un generador de ráfagas con las características de desempeño especificadas en la norma mencionada.

- ii) Las características del generador se deben verificar antes de conectar el EBE.
- iii) Cada pico deberá tener una amplitud (positiva o negativa) de 1 kV para instrumentos de clase ambiental E1, ó 2 kV para instrumentos de clase ambiental E2 (ver el apartado 8.1.3), con fase aleatoria, con un tiempo de elevación de 5 ns y una semiamplitud de 50 ns.
- iv) La longitud de la ráfaga deberá ser de 15 ms y la tasa de repetición de la ráfaga deberá ser de 5 kHz.
- v) Todas las ráfagas se deberán aplicar asincrónicamente en modo común (tensión asimétrica) durante la medición del error (de indicación) del EBE.
- vi) La duración del ensayo no deberá ser inferior a 1 min para cada amplitud y polaridad.
- vii) Durante la medición del error (de indicación), el EBE deberá operar al caudal de referencia.
- viii) Cuando se mide el error (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales del EBE especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una “V” se deberán montar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.10.4 Criterios de aceptación

- a) Después de aplicar la perturbación, todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista.
- b) La diferencia entre el error (de indicación) relativo obtenido durante la aplicación de las ráfagas y el error obtenido al mismo caudal antes del ensayo, bajo condiciones de referencia, no deberá exceder la mitad del error máximo permisible en la zona de caudal superior (ver la NORDOM 918, apartado 4.2) o el EBE deberá detectar una falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la Recomendación OIML R 49-1:2013, Anexo B.

8.11 Descarga electrostática (Recomendación OIML R 49-1:2013, literal A.5)

8.11.1 Objeto del ensayo

Verificar que el medidor de agua cumple las disposiciones de la NORDOM 918, apartado 5.1.1, durante la aplicación de descargas electrostáticas directas e indirectas, como se indica en la tabla 2.

8.11.2 Preparación

Siga las disposiciones para el ensayo, especificadas en la IEC 61000-4-2.

8.11.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- a) Antes de aplicar las descargas electrostáticas, mida el error (de indicación) del EBE.
- b) Cargue un condensador de 150 pF usando una fuente de tensión CC adecuada, luego descárguelo a través del EBE conectando a tierra un terminal del chasis de soporte a tierra y el otro a través de una resistencia de 330 Ω a las superficies del EBE que normalmente son accesibles al operador.

8.11.3.1 Se deberán aplicar las siguientes condiciones:

- 1) incluir el método de penetración de pintura, si es apropiado;
- 2) para cada descarga de contacto, se deberá aplicar una tensión de 6 kV;

- 3) para cada descarga al aire, se deberá aplicar una tensión de 8 kV;
 - 4) para descargas directas, se deberá usar el método de descarga al aire cuando el fabricante ha declarado que un recubrimiento es aislante;
 - 5) en cada lugar de ensayo se deberán aplicar al menos 10 descargas directas a intervalos de al menos 10 s entre descargas, durante la misma medición o en una medición simulada;
 - 6) para descargas indirectas, se deberá aplicar un total de 10 descargas en el plano de acoplamiento horizontal y un total de 10 descargas para cada una de las diversas posiciones del plano de acoplamiento vertical.
- c) Durante la aplicación de las descargas electrostáticas, mida el error (de indicación) del EBE.
 - d) Calcule el error (de indicación) relativo para cada condición de ensayo, de acuerdo con el Anexo B.
 - e) Determine si se ha excedido la falla significativa, restando el error (de indicación) del medidor, medido antes de aplicar las descargas electrostáticas, del error medido después de aplicar dichas descargas.
 - f) Examine el EBE para determinar que está funcionando correctamente.
 - g) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.10.

8.11.3.2 Los siguientes son los requisitos adicionales:

- i) Cuando se mide el error (de indicación), el EBE se deberá someter al caudal de referencia.
 - ii) Cuando se mide el error (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una “V” se deberán instalar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.
 - iii) En casos en los que se espera que un diseño específico de medidor no sea menos susceptible a perturbaciones a caudal cero que si se operara en condiciones de referencia para el caudal, el organismo responsable de la aprobación de modelo deberá tener libertad para escoger un caudal de cero durante el ensayo de descarga electrostática.
 - iv) Para EBE no equipados con un terminal a tierra, el EBE se deberá descargar completamente entre descargas.
 - v) El método de ensayo preferido es la descarga de contacto. Las descargas al aire se deberán usar cuando no se puede aplicar descarga de contacto.
- 1) Aplicación directa
 - a) En el modo de descarga de contacto que se lleva a cabo sobre superficies conductoras, el electrodo deberá estar en contacto con el EBE.
 - b) En el modo de descarga al aire sobre superficies aisladas, el electrodo se desplaza hacia el EBE y la descarga ocurre por chispa.

2) Aplicación indirecta

Las descargas se aplican en el modo de contacto a los planos de acoplamiento montados cerca del EBE.

8.11.4 Criterios de aceptación

- a) Después de aplicar la perturbación, todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista.
- b) La diferencia entre el error (de indicación) relativo obtenido durante la aplicación de las descargas electrostáticas y el error obtenido al mismo caudal antes del ensayo, bajo condiciones de referencia, no deberá exceder la mitad del error máximo permisible en la zona de caudal superior (ver la NORDOM 918, apartado 4.2) o el EBE debe detectar una falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la Recomendación OIML R 49-1:2013, Anexo B.
- c) Para ensayos a caudal cero, la totalización del medidor de agua no deberá cambiar un valor superior al del intervalo de verificación.

8.12 Campos electromagnéticos radiados (Recomendación OIML R 49-1:2013, literal A.5)

8.12.1 Objeto del ensayo

Verificar que un medidor de agua cumple las disposiciones de la NORDOM 918, apartado 5.1.1, durante la aplicación de campos electromagnéticos radiados, como se indica en la tabla 2.

8.12.2 Preparación

Siga las disposiciones para el ensayo, especificadas en la norma IEC 61000-4-3. Sin embargo, el procedimiento de ensayo especificado en el apartado 8.12.3 es un procedimiento modificado aplicable a instrumentos integradores que totalizan el mensurando.

8.12.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- a) Antes de aplicar el campo electromagnético, mida el error intrínseco (de indicación) del EBE a las condiciones de referencia.
- b) Aplique el campo electromagnético de acuerdo con los requisitos de i) a iv) que se presentan más adelante.
- c) Inicie una nueva medición del error (de indicación) para el EBE.
- d) Lleve la frecuencia portadora hasta alcanzar la siguiente frecuencia portadora (ver la tabla 4) de acuerdo con los requisitos de iv) que se presentan más adelante.
- e) Detenga la medición del error (de indicación) para el EBE.
- f) Calcule el error (de indicación) relativo del EBE de acuerdo con el Anexo B.
- g) Calcule la falla restando el error intrínseco (de indicación) del paso a) del error (de indicación) del paso f). Determine si la falla es significativa.
- h) Cambie la polarización de la antena.
- i) Examine el EBE para determinar que está funcionando correctamente.
- j) Repita los pasos b) a i).
- k) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.11.

8.12.3.1 Los siguientes son requisitos adicionales:

i) El EBE y sus cables externos de al menos 1.2 m de longitud, se deberán someter a campos electromagnéticos radiados a intensidades de campo de 3 V/m para instrumentos de clase ambiental E1, ó 10 V/m para instrumentos de clase ambiental E2 (ver el apartado 8.1.3).

8.12.3.2 De acuerdo con la norma IEC 61000-4-3, el intervalo de frecuencia para este ensayo de campos electromagnéticos radiados es de 26 MHz a 2 GHz, o de 80 MHz a 2 GHz cuando es aplicable el ensayo para frecuencias en el intervalo más bajo del apartado 8.13.

ii) El ensayo se lleva a cabo en varios barridos parciales con una antena vertical y varios barridos parciales con una antena horizontal. En la tabla 4 se presentan las frecuencias de inicio y de detención recomendadas para cada barrido.

iii) Cada error intrínseco (de indicación) se determina comenzando a la frecuencia de inicio y finalizando una vez que se ha alcanzado la mayor frecuencia siguiente de la tabla 6.

iv) Durante cada barrido, la frecuencia se deberá cambiar en pasos del 1 % de la frecuencia real, hasta alcanzar la frecuencia siguiente de la Tabla 4. El tiempo de permanencia en cada paso del 1 % deberá ser idéntico. Sin embargo, el tiempo de permanencia deberá ser igual para todas las frecuencias portadoras en el barrido y deberá ser suficiente para que el EUT se ponga en acción y pueda responder a cada frecuencia.

v) Las mediciones del error (de indicación) se deberán llevar a cabo con los barridos enumerados en la tabla 6.

vi) Cuando se mide el error (de indicación), el EBE se deberá someter al caudal de referencia.

vii) Cuando se mide el error (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una “V” se deberán montar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

viii) Si se espera que el diseño específico del medidor no sea menos susceptible a los campos electromagnéticos especificados en el apartado 8.12 a caudal cero, que, si se operara en condiciones de referencia para el caudal, el organismo responsable de la aprobación de modelo deberá tener libertad para escoger un caudal de cero durante el ensayo de susceptibilidad electromagnética.

Tabla 6 — Frecuencias de portadora de inicio y de detención (Campos magnéticos radiados)

MHz	MHz	MHz
26	160	600
40	180	700
60	200	800
80	250	934
100	350	1 000
120	400	1 400
144	435	2 000
150	500	
Nota: Los puntos de interrupción son aproximados		

8.12.4 Criterios de aceptación

- a) Después de aplicar la perturbación, todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista.
- b) La diferencia entre el error (de indicación) relativo medido durante la aplicación de cada banda de frecuencia de portadora y el error obtenido al mismo caudal antes del ensayo, bajo condiciones de referencia, no deberá exceder la mitad del error máximo permisible en la zona de caudal superior (ver la Recomendación NORDOM 918, apartado 4.2) o el EBE deberá detectar una falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la Recomendación OIML R 49-1:2013, anexo B.
- c) Durante los ensayos aplicados a caudal cero, la totalización del medidor de agua no deberá cambiar un valor superior al del intervalo de verificación.

8.13 Campos electromagnéticos conducidos (Recomendación OIML R 49-1:2013, A.5)

8.13.1 Objeto del ensayo

Verificar que un medidor de agua cumple las disposiciones de la NORDOM 918, apartado 5.1.1, durante la aplicación de campos electromagnéticos conducidos, como se indica en la tabla 2.

8.13.2 Preparación

Siga las instrucciones para el ensayo especificadas en la norma IEC 61000-4-6. Sin embargo, el procedimiento de ensayo especificado en el apartado 8.13.3 es un procedimiento modificado aplicable a instrumentos integradores que totalizan el mensurando.

8.13.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- a) Antes de aplicar el campo electromagnético, mida el error intrínseco (de indicación) del EBE a las condiciones de referencia.
- b) Aplique el campo electromagnético de acuerdo con los requisitos de i) a v) como se indica más adelante.
- c) Inicie una nueva medición del error (de indicación) para el EBE.
- d) Lleve la frecuencia portadora hasta alcanzar la siguiente frecuencia portadora (ver la tabla 7), de acuerdo con los requisitos de v) como se indica más adelante.
- e) Detenga la medición del error (de indicación) para el EBE.
- f) Calcule el error (de indicación) relativo del EBE de acuerdo con el Anexo B.

- g) Calcule la falla restando el error intrínseco (de indicación) del paso a) del error (de indicación) del paso f). Determine si la falla es significativa.
- h) Examine el EBE para determinar que está funcionando correctamente.
- i) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.12.

Los siguientes son requisitos adicionales:

- i) El EBE se deberá someter a campos electromagnéticos conducidos a una amplitud de radiofrecuencia de 3 V (fuerza electromotriz, valor eficaz) para instrumentos de clase ambiental E1, ó 10 V (fuerza electromotriz) para instrumentos de clase ambiental E2 (ver el apartado 8.1.3).
- ii) El intervalo de frecuencia para este ensayo de campos electromagnéticos conducidos es de 0.15 MHz a 80 MHz, de acuerdo con la norma IEC 61000-4-6.
- iii) En la tabla 5 se presentan las frecuencias de inicio y de detención recomendadas para cada barrido.
- iv) Cada error intrínseco (de indicación) se determina comenzando a la frecuencia de inicio y finalizando una vez que se haya alcanzado la mayor frecuencia siguiente de la tabla 7.
- v) Durante cada barrido, la frecuencia se deberá cambiar en pasos del 1 % de la frecuencia real, hasta alcanzar la frecuencia siguiente de la tabla 5. El tiempo de permanencia en cada paso del 1 % deberá ser idéntico. Sin embargo, el tiempo de permanencia deberá ser igual para todas las frecuencias portadoras en el barrido y deberá ser suficiente para que el EUT se accione y pueda responder a cada frecuencia.
- vi) Las mediciones del error (de indicación) se deberán llevar a cabo con los barridos enumerados en la tabla 7.
- vii) Cuando se mide el error (de indicación), el EBE se deberá someter al caudal de referencia.
- viii) Cuando se mide el error (de indicación), se deben cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deben aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una "V" se deberán instalar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.
- ix) Si se espera que el diseño específico del medidor no sea menos susceptible a los campos electromagnéticos conducidos especificados en el apartado 8.13 al caudal cero que, si se opera en condiciones de referencia para el caudal, el organismo responsable de la aprobación de modelo debe tener libertad para escoger un caudal de cero durante el ensayo de susceptibilidad electromagnética.

Tabla 7 — Frecuencias de portadora de inicio y de detención (Campos electromagnéticos conducidos)

MHz	MHz	MHz	MHz
0.15	1.1	7.5	50
0.30	2.2	14	80
0.57	3.9	30	—
Nota: Los puntos de interrupción son aproximados			

8.13.4 Criterios de aceptación

- Después de aplicar la perturbación, todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista.
- La diferencia entre el error (de indicación) relativo medido durante la aplicación de cada banda de frecuencia portadora y el error obtenido al mismo caudal antes del ensayo, bajo condiciones de referencia, no deberá exceder la mitad del error máximo permisible en la zona de caudal superior (ver la Recomendación NORDOM 918, apartado 4.2) o el EBE deberá detectar una falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la Recomendación OIML R 49-1:2013, anexo B.
- Durante los ensayos a caudal cero, la totalización del medidor de agua no deberá cambiar un valor superior al del intervalo de verificación.

8.14 Sobretensiones en las líneas de señales, datos y control (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.14.1 Objeto del ensayo

Verificar que un medidor de agua cumple los requisitos de la Recomendación NORDOM 918, apartado 5.1.1, en condiciones en las que se superponen sobretensiones eléctricas sobre los puertos de I/O y de comunicaciones, como se indica en la tabla 2.

8.14.2 Preparación

Siga las instrucciones para el ensayo especificadas en la norma IEC 61000-4-5.

8.14.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

- Antes de aplicar las sobretensiones, mida el error (de indicación) del EBE.
- Las sobretensiones se deberán aplicar entre líneas y entre las líneas y la tierra. Cuando se ensaya la línea a tierra, la tensión de ensayo se deberá aplicar sucesivamente entre cada una de las líneas y la tierra, si no se especifica nada diferente.
- Después de la aplicación de las sobretensiones transitorias, mida el error (de indicación) del EBE.
- Calcule el error (de indicación) relativo para cada condición.
- Reste el error (de indicación) del medidor, medido antes de aplicar las sobretensiones, del error medido después de aplicarlas.
- Examine el EBE para determinar que está funcionando correctamente.
- Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.13.

Los siguientes son requisitos adicionales:

i) Se deberá usar un generador de sobretensiones con las características de desempeño especificadas en la norma mencionada. El ensayo consiste en la exposición a sobretensiones para las cuales el tiempo de elevación, el ancho de impulso, los valores pico de la corriente/tensión de salida sobre la carga de impedancia alta/baja y el intervalo de tiempo mínimo entre dos impulsos sucesivos se definen en la norma citada.

ii) Las características del generador se deberán verificar antes de conectar el EBE.

iii) Si el EBE es un instrumento integrador (medidor), los impulsos de ensayo se deberán aplicar continuamente durante el tiempo de medición.

iv) Este ensayo es aplicable solamente a la clase ambiental E2, para la cual la sobretensión transitoria entre líneas es de 1 kV, y de línea a tierra es de 2 kV.

Nota: En líneas desbalanceadas, habitualmente el ensayo de línea a tierra se lleva a cabo con protección primaria.

v) Este ensayo es aplicable a líneas de señales de gran longitud (de más de 30 m, o líneas instaladas parcial o completamente por fuera de edificaciones, independientemente de su longitud).

vi) Se deberán aplicar al menos tres sobretensiones positivas y tres negativas.

vii) Durante la medición del error (de indicación), el EBE se debe someter al caudal de referencia.

viii) Cuando se mide el error (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una "V" se deberán instalar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.14.4 Criterios de aceptación

a) Después de aplicar la perturbación, todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista.

b) La diferencia entre el error de indicación relativo obtenido después de la aplicación de las sobretensiones transitorias y el error obtenido antes del ensayo, no deberá exceder la mitad del error máximo permisible de la "zona superior", o el EBE deberá detectar una falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la Recomendación OIML R 49- 1:2013, anexo B.

8.15 Sobretensiones en líneas de potencia de la red de CA y CC (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5)

8.15.1 Objeto del ensayo

Verificar que el medidor de agua cumple los requisitos de la NORDOM 918, apartado 5.1.1, en condiciones en las que se superponen sobretensiones eléctricas sobre la tensión de la red, como se indica en la tabla 2.

8.15.2 Preparación

Siga las instrucciones para el ensayo especificadas en la norma IEC 61000-4-5.

8.15.3 Procedimiento de ensayo (resumen)

a) Antes de aplicar las sobretensiones transitorias, mida el error (de indicación) del EBE.

b) Si no se especifica algo diferente, las sobretensiones se deberán aplicar sincronizadas a la fase de tensión en el cruce de cero y al valor pico de la onda de tensión de CA (positiva y negativa).

- c) Las sobretensiones se deberán aplicar entre líneas y entre las líneas y la tierra. Cuando se ensaya la línea a tierra, la tensión de ensayo se deberá aplicar sucesivamente entre cada una de las líneas y la tierra, si no se especifica nada diferente.
- d) Después de la aplicación de las sobretensiones transitorias, mida el error (de indicación) del EBE.
- e) Calcule el error (de indicación) relativo para cada condición.
- f) Reste el error (de indicación) del medidor, medido antes de aplicar las sobretensiones, del error medido después de aplicarlas.
- g) Examine el EBE para determinar que está funcionando correctamente.
- h) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.14.

Los siguientes son requisitos adicionales:

- i) Se debe usar un generador de sobretensiones con las características de desempeño especificadas en la norma mencionada. El ensayo consiste en exposición a sobretensiones para las cuales el tiempo de elevación, el ancho de impulso, los valores pico de la corriente/tensión de salida sobre la carga de impedancia alta/baja y el intervalo de tiempo mínimo entre dos impulsos sucesivos se definen en la norma citada.
- ii) Las características del generador se deberán verificar antes de conectar el EBE.
- iii) Si el EBE es un instrumento integrador, los impulsos de ensayo se deberán aplicar continuamente durante el tiempo de medición.
- iv) Este ensayo es aplicable solamente a la clase ambiental E2, para la cual la sobretensión transitoria entre líneas es de 1 kV, y de línea a tierra es de 2 kV.
- v) Este ensayo es aplicable a líneas de señales de gran longitud (de más de 30 m, o líneas instaladas parcial o completamente por fuera de edificaciones, independientemente de su longitud).
- vi) En las líneas de alimentación de la red de CA se deberán aplicar de forma sincrónica al menos tres sobretensiones positivas y tres negativas con tensión de alimentación de CA en ángulos de 0°, 90°, 180° y 270°.
- vii) En las líneas de potencia de CC se deberán aplicar al menos tres sobretensiones positivas y tres negativas.
- viii) Durante la medición del error (de indicación), el EBE se deberá someter al caudal de referencia.
- ix) Cuando se mide el error (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una "V" se deberán instalar con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se ensayan a la más baja de ellas.

8.15.4 Criterios de aceptación

- a) Después de aplicar la perturbación, todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista.
- b) La diferencia entre el error de indicación relativo obtenido después de la aplicación de las sobretensiones transitorias y el error obtenido antes del ensayo, no deberá exceder la mitad del error

máximo permisible de la "zona superior", o el EBE deberá detectar una falla significativa y actuar sobre ella, de conformidad con la Recomendación OIML R 49- 1:2013, anexo B.

8.16 Campo magnético estático (Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.8)

8.16.1 Condiciones de ensayo

Las condiciones de ensayo se deberán aplicar como se indica a continuación.

Factor de influencia:	influencia de un campo magnético estático
Tipo de imán:	imán de anillo
Diámetro externo:	70 mm $\pm$ 2 mm
Diámetro interno:	32 mm $\pm$ 2 mm
Espesor:	15 mm
Material:	ferrita anisotrópica
Método de magnetización:	axial (1 norte y 1 sur)
Retentividad:	385 mT a 400 mT
Fuerza coerciva:	100 kA/m a 140 kA/m
Intensidad del campo magnético:	
Menos de 1 mm desde la superficie:	90 kA/m a 100 kA/m
A 20 mm de la superficie:	20 kA/m

Nota: 1 tesla = 104 gauss.

8.16.2 Objeto del ensayo

Verificar que un medidor de agua con componentes electrónicos y/o en donde las partes mecánicas pueden estar influenciadas por el campo magnético estático (apartado 7.12) cumple los requisitos de la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.8.

8.16.3 Preparación

El medidor de agua deberá funcionar de acuerdo con las condiciones de operación nominales.

8.16.4 Procedimiento de ensayo (resumen)

a) Se pone en contacto el imán permanente con el EBE en una posición en la que es probable que la acción de un campo magnético estático cause errores (de indicación) que excedan el EMP y alteren el funcionamiento correcto del EBE. La ubicación de esta posición se obtiene por prueba y error, con base en el conocimiento del tipo y construcción del EBE y/o por la experiencia previa. Se pueden investigar diferentes posiciones para el imán.

b) Una vez identificada la posición de ensayo, se inmoviliza el imán en esa posición y se mide el error (de indicación) del EBE al caudal Q_3 .

c) Cuando se mide el error (de indicación), se deberán cumplir las condiciones de instalación y operacionales especificadas en el apartado 7.4.2 y se deberán aplicar las condiciones de referencia, a menos que se especifique algo diferente. Los medidores que no están marcados con una “V” se deberán ensayar solamente con el eje de flujo en dirección horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia solo se deben ensayar a la más baja de ellas.

d) La posición del imán y su orientación relativa al EBE se deberán medir y registrar para cada posición de ensayo.

e) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.5.11.

8.16.5 Criterios de aceptación

Durante la aplicación de las condiciones de ensayo:

a) todas las funciones del EBE deberán operar en la forma prevista;

b) el error (de indicación) relativo del EBE, a las condiciones de ensayo, no deberá exceder el error máximo permisible de la zona de caudal superior (ver la NORDOM 918, apartado 4.2).

8.17 Ensayo de ausencia de flujo

8.17.1 Objeto del ensayo

8.16.1.1 Verificar que no hay cambio en la indicación de un medidor de agua en ausencia de flujo o de agua, de acuerdo con las disposiciones de la NORDOM 918, apartado 4.2.9.

8.16.1.2 Este ensayo se requiere solamente para medidores de agua electrónicos o para medidores de agua con sensores electrónicos de flujo o de volumen.

8.17.2 Preparación

Aplique los requisitos de instalación y operacionales especificados en el apartado 7.4.2.

8.17.3 Procedimiento de ensayo

a) Llene el medidor con agua, purgando todo el aire.

b) Asegúrese de que no haya flujo a través del transductor de medición.

c) Observe el índice del medidor durante 15 min.

d) Descargue completamente el agua del medidor.

e) Observe el índice del medidor durante 15 min.

f) Durante el ensayo, se deberán mantener todas las condiciones de referencia para todas las magnitudes de influencia diferentes del caudal.

g) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.6.15.

8.17.4 Criterios de aceptación

La totalización del medidor de agua no deberá tener un cambio mayor que el valor del intervalo de la escala de verificación durante cada intervalo de ensayo.

9 Programa de ensayo para la evaluación de modelo

9.1 Número de muestras requeridas

9.1.1 Para cada tipo de medidor, las cantidades de medidores completos o de sus partes separables que se van a ensayar durante el examen de modelo deberán ser como se ilustran en la tabla 8.

Tabla 7— Número mínimo de medidores de agua a ser probados.

Designación del medidor	Número mínimo de medidores a ser probados para todos los tipos de medidor, excluyendo las pruebas necesarias para medidores con dispositivos electrónicos
Q^3	
m^3/h	
$Q^3 \leq 160$	3
$160 < Q^3 \leq 1\,600$	2
$1\,600 < Q^3$	1

9.1.2 Se pueden presentar simultáneamente medidores adicionales para el ensayo de durabilidad y los otros ensayos de desempeño, si así se acuerda con el organismo notificado o el organismo responsable de la aprobación de modelo.

9.2 Ensayo de desempeño aplicable a todos los medidores de agua

9.2.1 La tabla 6 presenta un programa de ensayo para la evaluación de modelo de todos los medidores de agua. Los ensayos se deben llevar a cabo al menos en el número de muestras indicadas en la tabla 8, de acuerdo con la designación del medidor, excepto en donde se indica explícitamente en el apartado apropiado.

9.2.2 Los ensayos 1–9 se pueden llevar a cabo en cualquier orden. Los ensayos 10–13 se deberán llevar a cabo en el orden establecido. El ensayo 14 se deberá llevar a cabo antes de los ensayos 10–13. Si se suministra un lote adicional de medidores del número indicado en la tabla 9, de acuerdo con la designación del medidor, los ensayos 10–13 se pueden llevar a cabo simultáneamente a los otros ensayos.

Tabla 9 — Programa de ensayo de desempeño para todo tipo de medidores de agua

Ensayo		Apartado	Número de medidores
Los ensayos se pueden llevar a cabo en cualquier orden			
1	Presión estática	7.3	Todos
2	Error (de indicación)	7.4	Todos
3	Ausencia de flujo ^a	8.17	≥1
4	Temperatura del agua	7.5	≥1
5	Temperatura del agua de sobrecarga ^b	7.6	≥1
6	Presión del agua	7.7	≥1
7	Flujo inverso	7.8	≥1
8	Pérdida de presión	7.9	≥1
9	Perturbación del flujo	7.10	≥1
Ensayos por realizar en el orden indicado			
10	Ensayo de durabilidad con flujo discontinuo a Q_3^c o a $Q \geq 2Q_{x2}^e$	7.11.2	≥1 ecoa
11	Ensayo de durabilidad con flujo continuo a Q_3^d	7.11.3	≥1 ecoa
12	Ensayo de durabilidad con flujo continuo a Q_4	7.11.3	≥1 ecoa
13	Ensayo de durabilidad con flujo continuo a $0.9 Q_{x1}^f$	7.11.3	≥1 ecoa
Ensayo por realizar antes de los ensayos 10-13			
14	Ensayo de campo magnético ^g	8.16	≥1
ecoa: en cada orientación aplicable a Este ensayo se requiere solamente para medidores de agua electrónicos o medidores de agua con dispositivos electrónicos. b Este ensayo se aplica únicamente a medidores con TMA ≥ 50 °C. c Solo para medidores con $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$. d Solo para medidores con $Q_3 > 16 \text{ m}^3/\text{h}$. e Ensayo específico para medidores combinados. f Para medidores combinados en donde el medidor pequeño no ha sido aprobado previamente. g Para todos los medidores con componentes electrónicos y medidores mecánicos equipados con un acoplamiento magnético en el mecanismo de lectura, o cualquier otro mecanismo que se puede ver afectado por la aplicación externa de un campo magnético (7.12).			

9.3 Ensayos de desempeño aplicables a medidores de agua electrónicos, medidores de agua mecánicos equipados con dispositivos electrónicos, y sus partes separables

9.3.1 Además de los ensayos incluidos en la tabla 9, los ensayos de desempeño presentados en la tabla 2, se deberán aplicar a medidores de agua electrónicos y a medidores de agua mecánicos equipados con dispositivos electrónicos. Los ensayos incluidos en la tabla 2, se pueden llevar a cabo en cualquier orden.
 NOTA El número de medidores que se suministre se indica en la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.2.

9.3.2 Un medidor se deberá someter a todos los ensayos aplicables incluidos en la tabla 2, de acuerdo con su clasificación ambiental. No se permiten sustituciones de ningún medidor restante. El medidor no deberá fallar ninguno de los ensayos a que sea sometido.

9.3.3 Cuando el medidor está equipado con medios de verificación, también deberá cumplir los requisitos para medios de verificación especificados en el anexo A.

9.4 Evaluación de modelo para partes separables de un medidor de agua

La compatibilidad de las partes separables de un medidor de agua la deberá evaluar el organismo responsable de la aprobación de modelo y se deberán aplicar las siguientes reglas.

a) El certificado de aprobación de modelo para un transductor de medición aprobado en forma separada (incluido el sensor de flujo o de volumen) deberá indicar el tipo o tipos de calculador aprobado (incluido el dispositivo indicador) con el que se puede combinar.

- b) El certificado de aprobación de modelo para un calculador aprobado en forma separada (incluido el dispositivo indicador) deberá indicar el tipo o tipos de transductor de medición aprobado(s) (incluido el sensor de flujo o de volumen) con el que se puede combinar.
- c) El certificado de aprobación de modelo para un medidor combinado debe indicar qué tipo(s) de calculador aprobado (incluido el dispositivo indicador) y de transductor de medición aprobado (incluido el sensor de flujo o de volumen) se pueden combinar.
- d) El fabricante deberá declarar los errores máximos permisibles del calculador (incluido el dispositivo indicador) o del transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) cuando se somete a examen de modelo.
- e) La suma aritmética de los EMP de un calculador aprobado (incluido el dispositivo indicador) y de un transductor de medición aprobado (incluido el sensor de flujo o de volumen) no deberá exceder los EMP para un medidor de agua completo (ver la NORDOM 918, apartado 4.2).
- f) Los transductores de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) de los medidores de agua mecánicos, de los medidores de agua mecánicos equipados con dispositivos electrónicos y de los medidores de agua electrónicos se deberán someter a los ensayos de desempeño aplicables incluidos en la tabla 2 y en la, tabla 8.
- g) Los calculadores (incluido el dispositivo indicador) de los medidores de agua mecánicos, de los medidores de agua mecánicos equipados con dispositivos electrónicos y de los medidores de agua electrónicos se deberán someter a los ensayos de desempeño aplicables incluidos en la tabla 9 y en la tabla 2.
- h) Siempre que sea posible, las condiciones de ensayo aplicadas durante la evaluación de modelo de un medidor de agua completo se deben aplicar a las partes separables de un medidor de agua. Cuando esto no sea posible para algunas condiciones de ensayo, se deberán aplicar condiciones simuladas, de severidad y duración equivalentes.
- i) Cuando sean aplicables, se deberán cumplir los requisitos de ensayo de desempeño de los numerales 6 y 7.
- j) Los resultados de los ensayos de la evaluación de modelo de partes separables de un medidor de agua se deberán declarar en un informe o formato similar al del medidor de agua completo (ver la Recomendación OIML R 49-3:2013).

9.5 Familias de medidores de agua

Cuando se somete a evaluación de modelo una familia de medidores de agua, el organismo responsable de la aprobación de modelo deberá aplicar los criterios del anexo D para decidir si los medidores cumplen con la definición de "familia" y para seleccionar qué tamaños de medidores se van a ensayar.

10 Ensayos de verificación inicial

10.1 Verificación inicial de medidores completos y combinados

10.1.1 Objeto del ensayo

10.1.1.1 Verificar que los errores (de indicación) relativos de un medidor completo o combinado están dentro de los errores máximos permisibles establecidos en la NORDOM 918, apartado 4.2.2 ó 4.2.3.

10.1.1.2 Durante los ensayos de verificación se permite que las condiciones de referencia se desvíen de los valores de tolerancia definidos, si se puede suministrar evidencia al organismo responsable de la aprobación de modelo, de que el modelo de medidor que se considera no se ve afectado

por la desviación de la condición en cuestión. Sin embargo, se han de medir y documentar los valores reales de la condición de desviación, como parte de la documentación de los ensayos de verificación.

10.1.2 Preparación

10.1.2.1 Se deberá llevar a cabo un ensayo de presión a 1.6 veces la PMA durante 1 min.

10.1.2.2 No se deberán observar fugas durante el ensayo.

10.1.2.3 Los errores (de indicación) del medidor de agua se deberán medir usando el equipo y los principios especificados en los apartados 7.2 y 7.4.

10.1.3 Procedimiento de ensayo

- a) Instale los medidores para llevar a cabo el ensayo ya sea en forma individual o en serie.
- b) Aplique los procedimientos del apartado 7.4.
- c) Asegúrese de que no haya interacción significativa entre medidores instalados en serie.
- d) Asegúrese de que la presión de salida de cualquier medidor no sea inferior a 0.03 MPa (0.3 bar).
- e) Asegúrese de que el intervalo de temperatura del agua de trabajo sea como se indica a continuación:

T30, T50: $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$;

T70 a T180: $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ y $50\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$;

T30/70 a T30/180: $50\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

f) Asegúrese de que todos los otros factores de influencia se mantienen dentro de las condiciones de operación nominales del medidor.

g) A menos que en el certificado de aprobación de modelo se especifiquen caudales alternativos, mida los errores (de indicación) a los siguientes intervalos de caudal:

Q_1 a $1.1Q_1$;

Q_2 a $1.1Q_2$;

$0.9Q_3$ a Q_3 ;

para medidores combinados, $1.05Q_{x2}$ a $1.15Q_{x2}$.

Nota: Ver también el apartado 10.1.4 c).

h) Calcule el error (de indicación) para cada caudal, de acuerdo con el Anexo B.

i) Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 5.3.1, ejemplo 1.

10.1.4 Criterios de aceptación

a) Los errores (de indicación) del medidor de agua no deberán exceder los errores máximos permisibles de la NORDOM 918, apartado 4.2.2 ó 4.2.3.

b) Si todos los errores (de indicación) del medidor de agua tienen el mismo signo, al menos uno de estos errores no deberá exceder la mitad del error máximo permisible. En todos los casos, este requisito se

deberá aplicar de manera equitativa tanto al proveedor de agua como al consumidor (ver también la NORDOM 918, apartado 4.3.3.3 y 4.3.3.8).

c) Cuando sea necesario cumplir los requisitos de b), y de acuerdo con la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.3.6, se deberán medir los errores adicionales a los caudales especificados en la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.3, pero diferentes a los especificados en el apartado 10.1.3 g).

10.2 Verificación inicial de las partes separables de un medidor de agua

10.2.1 Objeto del ensayo

10.2.1.1 Verificar que los errores (de indicación) de un transductor de medición (incluido el sensor de volumen o de flujo) o del calculador (incluido el dispositivo indicador) están dentro de los errores máximos permisibles declarados en el certificado de aprobación de modelo.

10.2.1.2 Un transductor de medición (incluidos los sensores de flujo o de volumen) se deberá someter a los ensayos de verificación inicial que se presentan en el apartado 10.1.

10.2.1.3 Un calculador (incluidos los medios de verificación) se deberá someter a los ensayos de verificación inicial que se presentan en el apartado 10.1.

10.2.2 Preparación

10.2.2.1 Los errores (de indicación) de las partes aprobadas separables de un medidor de agua se deberán medir usando el equipo y los principios especificados en el apartado 7.2 y se deberán cumplir los requisitos de ensayo de desempeño del apartado 7.4, cuando sea aplicable.

10.2.2.2 Siempre que sea posible, las condiciones de ensayo aplicadas durante la evaluación de modelo de un medidor de agua completo se deberán aplicar a las partes separables de un medidor de agua. Cuando esto no sea posible para algunas condiciones de ensayo, se deberán aplicar condiciones simuladas con características de severidad y duración equivalentes.

10.2.3 Procedimiento de ensayo

10.2.3.1 Se deberá llevar a cabo el procedimiento de ensayo del apartado 10.1.3, excepto cuando sea necesario realizar un ensayo simulado.

10.2.3.2 Complete el informe de ensayo de la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 5.3.2 Ejemplo 2 y/o 5.3.3 Ejemplo 3.

10.2.4 Criterios de aceptación

Los errores (de indicación) de las partes separables del medidor de agua no deberán exceder los errores máximos permisibles declarados en el certificado de aprobación de modelo.

11 Presentación de los resultados

11.1 Objeto de los informes

11.1.1 Registrar y presentar con precisión, de forma clara e inequívoca, el trabajo realizado por el laboratorio de ensayo, incluidos los resultados de los ensayos, los exámenes y toda la información pertinente, en el formato que se encuentra en la Recomendación OIML R 49-3:2013.

11.1.2 La implementación del formato del informe de ensayo como se establece en la Recomendación OIML R 49-3:2013 es informativa con relación a la implementación de esta norma; sin embargo, su

implementación es obligatoria en el Marco de Sistema de Certificados de la OIML B 3[6] y en el Acuerdo de Aceptación Mutua de la OIML (MAA) aplicable a medidores de agua, de conformidad con las normas aplicables.

11.2 Identificación y datos de ensayo para inclusión en los registros

11.2.1 Evaluación de modelo

El registro de una evaluación de modelo deberá contener:

- a) la identificación precisa del laboratorio de ensayo y del medidor ensayado;
- b) referencia a la historia de calibración de todos los instrumentos y dispositivos de medición usados para los ensayos;
- c) detalles exactos de las condiciones en las que llevaron a cabo los diferentes ensayos, incluida cualquier condición específica recomendada por el fabricante;
- d) los resultados y conclusiones de los ensayos, como se exige en esta norma;
- e) las limitaciones pertinentes a la aplicación de transductores de medición y calculadores aprobados por separado.

11.2.2 Verificación inicial

El registro de un ensayo de verificación inicial para un medidor individual deberá incluir como mínimo:

- a) la identificación del laboratorio de ensayo:
 - 1) el nombre y la dirección;
- b) la identificación del medidor ensayado:
 - 1) el nombre y la dirección del fabricante, o la marca registrada usada;
 - 2) la clase de precisión;
 - 3) la clase de temperatura;
 - 4) la designación del medidor Q_3 ;
 - 5) las relaciones Q_3/Q_1 ;
 - 6) la pérdida máxima de presión (y el caudal correspondiente);
 - 7) el año de fabricación y el número de serie del medidor ensayado;
 - 8) el tipo o modelo;
 - 9) los resultados y conclusiones de los ensayos.

Annex A

(Normativo)

Examen de modelo y ensayo de los medios de verificación de los dispositivos electrónicos

A.1 Generalidades

A.1.1 Estos requisitos se aplican solamente a medidores de agua electrónicos y a dispositivos electrónicos conectados a medidores de agua mecánicos, cuando hay medios de verificación presentes.

Nota: Los medios de verificación se requieren solamente cuando el volumen de agua suministrado lo paga el cliente previamente y el proveedor no lo puede confirmar. No se requieren medios de verificación cuando las mediciones no son reposicionables y hay dos socios constantes.

A.1.2 Para cumplir con la presente norma, los medidores de agua equipados con medios de verificación deberán aprobar la inspección de diseño y los ensayos de desempeño especificados en la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.11.

A.1.3 Una muestra del medidor de agua completo, o el calculador (incluido el dispositivo indicador), o el transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen), se deberán someter a todos los exámenes y ensayos aplicables especificados en este Anexo (ver también el apartado 9.3).

A.1.4 Después de cada ensayo y examen, se deberán completar las referencias de las secciones apropiadas de la NORDOM 918, apartado 5.1.3 y de Recomendación OIML R 49-1:2013, apartados B.1 a B.6 sobre medios de verificación, en la Recomendación OIML R 49-3:2013, apartado 4.4.1.

A.1.5 La muestra sometida a examen no deberá fallar ninguno de los ensayos a que es sometida.

A.2 Objeto del examen

- a) Verificar que los medios de verificación de los medidores de agua equipados con dichos dispositivos cumplen los requisitos especificados en la Recomendación OIML R 49-1:2013, anexo B.
- b) Verificar que los medidores de agua que poseen estos dispositivos impiden o detectan el flujo inverso, como se exige en la NORDOM 918, apartado 5.1.3.
- c) Verificar que los medios de verificación asociados a un transductor de medición cumplen los requisitos especificados en la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado B.2.

A.3 Procedimientos de examen

A.3.1 Acción de los medios de verificación

- a) Verificar que la detección de fallas significativas por parte de los medios de verificación da como resultado las siguientes acciones, de acuerdo con el tipo.
- b) Para instalaciones de verificación de tipo P o tipo I:
 - 1) corrección automática de la falla; o
 - 2) detención del dispositivo defectuoso únicamente cuando el medidor de agua sin dicho dispositivo sigue cumpliendo los reglamentos; o

3) una alarma visible o audible, que deberá continuar funcionando hasta que se elimine lo que la accionó. Además, cuando un medidor de agua transmite datos a equipos periféricos, la transmisión deberá ir acompañada de un mensaje que indique la presencia de una falla. Este requisito no es relativo a la aplicación de perturbaciones especificadas en la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado A.5.

c) Si el instrumento está equipado con dispositivos para estimar la cantidad de agua que ha pasado a través del medidor durante la ocurrencia de la falla, verifique que el resultado de este estimado no se pueda confundir con una indicación válida.

d) Cuando se usan medios de verificación, verifique que en los casos siguientes no haya alarma visible o audible, a menos que dicha alarma sea transferida a una estación remota:

1) dos socios constantes;

2) mediciones no reposicionables;

3) mediciones no pagadas previamente.

e) Si los valores medidos del medidor no se repiten en una estación remota, verifique que se aseguren la transmisión de la alarma y la repetición de los valores medidos.

A.3.2 Medios de verificación para el transductor de medición

A.3.2.1 Objeto del ensayo

Asegurar que los medios de verificación verifiquen:

a) la presencia del transductor de medición y su funcionamiento correcto,

b) la transmisión correcta de los datos desde el transductor de medición al computador, y

c) que se detecta y/o impide el flujo inverso, cuando se usan medios electrónicos para esta función.

A.3.2.2 Procedimientos de ensayo

A.3.2.2.1 Transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) con señales de salida de impulsos

A.3.2.2.1.1 Cuando las señales generadas por el transductor de medición son en forma de impulsos, en donde cada impulso representa un volumen elemental, lleve a cabo los ensayos para determinar que los medios de verificación para la generación, transmisión y conteo de impulsos cumplen las siguientes funciones:

a) conteo correcto de impulsos;

b) detección del flujo inverso, si es aplicable;

c) verificación del funcionamiento correcto.

A.3.2.2.1.2 Estas funciones de verificación de tipo P se pueden determinar mediante alguna de las siguientes formas:

1) desconectando el sensor de flujo del computador; o

2) interrumpiendo la señal del sensor de flujo al computador; o

3) interrumpiendo el suministro de energía eléctrica al sensor de flujo.

A.3.2.2.2 Transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) de medidores electromagnéticos

A.3.2.2.2.1 Para medidores electromagnéticos en los cuales la amplitud de la señal generada por el sensor de flujo es proporcional al caudal, se puede usar el procedimiento siguiente para someter a ensayo los medios de verificación.

a) Aplique al calculador una señal de entrada simulada con una forma similar a la de la señal de medición del medidor y que representa un caudal entre Q1 y Q4, y verifique que:

- 1) el medio de verificación sea de tipo P o de tipo I;
- 2) cuando el medio de verificación sea de tipo I, su función de verificación ocurre a intervalos de 5 min o menos;
- 3) el medio de verificación verifique el sensor de flujo y las funciones del calculador;
- 4) el valor digital equivalente de la señal está dentro de los límites predeterminados declarados por el fabricante y que es consistente con los errores máximos permisibles.

b) Verifique que la longitud del cable entre el sensor de flujo y el calculador o dispositivo auxiliar de un medidor de agua electromagnético no exceda 100 m o el valor L expresado en metros, de acuerdo con la fórmula siguiente, de estos valores el menor:

$$L = k\sigma / fC. \quad (A.1)$$

En donde

$k = 2 \times 10^{-5} \text{ m};$

σ es la conductividad del líquido, en S/m;

f es la frecuencia de campo durante el ciclo de medición, en Hz;

C es la capacitancia efectiva del cable por metro, en F/m.

A.3.2.2.2.2 Si las soluciones del fabricante aseguran resultados equivalentes, estos requisitos se pueden ignorar.

A.3.2.2.3 Otros principios de medición

Cuando un transductor de medición (incluido un sensor de flujo o de volumen) que emplea técnicas no tratadas en la Recomendación OIML R 49-1:2013, literal B.2, se somete a una evaluación de modelo, verifique que los medios de verificación brinden niveles de seguridad equivalentes.

A.3.3 Medios de verificación para el calculador

A.3.3.1 Objeto del ensayo

Comprobar que los medios de verificación aseguran que el calculador funciona correctamente y que los cálculos son válidos.

A.3.3.2 Procedimiento de ensayo

A.3.3.2.1 Funciones del calculador

- a) Compruebe que los medios de verificación para validar las funciones del calculador sean de tipo P o de tipo I.
- b) Para los medios tipo I, compruebe que se hacen verificaciones en la función del calculador al menos una vez al día o a cada volumen equivalente a 10 min de flujo a Q_3 .
- c) Compruebe que los medios de verificación para validar el funcionamiento del calculador aseguran que los valores de todas las instrucciones y datos memorizados permanentemente son correctos, mediante:
 - 1) la suma de todos los códigos de datos e instrucciones y la comparación de la suma con un valor fijo;
 - 2) bits de paridad de fila y columna (LRC y VRC);
 - 3) verificación de redundancia cíclica (CRC 16);
 - 4) almacenamiento de datos doble e independiente;
 - 5) almacenamiento de datos en “codificación segura”, por ejemplo, con protección utilizando suma de control, bits de paridad de fila y columna.
- d) Verifique que todos los almacenamientos y transferencias internas de datos pertinentes al resultado de la medición se llevan a cabo correctamente mediante:
 - 1) rutinas de lectura-escritura;
 - 2) conversión y reconversión de códigos;
 - 3) uso de “codificación segura” (suma de control, bit de paridad);
 - 4) almacenamiento doble.

A.3.3.2.2 Cálculos

- a) Compruebe que los medios de verificación para validar los cálculos son de tipo P o de tipo I.
- b) Para los medios tipo I, compruebe que las verificaciones de los cálculos se hacen al menos una vez al día o a cada volumen equivalente a 10 min de flujo a Q_3 .
- c) Verifique que son correctos todos los valores de los datos relacionados con la medición, ya sea que estén almacenados internamente o transmitidos a equipos periféricos a través de una interfaz.

Los medios de verificación pueden usar bit de paridad, suma de control o almacenamiento doble, para verificar la integridad de los datos.

- d) Verifique que el sistema de cálculo cuente con un medio para controlar la continuidad del programa de cálculo.

A.3.4 Medios de verificación del dispositivo indicador

A.3.4.1 Objeto del ensayo

- a) Comprobar que los medios de verificación del dispositivo indicador detectan que se visualizan las indicaciones primarias y que corresponden a los datos proporcionados por el calculador.
- b) Comprobar que los medios de verificación del dispositivo indicador detectan la presencia del dispositivo indicador, si este es removible.
- c) Comprobar que los medios de verificación del dispositivo indicador tienen la forma definida en la Recomendación OIML R 49-1:2013, literal B.4.2 ó B.4.3.

A.3.4.2 Procedimiento de ensayo

- a) Confirme que el medio de verificación del dispositivo indicador primario es de tipo P;

NOTA 1 Si el dispositivo indicador no es el dispositivo indicador primario, el dispositivo de verificación puede ser de tipo I.

Nota 2: Los medios usados para la verificación incluyen:

- 1) para dispositivos indicadores que usan filamentos incandescentes o LED, medir la corriente de los filamentos;
- 2) para dispositivos indicadores que usan tubos fluorescentes, medir la tensión de la red;
- 3) para dispositivos indicadores que usan cristales líquidos multiplexados, verificar la salida de la tensión de control de las líneas de segmentos y de los electrodos comunes, con el fin de detectar cualquier desconexión o cortocircuito entre los circuitos de control.

NOTA 3 No se requieren las verificaciones mencionadas en la NORDOM 918, apartado 6.7.2.2.

- b) Compruebe que el medio de verificación del dispositivo indicador incluye la verificación tipo P o tipo I de los circuitos electrónicos usados para el dispositivo indicador (excepto los circuitos de conducción de la propia pantalla).
- c) Para los dispositivos tipo I, compruebe que las verificaciones en el dispositivo indicador se hacen al menos una vez al día o a cada volumen equivalente a 10 min de flujo a Q_3 .
- d) Compruebe que son correctos los valores de todos los datos relacionados con la medición, ya sea que estén almacenados internamente o transmitidos a equipos periféricos a través de una interfaz.

Los medios de verificación pueden usar bit de paridad, suma de control o almacenamiento doble, para verificar la integridad de los datos.

- e) Compruebe que el dispositivo indicador cuenta con un medio para controlar la continuidad del programa de cálculo.
- f) Compruebe que el dispositivo de verificación del dispositivo indicador está funcionando, ya sea:
 - 1) desconectando todo el dispositivo indicador o parte de él; o
 - 2) mediante una acción que simule una falla en la pantalla, como por ejemplo usando un botón de prueba.

A.3.5 Medios de verificación de dispositivos auxiliares

A.3.5.1 Objeto del ensayo

- a) Comprobar que un dispositivo auxiliar (repetidor, impresora, memoria, etc.) con indicaciones primarias, incluye un dispositivo de verificación de tipo P o I.
- b) Comprobar que los medios de verificación de dispositivos auxiliares verifican:
 - 1) la presencia del dispositivo auxiliar;
 - 2) que el dispositivo auxiliar funciona correctamente;
 - 3) que los datos se transmiten correctamente entre el medidor y el dispositivo auxiliar.

A.3.5.2 Procedimiento de ensayo

- a) Compruebe que el dispositivo auxiliar (repetidor, impresora, memoria, etc.) con indicaciones primarias, incluye un dispositivo de verificación de tipo P o I.
- b) Compruebe que el medio de verificación verifica que el dispositivo auxiliar está conectado al medidor de agua.
- c) Compruebe que el medio de verificación verifica que el dispositivo auxiliar está funcionando y transmite los datos correctamente.

A.3.6 Medios de verificación de instrumentos de medición asociados

A.3.6.1 Objeto del ensayo

- a) Examinar los medios de verificación de los instrumentos de medición asociados diferentes del sensor de flujo.

NOTA Además de la medición primaria del volumen, los medidores de agua pueden tener dispositivos integrados para medir y visualizar otros parámetros, por ejemplo, caudal, presión del agua y temperatura del agua.

- b) Comprobar la presencia de un medio de verificación de tipo P o de tipo I, cuando hay presentes funciones de medición adicionales.
- c) Comprobar que el medio de verificación asegura que la señal de cada instrumento asociado está dentro de un intervalo de medición predeterminado.

A.3.6.2 Procedimiento de ensayo

- a) Identifique el número y los tipos de transductores de medición asociados presentes en el medidor.
- b) Para cada tipo de transductor presente, compruebe que hay presente un medio de verificación de tipo P o de tipo I.
- c) Verifique que el valor de la señal de cada transductor coincide con los parámetros que se miden (caudal, presión del agua y temperatura del agua).
- d) Cuando los caudales se van a usar para controlar las tarifas, verifique que para cada caudal especificado en la Recomendación OIML R 49-1:2013, apartado 7.2.3, la diferencia entre el caudal real y el caudal indicado no excede el EMP apropiado de la NORDOM 918, apartado 4.2.2 ó 4.2.3.

e) Para todos los otros tipos de instrumentos de medición asociados, verifique que la diferencia entre el valor real del parámetro que se mide y el valor indicado por el instrumento de medición en los extremos y en el punto medio de su intervalo de medición, no excede el error máximo declarado por el fabricante.

Annex B

(Normativo)

Cálculo del error (de indicación) relativo de un medidor de agua

B.1 Información general

En el presente anexo se definen las fórmulas para la evaluación de modelo y los ensayos de verificación cuando se calcula el error (de indicación) de:

- a) un medidor de agua completo;
- b) un calculador separable (incluido el dispositivo indicador);
- c) un transductor de medición separable (incluido el sensor de flujo o de volumen).

B.2 Cálculo del error (de indicación)

B.2.1 Cuando un transductor de medición (incluido un sensor de flujo o de volumen) o un calculador (incluido el dispositivo indicador) de un medidor de agua se someten a aprobación para el tipo separable, las mediciones de error (de indicación) se llevan a cabo solamente en partes separables del medidor.

B.2.2 En un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen), la señal de salida (impulso, corriente, tensión o codificada) se mide utilizando un instrumento adecuado.

B.2.3 En el calculador (incluido el dispositivo indicador), las características de las señales de entrada simuladas (impulso, corriente, tensión o codificadas) deberían replicar las del transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen).

B.2.4 El error (de indicación) del EBE se calcula de acuerdo con el que se considera el volumen de referencia agregado durante un ensayo, comparado con el volumen equivalente de la señal de entrada simulada al calculador (incluido el dispositivo indicador), o la señal de salida real del transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen), medida durante el mismo periodo de ensayo.

B.2.5 A menos que estén exentos por la autoridad metrológica, un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) y un calculador compatible (incluido el dispositivo indicador) tienen aprobaciones de modelo separadas y se deben ensayar juntos como un medidor de agua combinado durante la verificación inicial (ver el numeral 10). Por tanto, el cálculo del error (de indicación) es el mismo que para un medidor de agua completo.

B.3 Cálculo del error (de indicación) relativo

B.3.1 Medidor de agua completo

$$E_{m(i)(i=1,2...n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100. \quad (B.1)$$

En donde

$E_{m(i)(i=1,2...n)}$ es el error (de indicación) relativo, expresado como un porcentaje, de un medidor de agua completo a un caudal i ($i = 1, 2 \dots n$);

V_a es el volumen de referencia (o simulado) que pasó durante el período de ensayo t_d , m^3 ;

V_i es el volumen agregado al (o restado al) dispositivo indicador durante el período de ensayo t_d , m^3 .

B.3.2 Medidor de agua combinado

Un medidor de agua combinado se debe considerar como un medidor de agua completo (literal B.3.1) para hacer el cálculo del error (de indicación).

B.3.3 Calculador (incluido el dispositivo indicador)

B.3.3.1 Cálculo del error (de indicación) relativo de un calculador (incluido el dispositivo indicador) ensayado con una señal de entrada de impulsos simulada

$$E_{c(i)(i=1,2,...n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100. \quad (B.2)$$

En donde

$E_{c(i)(i=1,2,...n)}$ es el error (de indicación) relativo, expresado como un porcentaje, del calculador (incluido el dispositivo indicador, a un caudal i ($i = 1, 2 \dots n$);

V_i es el volumen registrado por el dispositivo indicador, adicionado durante el período de ensayo t_d , m^3 ;

$V_a = C_p T_p$ es el volumen de agua equivalente al número total de impulsos de volumen inyectado al dispositivo indicador durante el período de ensayo t_d , m^3 .

en el cual

C_p es la constante que equivale al volumen nominal del agua a cada impulso, $m^3/\text{impulso}$,

T_p es el número total de impulsos de volumen inyectado durante el período de ensayo, t_d , impulsos,

B.3.3.2 Cálculo del error (de indicación) relativo de un calculador (incluido el dispositivo indicador) ensayado con una señal de entrada de corriente simulada

$$E_{c(i)(i=1,2,...n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100. \quad (B.3)$$

En donde

$E_{c(i)(i=1,2,...n)}$ es el error (de indicación) relativo, expresado como un porcentaje, del calculador (incluido el dispositivo indicador, a un caudal i ($i = 1, 2 \dots n$);

V_i es el volumen registrado por el dispositivo indicador, adicionado durante el período de ensayo t_d , m^3 ;

$V_a = C_i I t_d$ es el volumen de agua equivalente a la corriente de la señal promedio inyectada al calculador durante el período de ensayo t_d , m^3 .

en el cual

C_i es la constante que relaciona la señal de corriente con el caudal, $m^3 \cdot h^{-1} \cdot mA^{-1}$,

t_d es la duración del período de ensayo, h ,

I es la señal de entrada de corriente promedio durante el período de ensayo, t_d , mA ;

B.3.3.3 Cálculo del error (de indicación) relativo de un calculador (incluido el dispositivo indicador) ensayado con una señal de entrada de tensión simulada

$$E_{c(i)(i=1,2,...n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100. \quad (B.4)$$

En donde

$E_{c(i)(i=1,2,...n)}$ es el error (de indicación) relativo, expresado como un porcentaje, del calculador (incluido el dispositivo indicador, a un caudal i ($i = 1, 2 \dots n$);

V_i es el volumen registrado por el dispositivo indicador, adicionado durante el período de ensayo t_d , m^3 ;

$V_a = C_U U_c t_d$ es el volumen de agua equivalente a la tensión de la señal promedio inyectada al calculador durante el período de ensayo t_d , (m^3)

en el cual

C_U es la constante que relaciona la señal de entrada de tensión con el caudal, $m^3 \cdot h^{-1} \cdot V^{-1}$,

t_d es la duración del período de ensayo, h ,

U_c es el valor promedio de la señal de entrada de tensión durante el período de ensayo, t_d , V ;

B.3.3.4 Cálculo del error (de indicación) relativo de un calculador (incluido el dispositivo indicador) ensayado con una señal de entrada codificada simulada

$$E_{c(i)(i=1,2,...n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100. \quad (B.5)$$

En donde

$E_{c(i)(i=1,2,...n)}$ es el error (de indicación) relativo, expresado como un porcentaje, del calculador (incluido el dispositivo indicador, a un caudal i ($i = 1, 2 \dots n$);

V_a es el volumen de agua equivalente al valor numérico de la señal de entrada codificada, inyectado al dispositivo indicador durante el período de ensayo t_d , m^3 ;

V_i es el volumen registrado por el dispositivo indicador, adicionado durante el período de ensayo t_d , m^3 .

B.3.4 Transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen)

B.3.4.1 Cálculo del error (de indicación) relativo de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) con una señal de salida de impulsos

$$E_{t(i)(i=1,2,...n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100. \quad (B.6)$$

En donde

$E_{t(i)(i=1,2,...n)}$ es el error (de indicación) relativo, expresado como un porcentaje, de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) a un caudal i ($i = 1, 2 \dots n$);

V_a es el volumen de referencia del agua recolectada durante el período de ensayo t_d , m^3 ;

$V_i = C_p T_p$ es el volumen de agua equivalente al número total de impulsos de volumen emitidos desde el transductor de medición durante el período de ensayo, t_d , m^3

en el cual

C_p es la constante equivalente al volumen nominal de agua para cada impulso de salida, $m^3/\text{impulso}$.

T_p es el número total de impulsos de volumen emitidos durante el período de ensayo, t_d , impulsos.

B.3.4.2 Cálculo del error (de indicación) relativo de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) con una señal de salida de corriente

$$E_{t(i)(i=1,2,\dots,n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100. \quad (\text{B.7})$$

En donde

$E_{t(i)(i=1,2,\dots,n)}$ es el error (de indicación) relativo, expresado como un porcentaje, de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) a un caudal i ($i = 1, 2 \dots n$);

V_a es el volumen de referencia del agua recolectada durante el período de ensayo t_d , m^3 ;

$V_i = C_p I_t t_d$ es el volumen de agua equivalente a la señal de salida de corriente promedio emitida desde el transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) durante el período de ensayo, t_d , m^3

en el cual

C_p es la constante que relaciona la corriente de la señal de salida con el caudal, $m^3 \cdot h^{-1} \cdot mA^{-1}$,

T_d es la duración del período de ensayo, en h ,

I_t es la señal de salida de corriente promedio emitida durante el período de ensayo, t_d , mA .

B.3.4.3 Cálculo del error (de indicación) relativo de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) con una señal de salida de tensión

$$E_{t(i)(i=1,2,\dots,n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100. \quad (\text{B.8})$$

En donde

$E_{t(i)(i=1,2,\dots,n)}$ es el error (de indicación) relativo, expresado como un porcentaje, de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) a un caudal i ($i = 1, 2 \dots n$);

V_a es el volumen de referencia del agua recolectada durante el período de ensayo t_d , m^3 ;

$V_i = C_U t_d U_t$ es el volumen de agua equivalente a la tensión promedio de la señal emitida por el transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) y su duración, medida durante el período de ensayo, t_d , m^3

en el cual

C_U es la constante que relaciona la señal de salida de tensión emitida, con el caudal, $m^3 h^{-1} V^{-1}$.

t_d es la duración del período de ensayo, en h ,

U_t es la señal de salida de tensión promedio emitida durante el período de ensayo, t_d , V .

B.3.4.4 Cálculo del error (de indicación) relativo de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) con una señal de salida codificada

$$E_{t(i)(i=1,2...n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100. \quad (B.9)$$

$E_{t(i)(i=1,2,...n)}$ es el error (de indicación) relativo, expresado como un porcentaje, de un transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen a un caudal i ($i = 1, 2 \dots n$);

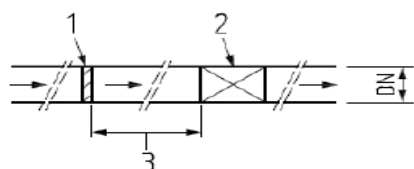
V_a es el volumen de referencia del agua recolectada durante el período de ensayo t_d , m^3 ;

V_i es el volumen de agua equivalente al valor numérico de la señal de salida codificada emitida desde el transductor de medición (incluido el sensor de flujo o de volumen) durante el período de ensayo, t_d , m^3 .

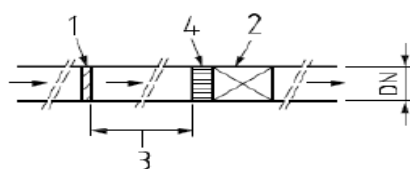
Annex C (Normativo)

Requisitos de instalación para ensayos de perturbación del flujo

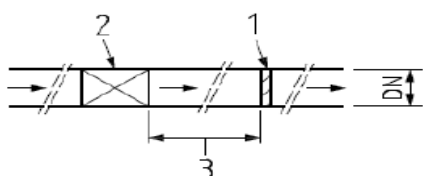
Los requisitos de instalación para los ensayos de perturbación del flujo se ilustran en la figura C.1. El rectificador de flujo puede ser un ensamble que consta de un rectificador y de una longitud recta entre este y el flujómetro.



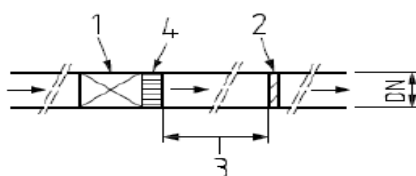
Ensayo 1: sin rectificador



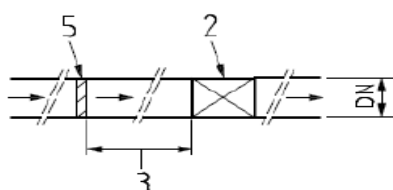
Ensayo 1A: con rectificador



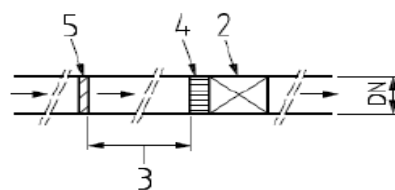
Ensayo 2: sin rectificador



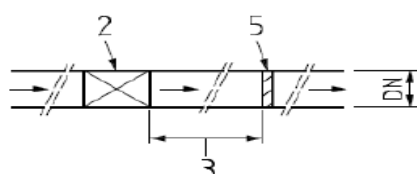
Ensayo 2A: con rectificador



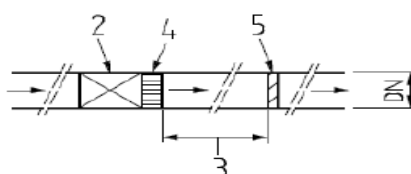
Ensayo 3: sin rectificador



Ensayo 3A: con rectificador



Ensayo 4: sin rectificador



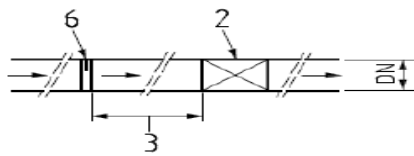
Ensayo 4A: con rectificador

Convenciones

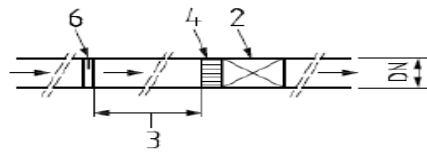
Diagrama de perturbación de flujo

- 1 perturbador tipo 1 — generador de remolino con giro a la izquierda
- 2 medidor
- 3 longitud recta
- 4 rectificador
- 5 perturbador tipo 2 — generador de remolino con giro a la derecha
- 6 perturbador tipo 3 — perturbador de flujo de perfil de velocidad

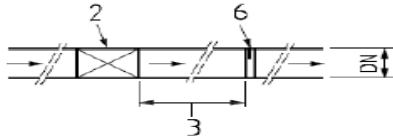
Figura C.1 — Requisitos de instalación para ensayos de perturbación del flujo, (continuación)



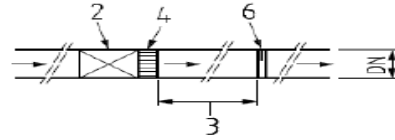
Ensayo 5: sin rectificador



Ensayo 5A: con rectificador



Ensayo 6: sin rectificador



Ensayo 6A: con rectificador

Convenciones

Diagrama de perturbación de flujo

- 1 perturbador tipo 1 — generador de remolino con giro a la izquierda
- 2 medidor
- 3 longitud recta
- 4 rectificador
- 5 perturbador tipo 2 — generador de remolino con giro a la derecha
- 6 perturbador tipo 3 — perturbador de flujo de perfil de velocidad

Figura C.1 — Requisitos de instalación para ensayos de perturbación del flujo

Annex D

(Normativo)

Evaluación de modelo de una familia de medidores de agua

D.1 Familias de medidores de agua

El presente anexo describe los criterios que ha de aplicar el organismo responsable para la aprobación de modelo al decidir si se puede considerar que un grupo de medidores de agua es de la misma familia, para propósitos de aprobación de modelo, en donde solo se van a ensayar medidores de tamaños seleccionados.

D.2 Definición

Una familia de medidores es un grupo de medidores de agua de diferentes tamaños y/o caudales, en la cual todos los medidores tienen las siguientes características:

- el mismo fabricante;
- similitud geométrica de las partes mojadas;
- el mismo principio de medición;
- las mismas relaciones Q_3/Q_1 ;
- la misma clase de precisión;
- la misma clase de temperatura;
- el mismo dispositivo electrónico para cada tamaño de medidor;
- un patrón similar de diseño y de ensamble de componentes;
- los mismos materiales para componentes que son críticos en el desempeño del medidor;
- Los mismos requisitos de instalación relativos al tamaño del medidor, por ejemplo, 10 D (diámetro del tubo) de tubo recto aguas arriba del medidor, y 5D de tubo recto aguas abajo del medidor.

D.3 Selección del medidor

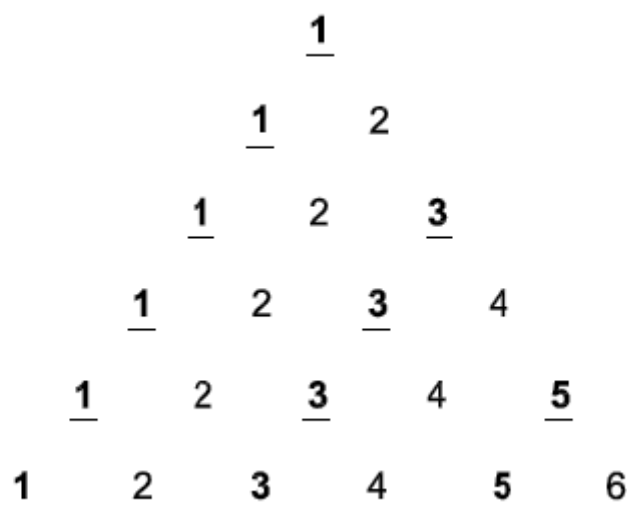
Al considerar qué tamaños de una familia de medidores de agua se deberían someter a ensayo, se deben seguir las reglas siguientes:

- a) El organismo responsable de la aprobación de modelo deberá declarar las razones para incluir y omitir en el ensayo tamaños particulares de medidores.
- b) Siempre se deberá ensayar el medidor más pequeño de cualquier familia de medidores.
- c) Se deben considerar para ensayo los medidores que tengan los parámetros de operación más extremos dentro de una familia, por ejemplo, el mayor intervalo de caudal, la velocidad periférica más alta (pico) de las partes móviles, etc.
- d) Si resulta práctico, siempre se debería ensayar el medidor más grande de cualquier familia de medidores. Sin embargo, si no se ensaya el medidor más grande, entonces no se debe aprobar como parte de la familia ningún medidor que tenga $Q_3 > 2Q_3$ del medidor más grande ensayado.
- e) Los ensayos de durabilidad solo se exigirán en el tamaño de medidores en el que se espere el mayor desgaste.
- f) Para medidores sin partes móviles en el transductor de medición, para los ensayos de durabilidad se debe seleccionar el menor tamaño.
- g) Solo se exigirán los ensayos en más de una orientación, en los tamaños de medidores en los que se lleva a cabo el ensayo de durabilidad.

h) Todos los ensayos de desempeño relacionados con perturbaciones y magnitudes de influencia se deben llevar a cabo en un tamaño de una familia de medidores.

i) Los ensayos de presión estática (7.3), temperatura del agua (7.5), temperatura del agua de sobrecarga (7.6), presión del agua (7.7), flujo inverso (7.8), pérdida de presión (7.9), perturbación del flujo (7.10), campo magnético (8.16) y ausencia de flujo (8.17) se requieren para el medidor de menor tamaño y para otro tamaño. Para familias de medidores en las cuales todos los tamaños de medidores tienen $DN \geq 300$, solo es necesario ensayar un tamaño de medidor.

j) Los miembros de la familia subrayados en la Figura D.1 se pueden considerar como un ejemplo para el ensayo.



NOTA 1 Cada fila representa una familia, en donde el medidor 1 es el más pequeño.

NOTA 2 Las familias pueden ser tan grandes como se desee.

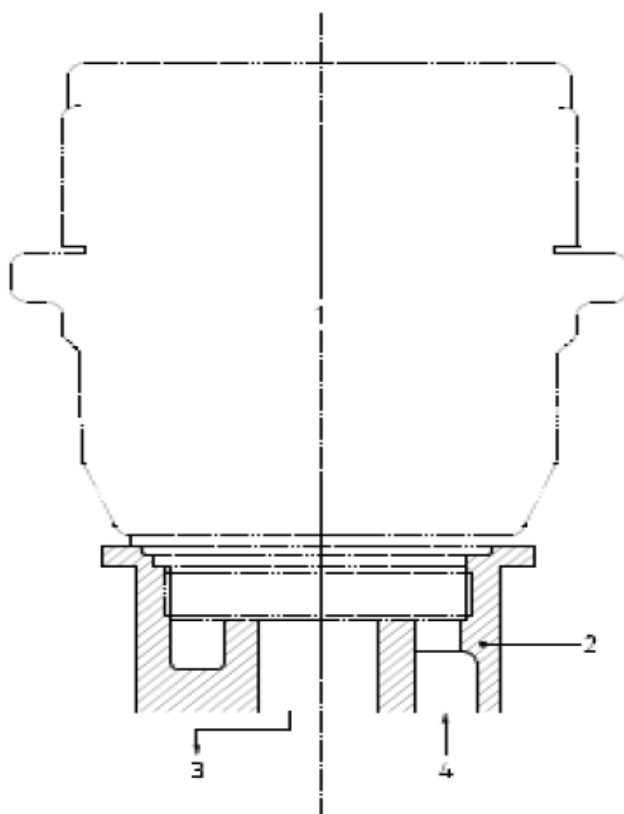
Figura D.1 — Ejemplo de representación de miembros de una familia de medidores que se va a ensayar

Annex E

(Informativo)

Ejemplos de métodos y componentes usados para ensayar medidores de agua concéntricos

E.1 La Figura E.1 presenta un ejemplo de una conexión de un múltiple para un medidor de agua concéntrico.



Convenciones

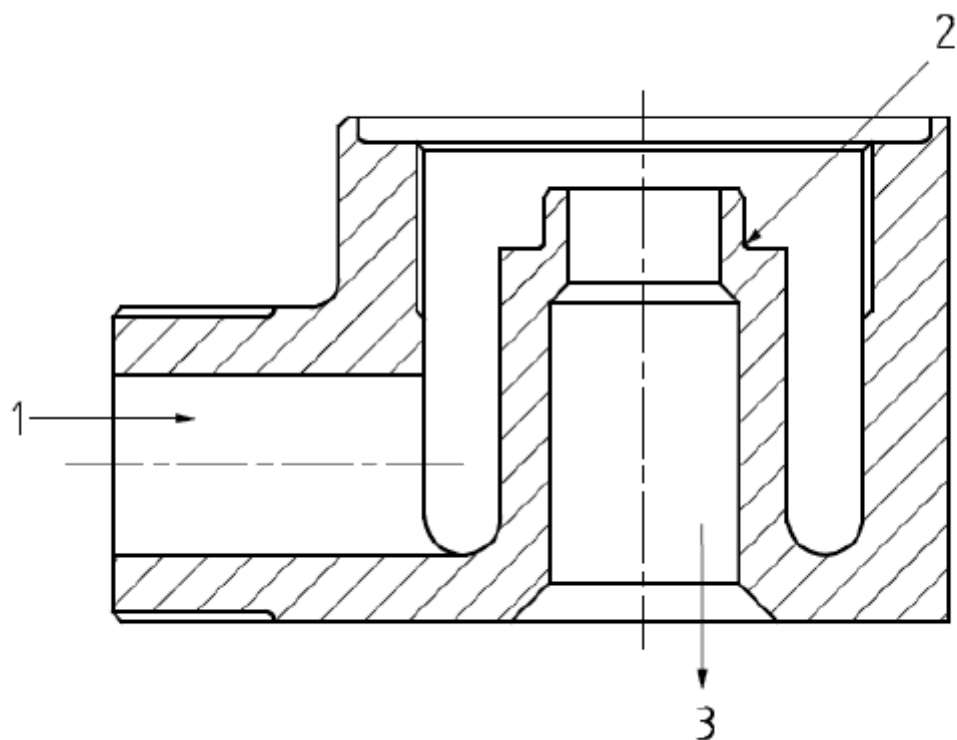
- 1 medidor de agua concéntrico
- ^a flujo de agua hacia afuera
- 2 múltiple de medidor de agua concéntrico (vista parcial)
- ^b flujo de agua hacia adentro

Figura E.1 — Ejemplo de una conexión de múltiple para un medidor de agua concéntrico

E.2 Para ensayar el medidor se puede usar un múltiple de ensayo con presión especial, como el que se ilustra en la Figura E.2. Para asegurar que durante el ensayo los sellos operen a sus condiciones más desfavorables, las dimensiones de la superficie de sellado del múltiple para el ensayo de presión deberían estar en los límites apropiados de sus tolerancias de fabricación, de acuerdo con las dimensiones de diseño especificadas.

E.3 Antes de someter el medidor a la evaluación de modelo, se le puede solicitar al fabricante del medidor que selle el medidor en un punto sobre la ubicación del sello interno de la interfaz medidor/múltiple, utilizando un medio adecuado al diseño del medidor. Cuando el medidor concéntrico está conectado al múltiple de ensayo de presión y está presurizado, es necesario poder ver la fuente de cualquier fuga que fluye desde la salida del múltiple de ensayo de presión y distinguir entre esta y una fuga a causa de un dispositivo de sellado colocado de forma incorrecta. La Figura E.3 ilustra un ejemplo

de un diseño de tapón adecuado a muchos diseños de medidor, pero se puede usar cualquier otro medio adecuado.



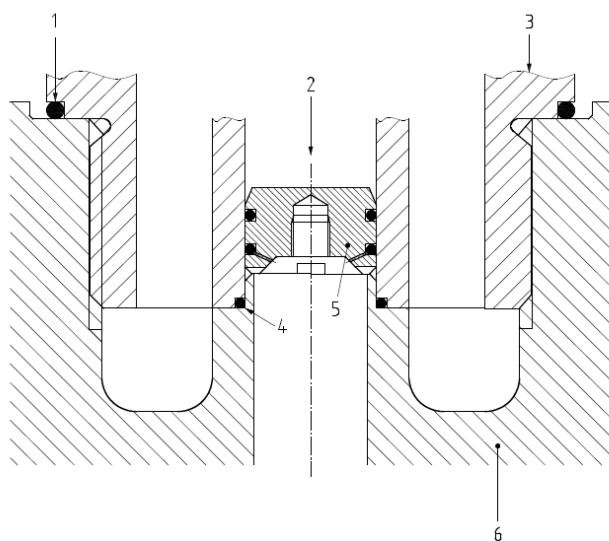
Convenciones

1 posición del sello interno

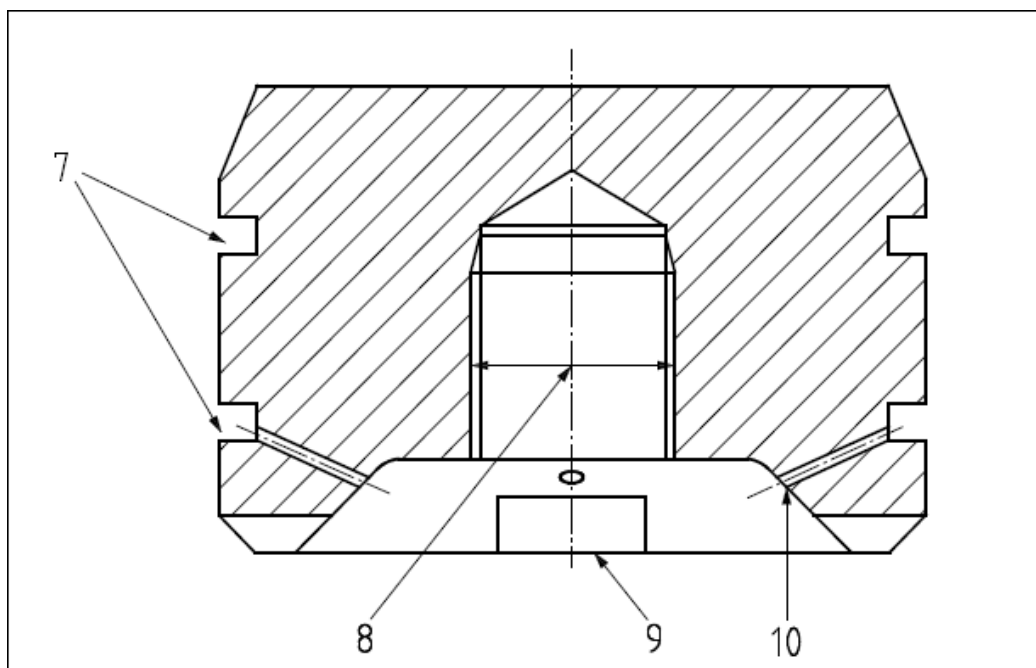
a Presión

b Trayectoria de la fuga de agua que pasa el sello

Figura E.2 — Ejemplo de un múltiple para ensayo de presión de sellos de medidores concéntricos



a) Sección a través del medidor y del múltiple, que ilustra el tapón de ensayo en posición



b) Detalle del tapón de ensayo

Convenciones

1	sello externo del medidor	6	ranuras de anillo tórico
2	medidor	7	rosca para perno de extracción
3	sello interno del medidor	8	4-6 hendiduras a distancias iguales
4	tapón de ensayo (ver detalle en b))	9	orificio de fuga "testigo"
5	múltiple	a	presión

Figura E.3 — Ejemplo de un tapón para ensayo de presión de sellos de medidores concéntricos

Annex F (Informativo) Determinación de la densidad del agua

La densidad del agua en el medidor de ensayo se calcula con las fórmulas de la International Association for the Properties of Water and Steam (IAPWS), como se indica a continuación:

F.1 Densidad del agua destilada libre de aire a 101.325 kPa

$$\rho_{dw}(t) = a_0 \left(\frac{1+a_1\theta+a_2\theta^2+a_3\theta^3}{1+a_4\theta+a_2\theta^2} \right) \quad (F.1)$$

En donde

$\rho_{dw}(t)$ es la densidad del agua destilada libre de aire a una temperatura t , en kg/m³;

θ es una temperatura normalizada, $\theta = t/100$;

t es la temperatura, en °C, en la escala de temperatura ITS-90;

a_i son los coeficientes de la ecuación, presentados en la siguiente tabla

a_i					
$i = 0$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$
999.843 82	1.463 938 6	-0.015 505 0	-0.030 977 7	1.457 209 9	0.064 893 1

F.2 Factor de corrección de presión

$$B = a_0 \left(\frac{1+a_1\theta+a_2\theta^2+a_3\theta^3}{1+a_4\theta} \right). \quad (F.2)$$

En donde

B es la compresibilidad isotérmica del agua a presión ambiente, Pa-1;

θ es una temperatura normalizada, $\theta = t/100$.

t es la temperatura en grados Celsius (ITS-90);

a_i son los coeficientes de la ecuación, presentados en la siguiente tabla

a_i				
$i = 0$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$
$5.088\ 21 \times 10^{-10}$	1.263 941 8	0.266 026 9	0.373 483 8	2.020 524 2

F.3 Densidad del agua en el flujómetro

$$\rho_w(t) = \rho_{dw} (1 + Bp) d_{H_2O}. \quad (F.3)$$

En donde

P es la presión manométrica en el flujómetro (Pa);

d_{H_2O} es la relación entre la densidad del agua de la instalación de ensayo y la del agua pura, medida en las mismas condiciones (normalmente, temperatura y presión ambiente).

NOTA 1 Las fórmulas (F.1) a (F.3) se tomaron de las fórmulas de IAPWS-95 (Referencia [7]) y son válidas para temperaturas de hasta 80 °C. Cuando las temperaturas exceden 80 °C, se recomienda usar las ecuaciones de estado completas proporcionadas en las fórmulas IAPWS-95 ó -98. Las fórmulas completas prevén la calibración de los medidores de agua caliente y calibraciones a presión. Las ecuaciones para la densidad del agua destilada, sugeridas

en las Referencias [8]–[10], son adecuadas para uso en metrología legal, usualmente en la determinación de volumen mediante pesaje en condiciones atmosféricas. No se recomiendan para calibraciones de medidores de agua, ya que se aplican únicamente a temperaturas de hasta 40 °C y no tienen asociadas fórmulas de corrección de presión.

NOTA 2 En la tabla F.1 se presenta una tabla de densidades calculadas de la fórmula de IAPWS para agua destilada libre de aire, y que se aplican para temperaturas entre 0 °C y 80 °C y una presión de 101.325 kPa.

Tabla F.1 — Densidad del agua destilada libre de aire [de la fórmula (F.1)]

Temperatura de agua °C	Densidad kg/m ³	Temperatura de agua °C	Densidad kg/m ³	Temperatura de agua °C	Densidad kg/m ³	Temperatura de agua °C	Densidad kg/m ³
0	999.84	20	998.21	40	992.22	60	983.20
1	999.90	21	998.00	41	991.83	61	982.68
2	999.94	22	997.77	42	991.44	62	982.16
3	999.97	23	997.54	43	991.04	63	981.63
4	999.98	24	997.30	44	990.63	64	981.09
5	999.97	25	997.05	45	990.21	65	980.55
6	999.94	26	996.79	46	989.79	66	980.00
7	999.90	27	996.52	47	989.36	67	979.45
8	999.85	28	996.24	48	988.93	68	978.90
9	999.78	29	995.95	49	988.48	69	978.33
10	999.70	30	995.65	50	988.04	70	977.76
11	999.61	31	995.34	51	987.58	71	977.19
12	999.50	32	995.03	52	987.12	72	976.61
13	999.38	33	994.71	53	986.65	73	976.03
14	999.25	34	994.37	54	986.17	74	975.44
15	999.10	35	994.03	55	985.69	75	974.84
16	998.95	36	993.69	56	985.21	76	974.24
17	998.78	37	993.33	57	984.71	77	973.64
18	998.60	38	992.97	58	984.21	78	973.03
19	998.41	39	992.60	59	983.71	79	972.41
20	998.21	40	992.22	60	983.20	80	971.79
Valores tomados de la Referencia [7].							

Annex G

(Informativo)

Incertidumbres máximas en la medición de factores de influencia y perturbaciones

G.1 Introducción

G.1.1 Los literales G.2 a G.10 presentan las incertidumbres máximas que se pueden aplicar a los diferentes ensayos de desempeño. Se debería suponer que estas incertidumbres incluyen un factor de cobertura de $k = 2$.

G.1.2 Cuando una magnitud de influencia se declara como un valor nominal con tolerancias, por ejemplo $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, el valor nominal de la magnitud de influencia (55 °C en el ejemplo) es el valor previsto para el ensayo. Sin embargo, para cumplir con la tolerancia declarada para la magnitud de influencia, la incertidumbre del instrumento de medición que se usa para medir esa magnitud se debe restar del valor absoluto de la tolerancia para obtener los límites de tolerancia reales que se van a aplicar durante un ensayo.

EJEMPLO Si la temperatura del aire se va a regular a $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ y la incertidumbre del instrumento de medición de temperatura es de 0.4 °C , entonces la temperatura real durante el ensayo deberá ser de $55\text{ °C} \pm 1.6\text{ °C}$.

G.1.3 Cuando la magnitud de influencia se da como un intervalo, por ejemplo, la temperatura del aire del ambiente es de 15 °C a 25 °C , esto implica que la influencia de este efecto no es significativa. Sin embargo, la temperatura del aire debería estar a un valor constante dentro de ese intervalo, en este caso, a temperatura ambiente normal.

G.2 Entradas de señales simuladas al calculador

Resistencia:	0.2 % de resistencia aplicada
Corriente:	0.01 % de corriente aplicada
Tensión	0.01 % de tensión aplicada
Frecuencia de impulsos:	0.01 % de frecuencia aplicada

G.3 Ensayos de calor seco, calor húmedo (cíclico) y frío

Presión del agua:	5 %
Presión del aire del ambiente:	0.5 kPa
Temperatura del agua	0.4 °C
Temperatura del aire del ambiente:	0.4 °C
Humedad:	0.6 %

Tiempo Tiempo (t). (Duración de la aplicación de la magnitud de influencia):

$0 < t < 0 < 2\text{ h}$:	1 s
$t > 2\text{ h}$:	10 s

G.4 Variación de la tensión de alimentación

Tensión (red C.A.):	$\leq 0.2\text{ %}$ de la tensión aplicada
Tensión (red CA/CC):	$\leq 0.2\text{ %}$ de la tensión aplicada
Tensión (baterías):	$\leq 0.2\text{ %}$ de la tensión aplicada
Frecuencia de la red:	$\leq 0.2\text{ %}$ de la frecuencia aplicada

Distorsión armónica: $\leq 0.2 \%$ de la corriente aplicada

G.5 Variación de la frecuencia de la red

Tensión de la red: $\leq 0.2 \%$ de la tensión aplicada

Frecuencia de la red: $\leq 0.2 \%$ de la frecuencia aplicada

Distorsión armónica: $\leq 0.2 \%$ de la corriente aplicada

G.6 Reducción de energía de corta duración

Tensión aplicada: $\leq 0.2 \%$ de la tensión nominal de la red

Frecuencia de la red: $\leq 0.2 \%$ de la frecuencia aplicada

Distorsión armónica: $\leq 0.2 \%$ de la corriente aplicada

G.7 Ráfagas eléctricas

Tensión de la red: $\leq 0.2 \%$ de la tensión aplicada

Frecuencia de la red: $\leq 0.2 \%$ de la frecuencia aplicada

Transitorios de tensión: $\leq 0.2 \%$ de la tensión pico

Tiempo (t):

15 ms < t < 300 ms: ≤ 1 ms

5 ns < t < 50 ns: ≤ 1 ns

G.8 Descarga electrostática

Tensión de la red: $\leq 0.2 \%$ de la tensión aplicada

Frecuencia de la red: $\leq 0.2 \%$ de la frecuencia aplicada

Tensión aplicada: $\leq x^a \%$ de la tensión pico

Carga eléctrica: $\leq x^a \%$ de la descarga aplicada

a Estos valores de incertidumbre no estaban disponibles en el momento de la publicación de este documento.

G.9 Interferencia electromagnética

Tensión: $\leq 0.2 \%$ de la tensión aplicada

Frecuencia: $\leq 0.2 \%$ de la frecuencia aplicada

Tasa de barrido: $\leq 2.5 \times 10^{-4}$ octava/s

Intensidad del campo: $\leq 0.2 \%$ de la intensidad del campo aplicada

Distorsión armónica: $\leq 0.2 \%$ de la corriente aplicada

G.10 Vibración mecánica

Frecuencia: $\leq x^a$ Hz

Distorsión armónica: $\leq x^a \%$ de [completar aquí]

Aceleración: $\leq x^a$ m/s²

Desplazamiento lineal: $\leq x^a$ mm

Tiempo (t): $\leq x^a$ s

a Estos valores de incertidumbre no estaban disponibles en el momento de la publicación de este documento.

Annex H

(Informativo)

Tomas de presión para el ensayo de pérdida de presión, detalles de los orificios y de las ranuras

H.1 Generalidades

La pérdida de presión de un medidor de agua se puede determinar a partir de las mediciones de la presión diferencial a través del medidor al caudal estipulado. Se obtiene usando el método especificado en el apartado 7.9.

H.2 Diseño de las tomas de presión de la sección de medición

H.2.1 Se deberían colocar tomas de presión de diseño y dimensiones similares, en los tubos de entrada y salida de la sección de medición.

H.2.2 Las tomas de presión pueden consistir en orificios perforados a través de la pared del tubo o pueden ser ranuras anulares en la pared del tubo, en cualquier caso, perpendiculares al eje del tubo. Debería haber por lo menos cuatro orificios para las tomas de presión, equidistantes en un plano alrededor de la circunferencia del tubo.

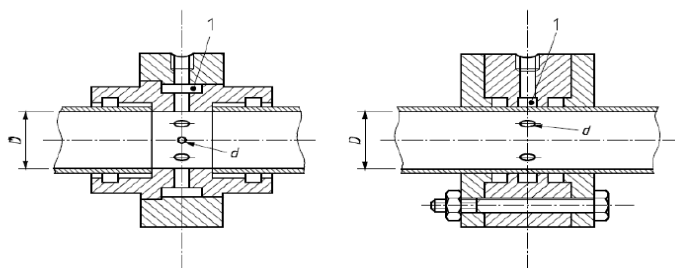
H.2.3 En las figuras H.1, H.2, y H.3 se presentan diseños recomendados para las tomas de presión. También se pueden usar otros medios, como por ejemplo un anillo o una cámara de equilibrio.

H.3 Detalles de las tomas de presión, orificios y ranuras

H.3.1 Los orificios perforados a través de la pared del tubo deberían ser perpendiculares al eje del tubo. Las tomas no deberían tener más de 4 mm ni menos de 2 mm de diámetro. Si el diámetro del tubo es inferior o igual a 25 mm, el diámetro de las tomas debería estar lo más cerca posible de 2 mm. El diámetro de los orificios debería permanecer constante una distancia mínima del doble del diámetro de la toma antes de penetrar en el tubo. Los orificios perforados a través de la pared del tubo deberían estar libres de rebabas en los bordes en donde penetran los diámetros internos de los tubos de entrada y salida. Los bordes deberían ser bien definidos, sin radio ni bisel.

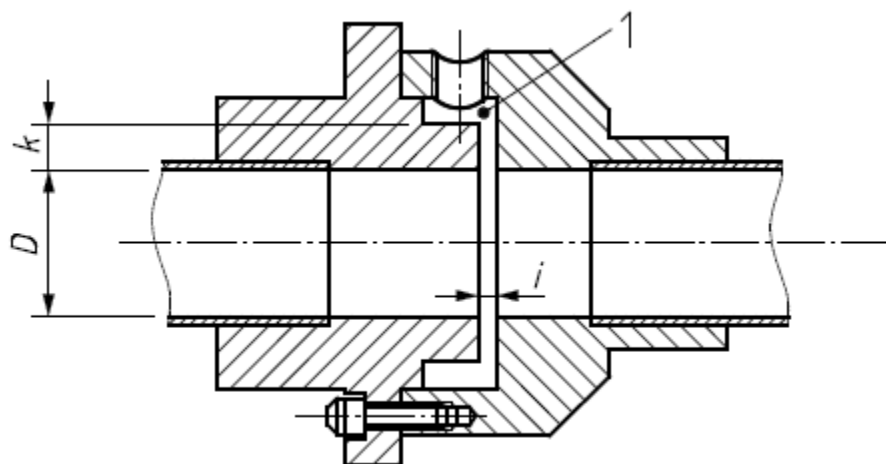
H.3.2 Las ranuras deberían ser perpendiculares al eje del tubo y deberían tener las dimensiones siguientes:

- ancho b igual a $0.08D$, pero no menor de 2 mm ni mayor de 4 mm;
- profundidad h mayor de $2b$.



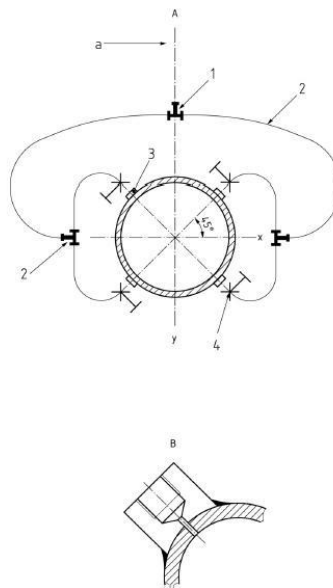
Convención
1 cámara anular

Figura H.1 Ejemplo de toma de presión de tipo orificio perforado con cámara anular, adecuada para secciones de ensayo de diámetro pequeño/mediano



Convención
1 cámara anular

Figura H.2 — Ejemplo de toma de presión de tipo ranura con cámara anular, adecuada para secciones de ensayo de diámetro pequeño/mediano



Convenciones

A sección transversal a través del tubo y de las tomas de presión

y eje vertical

1 tubo en T

3 toma de presión (ver B)

a al manómetro

B detalle de toma de presión y copa

x eje horizontal

2 manguera flexible o tubo de cobre

4 grifo de aislamiento

Figura H.3 — Ejemplo de toma de presión de tipo orificio, con conexiones entre tomas para obtener presión estática media, adecuada para secciones de ensayo de diámetro mediano o grande

Annex I

(Informativo)

Perturbadores de flujo

I.1 Generalidades

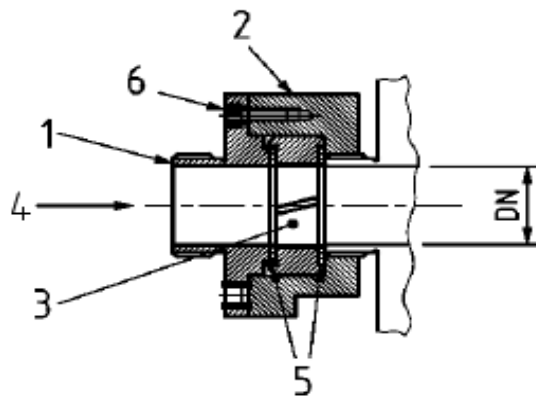
I.1.1 Las figuras I.1 a I.12 ilustran los tipos de perturbadores de flujo que se usan en los ensayos, como se especifica en el apartado 7.10.

NOTA Todas las dimensiones de los dibujos son en milímetros, a menos que se indique algo diferente.

I.1.2 Las dimensiones maquinadas deben tener una tolerancia de ± 0.25 mm, a menos que se indique algo diferente.

I.2 Generadores de perturbación de tipo roscado

I.2.1 La figura I.1 ilustra un montaje de unidades de generador de remolinos para un generador de perturbaciones de tipo roscado.

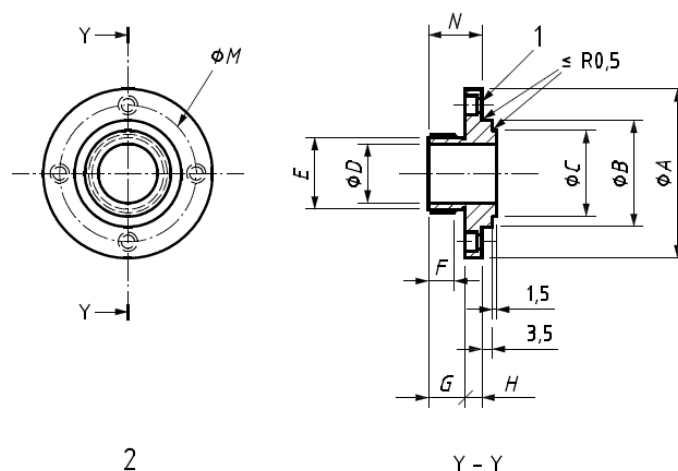


Convenciones

Elemento	Descripción	Cantidad	Material:
1	cubierta	1	acero inoxidable
2	cuerpo	1	acero inoxidable
3	generador de remolinos	1	acero inoxidable
4	flujo	-	-
5	empaquetadura	2	fibra
6	tornillo de cabeza hueca hexagonal	4	acero inoxidable

Figura I.1 — Generador de perturbaciones tipo roscado. Montaje de unidades de generador de remolinos: perturbador tipo 1 - generador de remolinos con giro a la izquierda; tipo 2 - generador de remolinos con giro a la derecha

I.2.2 La figura I.3 ilustra la cubierta de un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones indicadas en la tabla I.1.



Convención

1 4 orificios ϕJ , diámetro interno $\phi K \times L$

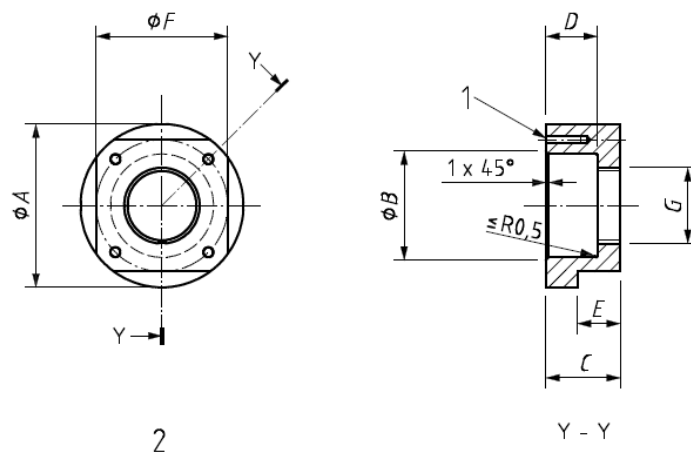
rugosidad de toda la superficie maquinada $3.2 \mu\text{m}$

Figura I.3 — Cubierta de un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones indicadas en la tabla I.1.

Tabla I.1 — Dimensiones de la cubierta (elemento 1) para un generador de perturbaciones de tipo roscado (ver la figura I.3)

DN	A	B (e9 ^a)	C	C	E ^b	F	G	H	J	K	L	M	N
15	52	29.960 29.908	23	15	G 3/4 in. B	10	12.5	5.5	4.5	7.5	4	40	23
20	58	35.950 35.888	29	20	G 1 in. B	10	12.5	5.5	4.5	7.5	4	46	23
25	63	41.950 41.888	36	25	G 1 ¼ in. B	12	14.5	6.5	5.5	9.0	5	52	26
32	76	51.940 51.866	44	32	G 1 1/2 in. B	12	16.5	6.5	5.5	9.0	5	64	28
40	82	59.940 59.866	50	40	G 2 in. B	13	18.5	6.5	5.5	9.0	5	70	30
50	102	69.940 69.866	62	50	G 2 1/2 in. B	13	20.0	8.0	6.5	10.5	6	84	33
a Ver la norma ISO 286-2.[2]													
b Ver la norma ISO 228-1.[1]													

I.2.3 La figura I.4 ilustra el cuerpo de un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones indicadas en la tabla I.2.



Convenciones

1 4 orificios $\phi H \times$ profundidad J . Rosca con macho $K \times L$

Rugosidad en toda la superficie maquinada $3.2 \mu\text{m}$

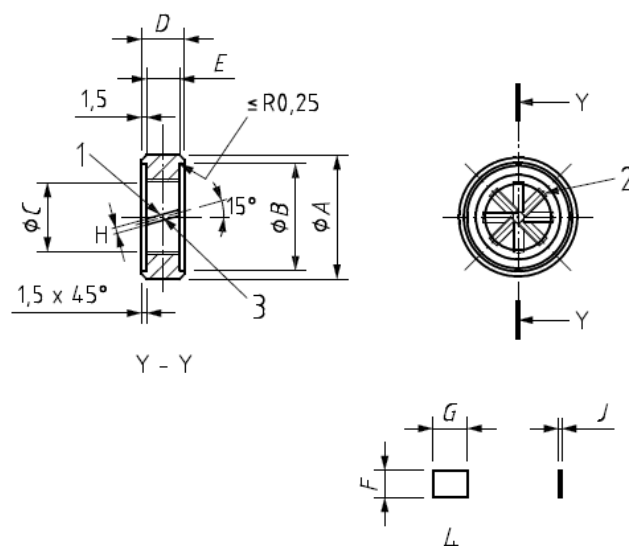
Figura I.4 — Cuerpo de un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones indicadas en la tabla I.2.

Tabla I.2 — Dimensiones del cuerpo (elemento 2) para un generador de perturbaciones de tipo roscado (ver la figura I.4)

DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
5	52	30.052 30.000	23.5	15.5	15	46	G ¾" B	3.3	16	M4	12	40
0	58	36.062 36.000	26.0	18.0	15	46	G 1" B	3.3	16	M4	12	46
5	63	42.062 42.000	30.5	20.5	20	55	G 1 ¼" B	4.2	18	M5	14	52
2	76	52.074 52.000	35.0	24.0	20	65	G 1 ½" B	4.2	18	M5	14	64
0	82	60.074 60.000	41.0	28.0	25	75	G 2" B	4.2	18	M5	14	70
0	102	70.074 70.000	47.0	33.0	25	90	G 2 ½" B	5.0	24	M6	20	84

^a Ver la norma ISO 286-2.^[2]

I.2.4 La figura I.5 ilustra el generador de remolinos de un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones indicadas en la tabla I.3.



Convenciones

1 8 ranuras a igual distancia para colocar las cuchillas

3 profundidad en el centro de la ranura, 0.76

2 ubicación de las cuchillas en las ranuras y soldadura

4 detalle de la cuchilla

Rugosidad de la toda superficie maquinada, 3.2 μm

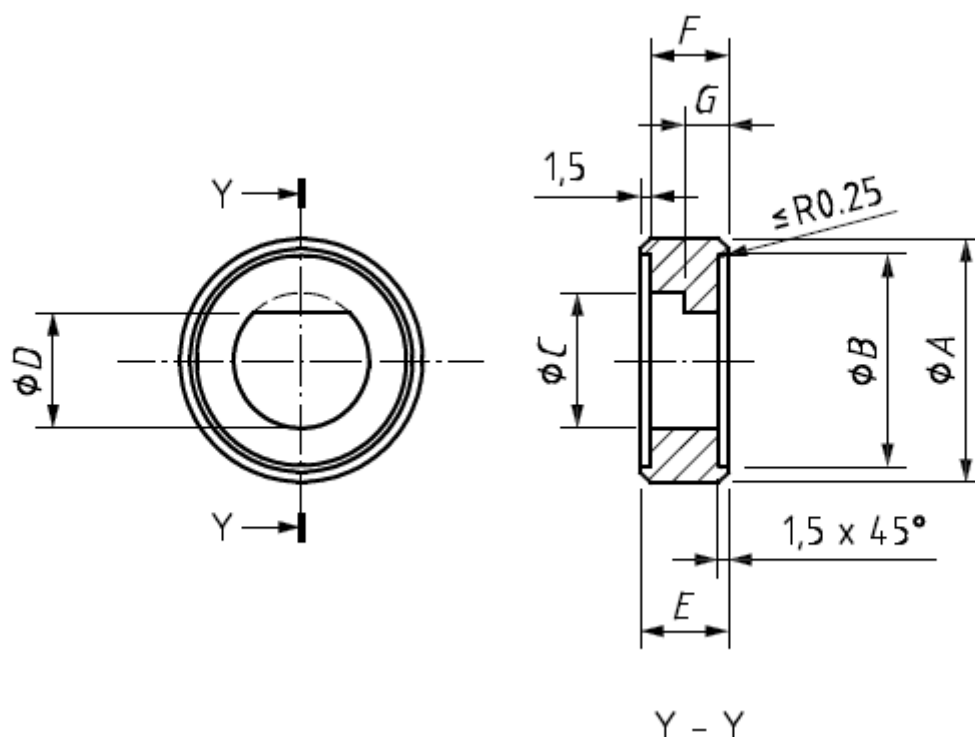
Figura I.5 — Generador de remolinos de un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones indicadas en la tabla I.3.

Tabla I.3 — Dimensiones del generador de remolinos (elemento 3) de un generador de perturbaciones de tipo roscado (ver la figura I.5)

DN	A (d10 ^a)	B	C	D	E	F	G	H	J
15	29.935 29.851	25	15	10.5	7.5	6.05	7.6	0.57 0.52	0.50
20	35.920 35.820	31	20	13.0	10.0	7.72	10.2	0.57 0.52	0.50
25	41.920 41.820	38	25	15.5	12.5	9.38	12.7	0.82 0.77	0.75
32	51.900 51.780	46	32	19.0	16.0	11.72	16.4	0.82 0.77	0.75
40	59.900 59.780	52	40	23.0	20.0	14.38	20.5	0.82 0.77	0.75
50	69.900 69.780	64	50	28.0	25.0	17.72	25.5	1.57 1.52	1.50

^a Ver ISO 286-2.[2]

I.2.5 La figura I.6 ilustra el perturbador de flujo de un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones indicadas en la tabla I.4.



Rugosidad en toda la superficie maquinada 3.2 μm

Figura I.6. — Perturbador de flujo para un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones indicadas en la tabla I.4.

Tabla I.4 — Dimensiones del perturbador de flujo (elemento 4) de un generador de perturbaciones de tipo roscado (ver la figura I.6)

DN	A(d10 a)	B	C	D	E	F	G
15	29.935 29.851	25	15	13.125	10.5	7.5	7.5
20	35.920 35.820	31	20	17.500	13.0	10.0	5.0
25	41.920 41.820	38	25	21.875	15.5	12.5	6.0
32	51.900 51.780	46	32	28.000	19.0	16.0	6.0
40	59.900 59.780	52	40	35.000	23.0	20.0	6.0
50	69.900 69.780	64	50	43.750	28.0	25.0	6.0
^a Ver la norma ISO 286-2:[2]							

I.2.6 La figura I.7 ilustra el empaque de un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones indicadas en la tabla I.5.

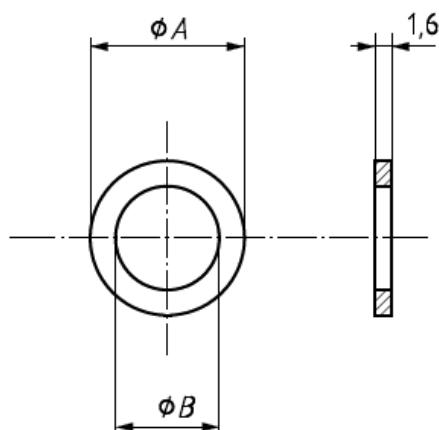
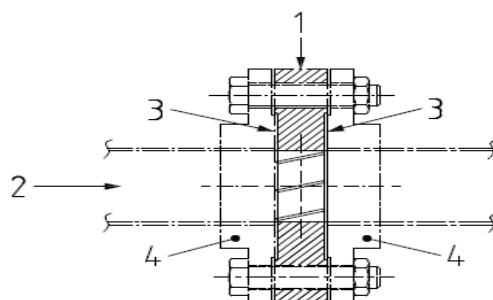


Figura I.7 — Empaque de un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones indicadas en la tabla I.5.

Tabla I.5 — Dimensiones del empaque (elemento 5) de un generador de perturbaciones de tipo roscado (ver la figura I.7)

DN	A	B
15	24.5	15.5
20	30.5	20.5
25	37.5	25.5
32	45.5	32.5
40	51.5	40.5
50	63.5	50.5

I.2.7 La figura I.8 ilustra un montaje de unidades de generador de remolinos para un generador de perturbaciones de tipo plaqueta.

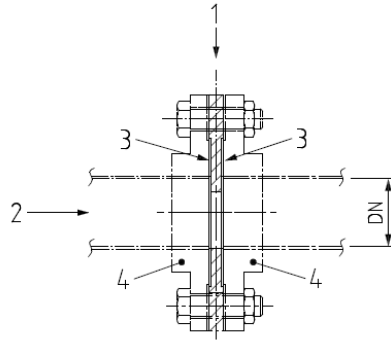


Convenciones

Elemento	Descripción	Cantidad	Material
1	generador de remolinos	1	acero inoxidable
2	flujo	-	-
3	empaque	2	fibra
4	longitud recta con brida (ISO 7005-2 ^[3] ó ISO 7005-3 ^[4])	4	acero inoxidable

Figura I.8 — Generador de perturbaciones tipo plaqueta. Montaje de unidades de generador de remolinos: Perturbador tipo 1 - generador de remolinos con giro a la izquierda; perturbador tipo 2 - generador de remolinos con giro a la derecha

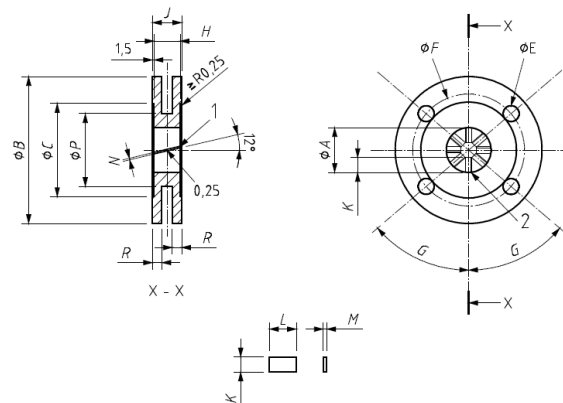
I.2.8 La figura I.9 ilustra un montaje de unidades de perturbación de perfil de velocidad para un generador de perturbaciones tipo plaqueta.



Elemento	Descripción	Cantidad	Material
1	perturbador de flujo	1	acero inoxidable
2	flujo	-	-
3	empaque	2	fibra
4	longitud recta con brida (ISO 7005-2 ^[3] o ISO 7005-3 ^[4])	4	acero inoxidable

Figura I.9 — Generador de perturbaciones de tipo plaqueta. Montaje de unidades de perturbación de perfil de velocidad: perturbador tipo 3 -Perturbador de flujo con perfil de velocidad

I.2.9 La figura I.10 ilustra el generador de remolinos de un generador de perturbaciones de tipo plaqueta, con las dimensiones indicadas en la tabla I.6.



Convenciones

1 8 ranuras a igual distancia para colocar las cuchillas

2 cuchillas para fijar (con soldadura)

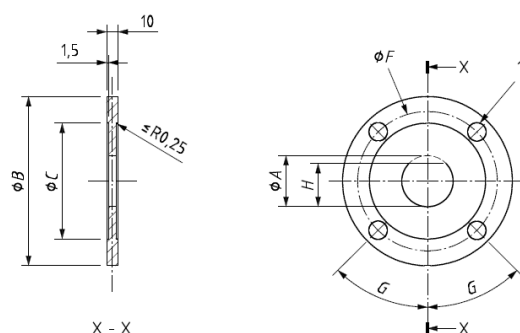
3 detalle de la cuchilla

Figura I.10 — Generador de remolinos para un generador de perturbaciones de tipo plaqueta, con las dimensiones indicadas en la tabla I.6.

Tabla I.6 — Dimensiones del generador de remolinos (elemento 1) de un generador de perturbaciones de tipo plaqueta (ver la figura I.10)

DN	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R
50	50	165	10 4	4	18	125	45°	25	28	16.9	25.5	1.5	1.57 1.52	—	—
65	65	185	12 4	4	18	145	45°	33	36	21.9	33.4	1.5	1.57 1.52	—	—
80	80	200	13 9	8	18	160	22 ½ °	40	43	26.9	40.6	1.5	1.57 1.52	—	—
100	100	220	15 9	8	18	180	22 ½ °	50	53	33.6	50.8	1.5	1.57 1.52	—	—
125	125	250	18 9	8	18	210	22 ½ °	63	66	41.9	64.1	1.5	1.57 1.52	—	—
150	150	285	21 4	8	22	240	22 ½ °	75	78	50.3	76.1	3.0	3.07 3.02	195	22
200	200	340	26 9	8	22	295	22 ½ °	100	103	66.9	101 6	3.0	3.07 3.02	245	24
250	250	395	32 4	1 2	22	350	15°	125	128	83.6	127 2	3.0	3.07 3.02	295	26
300	300	445	37 4	1 2	22	400	15°	150	153	100 3	152 7	3.0	3.07 3.02	345	28
400	400	565	48 2	1 6	27	515	11 1/4°	200	203	133 6	203 8	3.0	3.07 3.02	445	30
500	500	670	58 7	2 0	27	620	9°	250	253	166 9	255 0	3.0	3.07 3.02	545	32
600	600	780	68 7	2 0	30	725	9°	300	303	200 3	306 1	3.0	3.07 3.02	645	34
800	800	1015	91 2	2 4	33	950	7 ½ °	400	403	266 9	408 3	3.0	3.07 3.02	845	36

I.2.10 La figura I.11 ilustra el perturbador de flujo de un generador de perturbaciones de tipo plaqueta, con las dimensiones indicadas en la tabla I.7.



Convenciones

1 D orificios de ϕE

Tolerancia en toda la superficie maquinada, 3.2 μm

Figura I.11 — Perturbador de flujo de un generador de perturbaciones de tipo plaqueta, con las dimensiones indicadas en la tabla I.7

Tabla I.7 — Dimensiones del perturbador de flujo (elemento 2) de un generador de perturbaciones de tipo plaqueta (ver la figura I.11)

DN	A	B	C	D	E	F	G	H
50	50	165	104	4	18	125	45°	43.8
65	65	185	124	4	18	145	45°	56.9
80	80	200	139	8	18	160	22 ½ °	70.0
100	100	220	159	8	18	180	22 ½ °	87.5
125	125	250	189	8	18	210	22 ½ °	109.4
150	150	285	214	8	22	240	22 ½ °	131.3
200	200	340	269	8	22	295	22 ½ °	175.0
250	250	395	324	12	22	350	15°	218.8
300	300	445	374	12	22	400	15°	262.5
400	400	565	482	16	27	515	11 ¼ °	350.0
500	500	670	587	20	27	620	9°	437.5
600	600	780	68	20	30	725	9°	525.0
800	800	1015	912	24	33	950	7 ½ °	700.0

I.2.11 La figura I.12 ilustra el empaque de un generador de perturbaciones de tipo plaqueta, con las dimensiones indicadas en la tabla I.8.

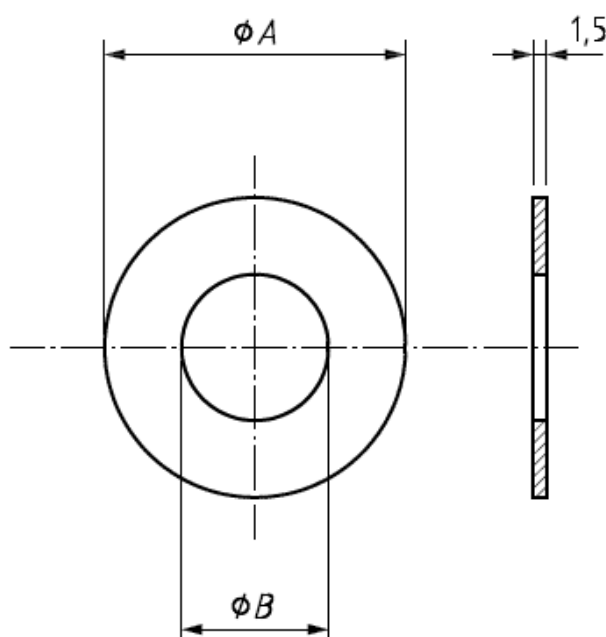


Figura I.12 — Empaque de un generador de perturbaciones de tipo plaqueta, con las dimensiones indicadas en la tabla I.8.

Tabla I.8 — Dimensiones del empaque (elemento 3) de un generador de perturbaciones de tipo plaqueta (ver la figura I.12)

DN	A	B
50	103.5	50.5
65	123.5	65.5
80	138.5	80.5
100	158.5	100.5
125	188.5	125.5
150	213.5	150.5
200	268.5	200.5
250	323.5	250.5
300	373,5	300.5
400	481.5	400.5
500	586.5	500.5
600	686.5	600.5
800	911.5	800.5

Bibliografía

- [1] ISOISO 5167-1: 2009, *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 1: General principles and requirements*
- [2] NOP-PM-CA-028/V 3.0, *Medidores domiciliarios de agua potable fría*
- [3] NTC 1063-3: 2007, Medición del flujo de agua en conductos cerrados a sección llena. Medidores para agua potable fría y agua caliente. Parte 3: equipos y métodos de ensayo
- [4] NSO 23.46.03, Medición de flujo de agua en conductos cerrados totalmente llenos. Medidores para agua potable fría y caliente. Parte 1. Equipos y métodos de ensayo