PROYECTO DE NORMA METROLÓGICA PERUANA

PNMP 005-1
2018

Dirección de Metrología - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27) Lima, Perú

MEDIDORES DE AGUA PARA AGUA POTABLE FRÍA Y AGUA CALIENTE.
Parte 1: Requisitos metrológicos y técnicos.

WATER METERS FOR COLD POTABLE WATER AND HOT WATER
Part 1: Metrological and technical requirements

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

2018-01-29
3ª Edición

Este documento se encuentra en etapa de estudio, sujeto a posible cambio. Basado en 63 páginas
No debe ser usado como Norma Metrológica Peruana

I.C.S.: 91.140.60
Descriptores: Metrología, flujo, medición de flujo, medidores de agua, agua potable fría, agua caliente.

ÍNDICE

PREFACIO ..... *iv*

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 1

2 REFERENCIAS NORMATIVAS 1

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES 2

3.1 Medidor de agua y sus componentes 2

3.2 Características metrológicas 6

3.3 Condiciones de funcionamiento 9

3.4 Condiciones de ensayo 11

3.5 Equipos electrónicos y eléctricos 14

4. REQUISITOS METROLÓGICOS 16

4.1. Valores de Q_1, Q_2, Q_3 y Q_4 16

4.2. Clase de exactitud y error máximo permitido 17

4.3. Requisitos para medidores y dispositivos auxiliares 20

5. Medidores de agua equipados con dispositivos electrónicos 22

5.1. Requisitos generales 22

5.2. Fuente de alimentación 23

6. REQUISITOS TÉCNICOS 25

6.1. Materiales y construcción de medidores de agua 25

6.2. Ajuste y corrección 26

6.3. Condiciones de instalación 27

6.4. Condiciones nominales de funcionamiento 29

6.5. Pérdida de presión 29

6.6. Marcas e inscripciones 30

6.7. Dispositivo indicador 33

6.8. Dispositivos de protección 39

7. CONTROLES METROLÓGICOS 40

7.1. Condiciones de referencia 40

7.2. Evaluación y aprobación de modelo 41

7.3. Verificación inicial 50

ANEXOS

A ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO DE MEDIDORES DE AGUA CON DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS 52

A.1 Generalidades 52

A.2 Clasificación ambiental 52

A.3 Ambientes electromagnéticos 53

A.4 Evaluación y aprobación de modelo de una calculadora 53

A.5 Ensayos de funcionamiento 54

B. SISTEMAS DE VERIFICACIÓN 55

B.1 Acciones de los sistemas de verificación 55
B.2 Sistemas de verificación del transductor de medición 56
B.3 Sistemas de verificación de la calculadora 58
B.4 Sistema de verificación del dispositivo indicador 59
B.5 Sistemas de verificación de dispositivos auxiliares 60
B.6 Sistemas de verificación de los instrumentos de medición asociados 61
C. ERRORES PERMITIDOS DURANTE EL FUNCIONAMIENTO Y LA VERIFICACIÓN POSTERIOR 62
BIBLIOGRAFÍA 63

---oooOooo---

PREFACIO

A. Reseña histórica

A.1 La Dirección de Metrología de INACAL, se ha basado en la Recomendación Internacional OIML R 49-1:2013 “Water meters for cold potable water and hot water — Part 1: Metrological and technical requirements”, para obtener el Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005-1:2018 MEDIDORES DE AGUA PARA AGUA POTABLE FRÍA Y AGUA CALIENTE. Parte 1: Requisitos metrológicos y técnicos.

A.2 El presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana ha sido elaborado mediante un “Sistema de Adopción” de elaboración de Normas Metrológicas Peruanas, de acuerdo a lo establecido en el literal “A)” del artículo 9 del “Procedimiento de Elaboración y Aprobación de Normas Metrológicas Peruanas” - 1ra edición, aprobado mediante resolución N° 002-2012/SNM-INDECOPI y publicado el 17 de mayo de 2012.

A.3 El presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana presenta cambios editoriales y estructurales de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

---oooOooo---

MEDIDORES DE AGUA PARA AGUA POTABLE FRÍA Y AGUA CALIENTE.
Parte 1: Requisitos metrológicos y técnicos

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana especifica los requisitos metrológicos y técnicos aplicables a los medidores de agua potable fría y agua caliente que circula por un conducto cerrado completamente lleno. Estos medidores de agua incorporan dispositivos que indican el volumen integrado.

Además de los medidores de agua cuyo funcionamiento se basa en los principios mecánicos, el presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana, aplica a los dispositivos cuyo funcionamiento se basa en un principio eléctrico o electrónico, así como a un funcionamiento mecánico que incluye dispositivos electrónicos utilizados para medir el volumen suministrado de agua potable fría y agua caliente.

Asimismo, el presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana aplica a dispositivos auxiliares electrónicos. Los dispositivos auxiliares son opcionales. Sin embargo, es posible que se vuelvan obligatorios algunos dispositivos auxiliares en relación con el uso de los medidores de agua.

Los temas relacionado a las “características técnicas (tamaño, dimensiones, conexión roscada, conexión embridada,…) y a los requisitos de instalación de medidores de agua”; se encuentran especificadas en la ISO 4064-4:2014 y ISO 4064-5:2015, respectivamente.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en forma parcial, se mencionan de manera normativa en el presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana y son indispensables para su aplicación. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento citado (incluyendo las eventuales modificaciones).

- PNMP 005-2:2018, *Medidores de agua para agua potable fría y agua caliente*

— *Parte 2: Métodos de ensayo.*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines del presente documento, se aplican las siguientes definiciones.

NOTA Esta terminología se ajusta a la utilizada en la VIM 2012 (INACAL)[1], VIML 2013 (INACAL)[2] y OIML D 11[3]. Aquí se mencionan versiones modificadas de algunos términos definidos en las Referencias [1]–[3].

3.1. Medidor de agua y sus componentes

3.1.1. medidor de agua: instrumento destinado a medir de manera continua, memorizar y visualizar el volumen de agua que pasa por el transductor de medición en las condiciones de medición.

Nota 1: Un medidor de agua incluye por lo menos un transductor de medición, una calculadora (incluyendo los dispositivos de ajuste o de corrección si están presentes) y un dispositivo indicador. Estos tres dispositivos pueden encontrarse en cubiertas diferentes.

Nota 2: Un medidor de agua puede ser un medidor de combinación (ver 3.1.16).

Nota 3: En esta Norma Internacional, a un medidor de agua también se le denomina "medidor".

3.1.2. transductor de medición: parte del medidor que transforma el caudal o volumen de agua a medir en señales que se transmiten a la calculadora, e incluye el sensor.

Nota: El transductor de medición puede funcionar de manera autónoma o utilizar una fuente de alimentación eléctrica externa y puede basarse en un principio mecánico, eléctrico o electrónico.

3.1.3. sensor: elemento de un medidor directamente afectado por la acción del fenómeno, cuerpo o sustancia portador de la magnitud a medir.

[FUENTE: VIM 2012 (INACAL), 3.8, modificada — Se sustituye “sistema de medición” por "medidor"].

Nota: En el caso de un medidor de agua, el sensor puede ser un disco, pistón, rueda, elemento de turbina, los electrodos de un medidor electromagnético u otro elemento. El elemento detecta el caudal o volumen de agua que pasa por el medidor, y se le denomina “sensor de flujo” o “sensor de volumen”.

3.1.4. calculadora: parte del medidor que transforma las señales de salida provenientes del(los) transductor(es) de medición y, posiblemente, de instrumentos de medición asociados, y, si es apropiado, almacena los resultados en la memoria hasta que se utilicen.

Nota 1: El sistema de engranaje de un medidor mecánico se considera como la calculadora de ese medidor.

Nota 2: La calculadora puede estar provista de sistemas de comunicación de emisión y recepción con los dispositivos auxiliares.

3.1.5. dispositivo indicador: parte del medidor que proporciona una indicación correspondiente al volumen de agua que pasa por el medidor

Nota: Para conocer la definición del término “indicación”, ver la VIM 2012 (INACAL), 4.1.

3.1.6. dispositivo de ajuste: parte del medidor que permite ajustar el medidor de modo que la curva de error de este último se desplace generalmente paralela a sí misma, para hacer que los errores se encuentren dentro de los límites del error máximo permitido

Nota: Para conocer la definición del término “ajuste de un sistema de medición”, ver la VIM 2012 (INACAL), 3.11.

3.1.7. dispositivo de corrección: dispositivo conectado o integrado al medidor para la corrección automática del volumen de agua en las condiciones de medición, tomando en cuenta el caudal y/o las características del agua que se debe medir, y las curvas de calibración preestablecidas

Nota 1: Las características del agua, por ejemplo, la temperatura y la presión, pueden medirse utilizando

instrumentos de medición asociados o almacenarse en una memoria del medidor.

Nota 2: Para conocer la definición del término "corrección", ver la VIM 2012 (INACAL), 2.53.

3.1.8. dispositivo auxiliar: dispositivo destinado a realizar una función específica, directamente implicada en la elaboración, la transmisión o la visualización de los valores medidos

Nota 1: Para conocer la definición del término "valor medido", ver la VIM 2012 (INACAL), 2.10.

Nota 2: Los principales dispositivos auxiliares son:

a) dispositivo de puesta a cero;

b) dispositivo indicador de precio;

c) dispositivo indicador de repetición;

d) dispositivo de impresión;

e) dispositivo de memoria;

f) dispositivo de control de tarificación;

g) dispositivo de predeterminación;

h) dispositivo de autoservicio;

i) detector de movimiento del sensor de flujo (para detectar el movimiento del sensor de flujo antes de que sea claramente visible en el dispositivo indicador);

j) dispositivo de lectura a distancia (que pueda incorporarse de forma permanente o añadirse

temporalmente).

Nota 3: Dependiendo de la legislación nacional, los dispositivos auxiliares pueden estar sujetos a un control metrológico legal.

3.1.9. dispositivo de control de tarificación: dispositivo que asigna los valores medidos a diferentes registros, en función de la tarificación u otros criterios, teniendo cada registro la posibilidad de ser leído individualmente

3.1.10. dispositivo de predeterminación: dispositivo que permite seleccionar la cantidad de agua a medir y que detiene automáticamente el flujo de agua después de haber medido la cantidad seleccionada

3.1.11. instrumento de medición asociado: instrumento conectado a la calculadora o el dispositivo de corrección para medir una cantidad de agua característica, con miras a realizar una corrección y/o conversión

3.1.12. medidor para dos socios constantes: medidor que se instala de forma permanente y se utiliza únicamente para las entregas entre un proveedor y un cliente

3.1.13. medidor en línea: tipo de medidor instalado en un conducto cerrado mediante las conexiones finales proporcionadas con el medidor

Nota: Las conexiones finales pueden ser roscadas o con bridas.

3.1.14. medidor completo: medidor cuyo transductor de medición, calculadora y dispositivo indicador no son separables

3.1.15. medidor combinado: medidor cuyo transductor de medición, calculadora y dispositivo indicador son separables

3.1.16. medidor de combinación: medidor compuesto de un medidor grande, un medidor pequeño y un dispositivo de conmutación que, dependiendo de la magnitud del caudal que pasa por el medidor, conduce automáticamente el agua por el medidor pequeño, el medidor grande o ambos

Nota: La lectura del medidor se obtiene a partir de dos totalizadores independientes o de un totalizador que suma los valores de los dos medidores de agua.

3.1.17. equipo sometido a ensayo (ESE): medidor completo, subconjunto o dispositivo auxiliar sometido a un ensayo

3.1.18. medidor concéntrico tipo de medidor que se instala en un conducto cerrado mediante un múltiple

Nota: Los conductos de entrada del medidor y de salida del múltiple son coaxiales a la altura de su unión.

3.1.19. múltiple del medidor concéntrico: accesorio de tubería específico para la conexión de un medidor concéntrico

3.1.20. medidor de cartuchos: tipo de medidor instalado en un conducto cerrado mediante un accesorio intermedio llamado interfaz de conexión

Nota: Los conductos de entrada del medidor y de salida de la interfaz de conexión son concéntricos o axiales según se especifica en ISO 4064-4.

3.1.21. interfaz de conexión del medidor de cartuchos: accesorio de tubería específico para la conexión de un medidor de cartuchos axial o concéntrico

3.1.22. medidor con módulo metrológico intercambiable: medidor con un caudal permanente ≥ 16 m^3/h, compuesto de una interfaz de conexión y un módulo metrológico intercambiable provenientes de la misma aprobación de modelo

3.1.23. módulo metrológico intercambiable: módulo autónomo compuesto de un transductor de medición, una calculadora y un dispositivo indicador

3.1.24. interfaz de conexión para medidores equipados con módulos metrológicos intercambiables: accesorio de tubería específico para la conexión de módulos metrológicos intercambiables

3.2. Características metrológicas

3.2.1. volumen real (V_a): volumen total de agua que pasa por el medidor, independientemente del tiempo tomado

Nota 1: Se trata del mensurando.

Nota 2: El volumen real se calcula a partir de un volumen de referencia determinado por un patrón de medición adecuado, tomando en cuenta las diferencias de las condiciones de medición, según corresponda.

3.2.2. volumen indicado (Vi): volumen de agua indicado por el medidor, correspondiente al volumen real

3.2.3. indicación primaria: indicación sujeta a un control metrológico legal

3.2.4. error: valor medido de una magnitud menos un valor de referencia

[FUENTE: VIM 2012 (INACAL), 2.16]

Nota 1: Para la aplicación del presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana, el volumen indicado se considera como la cantidad medida y el volumen real como la cantidad de referencia. A la diferencia entre el volumen indicado y el volumen real se le denomina error (de indicación).

Nota 2: En este PNMP, el error (de indicación) se expresa en porcentaje del volumen real y es igual a: $\frac{(V_i - V_a)}{V_a} \times 100\ \%$

3.2.5. error máximo permitido EMP: valor extremo del error de medición, con respecto a un valor de referencia conocido, que es permitido por las especificaciones o reglamentaciones para un medidor dado

[FUENTE: VIM 2012 (INACAL), 4.26, modificada — Se sustituye “medición, instrumento de medición o sistema de medición” por “medidor”].

3.2.6. error intrínseco: error de un medidor determinado en las condiciones de referencia

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.8, modificada — Se sustituye “instrumento de medición” por “medidor”].

3.2.7. error intrínseco inicial: error intrínseco de un medidor determinado antes de los ensayos de funcionamiento y las evaluaciones de durabilidad

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.9, modificada — Se sustituye “instrumento de medición” por "medidor"].

3.2.8. falla: diferencia entre el error (de indicación) y el error intrínseco de un medidor

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.10, modificada — Se ha colocado "de indicación" entre paréntesis; se sustituye “instrumento de medición” por "medidor"].

3.2.9. falla significativa: falla cuyo valor es superior al valor especificado en el presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana.

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.12, modificada — Se sustituye “la Recomendación pertinente” por “esta parte del PNMP 005”.]

Nota: Ver 5.1.2, que especifica el valor de una falla significativa.

3.2.10. durabilidad: capacidad de un medidor para mantener sus características de desempeño durante un período de uso

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.18, modificada — Se sustituye “instrumento de medición” por "medidor"].

3.2.11. condiciones de Medición: condiciones del agua, cuyo volumen se debe medir, en el punto de medición

EJEMPLO Temperatura y presión del agua.

3.2.12. primer elemento de un dispositivo indicador: elemento que, en un dispositivo indicador compuesto de varios elementos, lleva la escala graduada con el intervalo de escala de verificación

3.2.13. intervalo de **escala de verificación:** división de escala más pequeña del primer elemento de un dispositivo indicador

3.2.14. resolución de un dispositivo visualizador: diferencia más pequeña entre indicaciones visualizadas, que puede distinguirse de forma significativa.

[FUENTE: VIM 2012 (INACAL), 4.15]

Nota: Para un dispositivo indicador digital, se trata del cambio de indicación cuando la cifra menos significativa cambia en una etapa.

3.3. Condiciones de funcionamiento

3.3.1. Caudal (Q): $Q = \mathrm{d}V/\mathrm{d}t$ donde V es el volumen real y t es el tiempo transcurrido para que este volumen pase por el medidor.

Nota 1 de la entrada: En ISO 4006:1991[4], 4.1.2, se prefiere el uso del símbolo qv para esta cantidad, pero en esta Norma Internacional se utiliza Q porque está bien establecido en la industria.

3.3.2. caudal permanente (Q_3): caudal más alto dentro de las condiciones nominales de funcionamiento, para el cual el medidor debe funcionar dentro de los límites del error máximo permitido.

Nota 1: En este Proyecto de Norma Metrológica Peruana, el caudal se expresa en m3/h. Ver 4.1.3.

3.3.3. caudal de sobrecarga (Q_4): caudal más alto para el cual el medidor debe funcionar durante un corto período dentro de los límites del error máximo permitido,

manteniendo a la vez su desempeño metrológico cuando se lo hace funcionar posteriormente dentro de las condiciones nominales de funcionamiento

3.3.4. caudal de transición (Q_2): caudal que se produce entre el caudal permanente y el caudal mínimo, dividiendo el alcance de caudal en dos zonas, la "zona superior de caudal" y la "zona inferior de caudal", cada una de las cuales se caracteriza por sus propios errores máximos permitidos.

3.3.5. caudal mínimo (Q_1): caudal más bajo para el cual el medidor debe funcionar dentro de los límites del error máximo permitido.

3.3.6. caudal de conmutación del medidor de combinación (Q_x): caudal para el cual el flujo del medidor más grande se detiene con el caudal decreciente (Q_{x1}) o se inicia con el caudal creciente (Q_{x2}).

3.3.7. temperatura mínima admisible (TmA): temperatura mínima del agua que un medidor puede resistir de forma permanente, dentro de sus condiciones nominales de funcionamiento, sin el deterioro de su desempeño metrológico.

Nota: La TmA es el límite inferior de las condiciones nominales de funcionamiento para la temperatura.

3.3.8. temperatura máxima admisible (TMA) temperatura máxima del agua que un medidor puede resistir de forma permanente, dentro de sus condiciones nominales de funcionamiento, sin el deterioro de su desempeño metrológico.

Nota: La TMA es el límite superior de las condiciones nominales de funcionamiento para la temperatura.

3.3.9. presión máxima admisible (PMA): presión interna máxima que un medidor puede resistir de forma permanente, dentro de sus condiciones nominales de funcionamiento, sin el deterioro de su desempeño metrológico.

3.3.10. temperatura de trabajo (T_w): temperatura del agua en la tubería, medida aguas arriba del medidor.

3.3.11. presión de trabajo (p_w): presión (manométrica) promedio del agua en la tubería, medida aguas arriba y aguas abajo del medidor.

3.3.12. pérdida de presión (Δp): disminución irrecuperable de presión, con un determinado caudal, causada por la presencia del medidor en la tubería.

3.3.13. caudal de ensayo: caudal medio durante un ensayo, calculado a partir de las indicaciones de un dispositivo de referencia calibrado.

3.3.14. diámetro nominal (DN): designación alfanumérica de dimensión de los componentes de una red de tuberías, que se utiliza para fines de referencia.

Nota 1: El diámetro nominal se indica con las letras DN seguidas de un número entero adimensional que está indirectamente relacionado con las dimensiones reales, en milímetros, del calibre o del diámetro exterior de las conexiones finales.

Nota 2: El número que viene después de las letras DN, no representa un valor medible y no debería utilizarse para fines de cálculo, salvo si la norma pertinente lo especifica.

Nota 3: En las normas que utilizan el sistema de designación DN, se debería indicar cualquier relación entre DN y las dimensiones de los componentes, por ejemplo, DN/DE o DN/DI.

3.4. Condiciones de ensayo

3.4.1. magnitud de influencia: magnitud que, en una medición directa, no afecta a la magnitud que realmente se está midiendo, pero sí afecta a la relación entre la indicación y el resultado de medición.

[FUENTE: VIM 2012 (INACAL), 2.52]

EJEMPLO: La temperatura ambiente del medidor es una magnitud de influencia, mientras que la temperatura del agua que pasa por el medidor, afecta el mensurando.

3.4.2. factor de influencia: magnitud de influencia cuyo valor se encuentra dentro de las condiciones nominales de funcionamiento de un medidor especificadas en

el presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana.

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.15.1, modificado — Se sustituye “instrumento de medición” por "medidor"; se sustituye “la Recomendación pertinente” por “el presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana”]

3.4.3. perturbación: magnitud de influencia cuyo valor se encuentra dentro de los límites especificados en el presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana pero fuera de las condiciones nominales de funcionamiento especificadas del medidor

[FUENTE: OIML D 11:2004, 3.15.2, modificada — Se sustituye "la Recomendación pertinente" por “el presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana”; se sustituye ·instrumento de medición" por “medidor”]

Nota: Una magnitud de influencia es una perturbación si no se especifican las condiciones nominales de funcionamiento para esa magnitud de influencia.

3.4.4. condición nominal de funcionamiento (CNF): condición de funcionamiento que requiere cumplimiento durante una medición para que un medidor funcione conforme a su diseño.

[FUENTE: VIM 2012 (INACAL), 4.9, modificada — Se sustituye “que debe cumplirse” por “que requiere cumplimiento”; se sustituye "instrumento de medición o sistema de medición" por "medidor"]

Nota: Las condiciones nominales de funcionamiento especifican los intervalos del caudal y de las magnitudes de influencia para los cuales los errores (de indicación) deben encontrarse dentro de los límites del error máximo permitido.

3.4.5. condición de referencia: condición de funcionamiento prescrita para evaluar el comportamiento de un medidor o para comparar los resultados de medición

[FUENTE: VIM 2012 (INACAL), 4.11, modificada — Se sustituye “instrumento de medición o sistema de medición” por “medidor”]

3.4.6. ensayo de funcionamiento: ensayo diseñado para verificar si el equipo

sometido a ensayo es capaz de cumplir sus funciones previstas

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.21.4]

3.4.7. ensayo de durabilidad: ensayo diseñado para verificar que el equipo sometido a ensayo es capaz de mantener sus características de funcionamiento durante un período de uso

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.21.5]

3.4.8. estabilidad de la temperatura: condición según la cual todas las partes del equipo sometido a ensayo tienen una temperatura con un margen de error de 3 °C la una respecto de la otra, o en caso que se indique lo contrario en la especificación pertinente, respecto de su temperatura final.

3.4.9. preacondicionamiento: tratamiento del equipo sometido a ensayo con el objeto de eliminar o contrarrestar parcialmente los efectos de sus antecedentes.

Nota: Cuando proceda, se trata del primer proceso de un procedimiento de ensayo**.**

3.4.10. acondicionamiento: exposición del equipo sometido a ensayo a una condición ambiental (factor de influencia o perturbación) para determinar el efecto de dicha condición sobre éste

3.4.11. recuperación: tratamiento del equipo sometido a ensayo, después del acondicionamiento, para que sus propiedades puedan estabilizarse antes de la medición

3.4.12. evaluación de modelo / evaluación de tipo: procedimiento de evaluación de la conformidad de una o varias muestras de un modelo identificado del instrumento de medición que conduce a un informe de evaluación y/o un certificado de evaluación.

Nota: En metrología legal, el término “modelo” se utiliza con el mismo significado que “tipo”.

[FUENTE: VIML 2013 (INACAL), 2.04, modificada — Se sustituye "evaluación de

tipo (de modelo)" por el término sinónimo "evaluación de tipo" y "evaluación de modelo"; se sustituye "tipo (modelo)" por “tipo o modelo”]

3.4.13. aprobación de modelo: decisión de alcance legal, basada en la revisión del informe de evaluación de modelo, según la cual el modelo de instrumento de medición cumple con los requisitos reglamentarios aplicables y que conduce a la emisión del certificado de aprobación de modelo.

[FUENTE: VIML 2013 (INACAL), 2.05]

3.5. Equipos electrónicos y eléctricos

3.5.1. dispositivo electrónico: dispositivo que utiliza subconjuntos electrónicos y realiza una función específica, generalmente fabricado como una unidad separada y susceptible de ser ensayado independientemente.

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.2, modificada — Se sustituye "función. Los dispositivos electrónicos por lo general son fabricados como unidades separadas y son susceptibles de" por “función, generalmente fabricado como una unidad separada y susceptible de"]

Nota: Un dispositivo electrónico puede consistir de un medidor completo o una parte de un medidor, tal como se define en 3.1.1 a 3.1.5 y 3.1.8.

3.5.2. subconjunto electrónico: parte de un dispositivo electrónico que utiliza componentes electrónicos y tiene una función que le es reconocida

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.3]

3.5.3. componente electrónico: entidad física más pequeña que utiliza la conducción por electrones o por huecos en los semiconductores, los gases o en el vacío

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.4]

3.5.4. sistema de verificación: sistema incorporado en el medidor y que permite detectar y poner en evidencia fallas significativas

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.19, modificada — Se sustituye “instrumento de medición” por "medidor"]

Nota: La verificación de un dispositivo de transmisión tiene como objetivo verificar si toda la información transmitida (y solo esa información) es recibida completamente por el equipo receptor.

3.5.5. sistema de verificación automático: sistema de verificación que funciona sin la intervención de un operador

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.19.1]

3.5.6. sistema de verificación automático permanente / sistema de verificación automático de tipo P: sistema de verificación automático que funciona durante cada ciclo de medición

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.19.1.1, modificada — Presentación de sinónimos]

3.5.7. sistema de verificación automático intermitente / sistema de verificación automático de tipo I: sistema de verificación automático que funciona a ciertos intervalos de tiempo o durante un número determinado de ciclos de medición.

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.19.1.2, modificada — Presentación de sinónimos]

3.5.8. sistema de verificación no automático / sistema de verificación de tipo N: sistema de verificación que requiere la intervención de un operador.

[FUENTE: OIML D 11:2013, 3.19.2, modificada — Presentación de sinónimos]

4. REQUISITOS METROLÓGICOS

4.1. Valores de Q_1, Q_2, Q_3 y Q_4

4.1.1 Las características del caudal de un medidor de agua deben estar definidas por los valores de Q_1, Q_2, Q_3 y Q_4.

4.1.2 Un medi+dor de agua debe estar designado por el valor numérico de Q_3 en m^3/h y la relación Q_3/Q_1.

4.1.3 El valor de Q_3, expresado en m3/h, debe seleccionarse a partir de la siguiente lista:

1	**1,6**	**2,5**	**4**	**6,3**
10	**16**	**25**	**40**	**63**
100	**160**	**250**	**400**	**630**
1 000	**1 600**	**2 500**	**4 000**	**6 300**

La lista puede ampliarse a valores más altos o más bajos de la serie.

4.1.4 El valor de la relación Q_3/Q_1 debe seleccionarse a partir de la siguiente lista:

40	**50**	**63**	**80**	**100**
125	**160**	**200**	**250**	**315**
400	**500**	**630**	**800**	**1 000**

La lista puede ampliarse a valores más altos de la serie.

NOTA Los valores indicados en 4.1.3 y 4.1.4 se han tomado de las líneas R 5 y R 10 de

ISO 3[4], respectivamente.

4.1.5 La relación Q_2/Q_1 debe ser 1,6.

4.1.6 La relación Q_4/Q_3 debe ser 1,25.

4.2. Clase de exactitud y error máximo permitido

4.2.1. Generalidades

Un medidor de agua debe estar diseñado y fabricado de tal modo que sus errores (de indicación) no sobrepasen los errores máximos permitidos (EMP) definidos en 4.2.2 o 4.2.3 en las condiciones nominales de funcionamiento.

Un medidor de agua debe estar designado como clase de exactitud 1 o 2, de acuerdo con los requisitos de 4.2.2 o 4.2.3, ver comentarios del Anexo C.

El fabricante del medidor debe especificar la clase de exactitud.

4.2.2. Medidores de agua de la clase de exactitud 1

El EMP de la zona superior de caudal ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) es ± 1 % para temperaturas de 0,1 °C a 30 °C, y ± 2 % para temperaturas superiores a 30 °C.

El EMP de la zona inferior de caudal ($Q_1 \leq Q < Q_2$) es ± 3 % independientemente del alcance de temperatura.

4.2.3. Medidores de agua de la clase de exactitud 2

El EMP de la zona superior de caudal ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) es ± 2 % para temperaturas de 0,1°C a 30 °C, y ± 3 % para temperaturas superiores a 30 °C.

El EMP de la zona inferior de caudal ($Q_1 \leq Q < Q_2$) es ± 5 % independientemente del alcance de temperatura.

4.2.4. Clases de temperatura del medidor

Los medidores pueden clasificarse por clases de temperatura correspondientes a los diferentes alcances, seleccionadas por el fabricante de entre los valores indicados en la Tabla 1.

Se debe medir la temperatura del agua en la entrada del medidor.

Tabla 1 — Clases de temperatura del medidor

Clase	TmA	TMA
T30	0,1	30
T50	0,1	50
T70	0,1	70
T90	0,1	90
T130	0,1	130
T180	0,1	180
T30/70	30	70
T30/90	30	90
T30/130	30	130
T30/180	30	180

4.2.5. Medidores de agua con calculadora y transductor de medición separables

La calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) y el transductor de medición (incluyendo el sensor de flujo o sensor de volumen) de un medidor de agua, cuando son separables e intercambiables con otras calculadoras y transductores de medición del mismo diseño o de diseño diferente, pueden ser objeto de aprobaciones de modelo separadas. Los EMP del dispositivo indicador y transductor de medición combinados no deben sobrepasar los valores indicados en 4.2.2 o 4.2.3 según la clase de exactitud del medidor.

4.2.6. Error relativo de indicación

El error relativo (de indicación) se expresa en porcentaje y es igual a:

$$\frac{(V_i - V_a)}{V_a} \times 100\ \%$$

donde V_a es según se define en 3.2.1 y V_i es según se define en 3.2.2.

4.2.7. Flujo inverso

El fabricante debe especificar si el medidor de agua está diseñado o no para medir el flujo inverso.

Si un medidor está diseñado para medir el flujo inverso, el volumen que pasa durante el flujo inverso, debe restarse al volumen indicado o el medidor debe registrarlo por separado. Se debe cumplir el EMP de 4.2.2 o 4.2.3 tanto para el flujo directo como para el flujo inverso. En el caso de medidores diseñados para medir el flujo inverso, el caudal permanente y el alcance de medición pueden ser diferentes en cada dirección.

Si un medidor no está diseñado para medir el flujo inverso, éste debe impedir el flujo inverso o debe soportar el flujo inverso accidental para un caudal de hasta Q_3 sin que sus propiedades metrológicas en flujo directo se deterioren o cambien.

4.2.8. Temperatura y presión del agua

Los requisitos referentes a los EMP deben cumplirse para todas las variaciones de temperatura y presión que se produzcan dentro de las condiciones nominales de funcionamiento de un medidor de agua.

4.2.9. Ausencia de flujo o de agua

La totalización del medidor de agua no debe cambiar en ausencia de flujo o de agua.

4.2.10. Presión estática

Un medidor de agua debe ser capaz de soportar las siguientes presiones de ensayo sin que haya fugas o daños:

a) 1,6 veces la presión máxima admisible aplicada durante 15 min;
b) dos veces la presión máxima admisible aplicada durante 1 min.

4.3. Requisitos para medidores y dispositivos auxiliares

4.3.1. Conexiones entre partes electrónicas

Las conexiones entre el transductor de medición, la calculadora y el dispositivo indicador deben ser confiables y durables de acuerdo con 5.1.4 y B.2.

Estas disposiciones también deben aplicarse a las conexiones entre los dispositivos primario y secundario de los medidores electromagnéticos.

NOTA: Las definiciones de dispositivos primario y secundario de los medidores electromagnéticos se dan en ISO 4006[5].

4.3.2. Dispositivo de ajuste

Un medidor puede estar equipado con un dispositivo de ajuste electrónico, el cual puede reemplazar a un dispositivo de ajuste mecánico.

4.3.3. Dispositivo de corrección

Un medidor puede estar equipado con dispositivos de corrección; estos dispositivos siempre se consideran como una parte integrante del medidor. Por lo tanto, todos los requisitos que se aplican al medidor, en especial los EMP especificados en 4.2, son aplicables al volumen corregido en las condiciones de medición.

En operación normal, no se debe visualizar el volumen no corregido.

Un medidor de agua con dispositivos de corrección debe cumplir con los ensayos de funcionamiento de A.5.

Todos los parámetros que no se miden y que son necesarios para la corrección, deben estar contenidos en la calculadora al inicio de la operación de medición. El certificado de aprobación de modelo puede establecer la posibilidad de verificar los parámetros que son necesarios para la corrección al momento de la verificación del dispositivo de corrección.

El dispositivo de corrección no debe permitir la corrección de una deriva previamente estimada, por ejemplo, en relación con el tiempo o el volumen.

Los instrumentos de medición asociados, si hubiera alguno, deben cumplir con las Normas Internacionales o Recomendaciones OIML aplicables. Su exactitud debe ser lo suficientemente buena para permitir el cumplimiento de los requisitos en el medidor, según se especifica en 4.2.

Los instrumentos de medición asociados deben estar equipados con sistemas de verificación, según se especifica en B.6.

No se deben utilizar dispositivos de corrección para ajustar los errores (de indicación) de un medidor de agua a valores distintos a los más cercanos posible a cero, aunque estos valores se encuentren dentro de los límites del EMP.

No se debe permitir el acondicionamiento del agua con caudales por debajo de Q_1 mediante un dispositivo móvil, por ejemplo, un acelerador de flujo accionado por resorte.

4.3.4. Calculadora

Todos los parámetros necesarios para la elaboración de indicaciones que están sujetos a un control metrológico legal, por ejemplo, una tabla de cálculo o un polinomio de corrección, deben estar presentes en la calculadora al inicio de la operación de medición.

La calculadora debe contar con interfaces que permitan el acoplamiento de equipo periférico.

Cuando se utilizan estas interfaces, el hardware y software de un medidor de agua deben seguir funcionando correctamente y sus funciones metrológicas no deben ser susceptibles de ser afectadas.

4.3.5. Dispositivo indicador

El dispositivo indicador debe visualizar el volumen de forma continua, periódica o cuando se solicite. Debe estar fácilmente disponible para su lectura.

4.3.6. Dispositivos auxiliares

Además de los dispositivos indicadores especificados en 6.7.2, un medidor de agua puede incluir los dispositivos auxiliares especificados en 3.1.8.

Cuando las regulaciones nacionales lo permiten, se puede utilizar un dispositivo de lectura a distancia para el ensayo y la verificación y para la lectura a distancia de un medidor de agua, siempre que otros medios garanticen el funcionamiento satisfactorio del medidor de agua**.**

La adición de estos dispositivos, ya sean temporales o permanentes, no debe cambiar las características metrológicas del medidor.

5. MEDIDORES DE AGUA EQUIPADOS CON DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

5.1. Requisitos generales

5.1.1. Un medidor de agua equipado con dispositivos electrónicos debe estar diseñado y fabricado de tal manera que no ocurran fallas significativas cuando está expuesto a las perturbaciones especificadas en A.5.

5.1.2. Una falla significativa debe tener un valor igual a la mitad del EMP en la zona superior de caudal. Las siguientes fallas no se consideran significativas:

a) fallas que surgen de causas simultáneas y mutuamente independientes en el propio

medidor o en sus sistemas de verificación;

b) fallas transitorias, es decir, variaciones temporales de la indicación que no se pueden interpretar, memorizar o transmitir como un resultado de medición.

5.1.3. Un medidor de agua con dispositivos electrónicos debe estar equipado con los sistemas de verificación especificados en el Anexo B, salvo en el caso de mediciones no reiniciables entre dos socios constantes.

Todos los medidores de agua equipados con sistemas de verificación deben impedir o detectar el flujo inverso, según se especifica en 4.2.7.

5.1.4. Se supone que un medidor de agua cumple con los requisitos de 4.2 y 5.1.1 si supera la inspección de diseño y los ensayos de funcionamiento especificados en 7.2.12.1 y 7.2.12.2 en las siguientes condiciones:

a) el número de medidores presentados se define en 7.2.2;

b) se presenta por lo menos uno de estos medidores para todo el grupo de ensayos;

c) todos los medidores aprueban los ensayos.

5.2. Fuente de alimentación

5.2.1. Generalidades

Esta Norma Internacional contempla tres tipos diferentes de fuentes de alimentación básicas para los medidores de agua con dispositivos electrónicos:

a) fuente de alimentación externa;

b) batería no cambiable;

c) batería cambiable.

Estos tres tipos de fuentes de alimentación pueden utilizarse solos o combinados. Los requisitos para cada tipo de fuente de alimentación se especifican en 5.2.2 a 5.2.4.

5.2.2. Fuente de alimentación externa

5.2.2.1. Un medidor de agua con dispositivos electrónicos debe estar diseñado de tal manera que, en caso de una falla en la fuente de alimentación externa (corriente alterna o corriente continua), la indicación de volumen del medidor justo antes de la falla no se pierda y siga siendo accesible por un año como mínimo.

La correspondiente memorización debe producirse por lo menos una vez al día o para cada volumen equivalente a 10 min de flujo con Q_3.

5.2.2.2. Cualquier otra propiedad o parámetro de un medidor no debe verse afectado por una interrupción del suministro eléctrico.

NOTA El cumplimiento de este requisito no asegura necesariamente que el medidor de agua siga registrando el volumen consumido durante una falla en la fuente de alimentación.

5.2.2.3. Las conexiones de la fuente de alimentación en un medidor deben ser susceptibles de ser protegidas de una manipulación indebida.

5.2.3. Batería no cambiable

5.2.3.1. El fabricante debe asegurarse de que la duración esperada de la batería sea tal que un medidor funcione correctamente durante por lo menos un año más que su vida útil.

5.2.3.2. El medidor debe tener un indicador de tensión baja de la batería o de batería agotada, o una fecha en que éste debe cambiarse. Si la pantalla de registro da una indicación de “tensión baja de la batería”, ésta debe tener por lo menos 180 días de vida útil desde el momento en que visualiza la indicación de "tensión baja de la batería" hasta el término de su vida útil.

NOTA Se prevé que se considerará una combinación de volumen total máximo permitido especificado registrado, volumen visualizado, vida útil indicada, lectura a distancia, temperaturas extremas y, si es necesario, conductividad del agua al especificar una batería y durante la evaluación de modelo.

5.2.4. Batería cambiable

5.2.4.1. Cuando la fuente de alimentación eléctrica es una batería cambiable, el fabricante debe dar reglas precisas para el cambio de la batería.

5.2.4.2. El medidor debe tener un indicador de tensión baja de la batería o de batería agotada, o una fecha en que la batería debe cambiarse. Si la pantalla de registro da una indicación de “tensión baja de la batería”, ésta debe tener por lo menos 180 días de vida útil desde el momento en que visualiza la indicación de "tensión baja de la batería" hasta el término de su vida útil.

5.2.4.3. Las propiedades y parámetros de un medidor no deben verse afectados por la interrupción del suministro eléctrico cuando se cambia la batería.

NOTA Se prevé que se considerará una combinación de volumen total máximo permitido especificado registrado, volumen visualizado, vida útil indicada, lectura a distancia, temperaturas extremas y, si es necesario, conductividad del agua al especificar una batería y durante la evaluación de modelo.

5.2.4.4. El cambio de la batería debe realizarse de tal manera que no sea necesario romper el sello requerido para inspecciones metrológicas reglamentarias.

5.2.4.5. El compartimiento de la batería debe ser susceptible de ser protegido de una manipulación indebida.

6. REQUISITOS TÉCNICOS

6.1. Materiales y construcción de medidores de agua

6.1.1. Un medidor de agua debe estar hecho de materiales de resistencia y durabilidad adecuadas para el propósito para el cual se va a utilizar.

6.1.2. Un medidor de agua debe estar fabricado de materiales que no sean afectados adversamente por las variaciones de la temperatura del agua, dentro del alcance de temperatura de trabajo (ver 6.4).

6.1.3. Todas las partes de un medidor de agua que estén en contacto con el agua que circula por éste, deben estar fabricadas de materiales que se sabe convencionalmente que son no tóxicos, no contaminantes y biológicamente inertes. Se debe tomar en cuenta las regulaciones nacionales.

6.1.4. Todo el medidor de agua debe estar fabricado de materiales que sean resistentes a la corrosión interna y externa o que estén protegidos mediante algún tratamiento adecuado para superficies.

6.1.5. El dispositivo indicador de un medidor de agua debe estar protegido con una ventana transparente. También se puede proporcionar una cubierta adecuada como protección adicional.

6.1.6. Cuando existe el riesgo de que se forme condensación en la parte inferior de la ventana del dispositivo indicador de un medidor de agua, éste debe incorporar dispositivos para eliminar dicha condensación.

6.1.7. El diseño, la composición y la construcción de un medidor de agua deben ser tales que no faciliten la comisión de un fraude**.**

6.1.8. Un medidor de agua debe estar equipado con un dispositivo visualizador controlado metrológicamente. El dispositivo visualizador debe ser de fácil acceso para el cliente, sin requerir el uso de una herramienta.

6.1.9. El diseño, la composición y la construcción de un medidor de agua deben ser tales que no permitan que éste explote el EMP o favorezca a alguna parte**.**

6.2. Ajuste y corrección

6.2.1. Un medidor de agua puede estar equipado con un dispositivo de ajuste y/o un dispositivo de corrección. Cualquier ajuste debe realizarse de tal manera que se ajusten los errores (de indicación) del medidor de agua a valores lo más cercanos

posible a cero para que éste no pueda explotar el EMP o favorecer sistemáticamente a alguna parte.

6.2.2. Si estos dispositivos de ajuste se encuentran montados en el exterior del medidor de agua, se debe prever el sellado (ver 6.8.2).

6.3. Condiciones de instalación

NOTA: En la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 4065-5:20XX especifica los requisitos para la instalación de los medidores de agua.

6.3.1. El medidor de agua debe instalarse de tal manera que esté completamente lleno de agua en las condiciones normales.

6.3.2. En condiciones de instalación específicas, se puede requerir un colador o filtro, colocado en la entrada de un medidor o en la tubería aguas arriba.

Deberían tener en cuenta, los ingenieros instaladores, que las partículas sólidas se acumulan en un medidor de agua, por ejemplo, después de trabajos en la tubería aguas arriba del medidor.

NOTA Pueden aplicarse regulaciones nacionales. Ver también ISO 4064-5:2014[8], 6.3.

6.3.3. Se pueden tomar disposiciones en un medidor de agua para que esté correctamente nivelado durante la instalación.

NOTA Esto puede ser una superficie vertical u horizontal plana contra la cual se pueda colocar un dispositivo indicador de nivel temporal o permanente (por ejemplo, un nivel de burbuja).

6.3.4. Si la exactitud de un medidor de agua es afectada por perturbaciones en la tubería aguas arriba o aguas abajo (por ejemplo, debido a la presencia de codos, válvulas o bombas), éste debe estar provisto de un número suficiente de tramos de tubería recta, con o sin un enderezador de flujo, según lo especifique el fabricante, de manera que las indicaciones del medidor de agua instalado cumplan con los requisitos de 4.2.2 o 4.2.3 con respecto a los EMP y de acuerdo con la clase de exactitud del

medidor.

6.3.5. Un medidor de agua debe ser capaz de soportar la influencia de campos de velocidad perturbados según se define en los procedimientos de ensayo del Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005-2:2018. Durante la aplicación de estas perturbaciones del flujo, el error (de indicación) debe cumplir con los requisitos de 4.2.2 o 4.2.3.

El fabricante del medidor debe especificar la clase de sensibilidad del perfil de flujo de acuerdo con las Tablas 2 y 3.

Cualquier sección específica de acondicionamiento de flujo, incluyendo un enderezador y/o tramos rectos, que deba utilizarse, debe ser establecida por el fabricante.

Tabla 2 — Sensibilidad a la irregularidad en las clases de campos de velocidad aguas arriba (U)

Clase	Tramo recto requerido	Se requiere enderezador
U0	0	No
U3	3	No
U5	5	No
U10	10	No
U15	15	No
U0S	0	Sí
U3S	3	Sí
U5S	5	Sí
U10S	10	Sí

Tabla 3 — Sensibilidad a la irregularidad en las clases de campos de velocidad aguas abajo (D)

Clase	Tramo recto requerido	Se requiere enderezador
D0	0	No
D3	3	No
D5	5	No
D0S	0	Sí
D3S	3	Sí

6.4. Condiciones nominales de funcionamiento

Las condiciones nominales de funcionamiento de un medidor de gas deben ser las siguientes:

Alcance de caudal:	Q_1 a Q_3, ambos inclusive.
Alcance de temperatura ambiente:	+ 5 °C a + 55 °C
Alcance de temperatura del agua:	Remítase a la Tabla 1.
Alcance de humedad relativa ambiente:	0 % a 100 %, salvo para dispositivos indicadores a distancia en los que el alcance debe ser de 0 % a 93 %.
Alcance de presión:[1]	0,03 MPa (0,3 bar) a por lo menos 1 MPa (10 bar), salvo para medidores de DN ≥ 500, en los que la presión máxima admisible (PMA) debe ser por lo menos 0,6 MPa (6 bar).

6.5. Pérdida de presión

La pérdida de presión[1] en un medidor de agua, incluyendo su filtro o colador y/o enderezador, cuando cualquiera de éstos forma parte integrante del medidor, no debe ser superior a 0,063 MPa (0,63 bares) entre Q_1 y Q_3.

La clase de pérdida de presión es seleccionada por el fabricante de entre los valores indicados en la Tabla 4 (que siguen a ISO 3[4], R 5): para una determinada clase de pérdida de presión, la pérdida de presión en un medidor de agua, incluyendo su filtro o colador y/o enderezador, cuando cualquiera de éstos forma parte integrante del medidor, no debe ser superior a la pérdida de presión máxima especificada entre Q_1 *y* Q_3.

Un medidor concéntrico, de cualquier modelo y basado en cualquier principio de medición, debe ensayarse junto con su respectivo múltiple.

[1] Se puede utilizar el bar como unidad de presión.

Tabla 4 — Clases de pérdida de presión

Clase	Pérdida de presión máxima	
	MPa	bar
Δp 63	0,063	0,63
Δp 40	0,040	0,40
Δp 25	0,025	0,25
Δp 16	0,016	0,16
Δp 10	0,010	0,10

NOTA 1 Los enderezadores, especificados en 6.3, no son considerados como parte integrante de un medidor.

NOTA 2 Para algunos medidores, en el alcance de caudal $Q_1 \leq Q \leq Q_3$, la pérdida de presión máxima no se produce con Q_3.

6.6. Marcas e inscripciones

6.6.1. Se debe prever un lugar para colocar la marca o marcas de verificación (ver VIML 2013: INACAL, 3.04), el cual debe ser visible sin desmontar el medidor de agua después de que se lo ha lanzado al mercado o puesto en servicio.

6.6.2. Un medidor de agua debe estar marcado clara e indeleblemente con la siguiente información, ya sea de manera agrupada o distribuida en la carcasa, en el dial del dispositivo indicador, en una placa de identificación o en la cubierta del medidor si no es desmontable. Estas marcas deben ser visibles sin desmontar el medidor de agua después de que se lo ha lanzado al mercado o puesto en servicio.

NOTA: En el caso de un medidor de combinación, las marcas de lo siguiente se refieren al medidor de combinación considerado como un único medidor.

a) La unidad de medida.

b) La clase de exactitud, cuando es diferente a la clase de exactitud 2.

c) Valor numérico de Q_3 y la relación Q_3/Q_1: si el medidor mide el flujo inverso y los valores de Q_3 y la relación Q_3/Q_1 son diferentes en las dos direcciones, se

deben grabar ambos valores de Q_3 y Q_3/Q_1; la dirección del flujo a la cual cada par de valores se refiere, debe ser clara. La relación Q_3/Q_1 puede expresarse como R, por ejemplo, "R160". Si el medidor tiene diferentes valores de Q_3/Q_1 en la posición horizontal y vertical, se deben grabar ambos valores de Q_3/Q_1, y la orientación a la cual cada valor se refiere, debe ser clara.

d) La designación del número de aprobación de modelo

e) El nombre o marca registrada del fabricante.

f) El año de fabricación, los dos últimos dígitos del año de fabricación o el mes y el año de fabricación.

g) El número de serie (lo más cerca posible al dispositivo indicador).

h) La dirección del flujo, mediante una flecha (indicada en ambos lados del cuerpo o únicamente en un lado siempre que la dirección de la flecha de flujo pueda verse fácilmente en cualquier circunstancia).

i) La presión máxima admisible (PMA)[1] si es superior a 1 MPa (10 bar) o 0,6 MPa (6 bar) para DN ≥500.

j) La letra V o H si el medidor solo puede operarse en la posición vertical u horizontal.

k) La clase de temperatura especificada en la Tabla 1 cuando es diferente a T30.

l) La clase de pérdida de presión cuando es diferente a Δp 63.

m) La clase de sensibilidad de la instalación cuando es diferente a U0/D0.

Para un medidor de agua con dispositivos electrónicos, las siguientes inscripciones adicionales deben aplicarse según corresponda.

n) En el caso de una fuente de alimentación externa, la tensión y la frecuencia.

o) En el caso de una batería cambiable, la última fecha en que se debe cambiar la batería.

p) En el caso de una batería no cambiable, la última fecha en que se debe cambiar el medidor.

q) La clasificación ambiental.

r) La clase ambiental electromagnética.

La clasificación ambiental y la clase ambiental electromagnética pueden proporcionarse como una hoja de datos aparte, claramente relacionada con el medidor mediante una identificación única, y no en el propio medidor.

El siguiente es un ejemplo de las marcas e inscripciones requeridas para un medidor sin dispositivos electrónicos.

EJEMPLO Un medidor con las siguientes características:

– Q_3 = 2,5 m^3/h;

– Q_3/Q_1 = 200;

– montaje horizontal;

– clase de temperatura 30 ;

– clase de pérdida de presión Δp 63 ;

– presión máxima admisible: 1 MPa (10 bar);

– clase de sensibilidad del perfil de flujo U0/D0

– número de serie: 123456;

– año de fabricación: 2008;

– fabricante ABC,

se marcaría de la siguiente manera:

Q_3 2,5; R200; H; →; 123456; 08; ABC

6.7. Dispositivo indicador

6.7.1. Requisitos generales

6.7.1.1. Función

El dispositivo indicador de un medidor de agua debe proporcionar una lectura fácil y confiable, y una indicación visual del volumen de agua que no sea ambigua. Un medidor de combinación puede tener dos dispositivos indicadores, cuya suma proporcione el volumen indicado.

El dispositivo indicador debe incluir medios visuales para los ensayos y la calibración.

El dispositivo indicador puede incluir elementos adicionales para los ensayos y la calibración mediante otros métodos, por ejemplo, para los ensayos y la calibración automáticos.

6.7.1.2. Unidad de medida, símbolo y ubicación

El volumen de agua indicado debe expresarse en metros cúbicos. El símbolo m^3 debe aparecer en el dial o inmediatamente adyacente al dispositivo visualizador numerado.

En el comercio internacional, se deben utilizar los equivalentes acordados oficialmente entre estas unidades de medida y las del SI.

6.7.1.3. Alcance de indicación

El dispositivo indicador debe ser capaz de registrar el volumen indicado en metros cúbicos que se da en la Tabla 5 sin pasar por cero.

Tabla 5 — Alcance de indicación de un medidor de agua

Q_3 (m^3/h)	**Alcance de indicación** (valores mínimos) m^3
$Q_3 \leq 6{,}3$	9 999
$6{,}3 < Q_3 \leq 63$	99 999
$63 < Q_3 \leq 630$	999 999
$630 < Q_3 \leq 6\ 300$	9 999 999

La Tabla 5 puede ampliarse a valores más grandes de Q_3.

6.7.1.4. Codificación de colores para dispositivos indicadores

Se debería utilizar el color negro para indicar el metro cúbico y sus múltiplos.

Se debería utilizar el color rojo para indicar los submúltiplos del metro cúbico.

Estos colores deben aplicarse a los punteros, agujas, números, ruedas, discos, diales o ventanas.

Se pueden utilizar otros medios para indicar el metro cúbico, sus múltiplos y sus submúltiplos siempre que no haya ambigüedad para distinguir entre la indicación primaria y las visualizaciones alternativas, por ejemplo, submúltiplos para la verificación y los ensayos.

6.7.2. Tipos de dispositivo indicador

Se debe utilizar cualquiera de los siguientes tipos.

6.7.2.1. Tipo 1 — dispositivo analógico

El volumen indicado debe ser proporcionado por el movimiento continuo de:

a) uno o más punteros que se mueven en relación con escalas graduadas; o

b) una o más escalas circulares o tambores, cada uno de los cuales pasa por una aguja.

El valor expresado en metros cúbicos para cada división de escala debe ser 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. Cada escala debe estar graduada en valores expresados en metros cúbicos o acompañada de un factor de multiplicación (×0,001; ×0,01; ×0,1; ×1; ×10; ×100; ×1 000; etc.).

El movimiento rotativo de los punteros o escalas circulares debe ser en el sentido de las agujas del reloj.

El movimiento lineal de los punteros o escalas debe ser de izquierda a derecha.

El movimiento de los indicadores de rodillos numerados (tambores) debe ser hacia arriba.

6.7.2.2. Tipo 2 — dispositivo analógico

El volumen indicado debe ser proporcionado por una línea de dígitos adyacentes que aparecen en una o más aberturas. El avance de un dígito debe completarse cuando el dígito de la década siguiente inmediatamente inferior pasa de 9 a 0. La altura aparente de los dígitos debe ser por lo menos 4 mm.

Para dispositivos no electrónicos:

a) El movimiento de los indicadores de rodillos numerados (tambores) debe ser hacia arriba.

b) Si la década de menor valor tiene un movimiento continuo, la abertura debe ser lo suficientemente grande para permitir la lectura de un dígito sin ambigüedad.

Para dispositivos electrónicos:

c) Se permiten visualizaciones permanentes o no permanentes — en el caso de visualizaciones no permanentes, el volumen debe ser susceptible de ser visualizado en cualquier momento durante por lo menos 10 s.

d) El medidor debe permitir una verificación visual de todo el dispositivo visualizador que debe tener la siguiente secuencia:

1) para el tipo de siete segmentos, visualización de todos los elementos (por ejemplo, una prueba de "ochos");

2) para el tipo de siete segmentos, borrado de todos los elementos (por ejemplo, una prueba de "blancos");

3) para visualizaciones gráficas, una prueba equivalente para demostrar que las fallas de visualización no pueden ocasionar la mala interpretación de cualquier dígito.

Cada etapa de la secuencia debe durar por lo menos 1 s.

6.7.2.3. Tipo 3 — combinación de dispositivos analógicos y digitales

El volumen indicado es proporcionado por una combinación de dispositivos de los tipos 1 y 2 y deben aplicarse los respectivos requisitos de cada uno.

6.7.3. Dispositivos de verificación — Primer elemento de un dispositivo indicador — Intervalo de escala de verificación

6.7.3.1. Requisitos generales

Todo dispositivo indicador debe proporcionar medios que permitan una verificación visual no ambigua de los ensayos y la calibración.

La verificación visual puede realizarse con un movimiento continuo o discontinuo.

Además de los medios de verificación con dispositivo visual, un dispositivo indicador puede incluir 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). También se puede prever la detección de fugas.

6.7.3.2. Dispositivos visuales de verificación

6.7.3.2.1. Valor del intervalo de escala de verificación

El valor del intervalo de escala de verificación, expresado en metros cúbicos, debe ser de la forma: 1×10^n, 2×10^n o 5×10^n, donde n es un número entero positivo o negativo, o cero.

Para los dispositivos indicadores analógicos y digitales con movimiento continuo del primer elemento, el intervalo de escala de verificación puede formarse de la división en

2, 5 o 10 partes iguales del intervalo entre dos dígitos consecutivos del primer elemento. La numeración no debe aplicarse a estas divisiones.

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.

6.7.3.2.2. Forma de la escala de verificación

En los dispositivos indicadores con movimiento continuo del primer elemento, la división de escala aparente no debe ser menos de 1 mm ni más de 5 mm. La escala debe consistir de:

a) líneas de igual grosor que no sobrepasen un cuarto de la división de escala y que solo difieran en longitud; o

b) bandas de contraste de un ancho constante igual a la división de escala

c) El ancho aparente de la punta del puntero no debe ser superior a un cuarto de la división de escala y nunca debe ser más de 0,5 mm.

6.7.3.2.3. Resolución del dispositivo indicador

Las subdivisiones de la escala de verificación deben ser lo suficientemente pequeñas para asegurar que el error de resolución del dispositivo indicador no exceda del 0,25 %, para los medidores de la clase de exactitud 1, y 0,5 %, para los medidores de la clase de exactitud 2, del volumen que pasa durante 90 min con el caudal mínimo Q_1.

Se pueden utilizar elementos de verificación adicionales, siempre que la incertidumbre de la lectura no sea superior a 0,25% del volumen de ensayo para los medidores de la clase de exactitud 1 y 0,5 % del volumen de ensayo para los medidores de la clase de exactitud 2, y que se verifique el funcionamiento correcto del registro.

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

escala de verificación.

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

NOTA Ver Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005–2:2018, 6.4.3.6.2.3 para el cálculo del error de resolución.

6.7.3.3. Medidores de combinación

En el caso de medidores de combinación con dos dispositivos indicadores, 6.7.3.1 y 6.7.3.2 se aplican a ambos dispositivos indicadores.

6.8. Dispositivos de protección

6.8.1. Generalidades

Un medidor de agua debe incluir dispositivos de protección que puedan sellarse para impedir, antes y después de la instalación correcta, el desmontaje o la modificación del medidor, su dispositivo de ajuste o su dispositivo de corrección, a menos que se dañen estos dispositivos. En el caso de los medidores de combinación, este requisito se aplica a ambos medidores.

El dispositivo visualizador de la cantidad total suministrada o los dispositivos visualizadores de los cuales puede obtenerse la cantidad total suministrada, no deben ser reiniciables mientras el medidor esté en funcionamiento para un único cliente.

6.8.2. Dispositivos de sellado electrónico

6.8.2.1. Cuando el acceso a los parámetros que influyen en la determinación de los resultados de mediciones, no está protegido con dispositivos de sellado mecánico, la protección debe cumplir con las siguientes disposiciones:

a) El acceso debe permitirse solo a personas autorizadas, por ejemplo, mediante un código (contraseña) o un dispositivo especial (por ejemplo, una tecla dura). Debe ser posible cambiar el código.

b) Debe ser posible que la evidencia de una intervención esté disponible durante un período definido. El registro debe incluir la fecha y un elemento característico que identifique a la persona autorizada que realizó la intervención [ver a)]. Si el borrado de una intervención anterior es necesario para permitir un nuevo registro, se debe borrar el registro más antiguo.

6.8.2.2. En el caso de medidores con partes que el usuario puede desconectar la una de la otra y que son intercambiables, se deben cumplir las siguientes disposiciones:

a) No debe ser posible acceder a los parámetros que participan en la determinación de resultados de mediciones a través de puntos desconectados a menos que se cumplan las disposiciones de 6.8.2.1.

b) Se debe evitar interponer cualquier dispositivo que puede influir en la exactitud, a través de protecciones electrónicas y de procesamiento de datos o, si esto no es posible, a través de medios mecánicos.

6.8.2.3. En el caso de medidores con partes que el usuario puede desconectar la una de la otra y que no son intercambiables, se deben cumplir las disposiciones de 6.8.2.2. Además, estos medidores deben contar con dispositivos que no les permitan funcionar si las diferentes partes no están conectadas de acuerdo con el modelo aprobado. Deben estar equipados con un dispositivo que impida cualquier medición después de una desconexión no autorizada y posterior reconexión por el usuario.

7. CONTROLES METROLÓGICOS

7.1. Condiciones de referencia

Todas las magnitudes de influencia, salvo la magnitud de influencia que se está ensayando, deben mantenerse en sus condiciones de referencia. Las condiciones de referencia (incluyendo sus tolerancias) se proporcionan en el Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005-2:2018, capítulo 4. Se especifican los valores del caudal, la temperatura del agua, la presión del agua, la temperatura ambiente, la

humedad relativa ambiente y la presión atmosférica ambiente.

7.2. Evaluación y aprobación de modelo

7.2.1. Examen externo

Antes de ser sometido a los ensayos de evaluación de modelo, se debe examinar externamente cada modelo de medidor de agua presentado con el fin de asegurarse de que cumpla con las disposiciones de los capítulos precedentes aplicables al presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana.

7.2.2. Número de muestras

Los ensayos de evaluación deben realizarse en el número mínimo de muestras de cada modelo que se indica en la Tabla 6, en función de la designación del medidor de agua Q_3 del modelo presentado.

El organismo responsable de la evaluación de modelo puede solicitar muestras adicionales.

Tabla 6 — Número mínimo de medidores de agua que se deben ensayar

Designación del medidor Q_3 (m^3/h)	**Número mínimo de medidores que se deben ensayar para todos los modelos de medidor, excluyendo los ensayos requeridos para medidores con dispositivos electrónicos**
$Q_3 \leq 160$	3
$160 < Q_3 \leq 1\ 600$	2
$1\ 600 < Q_3$	1

Los requisitos de 4.2.2 o 4.2.3 deben aplicarse a todos los medidores ensayados, de acuerdo con la clase de exactitud del medidor.

Para la aprobación de modelo de un medidor de agua con dispositivos electrónicos, se deben suministrar cinco muestras para los ensayos especificados en el Anexo A, que pueden ser muestras diferentes a las proporcionadas para otros ensayos, sometiendo por lo menos un medidor a todos los ensayos apropiados. Se debe someter el mismo medidor a todos los ensayos, salvo en circunstancias en las que la organización que realiza la evaluación de modelo, pueda justificar el no hacerlo.

7.2.3. Errores (de indicación)

Se deben determinar los errores (de indicación) de un medidor de agua (en la medición del volumen real) para por lo menos los siguientes caudales nominales:

a) Q_1,
b) Q_2,
c) 0,35 (Q_2 + Q_3),
d) 0,7 (Q_2 + Q_3),
e) Q_3,
f) Q_4,

y para los medidores de combinación:

g) 0,9 Q_{x1},
h) 1,1 Q_{x2}.

Los errores (de indicación) observados para cada uno de los caudales antes mencionados no deben sobrepasar los EMP indicados en 4.2.2 o 4.2.3.

NOTA Ver Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005–2:2018, 7.4.4 para los alcances de caudal permitidos y el Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005–2:2018, 7.4.4 y 7.4.5 para el número requerido de mediciones con cada caudal.

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 EMP. En todos los casos, este requisito debe aplicarse equitativamente con respecto al proveedor de agua y el consumidor (ver también 4.3.3, párrafos 3 y 8).

Si un medidor está marcado para operar solo en ciertas orientaciones, entonces se debe

ensayar en estas orientaciones.

En ausencia de dichas marcas, se debe ensayar el medidor en por lo menos cuatro orientaciones.

7.2.4. Repetibilidad

Un medidor debe ser repetible: la desviación estándar de tres mediciones con el mismo caudal no debe ser superior a un tercio de los EMP indicados en 4.2.2 o 4.2.3. Los ensayos deben realizarse con los caudales nominales de Q_1, Q_2 y Q_3.

7.2.5. Temperatura del agua de sobrecarga

Un medidor de agua con TMA ≥ 50 °C debe ser capaz de soportar una temperatura del agua de TMA + 10 °C durante 1 h. Se especifica el ensayo en el Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005-2:2018, 7.6.

7.2.6. Durabilidad

7.2.6.1. Generalidades

Un medidor de agua debe ser sometido a los ensayos de durabilidad especificados en el Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005-2:2018, 7.11, simulando las condiciones de funcionamiento.

Después de cada uno de estos ensayos, se deben volver a medir los errores del medidor de agua con los caudales indicados en 7.2.3 y se deben aplicar los criterios dados en 7.2.6.2 o 7.2.6.3.

La orientación u orientaciones de un medidor sometido a ensayo deben establecerse con referencia a la orientación u orientaciones del medidor declaradas por el fabricante.

NOTA En el caso de familias de medidores, únicamente el medidor con el diámetro representativo más pequeño debe ser sometido al ensayo de durabilidad.

7.2.6.2. Medidor de agua de la clase de exactitud 1

Para un medidor de agua de la clase de exactitud 1, la variación de la curva de error (de indicación) no debe ser superior a 2 % para los caudales de la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$), y 1 % para los caudales de la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

Para los caudales de la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$), la curva de error (de indicación) no debe ser superior a un límite de error máximo de ± 4 % para todas las clases de temperatura. Para los caudales de la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$), la curva de error (de indicación) no debe ser superior a un límite de error máximo de ± 1,5 % para los medidores de la clase de temperatura T30 y ± 2,5 % para todas las demás clases de temperatura.

Para los fines de estos requisitos, se deben aplicar los valores medios de los errores (de indicación).

7.2.6.3. Medidor de agua de la clase de exactitud 2

Para un medidor de agua de la clase de exactitud 2, la variación de la curva de error (de indicación) no debe ser superior a 3 % para caudales de la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$), y 1,5 % para caudales de la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

Para los caudales de la zona inferior ($Q_1 \leq Q < Q_2$), la curva de error (de indicación) no debe ser superior a un límite de error máximo de ± 6 % para todas las clases de temperatura. Para los caudales de la zona superior ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$), la curva de error (de indicación) no debe ser superior a un límite de error máximo de ± 2,5 % para los medidores de la clase de temperatura T30 y ± 3,5 % para todas las demás clases de temperatura.

Para los fines de estos requisitos, se deben aplicar los valores medios de los errores (de indicación).

7.2.7. Error de intercambio

Se debe demostrar que los medidores de cartuchos y módulos metrológicos intercambiables para medidores de agua con módulos metrológicos intercambiables son

independientes de las interfaces de conexión para los cuales se hacen, en lo que respecta a su desempeño metrológico. Se deben ensayar los medidores de cartuchos y módulos metrológicos intercambiables de acuerdo con el ensayo establecido en el Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005-2:2018, 7.4.6.

La orientación u orientaciones de un medidor sometido a ensayo deben establecerse con referencia a la orientación u orientaciones del medidor declaradas por el fabricante.

7.2.8. Campo magnético estático

Se debe demostrar que un medidor de agua no es afectado por un campo magnético estático. Un ensayo debe aplicarse a todos los medidores de agua cuando los componentes mecánicos pueden verse influenciados por un campo magnético, y a todos los medidores con componentes electrónicos. Se especifica el ensayo en el Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005-2:2018, 7.12. El objetivo de este ensayo es asegurar el cumplimiento de las disposiciones de 4.2 en presencia de campos magnéticos estáticos.

7.2.9. Documentación

7.2.9.1. La solicitud de aprobación de modelo de un medidor de agua, una calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) o un transductor de medición debe incluir los siguientes documentos:

a) una descripción que dé las características técnicas y el principio de funcionamiento;

b) un plano o fotografía del medidor de agua completo, la calculadora o el transductor de medición;

c) una lista de las partes con una descripción de sus materiales componentes cuando estas partes tienen una influencia metrológica;

d) un plano de montaje con la identificación de las diferentes partes;

e) para medidores equipados con dispositivos de corrección, una descripción de la

manera en que se determinan los parámetros de corrección;

f) un plano que muestre la ubicación de los sellos y la marca o marcas de verificación;

g) un plano de las marcas reglamentarias;

h) para medidores de combinación que incluyen medidores aprobados, los informes de ensayo de esos medidores;

i) opcionalmente, un manual del usuario y un manual de instalación.

7.2.9.2. Además, la solicitud de aprobación de modelo de un medidor de agua con dispositivos electrónicos debe incluir:

a) una descripción funcional de los diferentes dispositivos electrónicos;

b) un diagrama de flujo de la lógica, que muestre las funciones de los dispositivos electrónicos;

c) cualquier documento o evidencia que demuestre que el diseño y la construcción del medidor de agua con dispositivos electrónicos cumplen con los requisitos del presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana, en particular, 5.1 y el Anexo B.

7.2.9.3. El solicitante que busque la aprobación de modelo, debe proporcionar al organismo responsable de la evaluación un medidor, una calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) o un transductor de medición que sea representativo del modelo final.

El organismo responsable de la evaluación de modelo puede considerar que son necesarias muestras adicionales del modelo para calcular la reproducibilidad de las mediciones.

7.2.10. Certificado de aprobación de modelo

La siguiente información debe aparecer en el certificado de aprobación de modelo o en sus anexos:

a) el nombre y la dirección del titular del certificado;

b) el nombre y la dirección del fabricante, si no es el titular;

c) la designación del modelo y/o comercial;

d) información suficiente para identificar el modelo de medidor, por ejemplo, un plano, una fotografía o una descripción;

e) las principales características metrológicas y técnicas;

f) la marca de aprobación de modelo;

g) el período de validez;

h) la clasificación ambiental, si es aplicable (ver A.2);

i) información sobre la ubicación de las marcas de la aprobación de modelo, la verificación inicial y el sellado (por ejemplo, una fotografía o un plano);

j) una lista de los documentos que acompañan al certificado de aprobación de modelo;

k) observaciones específicas.

Cuando sea aplicable, se debe indicar la versión de la parte metrológica del software evaluado en el certificado de aprobación de modelo o en sus anexos (expediente técnico).

7.2.11. Modificación de un modelo aprobado

7.2.11.1. El titular de la aprobación de modelo debe informar al organismo responsable de dicha aprobación sobre cualquier modificación o adición que tenga que ver con un modelo aprobado.

7.2.11.2. Las modificaciones y adiciones deben estar sujetas a una aprobación de modelo complementaria cuando influyen o pueden influir en los resultados de medición o las condiciones de uso reglamentarias de un medidor. El organismo que aprueba el modelo inicial, debe decidir en qué medida los exámenes y ensayos especificados a continuación deben realizarse en el modelo modificado en relación con la naturaleza de la modificación.

7.2.11.3. Si el organismo que aprueba el modelo inicial, considera que no es probable que las modificaciones o adiciones influyan en los resultados de medición, este organismo debe permitir, por escrito, que se presenten los medidores modificados para la verificación inicial sin otorgar una aprobación de modelo complementaria.

Se debe emitir una aprobación de modelo nueva o complementaria cuando el modelo modificado ya no cumple con las disposiciones de la aprobación de modelo inicial.

7.2.12. Evaluación de modelo de un medidor de agua con dispositivos electrónicos

7.2.12.1. Inspección de diseño

Además de los requisitos especificados en los párrafos precedentes, un medidor de agua con dispositivos electrónicos debe estar sujeto a una inspección de diseño. Esta revisión de documentos tiene por objeto verificar que el diseño de los dispositivos electrónicos y sus sistemas de verificación, si es aplicable, cumplan con las disposiciones del presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana, en particular, el capítulo 5. Esto incluye:

a) un examen del modo de construcción y de los subsistemas y componentes electrónicos utilizados, para verificar la adecuación para su uso previsto;

b) la consideración de fallas que pueden ocurrir, para verificar que, en todos los casos

considerados, estos dispositivos cumplen con las disposiciones de 5.1 y el Anexo B;

c) la verificación de la presencia y eficacia del dispositivo o dispositivos de ensayo para los sistemas de verificación, si es necesario.

7.2.12.2. Funcionamiento

7.2.12.2.1. Generalidades

Un medidor de agua debe cumplir con las disposiciones de 4.2 y 5.1.1 con respecto a las magnitudes de influencia.

7.2.12.2.2. Funcionamiento bajo el efecto de los factores de influencia

Cuando está sometido al efecto de los factores de influencia previstos en el Anexo A, un medidor de agua debe seguir funcionando correctamente y los errores (de indicación) no deben sobrepasar los EMP aplicables.

7.2.12.2.3. Funcionamiento bajo el efecto de las perturbaciones

Cuando está sometido a las perturbaciones externas previstas en el Anexo A, un medidor de agua debe seguir funcionando correctamente o se deben detectar y poner en evidencia las fallas significativas mediante un sistema de verificación.

7.2.12.2.4. Equipo sometido a ensayo

Cuando los dispositivos electrónicos son parte integrante de un medidor de agua, los ensayos deben realizarse en el medidor completo.

Si los dispositivos electrónicos de un medidor de agua se encuentran en una cubierta separada, se pueden ensayar sus funciones electrónicas independientemente del

transductor de medición del medidor mediante señales simuladas representativas del funcionamiento normal del medidor, en cuyo caso se deben ensayar los dispositivos electrónicos en su cubierta final.

En todos los casos, se pueden ensayar los dispositivos auxiliares por separado.

7.3. Verificación inicial

7.3.1. En general, solo los medidores de agua que han sido aprobados como medidores completos o como calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) y transductor de medición (incluyendo el sensor de flujo o volumen) aprobados por separado y posteriormente ensamblados en un medidor combinado, deben ser elegibles para la verificación inicial.

Se debe aplicar cualquier requisito especial para los ensayos de la verificación inicial, detallados en el certificado de aprobación de modelo.

7.3.2. Un medidor de agua debe ser sometido a los ensayos de la verificación inicial indicados a continuación. Esta verificación debe realizarse después de que se ha otorgado la aprobación de modelo.

Se debe demostrar que el medidor de agua es capaz de soportar la siguiente presión de ensayo sin que haya fugas o daños: 1,6 veces la presión máxima admisible aplicada durante 1 min (PNMP 005-2:2018, 10.1.2).

7.3.3. Los medidores de agua del mismo tamaño y el mismo modelo pueden ensayarse en serie; sin embargo, en este caso, el requisito del Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005-2:2018, 10.1.3, paso d) con respecto a la presión de salida del medidor de agua debe cumplirse para cada medidor de agua y no debe haber una interacción significativa entre los medidores de agua.

Los tramos rectos aguas arriba y aguas abajo (y los enderezadores si es necesario) deben estar de acuerdo con la clase de sensibilidad del perfil de flujo del medidor.

7.3.4. Se deben determinar los errores (de indicación) de un medidor de agua en la medición del volumen real para por lo menos los siguientes caudales nominales:

a) Q_1,
b) Q_2,
c) Q_3,
d) para medidores de combinación, 1,1 Q_{x2}.

NOTA Ver Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005-2:2018, 10.1.3, paso g), para los alcances de caudal permitidos.

Sin embargo, dependiendo de la forma de la curva de error, se pueden especificar caudales adicionales en el certificado de aprobación de modelo.

Durante un ensayo, la temperatura del agua debe ser la exigida en el Proyecto de Norma Metrológica Peruana PNMP 005-2:2018, 10.1.3, paso e).

Todos los demás factores de influencia deben mantenerse dentro de las condicionales nominales de funcionamiento.

7.3.5. Los errores (de indicación) determinados para cada uno de los caudales antes mencionados no deben sobrepasar los EMP indicados en 4.2.2 o 4.2.3.

7.3.6. Si todos los errores (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 EMP. En todos los casos el requisito se aplicará equitativamente con respecto al proveedor de agua y al consumidor.

Si todos los errores (de indicación) de un medidor de agua determinados para la verificación inicial tienen el mismo signo, pero ninguno de éstos se encuentra dentro de la mitad del EMP, se deben obtener errores adicionales con otro caudal o caudales especificados en 7.2.3: si uno de estos errores se encuentra dentro de la mitad del EMP o del signo opuesto, este criterio se considera cumplido.

ANEXO A
(Normativo)

ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO DE MEDIDORES DE AGUA CON DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

A.1. Generalidades

Este anexo define el programa de ensayos de funcionamiento destinados a verificar que los medidores de agua con dispositivos electrónicos pueden funcionar según lo previsto en un ambiente y en condiciones especificados. Cada ensayo indica, cuando sea apropiado, las condiciones de referencia para determinar el error intrínseco.

Estos ensayos complementan cualquier otro ensayo establecido.

Cuando se está evaluando el efecto de una magnitud de influencia, todas las demás magnitudes de influencia deben mantenerse relativamente constantes, a valores cercanos a las condiciones de referencia (ver 7.1 |PNMP 005-2:2018, capítulo 4).

A.2. Clasificación ambiental

Ver OIML D 11[3].

Para cada ensayo de funcionamiento, se indican las condiciones de ensayo típicas, que corresponden a las condiciones ambientales climáticas y mecánicas a las cuales un medidor de agua está generalmente expuesto.

Los medidores de agua con dispositivos electrónicos se dividen en tres clases según las condiciones ambientales climáticas y mecánicas.

– clase B para medidores fijos instalados en un edificio;

– clase O para medidores fijos instalados al aire libre;

– clase M para medidores móviles.

Sin embargo, el solicitante de la aprobación de modelo puede indicar condiciones ambientales específicas en la documentación proporcionada al organismo encargado de la aprobación de modelo, en base al uso previsto del instrumento. En este caso, el laboratorio de ensayo debe realizar los ensayos de funcionamiento en los niveles de severidad correspondientes a estas condiciones ambientales. Si se otorga la aprobación de modelo, la placa descriptiva debe indicar los correspondientes límites de uso. Los fabricantes deben informar a los posibles usuarios sobre las condiciones de uso para las cuales se ha aprobado un medidor.

A.3. Ambientes electromagnéticos

Los medidores de agua con dispositivos electrónicos se dividen en dos clases de ambiente electromagnético:

– E1 — residencial, comercial e industria ligera;

– E2 — industrial.

A.4 Evaluación y aprobación de modelo de una calculadora

A.4.1. Cuando una calculadora electrónica (incluyendo el dispositivo indicador) se presenta para la aprobación de modelo por separado, los ensayos de la evaluación de modelo deben realizarse en la calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) sola, simulando diferentes entradas generadas por patrones apropiados (por ejemplo, calibradores).

A.4.2 Se requieren ensayos de exactitud en las indicaciones de los resultados de medición. Para este fin, el error obtenido en la indicación del resultado se calcula considerando que el valor verdadero es el que toma en cuenta el valor de las magnitudes simuladas aplicadas a las entradas de la calculadora y utilizando métodos normalizados de cálculo. Los EMP son los indicados en 4.2.

NOTA Un EMP apropiado para una calculadora es 1/10 del EMP de un medidor completo. Sin embargo, esto no es un requisito. El requisito se da en 4.2.5.

A.4.3 Se deben realizar los exámenes y ensayos para instrumentos electrónicos especificados en 7.2.12.

A.5 Ensayos de funcionamiento

Los ensayos indicados en la Tabla A.1 implican la parte electrónica de un medidor de agua o sus dispositivos y pueden realizarse en cualquier orden.

Tabla A.1 — Ensayos que implican la parte electrónica de un medidor de agua o sus dispositivos

PNMP 005-2:2018, apartado	Ensayo	Característica sometida a ensayo	Condiciones aplicadas
8.2	Calor seco	Factor de influencia	EMP
8.3	Frío	Factor de influencia	EMP
8.4	Calor húmedo, ensayo cíclico	Perturbación	Falla significativa
8.5.2	Variación de tensión de alimentación	Factor de influencia	EMP
8.5.2	Variación de frecuencia de la red	Factor de influencia	EMP
8.5.3	Baja tensión de batería interna (no conectada a la alimentación por la red)	Factor de influencia	EMP
8.6	Vibraciones (aleatorias)	Perturbación	Falla significativa
8.7	Sacudidas mecánicas	Perturbación	Falla significativa
8.8	Caídas de tensión de la red de CA, interrupciones breves y variaciones de tensión	Perturbación	Falla significativa
8.9	Transitorios eléctricos en las líneas de señales, datos y control	Perturbación	Falla significativa
8.10	Transitorios eléctricos en la red de CA y CC	Perturbación	Falla significativa
8.11	Descargas electrostáticas	Perturbación	Falla significativa
8.12	Campos electromagnéticos radiados	Perturbación	Falla significativa
8.13	Campos electromagnéticos conducidos	Perturbación	Falla significativa
8.14	Sobretensiones en las líneas de señales, datos y control	Perturbación	Falla significativa
8.15	Sobretensiones en las líneas de la red de CA y CC	Perturbación	Falla significativa

ANEXO B
(Normativo)

SISTEMAS DE VERIFICACIÓN

B.1 Acciones de los sistemas de verificación

La detección de fallas significativas mediante los sistemas de verificación debe tener como resultado las siguientes acciones, según el tipo.

Para sistemas de verificación del tipo P o I:

a) debe haber una corrección automática de la falla; o

b) el dispositivo defectuoso solo debe detenerse cuando el medidor de agua sin ese dispositivo sigue cumpliendo con las regulaciones; o

c) debe haber una alarma visible o audible; esta alarma debe continuar hasta que se elimine la causa de la alarma.

Además, cuando un medidor de agua transmite los datos a equipo periférico, la transmisión debe ir acompañada de un mensaje que indique la presencia de una falla. (Este requisito no es aplicable para las perturbaciones especificadas en A.5.)

El instrumento también puede estar equipado con dispositivos para calcular el volumen de agua que ha pasado por la instalación durante la ocurrencia de la falla. El resultado de este cálculo no debe ser susceptible de ser confundido con una indicación válida.

La alarma visible o audible no está permitida en el caso de dos socios constantes, mediciones no reiniciables y no pre-pagadas, cuando se utilizan sistemas de verificación, a menos que esta alarma se transfiera a una estación remota.

NOTA La transmisión de la alarma y los valores medidos repetidos desde un medidor hacia la estación remota no tiene que asegurarse si los valores medidos se repiten en esa estación.

B.2 Sistemas de verificación del transductor de medición

B.2.1. El objetivo de estos sistemas de verificación es verificar la presencia del transductor de medición, su operación correcta y la corrección de la transmisión de datos.

La verificación de la operación correcta incluye la detección o prevención de flujo inverso. Sin embargo, no es necesario que la detección o prevención de flujo inverso se opere electrónicamente.

B.2.2. Cuando las señales generadas por el sensor de flujo son en forma de impulsos, cada uno de los cuales representa un volumen elemental, la generación de impulsos, la transmisión y el conteo deben realizar las siguientes tareas:

a) el conteo correcto de impulsos;

b) la detección del flujo inverso, si es necesario;

c) la verificación del correcto funcionamiento.

Esto puede hacerse mediante:

1) un sistema de tres impulsos con uso de flancos de impulso o estado de impulsos;

2) un sistema de doble impulso con uso de flancos de impulso más estado de impulsos;

3) un sistema de doble impulso con impulsos positivos y negativos, dependiendo de la dirección del flujo.

Estos sistemas de verificación deben ser del tipo P.

Durante la aprobación de modelo, debe ser posible verificar que estos sistemas de

verificación funcionen correctamente.

i) desconectando el transductor; o

ii) interrumpiendo uno de los generadores de impulsos del sensor; o

iii) interrumpiendo el suministro eléctrico del transductor.

B.2.3. Solo en caso de medidores electromagnéticos, en los cuales la amplitud de las señales generadas por el transductor de medición es proporcional al caudal, se puede utilizar el siguiente procedimiento.

Se introduce una señal simulada con una forma similar a la de la señal de medición en la entrada del dispositivo secundario, representando un caudal entre el caudal mínimo y máximo de un medidor. El sistema de verificación debe verificar los dispositivos primario y secundario. Se verifica el valor digital equivalente para comprobar que se encuentre dentro de los límites predeterminados dados por el fabricante y sea compatible con los EMP. Este sistema de verificación debe ser del tipo P o I. En el caso de los sistemas del tipo I, la verificación debe producirse por lo menos cada 5 min.

NOTA Siguiendo este procedimiento, no se requieren sistemas de verificación adicionales (más de dos electrodos, transmisión de doble señal, etc.).

B.2.4. La longitud máxima permitido del cable entre los dispositivos primario y secundario de un medidor electromagnético, según se define en ISO 6817:1992[6], debe ser no más de 100 m o no más del valor L, expresado en metros, de acuerdo con la siguiente fórmula, el menor de ambos:

$$L = \frac{k\sigma}{fC}$$

donde:

k es igual a 2×10^{-5} m.
σ es la conductividad del agua, 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.

No es necesario cumplir con estos requisitos si las soluciones del fabricante garantizan resultados equivalentes.

B.2.5 En el caso de otras tecnologías, falta desarrollar sistemas de verificación que proporcionen niveles de seguridad equivalentes.

B.3 Sistemas de verificación de la calculadora

B.3.1. El objetivo de estos sistemas de verificación es verificar que el sistema de cálculo funcione correctamente, y asegurar la validez de los cálculos realizados.

No se requieren medios especiales para indicar que estos sistemas de verificación funcionan correctamente.

B.3.2. Los sistemas de verificación para el funcionamiento del sistema de cálculo deben ser del tipo P o I. En el caso del tipo I, la verificación debe producirse por lo menos una vez al día o para cada volumen equivalente a 10 min de flujo con Q_3. El objetivo de este sistema de verificación es verificar que:

a) los valores de todas las instrucciones y datos memorizados de manera permanente sean correctos, utilizando medios tales como:

1) suma de todos los códigos de instrucciones y datos y comparación de la suma con un valor fijo;

2) bits de paridad de líneas y columnas (verificación de la redundancia longitudinal y vertical);

3) verificación por redundancia cíclica (CRC 16);

4) doble almacenamiento independiente de datos;

5) almacenamiento de datos en “código de seguridad”, por ejemplo, con protección por suma de comprobación, bits de paridad de líneas y columnas;

b) se realicen correctamente todos los procedimientos de transferencia interna y almacenamiento de datos relacionados con el resultado de medición, utilizando medios tales como:

1) rutinas de lectura-escritura;

2) conversión y reconversión de códigos;

3) uso de "código de seguridad" (suma de comprobación, bit de paridad);

4) doble almacenamiento.

B.3.3. Los sistemas de verificación de la validez de los cálculos deben ser del tipo P o I. En el caso del tipo I, la verificación debe producirse por lo menos una vez al día o para cada volumen equivalente a 10 min de flujo con Q_3.

Esto consiste en verificar el valor correcto de todos los datos relacionados con la medición cuando estos datos se almacenan internamente o se transmiten a equipo periférico a través de una interfaz. Esta verificación puede realizarse con medios tales como bit de paridad, suma de comprobación o doble almacenamiento. Además, el sistema de cálculo debe contar con medios para controlar la continuidad del programa de cálculo.

B.4 Sistema de verificación del dispositivo indicador

B.4.1 El objetivo de este sistema de verificación es verificar que se visualicen las indicaciones primarias y que correspondan a los datos proporcionados por la calculadora. Además, tiene como objetivo verificar la presencia de los dispositivos indicadores cuando son desmontables. Estos sistemas de verificación deben tener la forma definida en B.4.2 o la definida en B.4.3.

B.4.2 El sistema de verificación del dispositivo indicador es del tipo P; sin embargo, puede ser del tipo I si otro dispositivo proporciona una indicación primaria.

Los medios pueden incluir, por ejemplo:

a) en el caso de dispositivos indicadores que utilizan filamentos incandescentes o diodos emisores de luz, medición de la corriente en los filamentos;

b) en el caso de dispositivos indicadores que utilizan tubos fluorescentes, medición de la tensión de rejilla;

c) en el caso de dispositivos indicadores que utilizan cristales líquidos multiplexados, verificación de salida de la tensión de control de las líneas de segmento y de electrodos comunes, para detectar cualquier desconexión o cortocircuito entre circuitos de control.

Las verificaciones mencionadas en 6.7.2.2 no son necesarias.

B.4.3 El sistema de verificación del dispositivo indicador debe incluir la verificación del tipo P o I de los circuitos electrónicos utilizados para el dispositivo indicador (excepto los circuitos excitadores del propio dispositivo visualizador); este sistema de verificación debe cumplir con los requisitos de B.3.3.

B.4.4 Durante la evaluación de modelo, debe ser posible determinar que el sistema de verificación del dispositivo indicador está funcionando:

a) desconectando todo o parte del dispositivo indicador; o

b) mediante una acción que simule una falla en el dispositivo visualizador, por ejemplo, con un botón de ensayo.

B.4.5 Aunque la visualización continua del volumen no es obligatoria (ver 4.3.5), la interrupción del dispositivo visualizador no debe interrumpir el funcionamiento de los sistemas de verificación.

B.5 Sistemas de verificación de dispositivos auxiliares

Un dispositivo auxiliar (dispositivo de repetición, dispositivo de impresión, dispositivo de memoria, etc.) con indicaciones primarias debe incluir un sistema de verificación del tipo P o I. El objetivo de este sistema de verificación es verificar la presencia del

dispositivo auxiliar cuando es un dispositivo necesario, y verificar el correcto funcionamiento y la correcta transmisión.

B.6 Sistemas de verificación de los instrumentos de medición asociados

Los instrumentos de medición asociados deben incluir un sistema de verificación del tipo P o I. El objetivo de este sistema de verificación es asegurar que la señal proporcionada por estos instrumentos asociados se encuentre dentro de un alcance predeterminado de medición.

EJEMPLOS Transmisión a cuatro hilos para sensores de temperatura de tipo resistencia; control de la corriente de excitación para sensores de presión de 4–20 mA.

ANEXO C
(Informativo)

ERRORES PERMITIDOS DURANTE EL FUNCIONAMIENTO Y LA VERIFICACIÓN POSTERIOR

Los EMP de un medidor de agua mientras está en funcionamiento, deberían ser dos veces los EMP indicados en 4.2.2 o 4.2.3 según la clase de exactitud del medidor. Aunque la verificación posterior no está incluida en el alcance del presente Proyecto de Norma Metrológica Peruana, históricamente se ha determinado que ésta es razonable.

La verificación posterior debería aplicarse de acuerdo con las regulaciones nacionales sobre metrología legal.

BIBLIOGRAFÍA

[1] VIM 2012 (INACAL), *Vocabulario internacional de metrología — Conceptos básicos y generales, y términos asociados (VIM)*[2]

[2] VIML 2013 (INACAL), Vocabulario internacional de términos de metrología legal (VIML)

[3] OIML D 11:2013, Requisitos generales para los instrumentos de medición — Condiciones ambientales

[4] ISO 3, *Números preferentes — Series de números preferentes*

[5] ISO 4006:1991, *Medición del caudal de fluidos en conductos cerrados — Vocabulario y símbolos*

[6] ISO 6817:1992, *Medición del caudal de líquidos conductores en conductos cerrados — Método por caudalímetros electromagnéticos*

[7] ISO 4064-4:2014, *Medidores de agua potable fría y agua caliente — Parte 4: Requisitos no metrológicos no cubiertos por ISO 4064-1*.

[8] ISO 4064-5:2014, *Medidores de agua potable fría y agua caliente — Parte 5: Requisitos de instalación*.

[2] Equivalente a OIML V 2-200:2012