

IMPPLICACIONES DE LA NUEVA NORMATIVA SOBRE CONTADORES DE AGUA POTABLE EN LA GESTIÓN TÉCNICA DE REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Pedro L. Iglesias Rey¹; Vicente S. Fuertes Miquel¹ P. Amparo López Jiménez¹;
Fco. Javier Martínez Solano¹

Resumen – La aprobación de la nueva normativa europea sobre contadores de agua (EN 14154:2005) puede condicionar algunas de las tareas relacionadas con la gestión técnica de las redes de agua potable. En este trabajo se muestran las diferencias existentes entre la normativa vigente hasta la actualidad y la nueva normativa. Estas diferencias se manifiestan fundamentalmente en los aspectos de definición metrológica de los contadores y en las características de identificación de los mismos.

Para poner de manifiesto la importancia de la adecuada caracterización metrológica de los contadores se aborda el estudio del error de subcontaje en dos sistemas reales mediante una serie de mediciones realizadas.

Abstract – The approval of the new European norm on water meters (EN 14154:2005) can condition some of the tasks related with the technical management of the water supply systems. In this work we present the differences between the present time and the new norm. These differences are focused in the metrological aspects of the water meters and in the identification characteristics of such.

Palabras clave: Contadores de agua, normativa, ensayo, gestión técnica, sistemas de abastecimiento de agua.

Keywords: Water meters, normative, test, technical management, water supply systems.

¹ Universidad Politécnica de Valencia – Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente – Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos – Camino de Vera S/N – CP E46022 – Valencia (España) – Tel: (+34) 96 3879890 – Fax: (+34) 96 3877981 E-mail: piglesia@gmmf.upv.es

INTRODUCCIÓN

La gestión técnica de las redes de abastecimiento de agua compete multitud de tareas y competencias. Una de ellas es la adecuada medición tanto de los volúmenes suministrados desde las plantas de producción, como de los volúmenes consumidos por los abonados del sistema. En la fase de medición de volúmenes consumidos el papel de los contadores de agua resulta fundamental. De la precisión de estos aparatos, sus características y su adecuado funcionamiento depende una variable tan importante en la gestión de las redes como es la facturación realizada a los consumidores.

Durante los últimos años la fabricación y metrología asociada a los contadores no disponía de una normativa global a nivel europeo; tan solo existían disposiciones locales en los diferentes países con un aplicación regional muy concreta. En el caso de España los contadores de agua se regían durante los últimos años por las adaptaciones de las Directivas del Parlamento Europeo 75/33/CEE y 79/830/CEE que quedan reflejadas en la Orden Ministerial de 28 de diciembre de 1988 y de 30 de diciembre de 1988, publicadas en el Boletín Oficial del Estado núm. 55, de 6 de marzo de 1989.

A nivel internacional existían las normas ISO 4064-1, 4064-2 y 4064-3 que han quedado ligeramente desfasadas y en la actualidad se encuentran en revisión. Sin duda el organismo que ha ido marcando el camino hacia una normativa global sobre contadores de agua ha sido la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML). Esta organización tiene publicadas tres documentos de recomendaciones acerca de las características y ensayos que deben soportar los contadores de agua para tener completamente caracterizado su comportamiento. Estos tres documentos son:

- OIML R 49-1:2003. Contadores de agua destinados a la medición de agua potable fría. Parte 1: Requisitos metrológicos y técnicos.
- OIML R 49-2:2004. Contadores de agua destinados a la medición de agua potable fría. Parte 2: Métodos de ensayo.
- OIML R 49-3:2004. Contadores de agua destinados a la medición de agua potable fría. Parte 3: Formato de los informes de ensayo.

A nivel europeo ha venido trabajando en los últimos años el Comité Técnico de Normalización CEN/TC 92 “Water meters” especializado en el estudio de una nueva normativa para los contadores de agua. A nivel español este comité tiene su reflejo en el AEN/CTN82/SC3 “Metrología de fluidos” de AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). El resultado de este periodo de trabajo es la publicación de tres normas europeas que definen el comportamiento de los contadores de agua. Dichas normas, recientemente aprobadas son:

- EN 14154-1:2005. Contadores de agua. Parte 1: Requisitos generales.
- EN 14154-2. Contadores de agua. Parte 2: Instalaciones y condiciones de uso.
- EN 14154-3: 2005. Contadores de agua. Parte 3: Métodos de ensayo.

Las dos primeras normas en la actualidad han sido ya asimiladas por la Asociación Española de Normalización y Certificación y son de vigencia en nuestro país. Por el contrario la tercera de las normas en la actualidad se encuentra aprobada a nivel europeo a falta de la ratificación a nivel nacional.

La nueva normativa presenta una orientación diferente, con opciones más amplias en cuanto a las características metrológicas de los contadores. Esto permite en la gestión de redes de abastecimiento de agua seleccionar el contador más adecuado para cada caso concreto.

Asimismo, la inclusión de los elementos eléctricos y electrónicos asociados a los contadores de agua permite el empleo de estos bajo unas condiciones de uso perfectamente establecidas.

A lo largo del trabajo se presenta tanto la normativa utilizada durante los últimos años como la normativa recientemente aprobada. Uno de los aspectos más novedosos es la nueva definición que se realiza de las características metrológicas que definen el error de un contador. Para poner de manifiesto la importancia de este hecho se analiza en el trabajo el caso estudiado en dos viviendas donde se han registrado los caudales consumidos a lo largo de varios días. Del análisis posterior de la curva de error del contador y de la curva de consumo de cada una de las viviendas es posible establecer el error cometido en la determinación del volumen consumido por cada una de las viviendas.

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS DE UN CONTADOR DE AGUA

La característica fundamental de un contador de agua, desde un punto de vista metrológico, es su curva característica. La curva característica de un contador es la que refleja, para caudal, el error máximo cometido al realizar una medición. En esta curva quedan reflejados tres de los parámetros fundamentales de cualquier aparato de medida: la precisión, la sensibilidad y el alcance de la medición.

En el caso de la normativa vigente hasta este año las características metrológicas se definían mediante la Orden de 28 de diciembre de 1988. Por el contrario las características definidas por la nueva legislación existente se recogen en la norma UNE-EN 14154-1:2005.

La definición establecida en su día por la OIML y posteriormente asumida por la normativa EN-14154 define los siguientes caudales metrológicos de un contador:

- Caudal mínimo, Q_1 . Es el caudal más bajo al cual se requiere que el contador funcione dentro del error máximo permitido. Esta definición es idéntica en su concepción a la realizada en su día por la Orden de 28 de diciembre de 1988 que regula los contadores de agua fría (BOE núm. 55, de 6 de marzo de 1989).
- Caudal de transición, Q_2 . Es un caudal situado entre el caudal permanente, Q_3 , y el caudal mínimo Q_1 , que divide el rango de caudal en dos zonas, la “zona superior” y la “zona inferior”, cada una caracterizada por su propio error máximo permitido.
- Caudal permanente, Q_3 . Es el caudal más elevado dentro de las condiciones nominales de funcionamiento, al cual se requiere que el contador de agua funcione de manera satisfactoria dentro del error máximo permitido.
- Caudal de sobrecarga, Q_4 . Es el caudal más alto al cual puede funcionar un contador, durante un corto periodo de tiempo, dentro de máximo error permitido, manteniendo su comportamiento metrológico cuando posteriormente vuelva a las condiciones nominales de funcionamiento.

Estos parámetros heredan una definición pareja de los conceptos de caudal mínimo $Q_{\min}$, caudal de transición Q_t , caudal nominal Q_n y caudal máximo $Q_{\max}$ establecidos en la Orden de 28 de diciembre de 1988. Las únicas diferencias que aparecen entre las dos normativas surgen a la hora de concretar numéricamente los valores de cada uno de estos caudales, si bien los conceptos y su relación con la precisión del contador es la misma en ambos casos.

La *precisión* queda definida por la desviación o error con la que mide, a un determinado caudal de trabajo. Este error tiene dos zonas claramente definidas:

- La zona inferior. Se define para los caudales más bajos del rango de medida del contador. En dicha zona el margen de error máximo admisible es del 5%.
- La zona superior. Se define para caudales más altos del rango de medida. En dicha zona el margen máximo de error permitido es del 2%. Según la norma UNE-EN 14154-1:2005 el error máximo del 2% es para una temperatura del agua inferior a 30°C. En el caso de que la temperatura del agua sea superior a 30°C el error máximo admisible será del 3%.

En cualquier caso, si del ensayo del contador todos los errores del mismo ocurren con el mismo signo, los errores máximos admisibles anteriores deben reducirse a la mitad.

En función de los diferentes parámetros definidos del contador es posible considerar la curva característica definida por cada una de las normativas comparadas en la *Figura 1* y en la *Figura 2*.

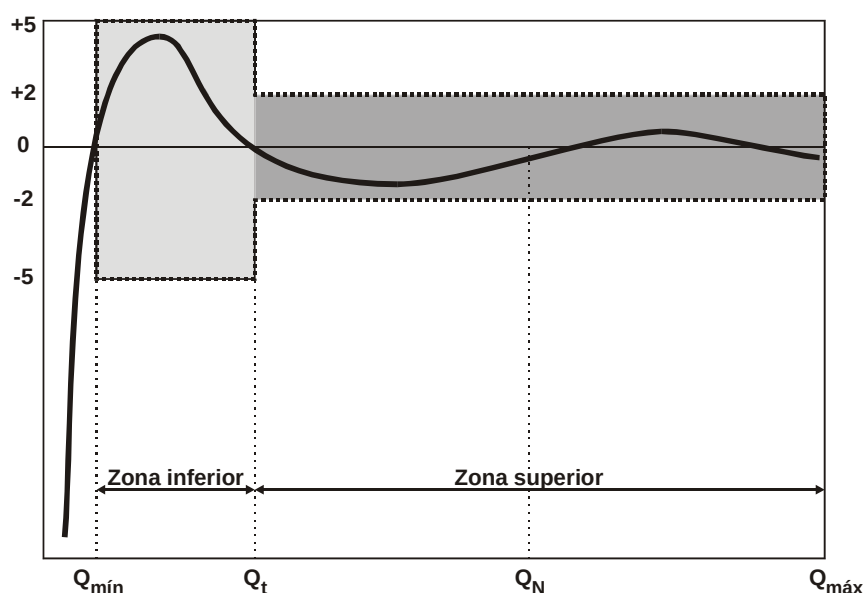


Figura 1. Curva de error de un contador según la Orden de 28 de diciembre de 1988.

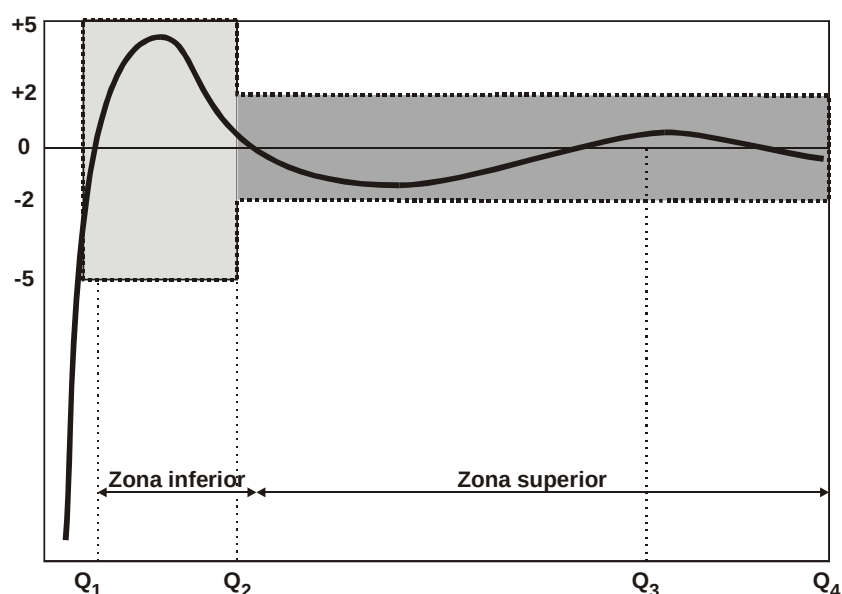


Figura 2. Curva de error de un contador según la norma UNE-EN 14154-1:2005.

Extensión del campo de medida: caudal permanente y caudal de sobrecarga.

Hasta el momento existía la posibilidad de seleccionar diversos caudales nominales de forma poco ordenada. Con la nueva normativa el valor numérico del caudal Q_3 , expresado en m^3/hora , debe escogerse de la serie de valores R5 de la norma ISO 3:1973.

Tabla 1. Serie de valores R5 de la norma ISO 3:1973.

1'0	1'6	2'5	4'0	6'3
10	16	25	40	63
100	160	250	400	630
1000	1600	2500	4000	6300

En el caso de requerir contadores de tamaño diferentes existe la posibilidad de extender el rango a valores inferiores o superiores a los recogidos anteriormente, si bien quedan claramente fuera del campo de aplicación habitual en redes de abastecimiento de agua.

Los valores empleados de caudal Q_3 empleados mayoritariamente hasta la actualidad (1'5, 3'5, 6, 15 y 20) tienen un periodo de validez excepcional de 5 años. Durante este plazo podrán seguir empleándose, pero pasado dicho plazo deberán desaparecer.

Las definiciones de caudal permanente y caudal de sobrecarga son equivalentes a lo que en la Orden de 28 de diciembre de 1988 se definía como caudal nominal y caudal máximo del contador. No obstante en la nueva definición que se realiza de las características metrológicas de un contador ya no existe la misma relación entre ambos que existía en la Orden de 28 de diciembre de 1988. En aquella se establecía el caudal nominal como la mitad del caudal máximo, mientras que en la nueva normativa el caudal de sobrecarga representa tan solo un 25% de incremento respecto del caudal permanente:

$$Q_4 = 1'25 \cdot Q_3$$

Clases metrológicas del contador: caudal mínimo y de transición.

Los conceptos de caudal mínimo, y caudal de transición tiene una definición idéntica en la OIML R49-1:2000, en la UNE-EN 14154-1:2005 y en la Orden de 28 de diciembre de 1988 que regula los contadores de agua fría (BOE núm. 55, de 6 de marzo de 1989).

Las definiciones relativas de los caudales mínimo ($Q_{\min}$) y de transición (Q_t) en la normativa clásica, hacía una referencia a los mismos como un porcentaje del caudal nominal (Q_n). Además dicha relación establecía las tres clases de precisión existentes y dependía del tamaño (caudal nominal) del contador.

Tabla 2. Clases metrológicas y definición de $Q_{\min}$ y Q_t en la Orden de 28 de diciembre de 1988.

Clases		Q_n	
		$< 15 \text{ m}^3/\text{h}$	$\geq 15 \text{ m}^3/\text{h}$
Clase A	$Q_{\min}$	$0'04 \cdot Q_n$	$0'08 \cdot Q_n$
	Q_t	$0'10 \cdot Q_n$	$0'30 \cdot Q_n$
Clase B	$Q_{\min}$	$0'02 \cdot Q_n$	$0'03 \cdot Q_n$
	Q_t	$0'08 \cdot Q_n$	$0'20 \cdot Q_n$
Clase C	$Q_{\min}$	$0'01 \cdot Q_n$	$0'006 \cdot Q_n$
	Q_t	$0'015 \cdot Q_n$	$0'0015 \cdot Q_n$

En el caso de la norma UNE-EN 14154-1:2005 el rango de medida de caudal de un contador de agua fría se define mediante la relación Q_1/Q_3 existente entre el caudal mínimo Q_1 y el caudal permanente Q_3 . Dicha relación debe ser una de las establecidas por la línea R10 de la norma ISO 3:1973. Dichos valores son los que se recogen en la tabla siguiente.

Tabla 3. Serie de valores R10 de la norma ISO 3:1973.

10	12'5	16	20	25	31'5	40	50	63	80
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800

Durante un periodo de transición de cinco años se admiten determinados valores que actualmente son de uso corriente. Este periodo permite a los fabricantes modificar las prestaciones y características de los contadores fabricados. Las excepciones son las que vienen definidas por relaciones Q_1/Q_3 definidas en la tabla siguiente.

Tabla 4. Ratios Q_1/Q_3 que excepcionalmente pueden emplearse durante un periodo de cinco años.

Q_1/Q_3	15	35	60	212
-----------	----	----	----	-----

El rango de medida es uno de los parámetros que más variaciones ha sufrido con la puesta en marcha de la nueva normativa de contadores de agua. Los valores de la relación Q_1/Q_3 equivalentes a la normativa vigente hasta la actualidad son los que se recogen a continuación.

Tabla 5. Valores del rango de medida Q_1/Q_3 correspondiente a la normativa vigente la norma UNE-EN 14154:2005.

Clases	$Q_n = Q_1$			
	$< 15 \text{ m}^3/\text{h}$		$\geq 15 \text{ m}^3/\text{h}$	
	$Q_{\min}$	Q_1/Q_3	$Q_{\min}$	Q_1/Q_3
Clase A	$0'04 \cdot Q_n$	25	$0'08 \cdot Q_n$	12'5
Clase B	$0'02 \cdot Q_n$	50	$0'03 \cdot Q_n$	33'3
Clase C	$0'01 \cdot Q_n$	100	$0'006 \cdot Q_n$	166'6

Finalmente la definición del caudal de transición Q_2 en la nueva normativa resulta sumamente sencilla ya que es un múltiplo del caudal mínimo Q_1 definido mediante la relación

$$Q_2 = 1'6 \cdot Q_1$$

Al igual que ocurre con la definición del caudal mínimo en la nueva normativa, durante un periodo de cinco años se admiten una serie de caudales de transición diferentes a los definidos por la relación anterior. Estos valores son los que recoge la tabla siguiente.

Tabla 6. Ratios Q_2/Q_1 que excepcionalmente pueden emplearse durante un periodo de cinco años.

Q_2/Q_1	1'5	2'5	4	6'3
-----------	-----	-----	---	-----

Comparación de dos contadores equivalente.

A continuación se presentan dos contadores cuyas prestaciones pueden en un futuro cercano suponerse como equivalentes. El primero de ellos está definido de acuerdo a las prestaciones establecidas con la normativa vigente hasta hace unos meses. El segundo está marcado con las especificaciones determinadas por la nueva norma UNE-EN 14154:2005.

Parámetros	Normativa de referencia	
	Directiva 75/33/CEE	UNE-EN 14154-1:2005
Caudal nominal	$Q_n = 1'5 \text{ m}^3/\text{h} = 1500 \text{ l/h}$	$Q_3 = 2'5 \text{ m}^3/\text{h} = 2500 \text{ l/h}$
Caudal máximo	$Q_{\max} = 2 \cdot Q_n = 3000 \text{ l/h}$	$Q_4 = 1'25 \cdot Q_3 = 3125 \text{ l/h}$
Precisión contador	Clase C	R200 (ratio Q_3/Q_1)
Caudal mínimo	$Q_{\min} = 0'01 \cdot Q_n = 15 \text{ l/h}$	$Q_1 = 2500 / 200 = 12'5 \text{ l/h}$
Caudal de transición	$Q_t = 0'015 \cdot Q_n = 22'5 \text{ l/h}$	$Q_2 = 1'6 \cdot 12'5 = 20 \text{ l/h}$
Pérdida de carga	0'6 bar a $Q_{\max}$	0'4 bar a Q_3 (0'63 para Q_4)

CLASIFICACIÓN DE LOS CONTADORES DE ACUERDO A LA NUEVA NORMATIVA

Además de las características metroológicas que establece la nueva normativa, la norma UNE-EN 14154-1:2005 establece una clasificación de los contadores de acuerdo a otros criterios complementarios:

- Presión del agua.
- Temperatura del agua.
- Sensibilidad al perfil de velocidades del agua.
- Pérdida de presión de agua en el contador.
- El entorno climático y mecánico.
- El entorno electromagnético.

Clasificación de los contadores en función de la presión del agua

Para clasificar los contadores en función de la presión del agua es necesario medir tanto la presión aguas arriba como la presión aguas abajo del contador. La medición de la presión aguas arriba permite establecer la presión máxima admisible (PMA), mientras que la presión aguas abajo establece la presión mínima admisible en el contador (PmA). Las exigencias derivadas de la nueva normativa exige la PmA sea al menos de 30 kPa (0'3 bar). Esta restricción es común a todos los contadores y tiene importantes implicaciones en aquellas instalaciones en las que existe un depósito intermedio entre la red de distribución y la red particular de los usuarios.

Por otra parte, en función del valor de la PMA los contadores se clasifican de acuerdo con las siguientes clases de presión

Tabla 7. Clases de presión del agua.

Clase	PMA (bar)
PMA 6	6
PMA 10	10
PMA 16	16
PMA 25	25
PMA 40	40

El contador debe ser capaz de soportar una presión interna igual a la que determina su clase. Para verificar esto los contadores se ensayan de acuerdo a lo establecido en la norma EN 14154-3. En el caso de contadores de tipo volumétrico el ensayo de presión anterior debe extenderse también a los sellos internos de dicho tipo de contador para verificar que no existe la posibilidad de fugas entre la entrada y la salida.

El ensayo de presión estática de un contador de agua de una determinada clase de presión PMA supone la realización de dos ensayos de presión estática diferentes.

- El primero de los ensayos supone aumentar la presión del sistema hasta 1'6 veces el valor de la presión PMA y mantener dicho nivel de presión durante al menos 15 minutos.
- El segundo supone aumentar la presión del sistema a dos veces el valor de la PMA y mantener dicho valor durante 1 minuto.

Después de cualquiera de los dos ensayos debe comprobarse que el contador no presenta daño físico, así como que el dispositivo indicador no presenta fuga alguna ni externa ni interna. La ausencia de cualquier daño o de fuga permite admitir la validez del contador para dicha clase de presión.

La realización de estos ensayos supone que las modificaciones de los valores de presión se realizan de forma gradual para evitar cualquier tipo de sobrepresión en el dispositivo. Al mismo tiempo las condiciones de temperatura deben mantenerse en todo momento dentro del rango establecido por la clase del contador.

Clasificación de los contadores en función de la temperatura del agua

La nueva normativa de contadores de agua clasifica a estos también en función de la temperatura de trabajo del contador. En función de la temperatura máxima admisible (TMA) y de la temperatura mínima admisible (TmA) las diferentes clases de contadores son las que recoge la tabla siguiente.

Tabla 8. Clases de temperatura del agua.

Clase	TmA (°C)	TMA (°C)
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

Clasificación de los contadores en función de la sensibilidad al perfil de velocidades del agua

Uno de los aspectos más novedosos de la nueva normativa sobre contadores de agua es el establecimiento de un criterio claro y definido respecto de la influencia que el perfil de velocidades tiene sobre el funcionamiento de un contador.

El diseño teórico de un contador de agua, fundamentalmente si es de chorro único, supone admitir

Tabla 9. Clases de sensibilidad a la irregularidad en los campos de velocidad aguas arriba del contador (U).

Clase	Longitudes requeridas (x DN)	Necesidad de estabilizador de flujo
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 10. Clases de sensibilidad a la irregularidad en los campos de velocidad aguas abajo del contador (D).

Clase	Longitudes requeridas (x DN)	Necesidad de estabilizador de flujo
D0	0	No
D3	3	No
D5	5	No
D0S	0	Sí
D3S	3	Sí

Clasificación de los contadores en función de la pérdida de presión.

Hasta la aprobación de la nueva normativa UNE-EN 14154 no existía clasificación alguna de los contadores en función de la pérdida de carga que introducen. Esto impide a nivel de las características del mismo establecer la mayor o menor pérdida de carga introducida por el elemento motriz del contador. La única referencia existente se establecía en base a la presión máxima admisible que podría presentar un contador. Dicha pérdida de presión máxima estaba fijada en 0'25 bar para un caudal igual al caudal nominal del contador.

Este requerimiento era en no pocas ocasiones excedido, tal como pone de manifiesto un sencillo análisis de la información técnica suministrada por diferentes fabricantes de contadores.

La nueva normativa aprobada establece la posibilidad de introducir dentro de los contadores elementos motrices que supongan una mejora notable de sus prestaciones metrológicas aunque supongan un incremento ligero de la pérdida de energía generada en los mismos.

A este efecto para el caudal de funcionamiento normal del contador (lo que posteriormente se denominará Q_3) la caída máxima de presión no sobrepasará en ningún caso los 63 KPa (0'63 bar). Debe tenerse en cuenta que estas pérdidas máximas admisibles incluyen siempre el posible filtro o rejilla que el contador lleve instalado.

Asimilando el caudal Q_3 de la nueva normativa con el caudal nominal de la normativa existente parece suponer una cierta permisividad a la construcción de contadores que puedan generar mayores pérdidas de carga. No obstante no existe una equivalencia tan inmediata entre ambos, tal como se aborda con posterioridad a la hora de analizar las características metrológicas.

En definitiva, la clase de presión la selecciona el fabricante de entre los valores de la serie de valores R 5 de la norma ISO 3:1973, lo que supone establecer las clases de presión indicadas en la tabla siguiente.

Tabla 11. Clases de sensibilidad a la irregularidad en los campos de velocidad aguas abajo del contador (D).

Clase	Pérdida de presión máxima (bar)
ΔP 63	0'63
ΔP 40	0'40
ΔP 25	0'25
ΔP 16	0'16
ΔP 10	0'10

Clasificación de los contadores en función del entorno climático y mecánico.

Los contadores son sometidos a diferentes ensayos para clasificar su respuesta y comportamiento frente a diferentes entornos climáticos y mecánicos. El entorno climático marca las oscilaciones de temperatura del contador y las especificaciones mecánicas hacen referencia fundamentalmente a la respuesta a las vibraciones.

La norma UNE-EN 14154-1:2005 define 3 clases diferentes para los contadores de agua:

- Clase B: contadores fijos instalados en el interior de edificios.
- Clase C: contadores fijos instalados en el exterior de edificios.
- Clase I: contadores móviles diseñados para ser transportados de un punto a otro.

Cuando el fabricante busca la aprobación de un determinado modelo debe definir la clase apropiada para la que desea se realicen los ensayos. Para cada tipo clase de contador existe un nivel de severidad en los ensayos requeridos.

Cada uno de los contadores debe ser capaz de soportar las condiciones de influencia a las condiciones ambientales que se listan en la tabla siguiente. El detalle de los ensayos que es necesario realizar se enuncian en la norma UNE-EN 14154-3:2005.

Tabla 12. Nivel de severidad de los ensayos para los diferentes requisitos medioambientales.

	Clases		
	B	C	I
Calor seco	3	3	3
Frío	1	3	3
Cíclica de calor húmedo	1	2	2
Vibración	-	-	1
Impacto mecánico	-	-	1

Clasificación de los contadores en función del entorno electromagnético.

La norma UNE-EN 14154-1:2005 define 2 clases de contadores de acuerdo a su respuesta a diferentes entornos electromagnéticos:

- Clase E1: contadores para uso en entorno residencial, comercial e industria ligera. Supone la ausencia de fuertes campos electromagnéticos.
- Clase E2: contadores para uso industrial, en los que se considera la posibilidad de que existen campos electromagnéticos de cierta importancia.

Las condiciones que ha de cumplir un contador para clasificarlo de acuerdo a uno de los dos tipos de entornos electromagnéticos son las derivadas de los ensayos a cuatro efectos:

- Descargas electrostáticas.
- Presencia de un campo electromagnético generado a base de radio frecuencias.
- El contador debe presentar una inmunidad prácticamente total a ráfagas de tipo electromagnético.
- El contador también debe soportar transitorios eléctricos rápidos.

MARCADO DE LOS CONTADORES DE AGUA

La nueva normativa vigente desde este año (UNE-EN 14154-1:2005) exige una serie de elementos que es necesario identificar en el contador. Esta normativa establece que cualquier contador de agua fría debe disponer de la marca de verificación principal, de forma claramente visible, sin necesidad de realizar desmontaje alguno del contador.

Asimismo se exige un marcado claro del contador, conteniendo la información característica del contador. Dicha información puede estar distribuida entre la carcasa del contador, el dispositivo indicador, sobre una placa adosada al contador o sobre cualquier parte del mismo que no sea separable del cuerpo del contador.

La información que debe incluirse en el marcado del contador es la siguiente:

- Unidad de medida del caudal. La unidad de medida del volumen de agua son los metros cúbicos. Por ello deberá aparecer el símbolo m^3 en cualquiera de los totalizadores o junto al número indicador del volumen.
- El caudal permanente Q_3 .

- La relación entre el caudal mínimo (Q_1) y el caudal permanente (Q_3). Dicha relación Q_1/Q_3 se expresará precedida de la letra R. Es posible utilizar cualquiera de las relaciones Q_1/Q_3 definidas en la *Tabla 3*.
- La presión máxima admisible. Este valor puede no incluirse en la información marcada por el fabricante. De hecho solo es necesario realizar el marcado de esta información cuando dicha presión máxima es diferentes de 1 MPa (aproximadamente 10 bares).
- El sentido de flujo. Este sentido debe ser una indicación clara que sea visible en cualquier circunstancia a fin de impedir la inadecuada instalación del equipo. La nueva normativa exige que en el caso de circulación en sentido inverso de flujo en el contador se descuenta volumen de caudal, aunque no se exigen los mismos requerimientos metrológicos que para el contador funcionando adecuadamente.
- La indicación de si el contador se instala de forma horizontal o de forma vertical mediante las letras H o V.
- La clase de temperatura del contador. Dicha identificación puede omitirse cuando el contador de agua sea de clase T30.
- La clase de pérdida de presión cuando sea diferente a ΔP_{63} .
- El nombre o marca del fabricante del contador.
- El año de fabricación del contador, indicando únicamente los dos últimos dígitos y el número de serie del equipo lo más acerca posible del dispositivo indicador.
- El signo de aprobación de modelo de acuerdo a las legislaciones europeas.
- Existe toda una serie de informaciones que es obligatorio suministrar, pero que no es imprescindible que se encuentren marcadas en el contador. Estas especificaciones pueden suministrarse en un documento adjunto. Dicho documento debe llevar una identificación única y no ambigua con el contador al que se refiere. Las especificaciones que puede contener dicho documento son:
 - La clase de sensibilidad del contador a las irregularidades en el campo de velocidades.
 - El nivel de seguridad del entorno climático y mecánica.
 - La clase CEM.

Ejemplo de marcado de un contador.

Un contador con marcado de la forma:

Q_3 2,5 ; R200 ; H ; 987654321 ; 05 ; GMMF-UPV

equivale a las siguientes características del mismo:

- Caudal permanente $Q_3 = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Rango de medida $Q_3/Q_1 = 200$;
- Aún cuando no se indica nada implícitamente se definen los siguientes valores metrológicos:
 - Relación $Q_2/Q_1 = 1,6$.
 - Relación $Q_4/Q_3 = 1,25$.

- Error máximo en la zona superior es 2% si la temperatura del agua es inferior a 30 °C y 3% para valores superiores.
- Error máximo en la zona inferior es 5%.
- El contador debe ser montado horizontalmente (H).
- Al no indicar nada al respecto en el marcado del contador se entienden las siguientes características:
 - La clase de temperatura es T30.
 - La clase de pérdida de presión es $\Delta P63$.
 - La presión máxima admisible es 1 MPa.
- El número de serie del contador es 987614321.
- El año de fabricación es 2005.
- El fabricante del contador es: GMMF-UPV.

A modo de ilustración la *Figura 3* recoge la placa de características de un contador

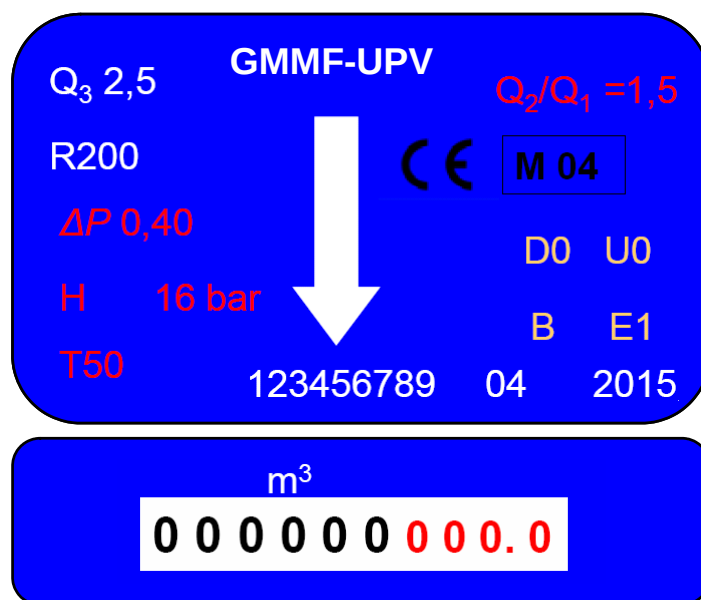


Figura 3. Ejemplo de marcado de un contador de acuerdo a la norma UNE-EN 14154-1:2005.

CONTROL METROLÓGICO DE LOS CONTADORES

El control metrológico de los contadores según la Orden de 28 de diciembre de 1988 constaba de dos partes:

- La aprobación de modelo.
- La verificación primitiva.

Se trata de dos fases mediante las cuales se garantiza que cualquiera de los contadores suministrados por un fabricante cumple con los requerimientos definidos por la normativa.

Aprobación de modelo.

El objetivo de la Aprobación de modelo es verificar que los contadores cuyo modelo de aprobación resolicita cumplen con todos y cada uno de los requisitos establecidos en la normativa. Por este motivo la aprobación de modelo tan solo se puede conceder para un contador de agua que conste de un transductor o elemento de medida, un calculador y un elemento indicador. Durante los ensayos de aprobación del modelo no es posible realizar modificación alguna de los contadores. En el caso de que alguno de los contadores sea modificado deberán repetirse la totalidad de los ensayos.

El número de contadores que es necesario presentar y ensayar para la aprobación del modelo son los que se recogen en la tabla siguiente.

Tabla 13. Número de contadores a ensayar.

Caudal (m ³ /h)	Nº contadores a presentar	Nº contadores a ensayar
$Q_3 \leq 4$	30	3
$4 < Q_3 \leq 16$	20	3
$16 < Q_3 \leq 160$	10	3
$160 < Q_3 \leq 1600$	5	2
$Q_3 > 1600$	2	1
Nota: Puede ser necesario presentar muestras adicionales para contadores equipados con dispositivos electrónicos o para ensayos contadores en todas las posiciones.		

En la normativa vigente hasta la aprobación de la norma UNE-EN 14154: 2005 el número de contadores que era necesario presentar era muy inferior, no especificándose el número de contadores a ensayar. El programa de mediciones que requiere un contador para la aprobación del modelo son los que recoge la *Tabla 14*.

Verificación primitiva.

La verificación primitiva es un ensayo que debe realizarse sobre todos y cada uno de los contadores que se fabrican para determinar que verifica determinadas condiciones metrológicas fundamentalmente. Las magnitudes que se ensayan con las dos normativas comparadas son prácticamente las mismas. La diferencia principal estriba en el hecho de que con la nueva normativa ya no resulta necesario el ensayo de pérdida de carga del contador, que se exigía con la normativa anterior.

A fin de agilizar los ensayos es posible realizar el ensayo de varios contadores puestos en serie (ver *Figura 4*) siempre que se verifique que la presión mínima a la que se encuentra cualquiera de los contadores es 30 kPa (aproximadamente 0'3 bar).

Son dos los ensayos que deben realizarse durante la verificación primitiva de los contadores:

- El ensayo de presión estática, que supone someter al contador a una presión de al menos 1'6 veces la presión máxima admisible (PMA) durante un tiempo de un minuto. Tras dicho ensayo deben verificarse las condiciones metrológicas del contador.

- Ensayo metrológico del contador. Para verificar el adecuado funcionamiento del contador dentro del margen de error definido se debe ensayar el mismo a tres caudales diferentes verificando que los errores están dentro de los errores máximos permitidos. Los caudales y errores máximos permitidos son:

Rango de caudales	Error máximo admisible
Un caudal Q entre Q_1 y $1'1 \cdot Q_1$	5%
Un caudal Q entre Q_2 y $1'1 \cdot Q_2$	2%
Un caudal Q entre $0'9 \cdot Q_3$ y Q_3	2%



Figura 4. Ensayo de múltiples contadores en serie para la verificación primitiva en fábrica.

Tabla 14. Programa de ensayo de contadores.

TIEMPO (estimado)	PROGRAMA 1 (comportamiento hidráulico)	PROGRAMA 2 (entorno mecánico)	PROGRAMA 3 (entorno eléctrico/climático)	PROGRAMA 4 (comportamiento de durabilidad)
Semana 1	Examen administrativo Presión estática Caudal (horizontal) Irregularidad en los campos de velocidad (horizontal) Pérdida de presión			
Semana 2	Influencia de la presión del agua Influencia de la temperatura del agua Temperatura del agua Caudal cero Caudal inverso <i>Caudal Q1-Q4 (+ posiciones adicionales)^a Perturbaciones de flujo inverso Pérdida de carga inversa</i>			
	Fin del PROGRAMA 1			
Semana 3		Impacto mecánico Vibración Campo magnético estático Legibilidad del índice	Calor seco Frío seco Calor húmedo, cíclico Variación de alimentación, C.A. Variación de alimentación, C.C. Interrupción en el suministro de batería Reducciones de energía en periodos cortos	Durabilidad (horizontal)
		Fin del PROGRAMA 2		
Semana 4			Transitorios rápidos Descargas electrostáticas Campos electromag..HF Ráfagas	
			Fin del PROGRAMA 3	
Semana 11				Caudal Q ₁ -Q ₄ (horizontal)
				Durabilidad (+ posiciones adicionales) ^a Durabilidad (caudal inverso) Caudal Q ₁ -Q ₄ (+ posiciones adicionales) ^a
Semana 20				Fin del PROGRAMA 4
Notas	<i>Ensayos indicados en cursiva</i>	Ensayos dependiendo del tipo de contador. Por acuerdo, pueden seleccionarse contadores adicionales con la intención de reducir los plazos de los ensayos. ^a Para asegurar la evaluación del comportamiento en todas las orientaciones.		

CONCLUSIONES

A lo largo del presente trabajo se han expuesto las diferentes existentes entre la normativa derivada de la Directiva 75/33/CEE adaptada mediante la Orden Ministerial de 28 de diciembre de 1988 y la normativa definida por la norma UNE-EN 14154:2005. El análisis comparativo de ambas normativas permite establecer las siguientes conclusiones:

- Los errores máximos admisibles definidos por ambas normas son los mismos. No existe modificación alguna en la definición de estos límites máximos. La única diferencia estriba en que la definición de la zona superior e inferior de ambas normas es ligeramente diferente.
- La nueva normativa define perfectamente los caudales nominales o de funcionamiento permanente de los contadores. En la normativa anterior esta definición no quedaba claramente definida. La nueva normativa define claramente el caudal nominal como el máximo caudal de funcionamiento en régimen permanente, mientras que la normativa anterior hace una definición del mismo a partir del caudal máximo.
- La relación entre el caudal nominal o permanente y el caudal máximo de ambas normas ha variado sustancialmente. Así, mientras en la normativa anterior el caudal máximo el doble del caudal nominal, en la normativa actual el caudal máximo tan solo es un 25% superior al caudal de régimen permanente. Esto no debe entenderse como una modificación de los contadores, sino tan solo como una definición alternativa del caudal permanente, que no coincide directamente con el caudal nominal anterior.
- Las relaciones que definen tanto el caudal de transición como el caudal mínimo han sido modificadas de forma sustancial. En la normativa anterior existían tres clases de precisión claramente identificadas que en función del tamaño del contador definen perfectamente los caudales mínimo y de transición.

En la normativa actual existe la posibilidad de definir diferentes valores del caudal mínimo Q_1 con relación al caudal permanente Q_3 . Esta capacidad, de definir valores diferentes del caudal mínimo para un mismo caudal permanente, permite clasificar mejor los diferentes tipos de contadores existentes, identificando de una forma más clara su sensibilidad.

En definitiva, a medio plazo, cuando el desarrollo de los contadores de agua de acuerdo a la nueva norma sea un hecho, el gestor de la red de abastecimiento podrá seleccionar un rango más amplio de contadores con un rango amplio de sensibilidades en la medición de los volúmenes.

- La definición de las pérdidas de carga en el contador también ha sufrido ligeras modificaciones. La normativa anterior tan solo daba una restricción de la pérdida de carga máxima que puede generar el contador. La nueva normativa permite clasificar adecuadamente diferentes contadores en función de su pérdida de carga. Un análisis inicial de la nueva normativa permite establecer la clase de pérdida equivalente a los criterios de la norma anterior es ΔP_{63} .
- La nueva normativa define toda una serie de exigencias del contador, fundamentalmente respecto de las condiciones de instalación, de su influencia al perfil de velocidades y de la influencia que puede tener la temperatura del fluido. Estas nuevas clasificaciones permiten identificar perfectamente las características completas de cualquier tipo de contador.

- Las condiciones de ensayo tanto para la aprobación de modelo como para la verificación primitiva son similares en ambos casos. Las principales diferencias estriban en la necesidad de un mayor número de contadores en los ensayos para aprobación de modelo y el haber desaparecido el ensayo de pérdida de carga en la verificación primitiva.

En definitiva, el análisis comparativo de ambas normativas ha permitido conocer en profundidad ambas y conocer los cambios que en un futuro inmediato aparecerán en todos los aspectos relacionados con la medición de los caudales consumidos. La adecuada adaptación a las nuevas características de estos medidores puede mejorar notablemente todas aquellas tareas de gestión técnica de la red relacionadas con la medición de volúmenes consumidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR (2005). *UNE-EN 14154-1. Contadores de agua. Parte 1: Requisitos generales*. Ed. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Junio 2005.
- AENOR (2005). *UNE-EN 14154-2. Contadores de agua. Parte 2: Instalaciones y condiciones de uso*. Ed. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Junio 2005.
- AENOR (2005). *UNE-EN 14154-3PR. Contadores de agua. Parte 3: Métodos de ensayo*. Ed. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Pendiente de publicación.
- Creus Solé, A. (1989), *Instrumentación Industrial*. Ed. Marcombo Boixereu Editores. Barcelona.
- DOCE (1974). *Directiva 75/33/CEE del Consejo, de 17 de diciembre de 1974, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los contadores de agua fría*. Diario Oficial nº L 014 de 20/01/1975. Capítulo 13 Tomo 4 p. 0044.
- DOCE (1979). *Directiva 79/830/CEE del Consejo, de 11 de septiembre de 1979, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los contadores de agua caliente*. Diario Oficial nº L 259 de 15/10/1979. Capítulo 13 Tomo 10 p. 0219.
- DOCE (2004). *Directiva 2004/22/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 31 de marzo de 2004 relativa a los instrumentos de medida*. Diario Oficial nº L 135 de 30/04/2004. p. 0001 – 0080.
- Iglesias, P.L.; López, G.; López, P.A.; Díaz, J.L. (2003). “*Sistemas de medición e instrumentación en redes de abastecimiento. Principios básicos y características*”. Capítulo 8 del libro Ingeniería hidráulica en los abastecimientos de agua. Ed. GMMF-UPV, Valencia, junio de 2003.
- Iglesias, P.L. (1995), "Medición de variables fluidas". Curso de Instalaciones de Fluidos en los Edificios. Módulo 0. Conferencia 9. Ed. Universidad Politécnica de Valencia.
- International Organization of Legal Metrology (2003). *OIML R 49-1. Water meters intended for the metering of cold potable water. Part 1: Metrological and technical requirements*. Ed. Bureau International de Metrologie Legale, Paris, 2003.
- International Organization of Legal Metrology (2004). *OIML R 49-2. Water meters intended for the metering of cold potable water. Part 2: Test methods*. Ed. Bureau International de Metrologie Legale, Paris, 2004.

- International Organization of Legal Metrology (2004). *OIML R 49-3. Water meters intended for the metering of cold potable water. Part 3: Test report format*. Ed. Bureau International de Metrologie Legale, Paris, 2004.
- Larreategui, A. (1994), "Estado del arte en la medición de magnitudes hidráulicas (I): Medición de caudales en conducciones cerradas, en diámetros pequeños y medianos". Ingeniería del Agua. Vol 1. Nº 2. pp. 33-68. Valencia.
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1989). *Orden de 28 de diciembre de 1988, por la que se regulan los contadores de agua fría*. Boletín Oficial del Estado núm. 55, de 6 de marzo de 1989.

