



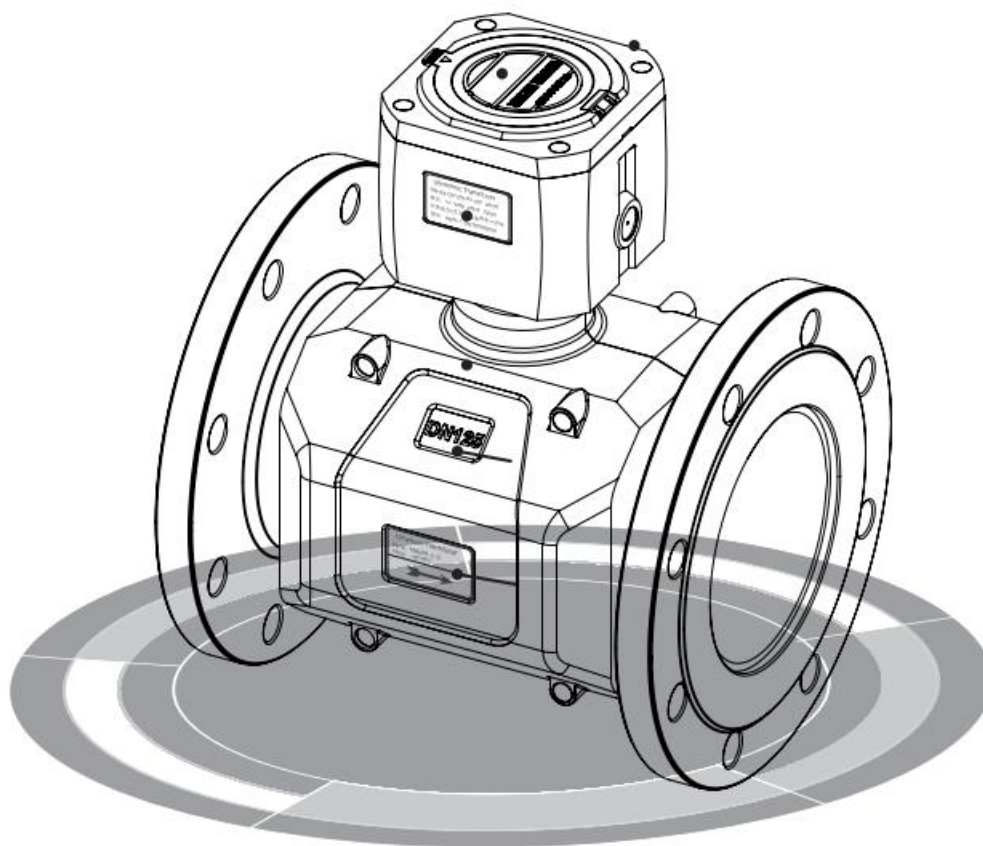
MANUAL DE OPERACIÓN

Medidor Ultrasónico de Agua y de Energía Térmica

Serie TS-W · Versiones V00 / V01

Medición de agua y de energía térmica por ultrasonido

Agua potable · Agua residual · Agua de mar · Riego agrícola · Energía térmica



Comercializadora Tecnométrica, S.A. de C.V.

Instrumentación industrial y científica de medición

www.tecnometrica.com.mx

Documento de referencia técnica para el usuario final

1. Descripción general

La serie TS-W es una familia de medidores ultrasónicos de alta integración, disponible en configuraciones de dos y de cuatro canales. La medición se realiza por trayectorias múltiples estratificadas dentro de la tubería, lo que proporciona una amplia relación de rango (rangeabilidad), consumo eléctrico muy bajo y operación estable. Todos los componentes del equipo tienen grado de protección IP68, por lo que puede operar en ambientes de trabajo severos.

Sus aplicaciones son el abastecimiento de agua en zonas urbanas, la gestión de recursos hídricos, el riego agrícola, la jardinería y paisajismo, y la producción industrial.

La versión de energía térmica de la misma serie se emplea en la medición de energía térmica y frigorífica en plantas de generación, subestaciones de intercambio de calor, empresas de calefacción, sistemas de refrigeración y aire acondicionado central.

1.1 Alcance de este documento

Las secciones 3 a 5 y 8 a 16 corresponden a las especificaciones, la operación, la configuración y los protocolos de comunicación del equipo. Las secciones 2, 6, 17 y 18 incluyen el marco normativo aplicable, las recomendaciones de seguridad, el mantenimiento y el alcance de medición desarrollados por Tecnométrica como apoyo técnico al usuario. Los anexos A a D son material de referencia para integración y diagnóstico.

Antes de iniciar

Lea el manual completo antes de instalar y operar el equipo.

Confirme que el punto de instalación permite los tramos rectos requeridos y que la tubería permanecerá llena durante la medición.

Verifique que el caudal de la operación se encuentra dentro del rango de la tabla correspondiente al diámetro y a la configuración de su equipo, conforme a la sección 5.

Si el equipo se destina a una licitación o a un uso que exija certificación metrológica, revise primero la sección 2 de este manual.

Confirme la dirección de flujo marcada en el cuerpo del equipo antes de apretar la tornillería.

1.2 Configuraciones disponibles

La serie TS-W se ofrece en cuatro construcciones mecánicas. La configuración determina el rango de diámetros, la rangeabilidad y las dimensiones de montaje.

Configuración	Diámetros	Rangeabilidad	Descripción
Roscada monocanal	DN15 a DN40	R = 200 (agua) R = 100 (energía térmica)	Cuerpo compacto de conexión roscada, para pequeño diámetro de grado industrial.
Bridada de dos canales	DN50 a DN500	R = 100	Construcción bridada de gran calibre con dos trayectorias acústicas.
Bridada de cuatro canales	DN80 a DN500	R = 200	Construcción bridada de gran calibre con cuatro trayectorias acústicas. Mayor inmunidad al perfil de flujo distorsionado.
Tipo tarjeta (wafer)	DN50 a DN100	R = 63	Cuerpo de longitud reducida (50.8 mm) montado entre bridas. Menor longitud de instalación.

La construcción bridada de cuatro canales es la indicada cuando el tramo recto disponible es limitado o cuando el perfil de flujo puede estar distorsionado, ya que promedia la velocidad sobre cuatro trayectorias en lugar de dos.

1.3 Características

- Tubería diseñada para medición multicanal estratificada del fluido, lo que incrementa la exactitud de la medición.
- Amplia relación de rangeabilidad, con caudal de arranque inferior a 0.01 m/s.
- Gran cantidad de información desplegada: la misma pantalla muestra el acumulado de 9 dígitos y el caudal instantáneo de 4 dígitos.
- Diseño de ahorro de energía: ante tubería vacía o fluido estático prolongado, el instrumento entra automáticamente en estado de bajo consumo.
- Diseño con grado de protección IP68 en todas las partes; todos los componentes están completamente sellados y protegidos, y pueden operar de manera normal por tiempo prolongado incluso con ingreso de agua.
- Función de registro y recopilación de datos acumulados por año, mes y día.
- Múltiples interfaces de comunicación: RS-485 estándar, interfaz infrarroja con protocolo CJ/T 188, e interfaz USART para conexión directa a otros dispositivos de bajo consumo.
- Soporte de los protocolos estándar MODBUS y M-BUS, compatibilidad con múltiples protocolos de manera simultánea, y comunicación inalámbrica NB-IoT.
- Diversas salidas de señal: dos salidas de pulso aisladas, con equivalencia y ancho de pulso programables, o bien salida analógica de 4-20 mA a dos hilos.
- Función de actualización manual de software.
- Función de medición de temperatura con doble sonda PT1000, que habilita la medición de energía térmica.
- Diversos sistemas de unidades según el requerimiento del cliente: metros cúbicos, galones estadounidenses, pies cúbicos y litros.
- Batería de litio integrada, con vida útil mayor a 15 años.

2. Marco normativo y validez metrológica

Esta sección precisa las normas que declara el equipo y la diferencia entre el cumplimiento de diseño y la certificación metrológica. Su lectura es indispensable antes de ofertar el equipo en una licitación o de destinarlo a facturación.

2.1 Normas declaradas

Versión	Normas de fabricación declaradas
Medidor de agua	ISO 4064:2014 — Medidores de agua para agua fría potable y agua caliente GB/T 778-2018 — Norma nacional china, equivalente de ISO 4064
Medidor de energía térmica	GB/T 32224-2020 — Norma nacional china para medidores de energía térmica

2.2 Clases declaradas del medidor de agua

Clase	Valor declarado	Significado
Sensibilidad al perfil aguas arriba	U3	Requiere mínimo 3 diámetros de tramo recto aguas arriba conforme a la clasificación de la norma
Sensibilidad al perfil aguas abajo	D0	No requiere tramo recto aguas abajo conforme a la clasificación de la norma
Entorno climático y mecánico	Clase C	Clasificación de condiciones ambientales de operación
Compatibilidad electromagnética	Clase E2	Entorno electromagnético industrial
Clase de exactitud (energía térmica)	Clase 2	Aplicable únicamente a la versión de energía térmica

3. Especificaciones técnicas

3.1 Medidor de agua

Parámetro	Especificación
Normas de fabricación	ISO 4064:2014, GB/T 778-2018
Medio de medición	Agua, agua residual, agua de mar. Otros líquidos bajo pedido. La tubería debe permanecer llena.
Temperatura del medio	0.1 a 30 °C
Temperatura ambiente de operación	-10 a 45 °C
Humedad ambiente	≤ 100 % HR
Presión nominal	1.6 MPa o 2.5 MPa, a elegir
Clase de sensibilidad aguas arriba	U3
Clase de sensibilidad aguas abajo	D0
Clase de entorno climático y mecánico	Clase C
Clase de compatibilidad electromagnética	Clase E2
Interfaces de comunicación	RS-485, USART, infrarrojo y nivel TTL. M-BUS opcional. Transmisión inalámbrica NB-IoT.
Señales de salida	Una salida aislada OCT y una salida analógica de 4-20 mA
Alimentación	Batería de litio interna de 3.6 V, o alimentación externa de CD 8 a 24 V
Grado de protección	IP68
Indicación local	Dos renglones: acumulado de 9 dígitos, caudal instantáneo de 4 dígitos, indicadores de estado y unidades
Almacenamiento de datos	Memoria ferroeléctrica. Registro automático del acumulado de los 32 meses y los 32 días anteriores.
Ciclo de medición de caudal	Estado de medición: 1 vez por segundo Estado de verificación: 4 veces por segundo
Consumo eléctrico	< 30 µA en estado normal. Operación continua por más de 20 años.
Materiales, construcción multicanal	Cuerpo del tubo de medición: acero al carbono, con acero inoxidable en la zona del sensor Sensor: PEEK Cubierta de protección: nylon con fibra de vidrio
Materiales, construcción tipo tarjeta	Cuerpo del tubo de medición: nylon con fibra de vidrio Sensor: PEEK Carcasa: ABS
Vida de la batería	Mayor a 15 años

El rango de temperatura del medio declarado, de 0.1 a 30 °C, corresponde a servicio de agua fría. Para aplicaciones con agua a mayor temperatura debe confirmarse la configuración con Tecnométrica.

3.2 Medidor de energía térmica

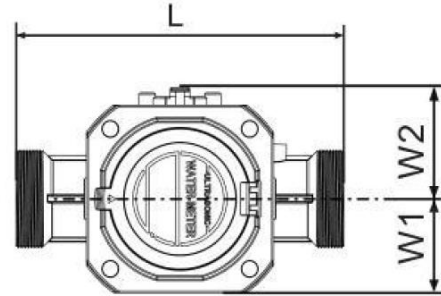
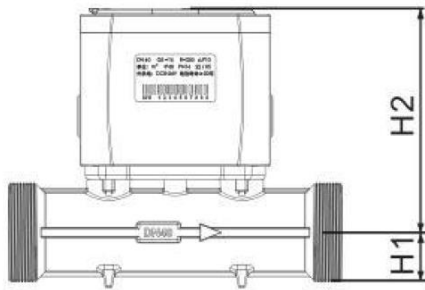
Parámetro	Especificación
Norma de fabricación	GB/T 32224-2020
Diámetro nominal	DN15 a DN400
Materiales, DN menor a DN50	Cuerpo del tubo de medición: cobre. Acero inoxidable 304 o 316 bajo pedido.
Materiales, DN igual o mayor a DN50	Cuerpo del tubo de medición: acero al carbono, con acero inoxidable en la zona del sensor. Acero inoxidable 304 o 316 bajo pedido.
Rango de temperatura	DN menor a DN50: 4 a 90 °C

Parámetro	Especificación
	DN igual o mayor a DN50: 4 a 130 °C
Rango de diferencia de temperatura	0 a 85 K. La medición de energía inicia a partir de 0.2 K de diferencia.
Error mínimo de apareamiento de sondas	± 0.1 °C
Presión máxima de trabajo	1.6 MPa. 2.5 MPa opcional.
Clase de exactitud	Clase 2
Tipo de sensor de temperatura	PT1000, DIN / IEC 751 B
Grado de protección	IP68
Alimentación	Batería de litio de 3.6 V: operación continua por más de 6 años con una unidad CD 8 a 24 V: indicar al momento del pedido CA 220 V, 50 Hz: adaptador opcional, indicar al momento del pedido
Clase ambiental de operación	A, B, C o D
Consumo eléctrico	< 30 µA en estado normal. Operación continua por más de 20 años.
Interfaz óptica	Velocidad seleccionable de 9600, 4800, 2400, 600 o 300 bps. Por defecto 9600 bps. Protocolo GB/T 26831.
RS-485 / M-BUS	Velocidad seleccionable de 9600, 4800, 2400, 600 o 300 bps. Por defecto 9600 bps. Distancia de transmisión ≤ 150 m. Protocolos GB/T 26831, CJ/T 188 y Modbus RTU, con identificación automática del protocolo.
Comunicación inalámbrica	Opcionales bajo pedido: M-BUS, NB-IoT y red 4G
Indicación local	Dos renglones: acumulado de 9 dígitos, caudal instantáneo de 6 dígitos, temperaturas de suministro y retorno, diferencia de temperatura y tiempo efectivo de operación acumulado
Resolución de despliegue	Energía: 0.1 kWh Caudal acumulado: 0.001 m³ Temperatura: 0.01 °C Diferencia de temperatura: 0.01 K
Temperatura de almacenamiento	-25 a 55 °C
Almacenamiento de datos	Memoria ferroeléctrica. Almacena energía, caudal acumulado y tiempo relativo con periodicidad mensual, y el acumulado de los 31 días anteriores de los 32 meses anteriores.
Pérdida de presión a caudal nominal	DN menor a DN50: ΔP40 DN igual o mayor a DN50: ΔP10
Longitud del cable de sonda de temperatura	DN menor a DN50: 1.3 m DN igual o mayor a DN50: 5 m estándar. Otras longitudes bajo pedido.
Ubicación de instalación	Línea de suministro. Indicar al pedido si la instalación será en la línea de retorno.

El documento de origen presenta una inconsistencia en la tabla de materiales, al aplicar el criterio de diámetro menor a DN50 a dos filas distintas. La lectura reproducida arriba, que asigna el cuerpo de cobre a los diámetros menores a DN50 y el acero al carbono a los diámetros iguales o mayores, es la única internamente consistente. Confirme el material con Tecnométrica al momento del pedido.

4. Dimensiones y peso

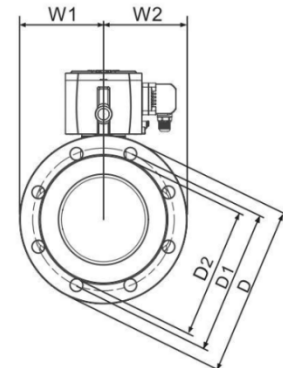
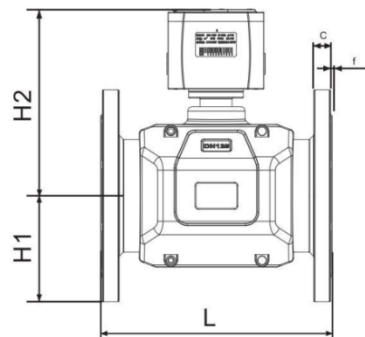
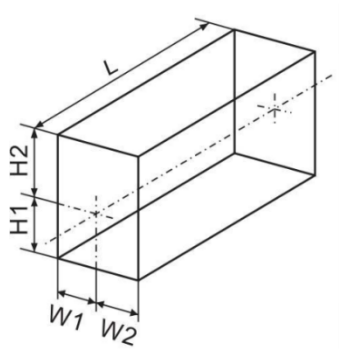
4.1 Construcción roscada, DN15 a DN40



DN	L	H1	H2	W1	W2	Rosca A y B	Longitud útil de rosca	Peso kg	PN MPa
DN15	165	14	123	57	130	G ¾ B	10.0	1.5	1.6
DN20	195	18	125	57	130	G 1 B	12.5	1.5	1.6
DN25	160	22	127.5	57	130	G 1 ¼ B	13.0	1.5	1.6
DN32	180	25	130	57	130	G 1 ½ B	14.5	2.0	1.6
DN40	200	33.5	134	57	130	G 2 B	16.0	2.2	1.6

Dimensiones en milímetros. La cota L de DN25 (160 mm) es menor que la de DN20 (195 mm); verifíquela contra el plano certificado del fabricante antes de preparar el tramo de tubería.

4.2 Construcción bridada multicanal, DN50 a DN150



Dimensiones generales

DN	L	H1	H2	W1	W2	Peso kg	PN Mpa
DN50	200	82.5	180	82.5	108	10.0	1.6
DN65	200	92.5	189	92.5	108	11.5	1.6
DN80	225	100	197	100	108	13.6	1.6
DN100	250	110	207	110	110	18.5	1.6
DN125	275	125	220	125	125	23.5	1.6
DN150	300	142.5	233	142.5	142.5	30.0	1.6

Dimensiones de brida

DN	Diámetro exterior D	Círculo de barrenos D1	Barrenos $\Phi \times n$	Cara de sello D2	Cara de sello f	Espesor de brida c
DN50	165	125	18 × 4	102	2	19
DN65	185	145	18 × 4	122	2	20

DN	Diámetro exterior D	Círculo de barrenos D1	Barrenos $\Phi \times n$	Cara de sello D2	Cara de sello f	Espesor de brida c
DN80	200	160	18 × 8	138	2	20
DN100	220	180	18 × 8	158	2	22
DN125	250	210	18 × 8	188	2	22
DN150	285	240	22 × 8	212	2	24

4.3 Construcción bridada multicanal, DN200 a DN500

Dimensiones generales

DN	L	H1	H2	W1	W2	Peso kg	PN Mpa
DN200	350	170	257	170	170	26	1.6
DN250	450	200.5	284.5	200.5	200.5	29	1.6
DN300	500	230	310	230	230	32	1.6
DN350	550	260	350	260	260	35	1.6
DN400	600	290	380	290	290	38	1.6
DN450	700	320	410	320	320	46	1.6
DN500	800	357.5	447.5	357.5	357.5	46	1.6

Dimensiones de brida

DN	Diámetro exterior D	Círculo de barrenos D1	Barrenos $\Phi \times n$	Cara de sello D2	Cara de sello f	Espesor de brida c
DN200	340	295	22 × 12	268	2	26
DN250	405	355	26 × 12	320	2	29
DN300	460	410	26 × 12	378	2	32
DN350	520	470	26 × 16	438	4	35
DN400	580	525	30 × 16	490	4	38
DN450	640	585	30 × 20	550	4	46
DN500	715	650	33 × 20	610	4	46

Dimensiones en milímetros. Confirme el estándar de barrenado de la brida (ISO, ANSI o DIN) con Tecnométrica antes de fabricar las contrabridas, ya que las tablas anteriores no lo declaran de manera explícita.

5. Rangos de caudal

Las tablas siguientes definen el rango útil de cada configuración. Q1 es el caudal mínimo, Q2 el caudal de transición, Q3 el caudal permanente y Q4 el caudal de sobrecarga. El caudal de arranque es el valor a partir del cual el equipo comienza a registrar flujo.

La selección del diámetro debe hacerse sobre el caudal real de operación, no sobre el diámetro de la tubería existente. Un equipo sobredimensionado opera de manera permanente cerca de Q1, que es la zona de mayor error relativo.

5.1 Medidor de agua roscado monocanal (R = 200)

DN (mm)	R	Caudal de arranque	Q1 mínimo	Q2 transición	Q3 permanente	Q4 sobrecarga
DN15	200	0.0031	0.0125	0.0200	2.5000	3.1250
DN20	200	0.0050	0.0200	0.0320	4.0000	5.0000
DN25	200	0.0079	0.0315	0.0504	6.3000	7.8750

DN (mm)	R	Caudal de arranque	Q1 mínimo	Q2 transición	Q3 permanente	Q4 sobrecarga
DN32	200	0.0200	0.0800	0.1280	16.0000	20.0000
DN40	200	0.0313	0.1250	0.2000	25.0000	31.2500

Caudales expresados en m³/h.

5.2 Medidor de agua bridado de dos canales (R = 100)

DN (mm)	R	Caudal de arranque	Q1 mínimo	Q2 transición	Q3 permanente	Q4 sobrecarga
DN50	100	0.100	0.400	0.640	40.000	50.000
DN65	100	0.158	0.630	1.008	63.000	78.750
DN80	100	0.258	1.000	1.600	100.000	125.000
DN100	100	0.400	1.600	2.560	160.000	200.000
DN125	100	0.625	2.500	4.000	250.000	312.500
DN150	100	1.000	4.000	6.400	400.000	500.000
DN200	100	1.575	6.300	10.080	630.000	787.500
DN250	100	2.500	10.000	16.000	1000.000	1250.000
DN300	100	4.000	16.000	25.600	1600.000	2000.000
DN350	100	4.000	16.000	25.600	1600.000	2000.000
DN400	100	6.250	25.000	40.000	2500.000	3125.000
DN450	100	6.250	25.000	40.000	2500.000	3125.000
DN500	100	10.000	40.000	64.000	4000.000	5000.000

Caudales expresados en m³/h. Los pares DN300 / DN350 y DN400 / DN450 comparten los mismos valores de caudal, por lo que el diámetro mayor de cada par no aporta capacidad adicional de medición.

5.3 Medidor de agua bridado de cuatro canales (R = 200)

DN (mm)	R	Caudal de arranque	Q1 mínimo	Q2 transición	Q3 permanente	Q4 sobrecarga
DN80	200	0.125	0.500	0.800	100.000	125.000
DN100	200	0.200	0.800	1.280	160.000	200.000
DN125	200	0.313	1.250	2.000	250.000	312.500
DN150	200	0.500	2.000	3.200	400.000	500.000
DN200	200	0.788	3.125	5.040	630.000	787.500
DN250	200	1.250	5.000	8.000	1000.000	1250.000
DN300	200	2.000	8.000	12.800	1600.000	2000.000
DN350	200	2.000	8.000	12.800	1600.000	2000.000
DN400	200	3.125	12.500	20.000	2500.000	3125.000
DN450	200	3.125	12.500	20.000	2500.000	3125.000
DN500	200	5.000	20.000	32.000	4000.000	5000.000

Caudales expresados en m³/h. Frente a la versión de dos canales, la de cuatro canales duplica la rangeabilidad al reducir Q1 a la mitad, conservando el mismo Q3.

5.4 Medidor de energía térmica monocal de pequeño diámetro (R = 100)

DN (mm)	R	Caudal de arranque	Q1 mínimo	Q3 permanente	Q4 sobrecarga
DN15	100	0.0014	0.015	1.5	3

DN (mm)	R	Caudal de arranque	Q1 mínimo	Q3 permanente	Q4 sobrecarga
DN20	100	0.0023	0.025	2.5	5
DN25	100	0.0032	0.035	3.5	7
DN32	100	0.0054	0.060	6	12
DN40	100	0.0091	0.100	10	20

Caudales expresados en m³/h.

5.5 Medidor de energía térmica de dos canales, gran diámetro

DN (mm)	R	Caudal de arranque	Q1 mínimo	Q3 permanente	Q4 sobrecarga
DN50	25	0.035	0.6	15	30
DN65	25	0.060	1.0	25	50
DN80	25	0.090	1.6	40	80
DN100	50	0.141	1.2	60	120
DN125	50	0.221	2.0	100	200
DN150	50	0.318	3.0	150	300
DN200	50	0.565	5.0	250	500
DN250	50	0.883	8.0	400	800
DN300	50	1.270	12	600	1200
DN400	50	2.117	20.0	1000	2000

Caudales expresados en m³/h. Los diámetros DN50 a DN80 tienen rangeabilidad R = 25, notablemente menor que el resto de la serie.

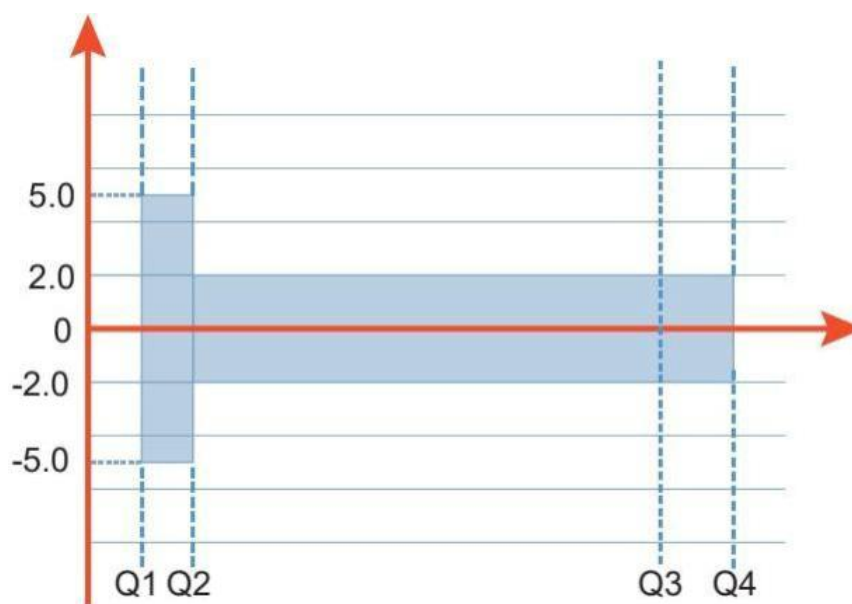
5.6 Medidor de energía térmica de cuatro canales, gran diámetro (R = 100)

DN (mm)	R	Caudal de arranque	Q1 mínimo	Q3 permanente	Q4 sobrecarga
DN80	100	0.036	0.40	40	80
DN100	100	0.057	0.60	60	120
DN125	100	0.088	1.00	100	200
DN150	100	0.127	1.50	150	300
DN200	100	0.226	2.50	250	500
DN250	100	0.353	4.00	400	800
DN300	100	0.509	6.00	600	1200
DN400	100	0.905	10.00	1000	2000

Caudales expresados en m³/h.

5.7 Curva de error de desempeño

El error máximo permisible se define por tramos del rango de caudal. Entre Q1 y Q2 el error permisible es de $\pm 5\%$; entre Q2 y Q4 se reduce a $\pm 2\%$. Esta es la razón por la cual la selección del diámetro debe situar el caudal habitual de operación por encima de Q2.



5.8 Pérdida de presión

Rango de diámetro	Clase de pérdida de presión
DN15 a DN40	$\Delta P40$
DN50 y superiores	$\Delta P10$

La clase ΔP indica la pérdida de presión a caudal Q3, expresada en centenas de bar: $\Delta P40$ corresponde a 0.40 bar y $\Delta P10$ a 0.10 bar.

6. Seguridad y consideraciones previas

6.1 Precauciones generales

- Despresurice y drene la línea antes de intervenir el equipo o cualquier accesorio de la instalación.
- No exceda en ningún caso la presión nominal del equipo, de 1.6 MPa o 2.5 MPa según la configuración adquirida.
- Verifique que la temperatura del fluido se encuentre dentro del rango declarado antes de la puesta en servicio.
- Evite someter el cuerpo del equipo a esfuerzos mecánicos derivados de tubería mal soportada o desalineada. En los diámetros grandes el peso del equipo requiere soportes independientes.
- No aplique calor directo ni realice soldadura sobre el cuerpo del equipo. El procedimiento de la sección 7.2 exige soldar bridas slip on antes de instalar el equipo.
- El equipo contiene una batería de litio. No lo incinere ni lo someta a temperaturas superiores al rango de almacenamiento declarado.

6.2 Consideraciones sobre el fluido

- La tubería debe permanecer completamente llena de líquido durante toda la medición. La presencia de aire o de fase gaseosa produce error de medición y puede detener el conteo.
- Para agua residual y agua de mar, confirme con Tecnométrica la compatibilidad de los materiales de las partes mojadas de su unidad antes de la puesta en servicio.
- Para fluidos distintos al agua, la configuración debe solicitarse expresamente al momento del pedido.

6.3 Consideraciones eléctricas

- Cuando se emplee alimentación externa, respete el rango de CD 8 a 24 V. La conexión de una tensión fuera de rango daña el equipo de manera permanente.
- Instale el cableado de señal y comunicación separado de los conductores de potencia, para reducir el acoplamiento de ruido eléctrico.
- La longitud de la línea RS-485 y M-BUS no debe exceder 150 m.
- Aunque el equipo tiene grado IP68, las conexiones de campo deben sellarse conforme a las prácticas de la instalación.

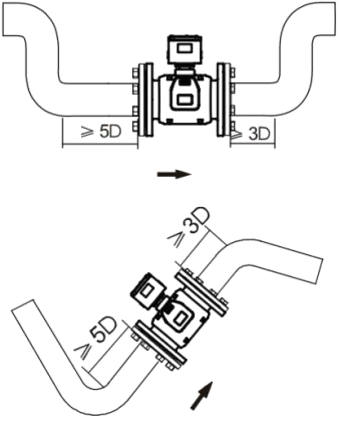
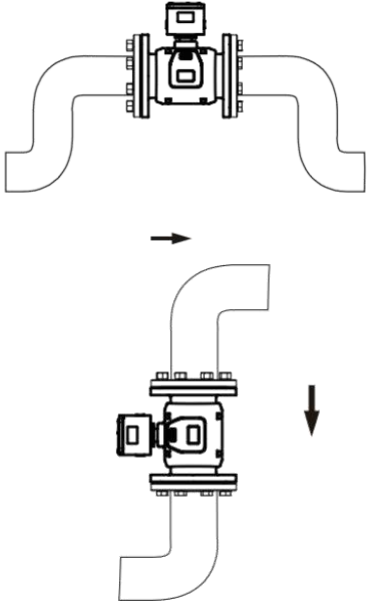
7. Instalación

7.1 Selección del punto de montaje

Al instalar, el tramo recto de tubería debe cumplir las condiciones siguientes:

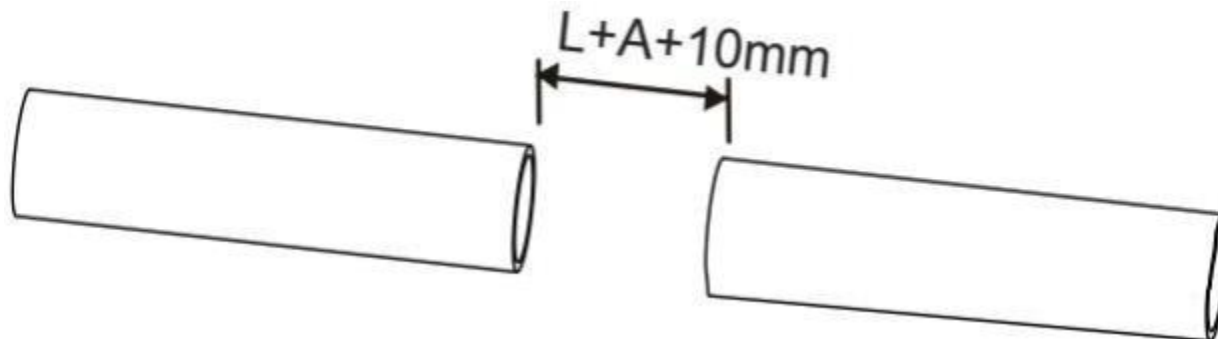
- **Aguas arriba:** mínimo 5 diámetros (5D) de tramo recto.
- **Aguas abajo:** mínimo 3 diámetros (3D) de tramo recto.
- **Distancia a la descarga de una bomba:** mínimo 20 diámetros (20D).
- **Llenado de la tubería:** debe garantizarse que el flujo de agua llene por completo la sección de tubería.

D es el diámetro exterior de la sección de tubería.

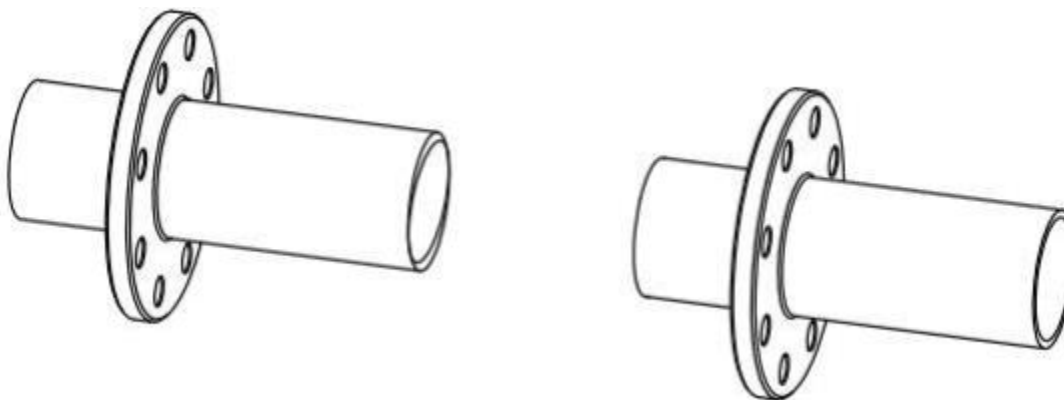
Selección correcta del punto de montaje	Selección incorrecta del punto de montaje
 El punto más bajo del sistema de tuberías, para asegurar tubería llena. Un tramo de tubería con flujo vertical u oblicuo ascendente. Tramo recto aguas arriba igual o mayor a 5D.	 El punto más alto del sistema de tuberías, donde la tubería puede no estar llena. Un tramo de tubería con flujo vertical u oblicuo descendente. Tramo recto aguas arriba igual o menor a 3D.

7.2 Procedimiento de instalación

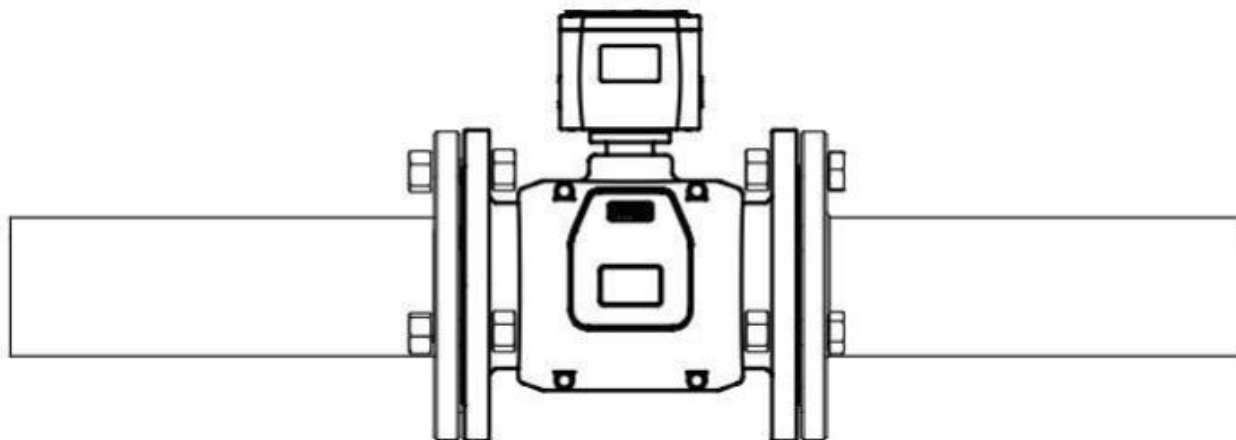
1. **Confirme la medida de instalación.** Corte la tubería de suministro en el punto donde se instalará el instrumento. Consulte la tabla de dimensiones de la sección 4 para determinar la longitud requerida, que es igual a L más dos veces el espesor del empaque más 10 mm de espacio reservado.



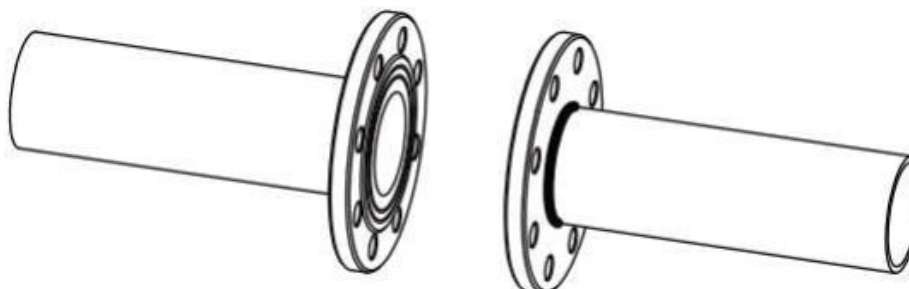
2. **Coloque el juego de contrabridas** sobre los extremos de la tubería.



3. **Posicione la brida.** Instale 3 tornillos, alinee la brida de manera uniforme y fíjela con puntos de soldadura.

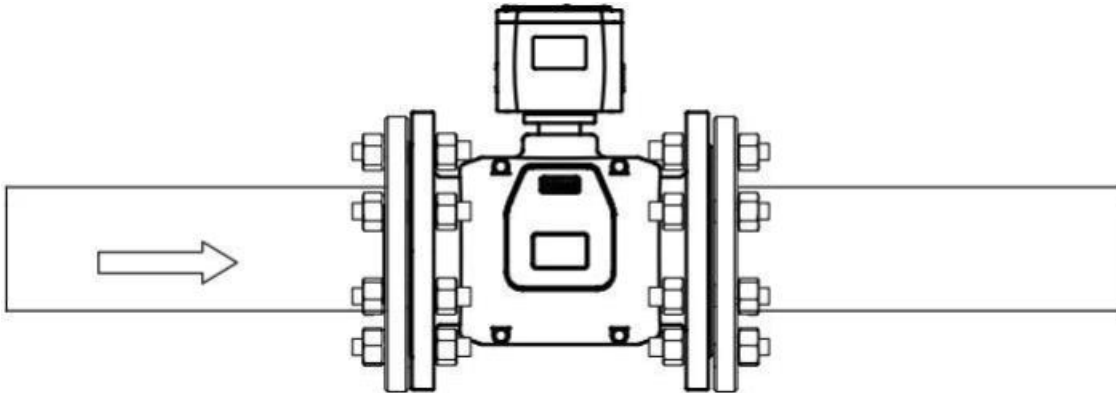


4. **Suelde las contrabridas** de manera definitiva, con el equipo retirado de la línea.



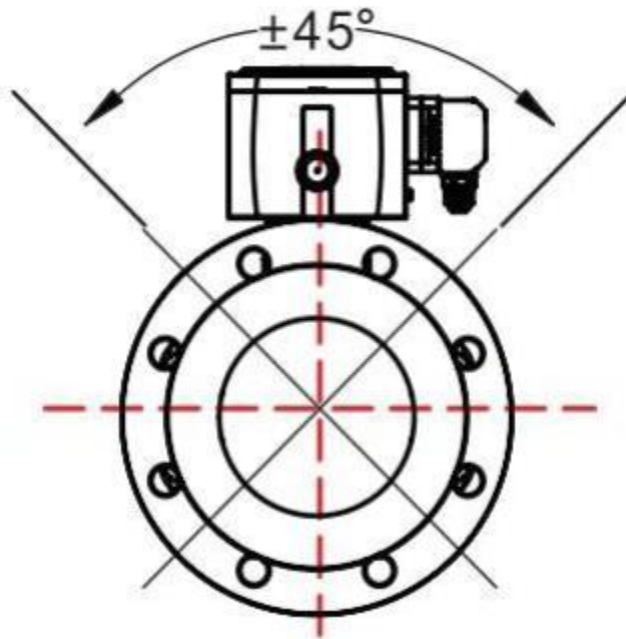
5. **Después del enfriamiento**, coloque el empaque y apriete la tornillería.

Verifique que la flecha de dirección de flujo marcada en el cuerpo del equipo coincida con la dirección real del fluido.



7.3 Ángulo de instalación

Si la parte superior de la tubería no permanece llena, se recomienda instalar el equipo dentro de un ángulo de 45° respecto de la dirección vertical de la tubería. Esta disposición mantiene las trayectorias acústicas sumergidas aun cuando exista una bolsa de aire en la generatriz superior.



Errores de instalación más frecuentes

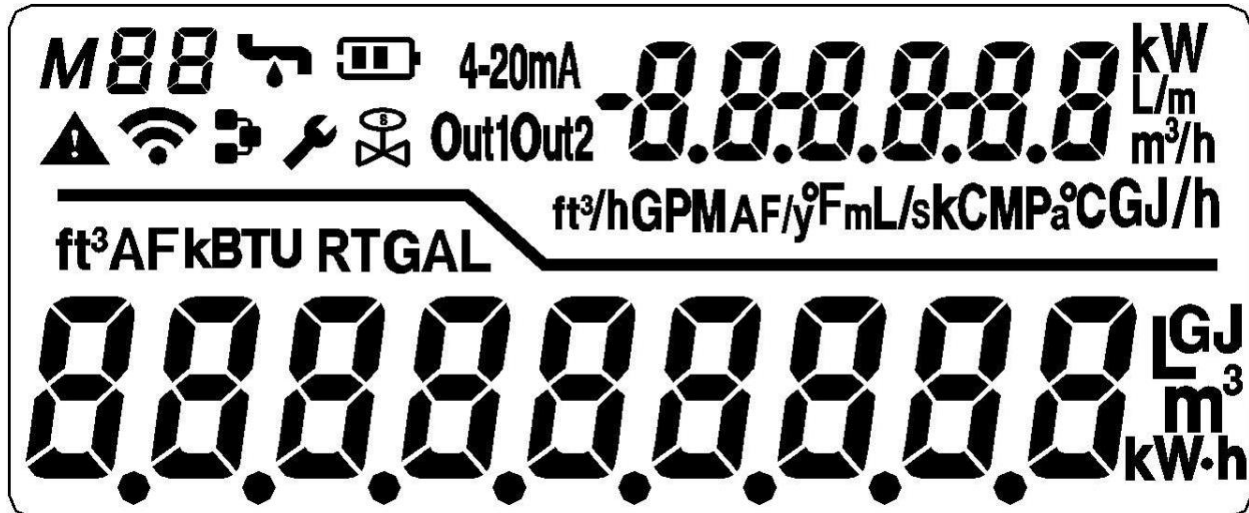
- Instalar en el punto alto del circuito, donde la tubería drena y queda parcialmente vacía entre periodos de consumo.
- Montar el equipo con el cabezal en la generatriz superior exacta cuando existe aire acumulado, en lugar de girarlo dentro del sector de $\pm 45^\circ$.
- Reducir el tramo recto aguas arriba apoyándose en la clase declarada U3, en lugar del requisito de instalación de 5D. Consulte la sección 2.2.

- No verificar la flecha de dirección de flujo antes del apriete final, lo que produce acumulación en el registro de flujo negativo.

8. Pantalla y teclado

8.1 Contenido de la pantalla LCD

La pantalla de cristal líquido despliega dos renglones de información numérica, además de una zona de iconos de estado y de una zona de unidades de medición.



8.2 Iconos de estado

Icono	Nombre	Significado	Ejemplo o detalle
Triángulo de alarma 	Alarma, falla recuperable	Indica que ha ocurrido un error transitorio.	No hay agua en la tubería; daño en la sonda.
Llave 	Requiere servicio, mantenimiento de circuito	Indica un error de hardware que puede requerir reparación.	La línea de conexión de la sonda de temperatura está en corto circuito o en circuito abierto; daño en el cabezal de la sonda ultrasónica.
Gota con flecha 	Fuga, alarma de fuga de agua	Indica que el caudal registrado es menor a la mitad del caudal Q1.	—
Red 	Comunicación en curso	Hay entrada de datos de comunicación.	—
Válvula 	Válvula abierta, aviso de apertura	Indica que el accionador de válvula está entregando una señal de válvula abierta.	—
Batería 	Batería baja, alarma de baja tensión	La batería está por debajo de 3 V y debe reemplazarse.	Sin despliegue: carga suficiente. Por debajo del 80 % de carga: el icono destella para indicar que la batería debe reemplazarse.
4-20mA 	Lazo de corriente conectado	Indica que la salida de corriente de 4-20 mA está conectada.	Encendido fijo: 4-20 mA conectado. Destellando: acceso a alimentación externa.

Icono	Nombre	Significado	Ejemplo o detalle
	Salida de pulso en operación	Indica que la salida de pulso OCT está operando de manera normal.	—

8.3 Descripción del teclado

El equipo utiliza teclas capacitivas táctiles autoadaptativas. El panel tiene dos teclas, identificadas con los símbolos ▲ y ►. Las funciones se obtienen tanto por pulsación individual como por deslizamiento de una tecla a la otra.

Acción	Función
▲	Avanza la página hacia arriba. Modifica el número seleccionado. Despierta el teclado y la pantalla, manteniendo la pulsación durante 5 segundos.
►	Avanza la página hacia abajo. Desplaza la posición del dígito que se modifica.
▲ ►	Deslizamiento de ▲ hacia ►: ingresa al menú inferior y confirma la operación. Por defecto, el deslizamiento es de izquierda a derecha, o de arriba hacia abajo.
► ▲	Deslizamiento de ► hacia ▲: sale del menú del nivel actual. Por defecto, el deslizamiento es de derecha a izquierda, o de abajo hacia arriba.

Regla mnemotécnica del teclado: tecla izquierda ▲ para subir, tecla derecha ► para bajar, deslizamiento de izquierda a derecha ▲ ► para modificar, y deslizamiento de derecha a izquierda ► ▲ para salir.

9. Estructura de menús

9.1 Organización general

El equipo se organiza en cuatro menús principales, identificados como M-0, M-1, M-2 y M-3, cada uno con sus respectivos submenús.

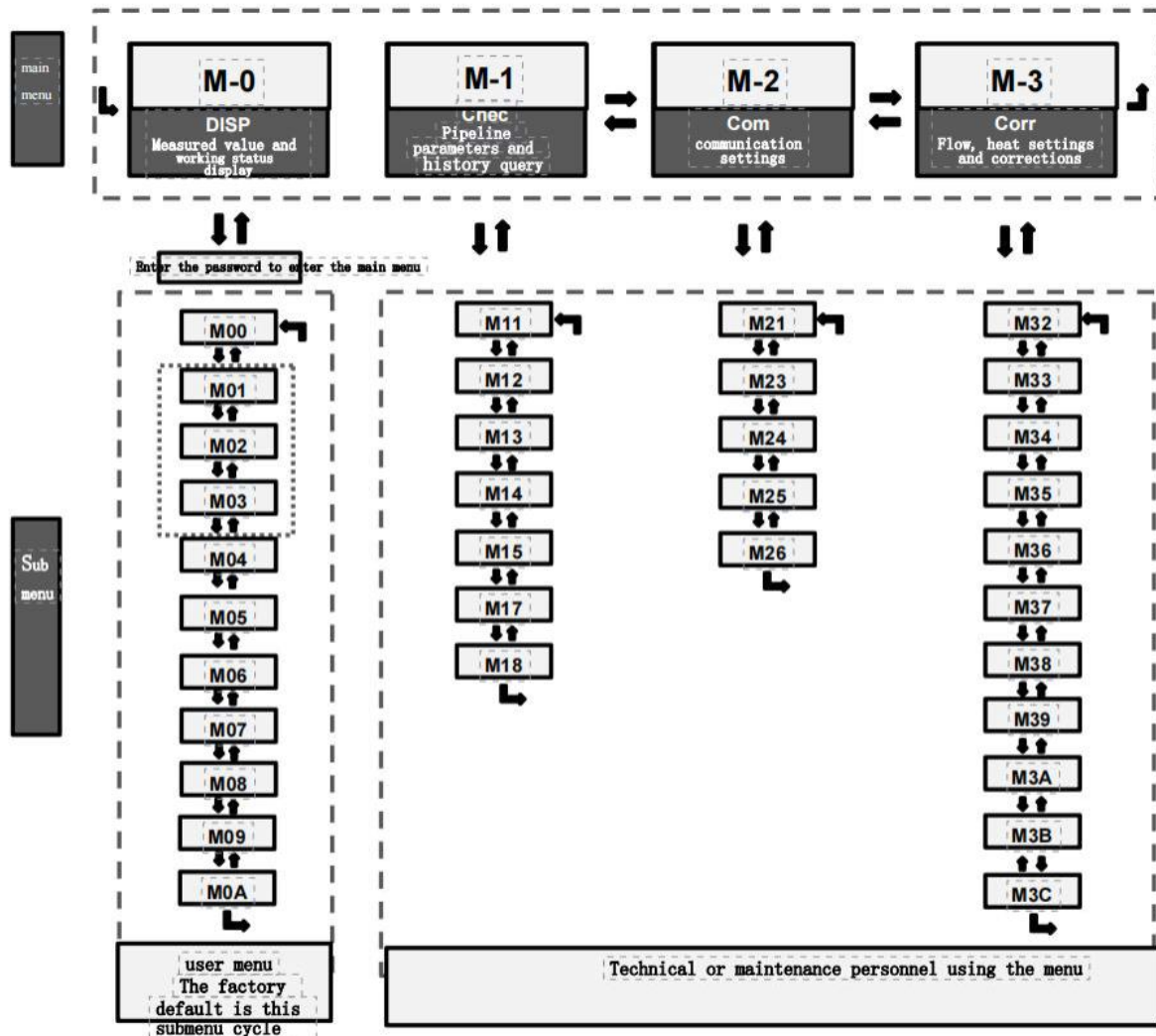
Menú	Abreviatura	Contenido	Destinatario
M-0	DISP	Despliegue de los valores medidos y del estado de operación	Abierto a todos los usuarios
M-1	CHEC	Parámetros de la tubería y consulta de históricos	Personal técnico o de mantenimiento
M-2	COM	Configuración de comunicación	Personal técnico o de mantenimiento
M-3	CORR	Configuración y corrección de caudal y de energía térmica	Personal técnico o de mantenimiento

Comportamiento por defecto y acceso

La configuración de fábrica despliega los submenús del menú principal M-0. La ventana superior es M00 en el medidor de agua y M01 en el medidor de energía térmica.

Desde cualquier otro estado de menú, el equipo regresa automáticamente a esa ventana si no hay operación durante dos minutos.

Los submenús de M-0 están abiertos a todos los usuarios. Para ingresar a los menús M-1, M-2 y M-3 debe salirse de cualquier submenú de M-0 e introducir la contraseña, conforme al procedimiento de la sección 11.1.



9.2 Resumen de ventanas

Menú M-0: valores medidos y estado de operación (DISP)

Ventana	Contenido
M00	Despliega el caudal instantáneo y el acumulado positivo
M01	Despliega la potencia térmica instantánea y la energía acumulada positiva y negativa (medidor de energía térmica)
M02	Despliega la presión y la temperatura del agua (medidor de agua multifunción)
M03	Despliega la temperatura de suministro T1 y la temperatura de retorno T2 (medidor de energía térmica)
M04	Despliega la tensión de batería, la intensidad total de señal y la calidad de señal
M05	Despliega el tiempo total de propagación y la diferencia de tiempo de propagación
M06	Despliega la fecha, la hora y el día de la semana
M07	Ventana de verificación automática
M08	Ventana de verificación manual
M09	Despliega la versión de software y el número de serie del instrumento
M0A	Despliega la pantalla completa

Menú M-1: parámetros de la tubería y consulta de históricos (CHEC)

Ventana	Contenido
M10	Introducción de la contraseña para ingresar a los submenús
M11	Despliega el número de canales, el diámetro interior y la distancia entre sondas
M12	Despliega el tiempo de muestreo, el coeficiente de amortiguamiento y el coeficiente de ángulo
M13	Despliega el acumulado negativo
M14	Consulta del acumulado neto diario
M15	Consulta del acumulado neto mensual
M17	Despliega el tiempo total de operación y el tiempo de operación con falla
M18	Despliega la fecha de producción, el número de orden de calibración y el grado del instrumento

Menú M-2: configuración de comunicación (COM)

Ventana	Contenido
M21	Ajuste de la fecha, la hora y el día de la semana
M23	Configuración del protocolo de RS-485
M24	Configuración de la dirección de comunicación de RS-485
M25	Velocidad de comunicación y paridad de RS-485 y M-BUS
M26	Despliegue de datos de comunicación para depuración

Menú M-3: configuración y corrección (CORR)

Ventana	Contenido
M32	Despliega el valor de cero actual y el valor de corte por caudal bajo
M33	Configuración del factor del medidor
M34	Configuración del corte por caudal bajo
M35	Borrado o modificación del acumulador
M36	Despliegue del caudal instantáneo y ajuste de cero estático
M37	Corrección manual de la temperatura de suministro T1
M38	Corrección manual de la temperatura de retorno T2
M39	Despliegue y configuración del número de decimales del acumulado positivo y negativo de caudal
M3A	Despliegue y configuración del número de decimales del acumulado positivo y negativo de energía térmica
M3B	Configuración manual del tipo de acumulado que despliega la ventana M00 por defecto
M3C	Configuración manual de la unidad de energía térmica

10. Menú M-0: valores medidos y estado de operación

10.1 M00: caudal instantáneo y acumulado positivo

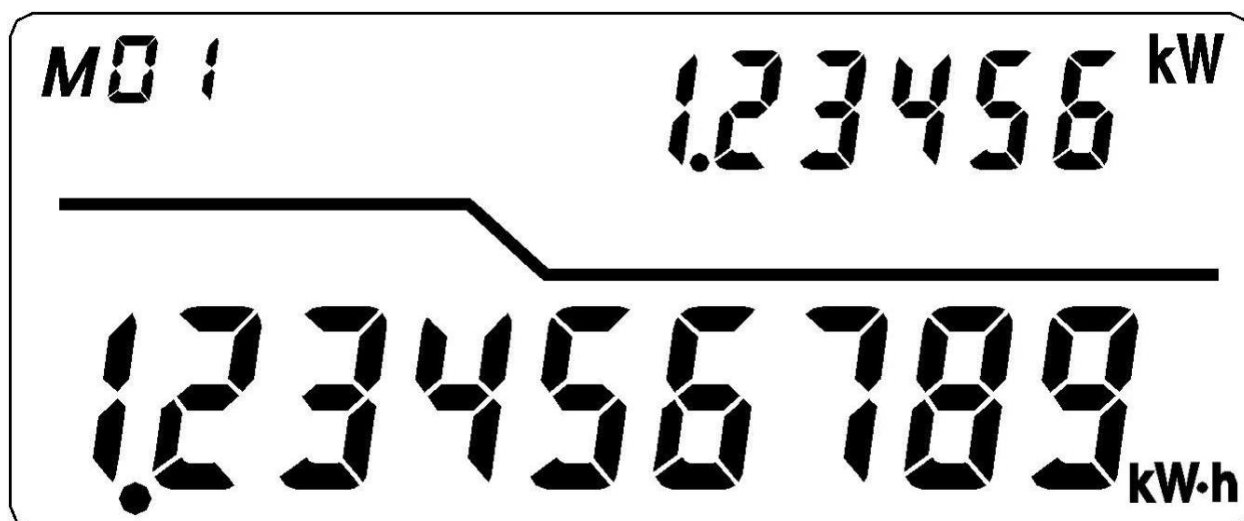
Es la ventana de despliegue por defecto del medidor de agua. El primer renglón muestra el caudal instantáneo y el segundo renglón el acumulado positivo. El equipo regresa automáticamente a esta ventana si no hay operación durante dos minutos.



La posición del punto decimal del acumulado y la unidad se modifican mediante el software de configuración de parámetros, o bien desde las ventanas M39 y M3A.

10.2 M01: potencia térmica instantánea y energía acumulada

Es la ventana de despliegue por defecto del medidor de energía térmica; el medidor de agua no dispone de esta ventana. El primer renglón muestra la potencia térmica instantánea y el segundo renglón la energía acumulada positiva y negativa. El equipo regresa automáticamente a esta ventana si no hay operación durante dos minutos.



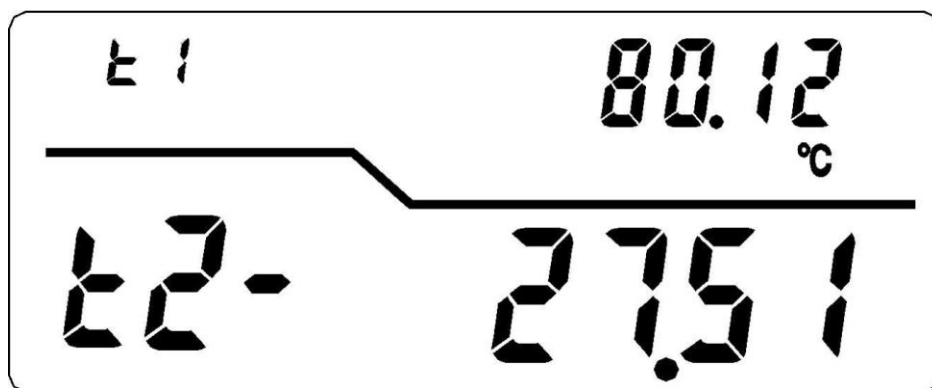
10.3 M02: presión y temperatura del agua

Ventana disponible en el medidor de agua multifunción. El primer renglón despliega la presión y la temperatura del agua.



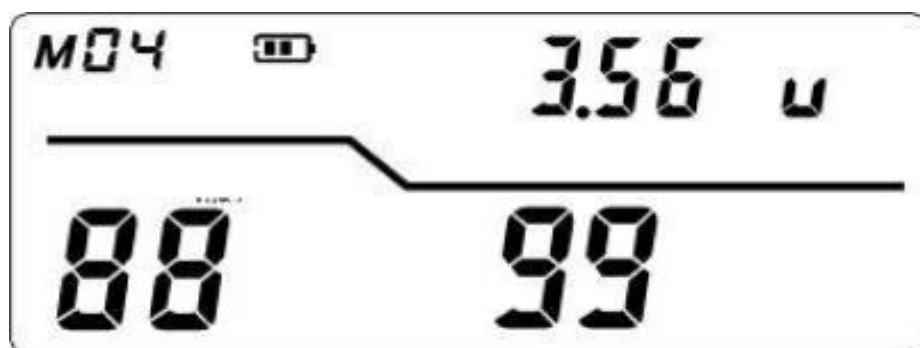
10.4 M03: temperaturas de suministro y retorno

Ventana del medidor de energía térmica; el medidor de agua no dispone de esta ventana. El primer renglón despliega la temperatura de suministro T1 y el segundo renglón la temperatura de retorno T2.



10.5 M04: tensión de batería, intensidad y calidad de señal

El primer renglón despliega la tensión de batería. El segundo renglón despliega la intensidad total de señal y la calidad de señal.



Intensidad total de señal

Los dos dígitos del lado izquierdo del segundo renglón muestran la intensidad total de señal. A mayor valor, mayor intensidad. El valor máximo es 90.

Intensidad	Interpretación
Menor a 50	No puede utilizarse
De 50 a 65	La señal es buena y el equipo puede operar de manera normal
Mayor a 65	La señal es excelente

Calidad de señal (valor Q)

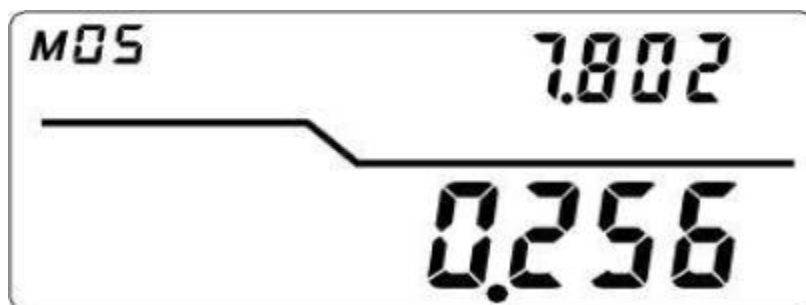
Los dígitos restantes indican el valor Q de cada canal, en orden. A mayor valor, mejor calidad de señal; el valor máximo es 9 y el valor habitual es 9. El número de dígitos desplegados corresponde al número de canales del equipo.

- Si se despliega 9999, el equipo es de cuatro canales y la calidad de señal de los cuatro canales es 9.
- Si el valor de alguno de los dígitos es menor a 9, ese canal no participa en la medición.
- Si todos los valores son menores a 9 pero mayores a 6, se mide el canal de mayor valor.
- Si todos los valores son menores a 6, la medición se detiene.

La ventana M04 es la herramienta principal de diagnóstico en campo. Consúltela siempre antes de atribuir una lectura anómala a la configuración del equipo.

10.6 M05: tiempo de propagación y diferencia de tiempo

El primer renglón despliega el tiempo total de propagación, expresado en microsegundos. El segundo renglón despliega la diferencia de tiempo de propagación, expresada en nanosegundos.



10.7 M06: hora, fecha y día de la semana

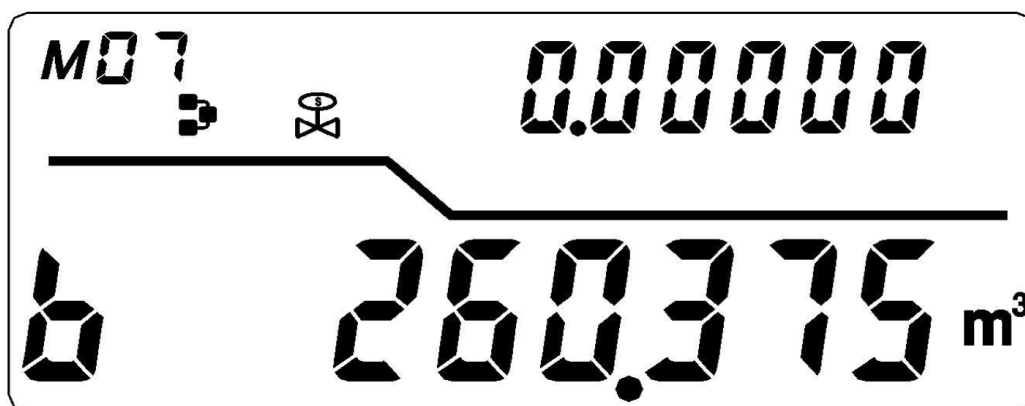
El primer renglón despliega horas, minutos y segundos. El segundo renglón despliega año, mes, día y día de la semana.



10.8 M07: ventana de calibración automática (calibración a cero)

En la ventana M07, deslice ▲ ► hasta que se despliegue la leyenda Enter, y deslice nuevamente ▲ ► para confirmar e ingresar al estado de verificación automática. La calibración se realiza por el método de arranque y paro. No se requiere ninguna operación de teclas durante la calibración, sólo que el flujo esté completamente detenido..

Indicación	Significado
A	Hay flujo de agua pasando. Espere a que el flujo se detenga antes de iniciar la prueba.
b	El flujo de agua está detenido. El equipo espera el inicio de la prueba, o bien la prueba ha terminado.
c	Hay agua pasando y la prueba está en progreso.

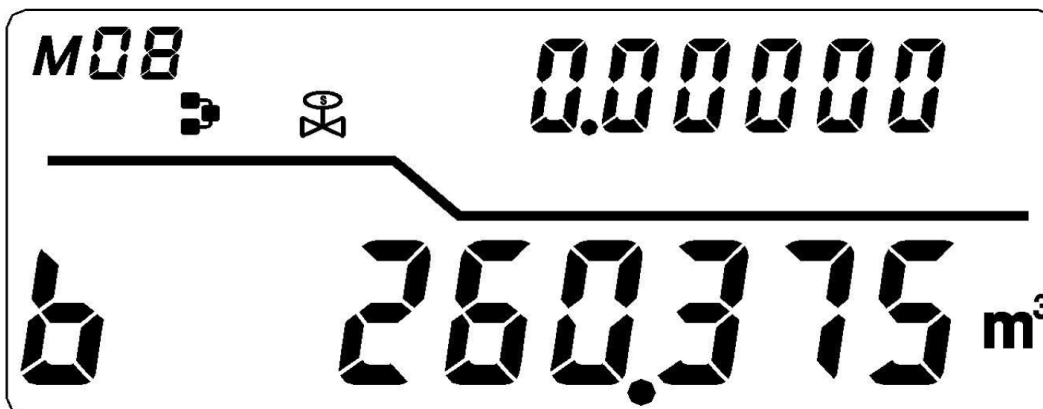


Al inicio de cada verificación el valor acumulado se borra de manera automática. El acumulado generado por la prueba no afecta al acumulado generado por la medición normal.

10.9 M08: ventana de calibración manual

En la ventana M08, deslice ▲ ► hasta que se despliegue la leyenda Enter, y deslice nuevamente ▲ ► para confirmar la verificación manual.

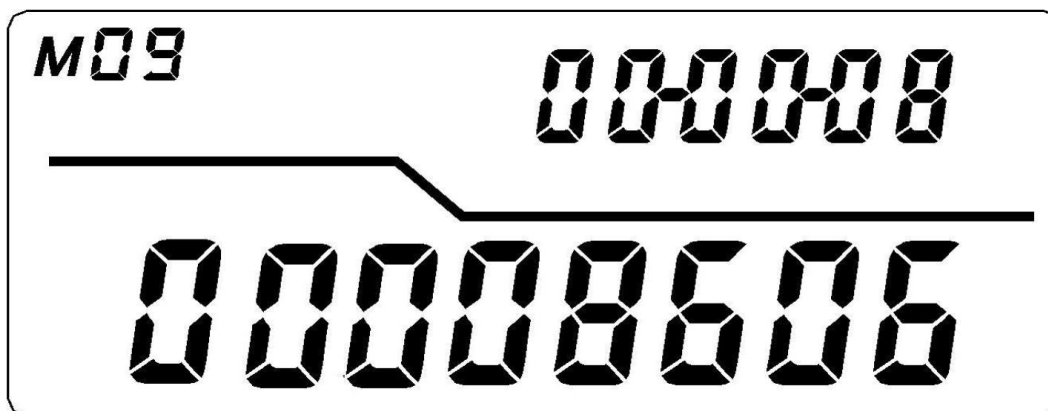
1. Deslice ▲ ►: se despliega la letra b, lo que indica que el equipo ha ingresado al estado de calibración.
2. Deslice ▲ ► nuevamente: se despliega la letra c, lo que indica que la prueba ha terminado.



Al inicio de cada verificación el valor acumulado se borra de manera automática. El acumulado generado por la prueba no afecta al acumulado generado por la medición normal.

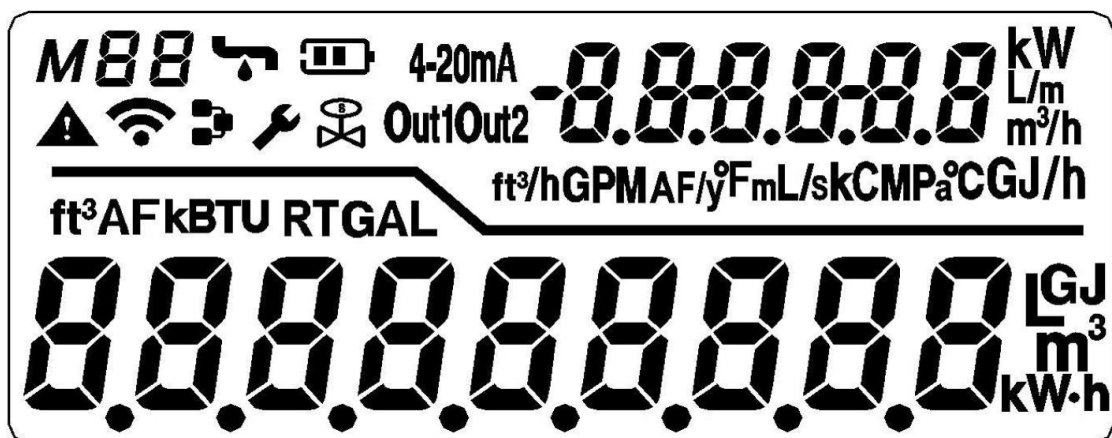
10.10 M09: versión de software y número de serie

El primer renglón despliega el número de versión del software. El segundo renglón despliega el número de serie del instrumento.



10.11 M0A: prueba de pantalla completa

Despliega todos los segmentos del LCD, para verificar que ninguno esté dañado.



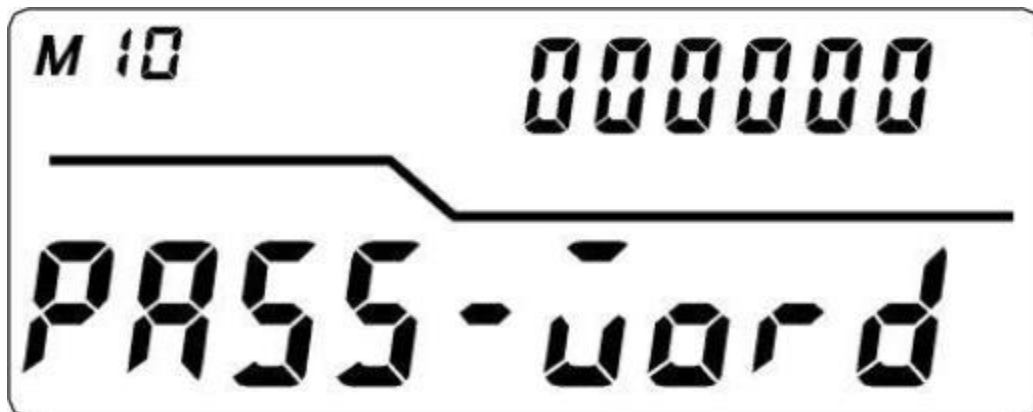
11. Menú M-1: parámetros de tubería y consulta de históricos

11.1 M10: acceso mediante contraseña

Los menús M-1, M-2 y M-3 requieren contraseña. El procedimiento de acceso es el siguiente:

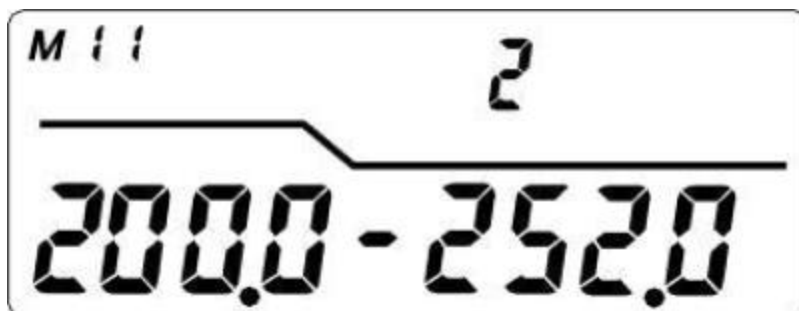
1. Desde cualquier submenú del menú principal M-0, deslice ► ▲ para salir e ingresar a la ventana M10.
2. Pulse ▲ para introducir el dígito 1 y pulse ► para desplazar el cursor al siguiente dígito. Introduzca la contraseña 1111.
3. Deslice ▲ ► para confirmar e ingresar al ciclo de menús principales.
4. Pulse ► para seleccionar el menú principal deseado y deslice ▲ ► para ingresar a sus submenús.

Si se comete un error durante la captura, deslice ► ▲ para salir del estado de edición y repita la captura.



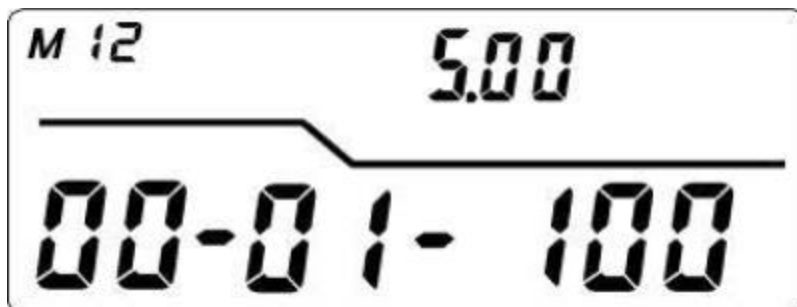
11.2 M11: canales, diámetro interior y distancia entre sondas

El primer renglón despliega el número de canales. El segundo renglón despliega el diámetro interior y el espaciamiento entre sondas.



11.3 M12: tiempo de muestreo, amortiguamiento y ángulo

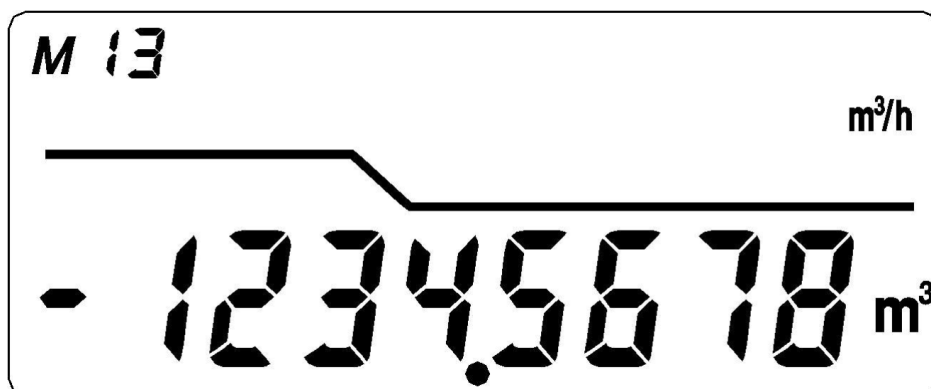
El primer renglón despliega el intervalo real de muestreo. El segundo renglón despliega el coeficiente de amortiguamiento, el intervalo de muestreo configurado y el coeficiente de ángulo.



El coeficiente de amortiguamiento determina el suavizado de la lectura de caudal instantáneo. Un valor alto estabiliza la indicación pero retarda la respuesta ante cambios reales de caudal.

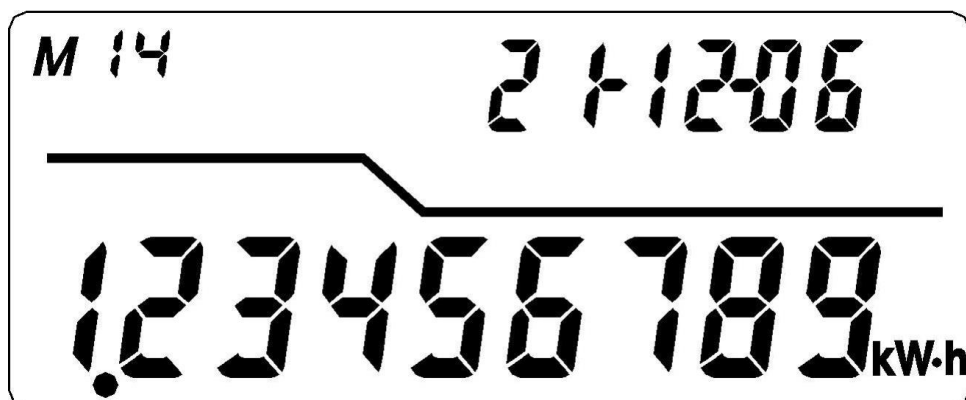
11.4 M13: acumulado negativo

El segundo renglón despliega el caudal acumulado negativo, es decir, el volumen registrado en sentido contrario a la flecha de dirección de flujo.



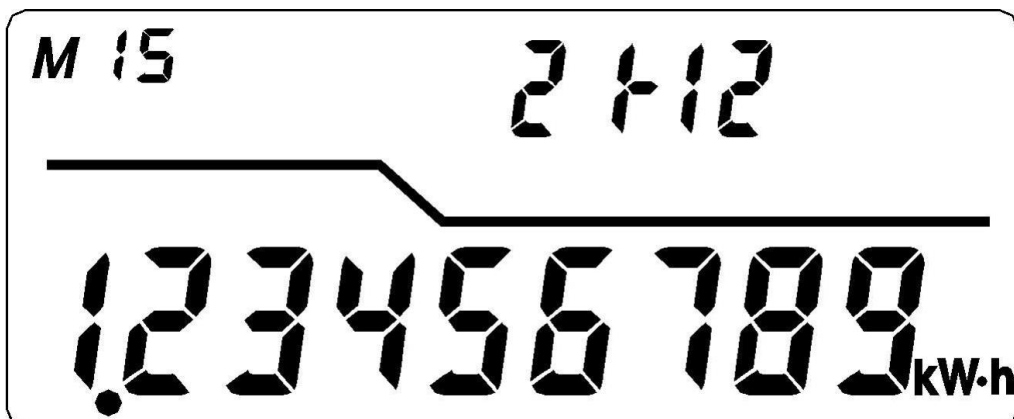
11.5 M14: acumulado neto diario

El primer renglón despliega el año, mes y día consultados. El segundo renglón despliega el acumulado neto de ese día. Es posible avanzar la página para consultar el acumulado neto diario de los 32 días anteriores.



11.6 M15: acumulado neto mensual

El primer renglón despliega el año y mes consultados. El segundo renglón despliega el acumulado neto del mes en curso. Es posible avanzar la página para consultar el acumulado neto de los 32 meses anteriores.



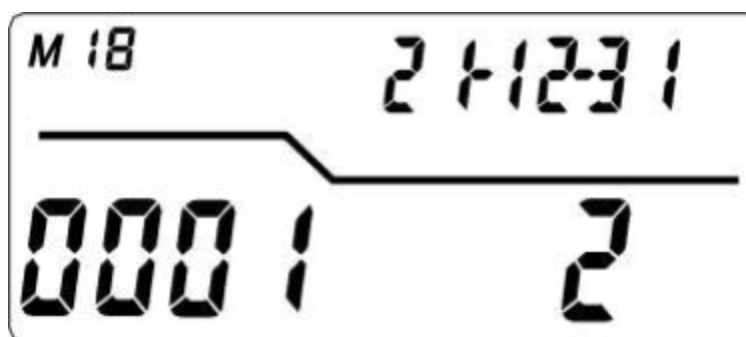
11.7 M17: tiempo total de operación

Despliega el tiempo total de operación con medición normal.



11.8 M18: fecha de producción, orden de calibración y grado

El primer renglón despliega la fecha de producción. El segundo renglón despliega el número de orden de calibración y el grado del instrumento.

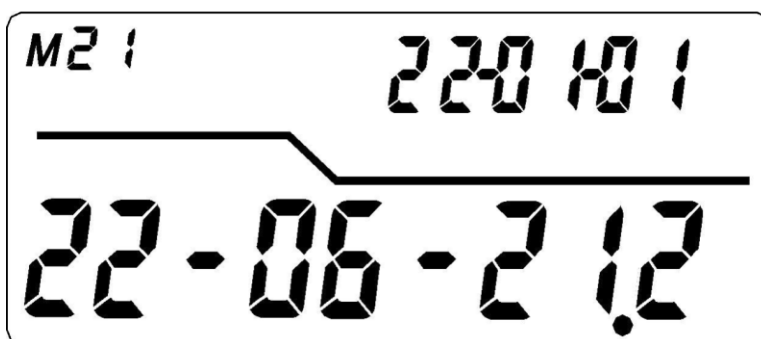


La ventana M18 es la referencia rápida en campo para conocer la fecha de fabricación y la trazabilidad de la calibración de fábrica de la unidad.

12. Menú M-2: configuración de comunicación

12.1 M21: ajuste de fecha, hora y día de la semana

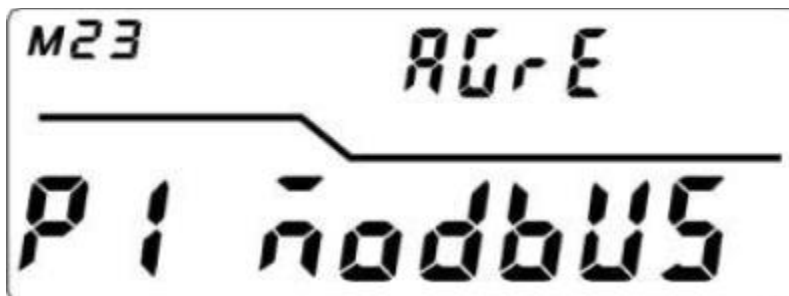
El primer renglón despliega horas, minutos y segundos. El segundo renglón despliega año, mes, día y día de la semana. El procedimiento de modificación se detalla en la sección 16.3.



No es necesario capturar el día de la semana; el equipo lo calcula a partir de la fecha.

12.2 M23: protocolo de RS-485

Todos los protocolos de comunicación son auto adaptativos, por lo que no requieren configuración.



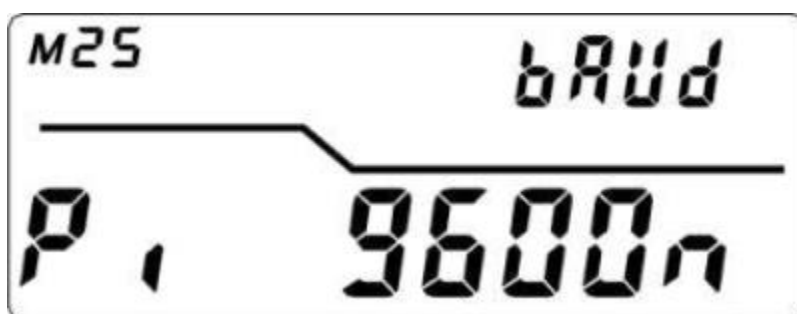
12.3 M24: dirección de comunicación

Configura el código de dirección de comunicación del equipo. El valor de fábrica es 1. El procedimiento de modificación se detalla en la sección 16.6.



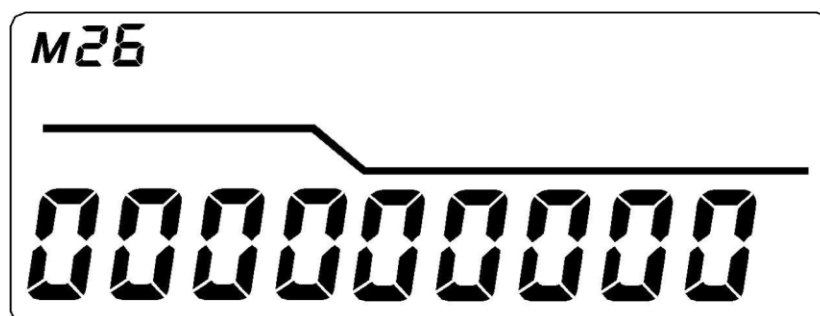
12.4 M25: velocidad de comunicación y paridad

Configura la velocidad de comunicación y el bit de paridad de RS-485 y M-BUS. El parámetro por defecto es 9600, sin paridad. El procedimiento de modificación se detalla en la sección 16.7.



12.5 M26: datos de comunicación para depuración

Se emplea para verificar las pruebas de comunicación. Esta ventana despliega además los parámetros actuales del puerto serie.

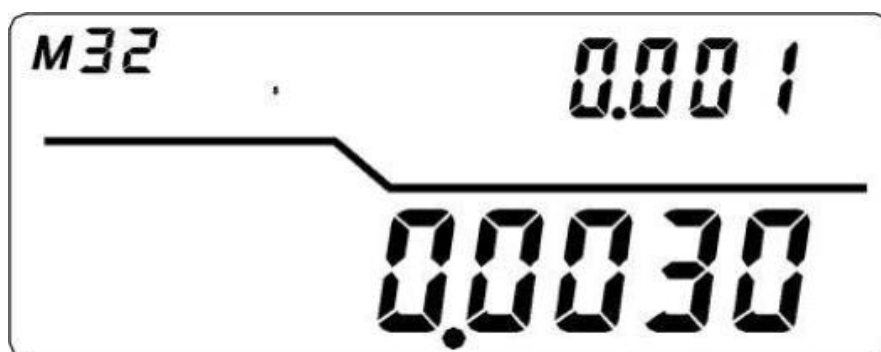


13. Menú M-3: configuración y corrección

Varias ventanas de este menú requieren una contraseña de tipo cálculo por número de serie, que debe solicitarse a Tecnométrica. Estas ventanas afectan directamente el resultado de la medición.

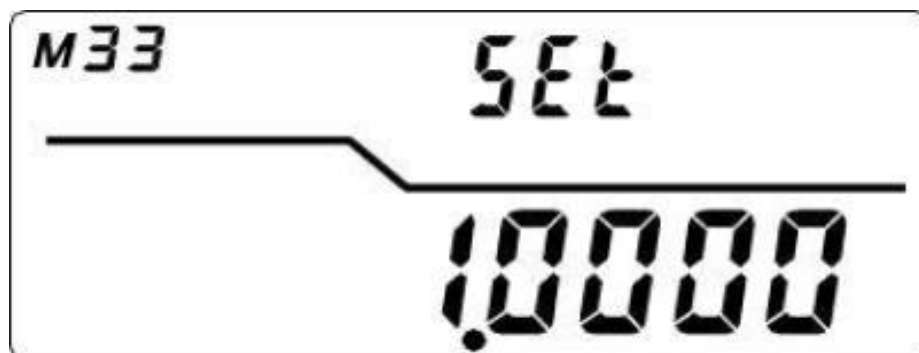
13.1 M32: valor de cero actual y corte por caudal bajo

El primer renglón despliega el valor de cero actual, expresado como diferencia de tiempo. El segundo renglón despliega el valor de corte por caudal bajo.



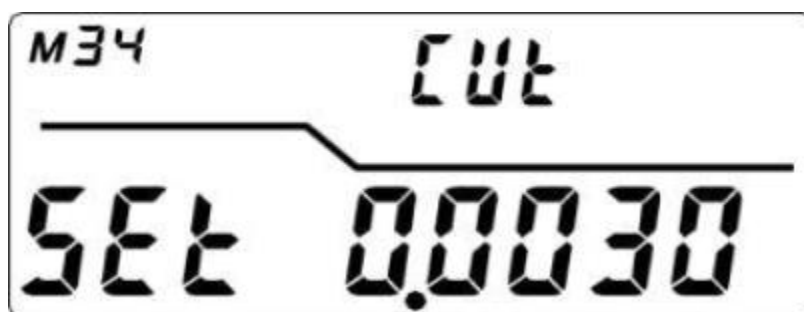
13.2 M33: factor del medidor

El valor de fábrica es 1. Para modificar el coeficiente de corrección del instrumento es necesario solicitar a Tecnométrica una contraseña de tipo cálculo por número de serie.



13.3 M34: corte por caudal bajo

El segundo renglón permite configurar el valor de corte por caudal bajo. Por debajo de ese caudal el equipo registra cero, lo que evita la acumulación de volumen por ruido de medición cuando la línea está en reposo.

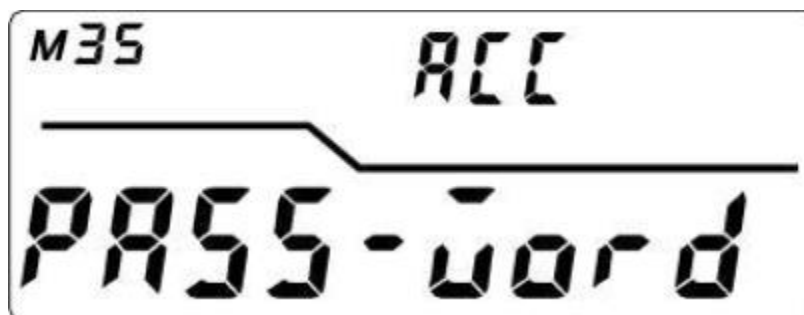


Criterio de ajuste del corte por caudal bajo

- Un valor demasiado alto produce subconteo, ya que el consumo real por debajo del umbral no se registra. Este es un efecto habitual en redes con fugas pequeñas y continuas.
- Un valor demasiado bajo produce sobreconteo por acumulación de ruido cuando la línea está estática.
- El valor debe ajustarse por debajo del caudal Q1 del diámetro correspondiente, conforme a las tablas de la sección 5.

13.4 M35: borrado o modificación del acumulador

Permite reiniciar o modificar el caudal acumulado. Es necesario solicitar a Tecnométrica una contraseña de tipo cálculo por número de serie.



13.5 M36: caudal instantáneo y cero estático

Permite seleccionar la opción do para ejecutar el ajuste de cero estático, o la opción Undo para cancelarlo y restaurar el cero de fábrica.

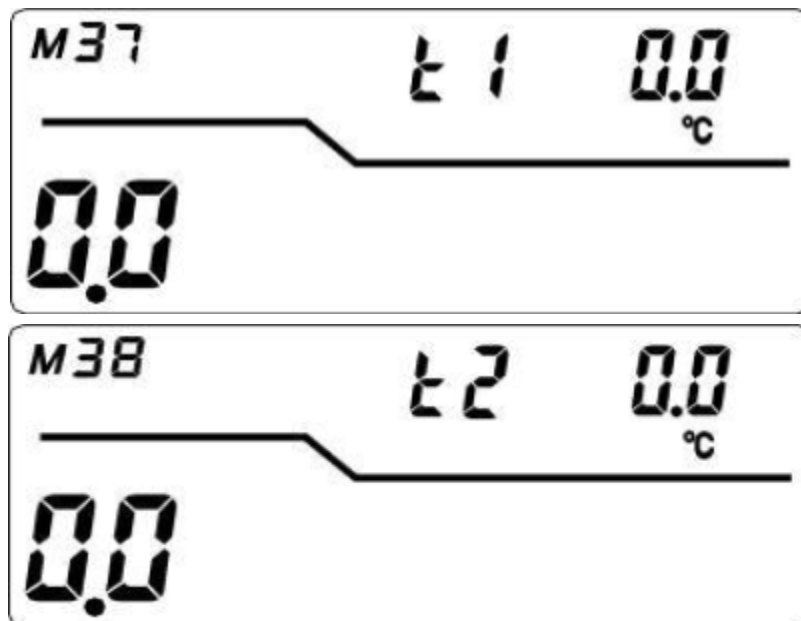
Al ejecutar el ajuste de cero, el caudal instantáneo no debe ser mayor que Q1. El procedimiento exige que la línea esté llena y completamente estática, con las válvulas cerradas.



13.6 M37 y M38: corrección manual de temperaturas

La ventana M37 corrige la temperatura de suministro T1 y la ventana M38 corrige la temperatura de retorno T2. El procedimiento es idéntico en ambas:

1. Pulse ▲ para incrementar la temperatura en 0.1 °C por cada pulsación.
2. Pulse ► para disminuir la temperatura en 0.1 °C por cada pulsación.
3. Después de la modificación, deslice ▲ ► para confirmar.

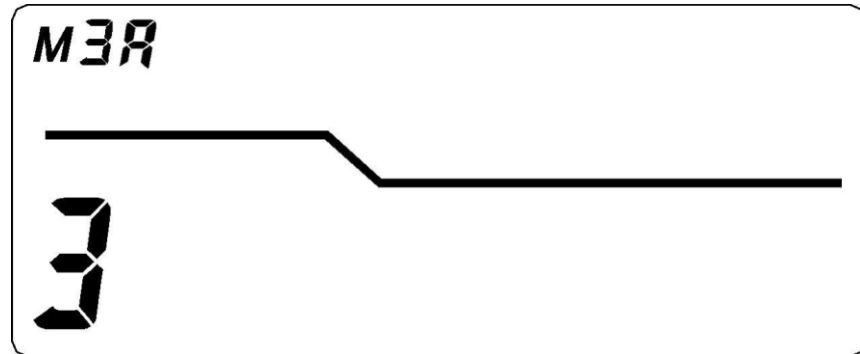
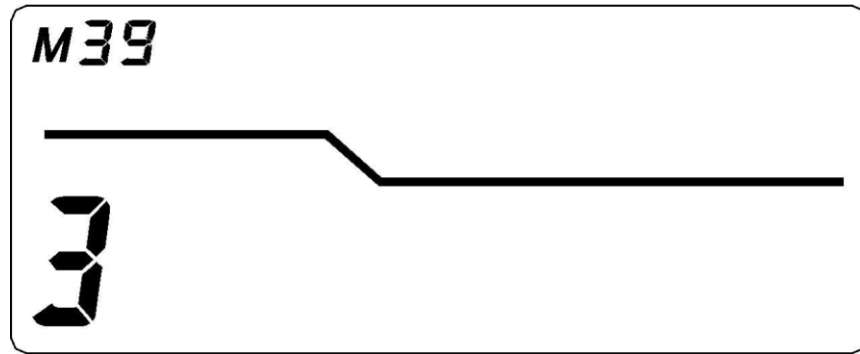


Es necesario solicitar a Tecnométrica una contraseña de tipo cálculo por número de serie.

13.7 M39 y M3A: número de decimales

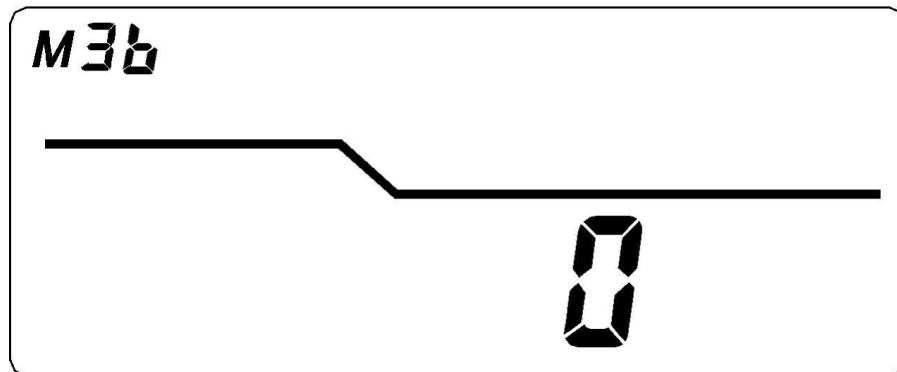
La ventana M39 configura el número de decimales del acumulado positivo y negativo de caudal del medidor de agua. La ventana M3A configura el número de decimales del acumulado positivo y negativo de energía térmica del medidor de energía térmica.

1. Deslice ▲ ► para ingresar al menú de operación. El número de la parte inferior izquierda comenzará a destellar.
2. Pulse ▲ para incrementar en un decimal, o ► para disminuir en un decimal.
3. Después de la modificación, deslice ▲ ► para confirmar.

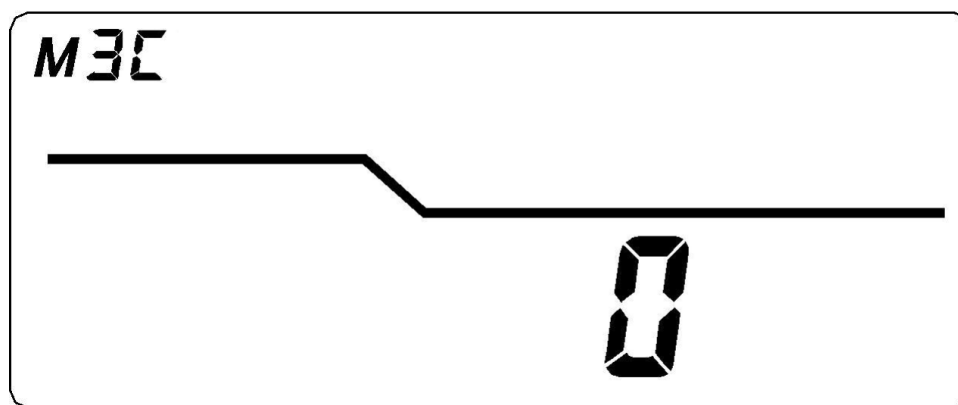


13.8 M3B: tipo de acumulado de la ventana M00

Valor	Tipo de acumulado desplegado en M00
0	Acumulado positivo
1	Acumulado neto
2	Acumulado negativo



13.9 M3C: unidad de energía térmica



Valor	Unidad de energía térmica
0	Kilowatt hora (kWh)
1	Gigajoule (GJ)

14. Comunicación

14.1 Panorama general

La serie TS-W puede sostener comunicación multiprotocolo de manera simultánea. En una misma aplicación pueden emplearse varios de los protocolos soportados, de forma conjunta o mezclada, sin realizar ningún cambio de firmware ni de parámetros.

14.2 Interfaces físicas

El equipo dispone de tres interfaces seriales físicas independientes entre sí, lo que permite acceder a los tres puertos de manera simultánea sin interferencia mutua.

Interfaz	Descripción
Infrarroja (IR)	Interfaz estándar de la serie. Cumple lo estipulado en la norma CJ/T 188. Ingresa automáticamente al estado de bajo consumo después de 300 segundos sin comunicación; toque el teclado para despertarla.
TTL / USART	Interfaz serial de nivel lógico, adecuada para conexión directa a otros microcontroladores externos, como módulos de comunicación NB-IoT o LoRa. Puede conectarse también de manera directa a módulos de presión y temperatura, por ejemplo con interfaz SPI. Su consumo eléctrico es muy bajo.
RS-485 / M-BUS	Interfaz dual en paralelo, para integración a red cableada de campo.

14.3 Configuración por defecto de las interfaces

Interfaz	Velocidad	Bits de datos	Paridad	Bits de paro	Dirección
RS-485 / M-BUS	9600 bps	8	Ninguna	1	1
Infrarroja (IR)	9600 bps (fija)	8	Ninguna (fija)	1	1
TTL / USART	9600 bps (fija)	8	Ninguna (fija)	1	1

En la interfaz RS-485 y M-BUS, la velocidad puede configurarse en 300, 600, 1200, 2400, 4800 o 9600 bps, y la paridad en ninguna, par o impar. Los parámetros vigentes se despliegan en la ventana M25.

La configuración de los parámetros del puerto serie también puede realizarse mediante el software de configuración para PC. Los parámetros actuales del puerto se despliegan en la ventana M26.

14.4 Protocolos soportados

- MODBUS

- M-BUS
- CJ/T 188

Los protocolos anteriores pueden soportarse de manera simultánea; algunos de ellos pueden soportarse de manera cruzada al mismo tiempo.

14.5 Protocolo MODBUS

14.5.1 Funciones y límites

El equipo soporta únicamente los códigos de función 03, 06 y 16 de MODBUS, correspondientes a la lectura de registros, la escritura de un solo registro y la escritura de bloques de datos.

Modo	Máximo de registros por lectura
MODBUS RTU	125 registros
MODBUS ASCII	61 registros

Si se solicita un número mayor de registros, el equipo devuelve un mensaje de error.

14.5.2 Convención de direccionamiento

Al utilizar instrucciones en hexadecimal para leer registros es necesario restar uno al número de registro y después convertirlo a hexadecimal.

Por ejemplo, el registro 53 menos 1 es igual a 52, y el número hexadecimal correspondiente a 52 es 0x34. De la misma manera, en la cadena de comando el valor 0000 representa el registro REG0001, y el valor 0001 representa el registro REG0002.

14.5.3 Registro de prueba de comunicación

El registro REG361 está diseñado específicamente para la prueba de comunicación. Es un número de punto flotante de precisión simple y su valor de lectura debe ser 361.0.

Diagnóstico con el registro de prueba

Si el valor leído en REG361 no es 361.0, sino 0 o un valor como 250.264, la dirección de lectura es incorrecta.

En ese caso, sume o reste 1 a la dirección e intente la lectura de prueba nuevamente.

Los registros REG363 y REG365 tienen la misma finalidad y devuelven siempre los valores 363348858 y -987654321 respectivamente, en formato entero largo.

14.5.4 Ejemplos de instrucción

Lectura de los dos primeros registros a partir de REG0361:

01 03 01 68 00 02 44 2B

Lectura de los dos primeros registros a partir de REG0362:

01 03 01 69 00 02 15 EB

Lectura de tres registros a partir de REG0053:

01 03 00 34 00 03 44 05

Lectura de la velocidad del fluido del equipo número 1 en modo RTU, es decir, los registros 5 y 6, dos registros en total:

01 03 00 04 00 02 85 CA

Campo	Valor	Significado
01	Dirección	Número de dispositivo
03	Función	Lectura de registros

Campo	Valor	Significado
00 04	Registro inicial	Corresponde a REG0005
00 02	Número de registros	Dos registros
85 CA	Suma de verificación	Calculada con el algoritmo CRC-16 (BISYNCH), polinomio $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$, palabra de máscara 0x0A001

La respuesta esperada, con el estado de simulación en operación y velocidad igual a 1.2345678 m/s, es:

01 03 04 06 51 3F 9E 3B 32

Los cuatro bytes 3F 9E 06 51 representan el valor 1.2345678 en formato de punto flotante de precisión simple IEEE 754.

Lectura del acumulado neto en los registros REG25 y REG26:

01 03 00 18 00 02 44 0C

Con un acumulado neto de 802609, cuya representación hexadecimal de 4 bytes es 00 0C 3F 31, la respuesta es:

01 03 04 3F 31 00 0C A7 ED

Orden de almacenamiento de los datos

Observe el orden en que se almacenan los datos en los ejemplos anteriores. El orden habitual es de byte bajo primero.

En el ejemplo de 1.2345678 m/s, el orden de almacenamiento del dato 3F 9E 06 51 es 51 06 9E 3F.

Al interpretar el valor en lenguaje C puede utilizarse un apuntador para colocar el dato requerido directamente en la dirección de la variable correspondiente.

Lectura de 10 registros a partir del registro 1 del equipo número 1 en modo ASCII:

: 01 03 0000 000A F2 (retorno de carro y avance de línea)

El carácter dos puntos es el carácter de encabezado en modo ASCII. El valor F2 es la suma de verificación de dos bytes, calculada mediante la suma binaria de los valores ASCII binarios de todos los caracteres, excepto los dos puntos y el retorno de carro con avance de línea.

Para la depuración del protocolo MODBUS se recomienda emplear software libre de diagnóstico como MODSCAN o MThings. Si se recibe un paquete con la suma de verificación correcta, la comunicación en sí misma no presenta problema.

14.5.5 Tabla de registros de aplicación: medidor de agua

Con la tabla de direcciones continua siguiente pueden leerse con un solo comando todos los registros de uso habitual en aplicaciones de medición de agua. Por ejemplo, el comando en hexadecimal para los 28 registros que van de REG1442 a REG1469 es:

01 03 05 A1 00 1C 15 2D

Registro	No. de registros	Formato	Contenido	Descripción
1437	1	Integer	Unidad de caudal instantáneo actual	El valor 0 indica metros cúbicos por segundo
1438	1	Integer	Unidad de caudal acumulado actual	0: metros cúbicos · 1: litros · 2: galones estadounidenses
1439	1	Integer	Posición del punto decimal del caudal acumulado actual	Valor n en el intervalo de -4 a 3

Registro	No. de registros	Formato	Contenido	Descripción
1440	1	Integer	No aplica (posición del punto decimal de la energía acumulada)	—
1441	1	Integer	No aplica (selección de unidad de energía)	—
1442	1	Integer	Dirección de comunicación	—
1443	2	long	Caudal acumulado neto (nota 5)	Debe multiplicarse por 10 elevado a n-3, con n tomado de REG1445
1445	1	Integer	Posición del punto decimal del caudal acumulado	Igual a REG1439. Valor n en el intervalo de -4 a 3
1446	1	Integer	Unidad de caudal acumulado actual	Igual a REG1438
1447	2	IEEE754	Caudal instantáneo	Unidad: metro cúbico
1449	2	IEEE754	Velocidad del fluido	Unidad: metro por segundo
1451	2	IEEE754	Factor de escala del usuario	Habitualmente 1.0
1453	2	IEEE754	Acumulador neto en punto flotante	Acumulado independiente del punto decimal. Baja precisión, solo de referencia
1455	2	IEEE754	Tensión de batería	Tensión de batería en punto flotante
1457	1	Integer	Intensidad de señal aguas arriba (canal 1)	—
1458	1	Integer	Intensidad de señal aguas abajo (canal 2)	—
1459	1	Integer	Estado de operación o de ajuste	—
1460	2	BIN32	Código de estado de operación de 32 bits	El significado de cada bit se detalla en la sección 15
1462	2	BIN32	Temporizador de operación	—
1464	2	long	Caudal acumulado positivo (nota 5)	Debe multiplicarse por 10 elevado a n-3, con n tomado de REG1445
1466	2	BCD	Número de serie electrónico (ESN)	—
1468	2	ASCII	Información de versión de software	—

14.5.6 Tabla de registros de aplicación: medidor de energía térmica

Registro	No. de registros	Formato	Contenido	Descripción
1491	1	Integer	Tipo de instrumento	—
1492	1	Integer	Unidad de caudal instantáneo actual	Igual a REG1437. El valor 0 indica metro cúbico
1493	1	Integer	Unidad de caudal acumulado actual	Igual a REG1438. El valor 0 indica metro cúbico
1494	1	Integer	Posición del punto decimal del caudal acumulado	Igual a REG1439. Valor n en el intervalo de -4 a 3
1495	1	Integer	Posición del punto decimal de la energía acumulada	Igual a REG1440. Valor n en el intervalo de -3 a 4
1496	1	Integer	Selección de unidad de energía	Igual a REG1441. 0: kWh · 1: GJ
1497	2	long	Energía acumulada negativa (nota 6)	Debe multiplicarse por 10 elevado a n-4, con n tomado de REG1495
1499	2	long	Energía acumulada positiva (nota 6)	Debe multiplicarse por 10 elevado a n-4, con n tomado de REG1495
1501	2	IEEE754	Potencia térmica instantánea	Unidad fija: kW
1503	2	long	Caudal acumulado neto (nota 5)	Debe multiplicarse por 10 elevado a n-3, con n tomado de REG1494
1505	2	IEEE754	Caudal instantáneo	Unidad: metro cúbico
1507	2	BIN32	Horas de trabajo acumuladas	En segundos
1509	2	IEEE754	Temperatura de suministro T1	Unidad: °C
1511	2	IEEE754	Temperatura de retorno T2	Unidad: °C

Registro	No. de registros	Formato	Contenido	Descripción
1513	2	BIN32	Código de estado de operación de 32 bits	Ver sección 15
1515	3	BCD	Fecha y hora, 6 bytes	Segundo, minuto, hora, día, mes, año
1518	1	Integer	Estado de operación o de ajuste	—
1519	2	IEEE754	Tensión de batería	Válido a partir de la versión V60.07
1521	2	IEEE754	Factor de corrección de fábrica	—
1523	2	long	Caudal acumulado positivo (nota 5)	Debe multiplicarse por 10 elevado a n-3, con n tomado de REG1445
1525	2	IEEE754	Factor de corrección del usuario	—
1527	2	ASCII	Información de versión de software	Válido a partir de la versión V60.07
1529	2	BCD	Número de serie electrónico (ESN)	—

14.5.7 Notas sobre los formatos de dato

Formato	Definición
Integer	Entero con signo de 16 bits
IEEE754	Número de punto flotante de precisión simple conforme a la norma. Se aplica el principio de byte de orden bajo primero
BIN32	Entero sin signo de 32 bits, o variable de bits
BCD	Variable en código BCD
long	Entero con signo de 32 bits. Requiere ajuste conforme a la posición del punto decimal para obtener el valor real
ASCII	Cadena de caracteres ASCII

14.5.8 Cálculo del acumulado a partir de los registros

Todos los acumulados se representan internamente con un entero largo para la parte entera y con un número real para la parte fraccionaria. En la mayoría de las aplicaciones basta con leer la parte entera larga.

- **N** es el valor entero largo. Por ejemplo, para el acumulado positivo es el valor de 32 bits en REG0009 y REG0010.
- **Nf** es la parte fraccionaria. Por ejemplo, para el acumulado positivo es el valor flotante de 32 bits en REG0011 y REG0012.
- **n** es la posición del punto decimal. Para el caudal acumulado es REG1439.

Magnitud	Fórmula	Posición del punto decimal	Unidad determinada por
Caudal acumulado total	$(N + Nf) \times 10 \text{ elevado a } n-3$	REG1439	REG1438
Energía acumulada total	$(N + Nf) \times 10 \text{ elevado a } n-4$	REG1440	REG1441

14.5.9 Códigos de unidad de acumulado

Valor de REG1438	Unidad de caudal acumulado
0	Metro cúbico (m³)
1	Litro (L)
2	Galón estadounidense (GAL)
3	Pie cúbico (CF)
4	Acre-pie (AF)

El intervalo de valores de REG1438 es de 0 a 7. Los valores 5 a 7 no están documentados en la fuente.

Valor de REG1441	Unidad de energía acumulada
0	Kilowatt hora (kWh)
2	Gigajoule (GJ)

14.5.10 Ejemplos de cálculo

Registro	Valor del ejemplo	Resultado
REG1443 y REG1444	123456789 (0x075BCD15)	Valor entero del acumulado neto
REG1445	2	Un decimal
Cálculo	123456789×10 elevado a 2-3	12 345 678.9
REG1446 = 0	Unidad: metro cúbico	12 345 678.9 m³
REG1446 = 1	Unidad: litro	12 345 678.9 L

Segundo ejemplo, con acumulado desplegado igual a 987654321 y REG1445 igual a -3:

El entero tiene $-(-3-3) = 6$ posiciones decimales, por lo que el resultado correcto es 987.654321. Si REG1446 vale 0, el acumulado es de 987.654321 metros cúbicos.

Ventaja de procesar la posición del punto decimal

Al procesar de manera conjunta la posición del punto decimal y la unidad del acumulado, el resultado leído es independiente de la configuración del punto decimal en la pantalla.

Es decir, sin importar cuántos decimales se configuren en el LCD, el sistema supervisor siempre obtiene el resultado correcto.

Si el software supervisor emplea aritmética de entero largo, el acumulado puede convertirse directamente a código BCD y ajustarse después la posición del punto decimal.

Si se requiere el dato de acumulado negativo, se obtiene restando el acumulado neto al acumulado positivo.

14.5.11 Bloques históricos mensuales

Existen 32 bloques de datos en total y el acumulado mensual se almacena de manera cíclica, con capacidad para 32 meses de historial. El registro REG0163 funciona como apuntador al bloque del mes en curso.

Para leer los datos del mes en curso, lea primero el valor de REG0163, multiplíquelo por 8, que es el número de registros que ocupa cada bloque, y sume el resultado a los registros base.

Desplazamiento	Registro (bloque 0)	Registro (bloque 1)	No. de registros	Variable	Formato	Detalle
—	0163	0163	1	Apuntador de datos mensuales	Integer	Intervalo: 0 a 31
0	513	521	1	Bloque de datos	Integer	0 a 65535
1	514	522	1	Estado	Integer	—
2	515	523	1	Vacío	BCD	—
3	516	524	1	Año	BCD	El mes en el byte bajo
4	517	525	2	Acumulado mensual de caudal	long	Posición del punto decimal en REG1439
6	519	527	2	Acumulado mensual de energía	long	Posición del punto decimal en REG1440

El bloque 31, último del ciclo, inicia en el registro 761 y termina en el registro 767.

14.5.12 Bloques históricos diarios

Existen 32 bloques de datos en total y el acumulado diario se almacena de manera cíclica, con capacidad para 32 días de historial. El registro REG0162 funciona como apuntador al bloque del día en curso. El procedimiento de lectura es el mismo que el de los bloques mensuales.

Desplazamiento	Registro (bloque 1)	Registro (bloque 2)	No. de registros	Variable	Formato	Detalle
—	0162	0162	1	Apuntador de datos diarios	Integer	Intervalo declarado: 0 a 511
0	769	777	1	Bloque de datos	Integer	0 a 65535
1	770	779	1	Estado	Integer	—
2	771	780	1	Día	BCD	Fecha en el byte alto, byte bajo vacío
3	772	—	1	Año	BCD	El mes en el byte bajo
4	773	—	2	Acumulado de caudal	long	Posición del punto decimal en REG1439
6	775	—	2	Acumulado de energía	long	Posición del punto decimal en REG1440

El bloque 31, último del ciclo, inicia en el registro 1017 y termina en el registro 1023. El intervalo del apuntador diario que declara el documento de origen (0 a 511) no es congruente con los 32 bloques descritos; verifique el valor real leído antes de programar el supervisor.

14.5.13 Registro del último encendido

El momento del último encendido del equipo se registra en los registros REG0167 a REG0172, en formato BCD.

14.5.14 Preguntas frecuentes de comunicación

Situación	Verificación sugerida
No se logra conectar con el equipo, o no responde al conectarse	Verifique que los parámetros del puerto serie coincidan. Observe si el icono de comunicación de la pantalla LCD destella. Revise que la conexión física esté correctamente establecida. Confirme que la dirección configurada en la ventana M24 sea la correcta.
El valor leído por MODBUS es incongruente con el valor desplegado	Si el protocolo logra leer datos, el protocolo en sí mismo no presenta problema. El desorden en los datos se debe a un error de formato de dato, o bien a una dirección de registro equivocada que produce desplazamiento. Las variables reales de tipo IEEE 754 admiten cuatro ordenamientos distintos según palabra y byte; este equipo emplea el ordenamiento convencional de palabra baja y byte alto primero.
El valor leído por el protocolo no coincide con el desplegado por el equipo	Confirme que la dirección de variable sea la solicitada. Recuerde que en la cadena de comando REG0001 se representa como 0000, y que 0001 corresponde a REG0002. Para el acumulado, la pantalla despliega 7 dígitos decimales mientras que el protocolo permite leer 9; en ese caso los últimos 7 dígitos del valor leído coinciden con el desplegado.
El sistema supervisor no soporta los formatos de entero largo ni de variable real	Debe emplearse un método de conversión numérica, o bien un controlador distinto que sí los soporte.

14.6 Protocolo M-BUS

14.6.1 Interfaces disponibles

- RS-485
- Infrarroja (IR)
- USART de nivel lógico

14.6.2 Configuración por defecto

Parámetro	Valor
Formato de telegrama	IEC 870-5-1, DIN EN 1434-3
Velocidad, interfaz infrarroja	2400 bps
Velocidad, RS-485 y USART	9600 bps
Paridad	Par (Even)
Bits de datos	8 bits

14.6.3 Funciones especiales

- La fecha y la hora pueden configurarse.
- La velocidad de comunicación puede modificarse.
- La dirección principal puede configurarse.
- Existe operación por dirección secundaria.
- Opción de modo mejorado (enhanced).
- Los telegramas de datos pueden configurarse bajo solicitud.

14.6.4 Referencias

La documentación del protocolo M-BUS está disponible en el sitio público del estándar, www.m-bus.com. El Anexo C de este manual contiene las tablas de telegramas soportados por el equipo.

14.7 Protocolo CJ/T 188-2004

CJ/T 188-2004 es un protocolo de origen chino para el acceso a medidores de energía térmica y de agua. Se incluye en el equipo por compatibilidad con sistemas de telelectura de ese origen. En instalaciones en México lo habitual es integrar por MODBUS RTU o por M-BUS; consulte a Tecnométrica antes de seleccionar este protocolo para un proyecto nuevo.

El Anexo D de este manual contiene la estructura de trama, los ejemplos de comando y respuesta, y las tablas de códigos de unidad y de bytes de estado del protocolo.

15. Códigos de estado y de error

15.1 Interpretación de la intensidad de señal y de la tensión de batería

Magnitud	Criterio
Intensidad de señal	Se representa con un número entre 50 y 100. A mayor número, mayor intensidad. En equipos nuevos, la intensidad de señal habitualmente opera bien entre 55 y 90.
Tensión de batería	Por encima de 3 V la operación es correcta. La tensión límite de operación es de 2.7 V.

15.2 Código de estado de operación de 32 bits

El código de estado de operación de 32 bits se expresa en hexadecimal. Cada dígito hexadecimal está formado por 4 bits, numerados de izquierda a derecha como BIT31 hasta BIT0. El significado de cada bit es el siguiente:

Bit	Significado
BIT0	Error del integrador de energía térmica
BIT1	Error del sensor de temperatura de suministro
BIT2	Error del sensor de temperatura de retorno
BIT3	Error de medición del caudalímetro

Bit	Significado
BIT4	Dirección de flujo de agua invertida
BIT5	Error de señal ultrasónica
BIT6	Estado de operación de baja velocidad. Se ingresa a este estado cuando no se recibe señal, o ante un estado prolongado de caudal bajo
BIT7	El caudalímetro no tiene errores de calibración. Indica que el caudalímetro no ha sido calibrado
BIT8	Canal 1 anómalo
BIT9	Canal 2 anómalo
BIT10	Canal 3 anómalo
BIT11	Canal 4 anómalo
BIT12	Error de baja tensión de batería. Aparece cuando la tensión es inferior a 3.2 V
BIT13	Se detecta que la temperatura de entrada es menor que la temperatura de retorno
BIT14	Error por amplitud de la señal ultrasónica muestreada demasiado baja o demasiado alta
BIT15	Falla en el circuito de adquisición ultrasónica
BIT16	Circuito abierto en la sonda de temperatura de entrada
BIT17	Circuito abierto en la sonda de temperatura de retorno
BIT18	Circuito abierto en la resistencia patrón 1
BIT19	Circuito abierto en la resistencia patrón 2
BIT20	Corto circuito en la sonda de temperatura de entrada
BIT21	Corto circuito en la sonda de temperatura de retorno
BIT22	Corto circuito en la resistencia patrón 1
BIT23	Corto circuito en la resistencia patrón 2
BIT24	Error de verificación del área de parámetros
BIT25	Error de verificación del código de programa
BIT26	Error de fusible no quemado
BIT27	Error del oscilador de reloj de baja frecuencia
BIT28	Error del botón capacitivo
BIT29	Error de frecuencia de reloj fuera de rango
BIT30	Error del módulo de comunicación inalámbrica
BIT31	Bit de reserva

Interpretación práctica del código de estado

El código se lee en los registros REG1460 en el medidor de agua y REG1513 en el medidor de energía térmica, ambos en formato BIN32.

Los bits 0 a 7 corresponden a fallas de medición y de proceso, los bits 8 a 15 a fallas de canal y de adquisición, los bits 16 a 23 a fallas del circuito de temperatura, y los bits 24 a 31 a fallas internas del equipo.

Los bits 16 a 23 solo son relevantes en la versión de energía térmica. En un medidor de agua sin sondas de temperatura instaladas, su activación es esperada y no indica falla.

15.3 Registros adicionales de código de error

Registro	Contenido
REG0071	Código de error, bits 3 y 4
REG0072	Código de error, bits 1 y 2

16. Procedimientos de uso frecuente

16.1 Cambio de la unidad de medición

El cambio de la unidad de medición debe realizarse con el software especializado de configuración de parámetros. No puede ejecutarse desde el teclado.

Magnitud	Unidades seleccionables
Caudal acumulado	m ³ metro cúbico · ft ³ pie cúbico · GAL galón · L litro
Caudal instantáneo	m ³ /h · GPM · L/m · ft ³ /h
Energía acumulada	kWh kilowatt hora · GJ gigajoule · kBTU miles de unidades térmicas británicas
Potencia térmica instantánea	kW kilowatt · GJ/h · kBTU/h

16.2 Modificación del número de decimales del acumulado

Las ventanas M39 y M3A permiten modificar manualmente el número de decimales del caudal acumulado y de la energía acumulada, respectivamente.

1. Desde cualquier submenú del menú principal M-0, deslice ► ▲ para ingresar a la ventana M10.
2. Pulse ▲ para introducir el dígito 1 y pulse ► para desplazar el cursor al siguiente dígito. Capture la contraseña 1111.
3. Deslice ▲ ► para ingresar al menú principal.
4. Pulse ► dos veces consecutivas para seleccionar el menú principal M-3 y deslice ▲ ► para ingresar a sus submenús.
5. Pulse ► para ingresar al submenú M39 o M3A, según corresponda.
6. Deslice ▲ ►: el cursor destella y permite modificar el valor.
7. Deslice ▲ ► para completar la configuración.

16.3 Ajuste de fecha, hora y día de la semana

1. Desde cualquier submenú del menú principal M-0, deslice ► ▲ para ingresar a la ventana M10.
2. Pulse ▲ para introducir el dígito 1 y pulse ► para desplazar el cursor al siguiente dígito. Capture la contraseña 1111.
3. Deslice ▲ ► para ingresar al menú principal.
4. Pulse ► para seleccionar el menú principal M-2 y deslice ▲ ► para ingresar al submenú M21.
5. Deslice ▲ ►: el cursor destella y permite modificar el valor. Pulse ▲ para incrementar el número y pulse ► para desplazar el número que destella al siguiente dígito.
6. Repita el paso anterior hasta que el cursor llegue al último dígito y deslice ▲ ► para completar la configuración.

Si se comete un error durante la captura, deslice ► ▲ para salir del estado de edición y repita desde el paso 5. No es necesario capturar el día de la semana, ya que el equipo lo calcula.

16.4 Confirmación de que el equipo opera correctamente

La verificación se realiza en la ventana M04, conforme al criterio de la sección 10.5.

1. El primer renglón despliega la tensión de batería del equipo. Debe estar por encima de 3 V.
2. Los dos dígitos del lado izquierdo del segundo renglón muestran la intensidad total de señal. Un valor menor a 50 indica que el equipo no puede utilizarse; de 50 a 65 la señal es buena; por encima de 65 la señal es excelente.
3. Los dígitos restantes muestran el valor Q de cada canal. El valor habitual es 9 en todos los canales. Un canal con valor menor a 9 no participa en la medición.

Si todos los valores Q son menores a 9 pero mayores a 6, se mide únicamente el canal de mayor valor. Si todos los valores son menores a 6, la medición se detiene.

16.5 Uso de las ventanas de verificación

Las ventanas M07 y M08 son la ventana de verificación automática y la ventana de verificación manual, respectivamente. Esta serie de equipos utiliza el método de arranque y paro para la calibración. El detalle de cada procedimiento se encuentra en las secciones 10.8 y 10.9.

16.6 Modificación de la dirección de comunicación

La ventana M24 se utiliza para configurar y modificar la dirección de comunicación. El valor de fábrica es 1.

1. Desde cualquier submenú del menú principal M-0, deslice ► ▲ para ingresar a la ventana M10.
2. Pulse ▲ para introducir el dígito 1 y pulse ► para desplazar el cursor al siguiente dígito. Capture la contraseña 1111.
3. Deslice ▲ ► para ingresar al menú principal.
4. Pulse ► para seleccionar el menú principal M-2 y deslice ▲ ► para ingresar a la ventana M24.
5. Deslice ▲ ►: el cursor destella y permite modificar el valor. Pulse ▲ para incrementar el número y pulse ► para desplazar el número que destella al siguiente dígito.
6. Repita el paso anterior hasta que el cursor llegue al último dígito y deslice ▲ ► para completar la configuración.

La dirección principal admite un valor máximo de 255. Si se comete un error durante la captura, deslice ► ▲ para salir del estado de edición y repita desde el paso 5.

16.7 Modificación de la velocidad de comunicación RS-485 y M-BUS

La ventana M25 se utiliza para configurar y modificar la velocidad de comunicación y el bit de paridad. El parámetro por defecto es 9600, sin paridad.

1. Desde cualquier submenú del menú principal M-0, deslice ► ▲ para ingresar a la ventana M10.
2. Pulse ▲ para introducir el dígito 1 y pulse ► para desplazar el cursor al siguiente dígito. Capture la contraseña 1111.
3. Deslice ▲ ► para ingresar al menú principal.
4. Pulse ► para seleccionar el menú principal M-2 y deslice ▲ ► para ingresar a la ventana M25.
5. Deslice ▲ ►: el cursor de la velocidad destella. Pulse ▲ para seleccionar la velocidad, entre 300, 600, 1200, 2400, 4800 y 9600 bps. Al terminar, deslice ► ▲ para desplazar el cursor al bit de paridad.
6. Seleccione el bit de paridad: n para sin paridad (None), o para paridad impar (Odd) y E para paridad par (Even). Al terminar, deslice ► ▲ para completar la configuración.

Si se comete un error durante la captura, deslice ► ▲ para salir del estado de edición y repita desde el paso 5.

17. Mantenimiento y diagnóstico

17.1 Rutina de mantenimiento

- Consulte periódicamente la ventana M04 y registre la intensidad y la calidad de señal. Una tendencia descendente sostenida anticipa una falla de medición antes de que se produzca.
- Verifique la tensión de batería en la misma ventana M04. Programe el reemplazo antes de alcanzar 3 V.
- Compare de manera periódica el acumulado del equipo contra el balance del sistema. Una desviación creciente indica necesidad de verificación.

- Revise el registro de acumulado negativo en la ventana M13. Un valor creciente indica flujo inverso real, o bien una instalación con la flecha de dirección invertida.
- Mantenga limpia la ventana del indicador. No utilice disolventes agresivos sobre la pantalla.
- Verifique el estado del sellado de las conexiones de campo, del que depende la conservación del grado IP68.

17.2 Diagnóstico básico

Síntoma	Verificación sugerida
No registra flujo	Caudal por debajo del corte por caudal bajo configurado en M34; caudal real por debajo de Q1 del diámetro; tubería parcialmente vacía; calidad de señal Q menor a 6 en todos los canales, conforme a M04.
Lectura errática o inestable	Presencia de aire en la línea; tramo recto insuficiente; ángulo de instalación fuera del sector de $\pm 45^\circ$; coeficiente de amortiguamiento demasiado bajo, consultable en M12.
Lectura desviada de manera constante	Factor del medidor modificado en M33; cero estático mal ajustado en M36; diámetro interior mal configurado, consultable en M11.
El acumulado negativo crece	Flecha de dirección de flujo invertida respecto del fluido real; flujo inverso real en la instalación; corte por caudal bajo insuficiente con línea estática.
Intensidad de señal por debajo de 50	Tubería no llena; presencia de sólidos o burbujas; acoplamiento del sensor comprometido; falla del cabezal ultrasónico, indicada por los bits 8 a 11 y 14 a 15 del código de estado.
Pantalla apagada o sin respuesta	Batería agotada; equipo en estado de bajo consumo. Mantenga pulsada la tecla ▲ durante 5 segundos para despertar la pantalla.
Error de sonda de temperatura en un medidor de agua	Los bits 1, 2 y 16 a 23 del código de estado corresponden al circuito de temperatura. En un medidor de agua sin sondas instaladas, su activación es esperada.

Si el síntoma persiste después de estas verificaciones, contacte a Tecnométrica antes de intervenir el equipo. La modificación de los parámetros del menú M-3 requiere contraseña y afecta directamente el resultado de la medición.

18. Alcance de la medición

Con el objetivo de establecer expectativas correctas sobre el desempeño del equipo, se precisa a continuación su alcance de aplicación.

18.1 Para qué es adecuado el equipo

- Medición de volumen de agua en redes de abastecimiento urbano, gestión de recursos hídricos, riego agrícola, paisajismo y procesos industriales.
- Medición de energía térmica y frigorífica en subestaciones de intercambio de calor, sistemas de refrigeración y aire acondicionado central, en la versión correspondiente.
- Sectorización y balance hídrico, aprovechando el registro histórico diario y mensual y los acumulados positivo, negativo y neto.
- Telelectura e integración a sistemas de supervisión mediante MODBUS, M-BUS o NB-IoT.
- Detección de flujo inverso y de desviaciones de consumo.

18.2 Consideraciones sobre su uso

Validez metrológica y condiciones de operación

El uso del equipo como instrumento de facturación o de transferencia de custodia requiere confirmar previamente la certificación metrológica aplicable a la unidad, conforme a la sección 2.3. El cumplimiento de diseño con ISO 4064 no sustituye esa confirmación.

El error máximo permisible es de $\pm 5 \%$ entre Q1 y Q2, y de $\pm 2 \%$ entre Q2 y Q4. La selección del diámetro debe situar el caudal habitual por encima de Q2.

La exactitud declarada supone tubería llena, tramos rectos conforme a la sección 7.1 y ausencia de fase gaseosa.

El equipo no verifica ni certifica la calidad, la composición ni la potabilidad del agua que lo atraviesa.

No es adecuado para líquidos con contenido significativo de sólidos en suspensión o de burbujas, que atenúan la señal ultrasónica.

Si su aplicación requiere medición con validez fiscal o comercial ante terceros, Tecnométrica puede revisar la selección y presentarle la opción adecuada a su proceso.

19. Soporte técnico

Tecnométrica acompaña la selección, la puesta en marcha del equipo y la integración a sistemas de supervisión. Para cualquier duda sobre la instalación, la selección del diámetro, la configuración de comunicación o la interpretación de las lecturas, quedamos a su disposición.

Contacto	Datos
Empresa	Comercializadora Tecnométrica, S.A. de C.V.
Domicilio de atención a cliente	Plaza Palmares Sur, Carretera Nacional 900, Local 58, Col. El Encino, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64987
Sitio web	www.tecnometrica.com.mx
Teléfono	+52 81 1100 5755
Correo electrónico	contacto@tecnometrica.com.mx

Las recomendaciones de seguridad, instalación, selección, mantenimiento y alcance de medición se emiten con carácter orientativo y no sustituyen la verificación específica para las condiciones de cada instalación. La responsabilidad sobre la selección definitiva del equipo, la calidad del fluido manejado y la ejecución del mantenimiento descrito corresponde al usuario de la instalación.

Anexo A. Tabla general de registros MODBUS

La tabla siguiente contiene el mapa completo de registros del equipo, incluidos los registros comunes con otros caudalímetros de la misma plataforma. Los registros de uso más frecuente en aplicaciones de agua y de energía térmica se agrupan además en las tablas de las secciones 14.5.5 y 14.5.6.

Registro	No. de reg.	Nombre	Formato	Detalle
0001-0002	2	Caudal instantáneo	IEEE754	Unidad: m³/h
0003-0004	2	Potencia térmica instantánea	IEEE754	Unidad: kW
0005-0006	2	Velocidad del fluido	IEEE754	Unidad: m/s
0007-0008	2	Presión (reservado)	IEEE754	—
0009-0010	2	Caudal acumulado positivo (nota 1)	long	Unidad determinada por REG1438
0011-0012	2	Parte fraccionaria del acumulado positivo	IEEE754	—
0013-0014	2	Caudal acumulado negativo	long	Unidad determinada por REG1438
0015-0016	2	Parte fraccionaria del acumulado negativo	IEEE754	Punto flotante de precisión simple, formato FLOAT
0017-0018	2	Energía acumulada positiva	long	Unidad determinada por REG1441
0019-0020	2	Parte fraccionaria de la energía positiva	IEEE754	—
0021-0022	2	Energía acumulada negativa	long	Unidad determinada por REG1441
0023-0024	2	Parte fraccionaria de la energía negativa	IEEE754	—
0025-0026	2	Caudal acumulado neto	long	Unidad determinada por REG1438
0027-0028	2	Parte fraccionaria del acumulado neto	IEEE754	—
0029-0030	2	Energía acumulada neta	long	Unidad determinada por REG1441
0031-0032	2	Parte fraccionaria de la energía neta	IEEE754	—
0033-0034	2	Temperatura de la línea de suministro T1	IEEE754	Unidad: °C
0035-0036	2	Temperatura de la línea de retorno T2	IEEE754	Unidad: °C
0052	1	Día de la semana	Integer	—
0053-0055	3	Calendario (fecha y hora)	BCD	Escribible. 6 bytes BCD en orden segundo, minuto, hora, día, mes y año, con byte bajo primero
0056	1	Guardado automático de fecha y hora	BCD	Escribible
0057	1	Contraseña de estado de protección de escritura	Integer	Escribible
0058	1	Código para entrar en reposo	Integer	Escribible. Escribir 0x5A58
0059	1	Escritura de tecla	Integer	Escribible
0060	1	Número del menú a desplegar	Integer	Escribible
0061	1	Número del menú desplegado actualmente	Integer	Escribible
0062	1	Dirección de comunicación principal	Integer	Escribible. Máximo 255
0063	1	Tiempo de operación del controlador por lotes	Integer	Escribir 0 para iniciar el controlador
0064	1	Pulsos restantes de la salida OCT 1	Integer	—
0065	1	Pulsos restantes de la salida OCT 2	Integer	—
0071	1	Código de error, bits 3 y 4	Bits	Ver sección 15
0072	1	Código de error, bits 1 y 2	Bits	Ver sección 15
0077-0078	2	Resistencia de la sonda de temperatura T1	IEEE754	Unidad: Ω
0079-0080	2	Resistencia de la sonda de temperatura T2	IEEE754	Unidad: Ω
0081-0082	2	Tiempo total de propagación	IEEE754	Unidad: μs
0083-0084	2	Diferencia de tiempo	IEEE754	Unidad: ns
0092	1	Calidad de señal	Integer	Canal 1 en la parte baja
0093	1	Intensidad de señal del canal 1	Integer	Intervalo: 0 a 4095
0094	1	Intensidad de señal del canal 2	Integer	Intervalo: 0 a 4095
0095	1	Carga de batería	Integer	$V = \text{REG95} \times (2.5 / 4096)$
0099-0100	2	Número de Reynolds	IEEE754	—
0101-0102	2	Factor de corrección de Reynolds	IEEE754	—

Registro	No. de reg.	Nombre	Formato	Detalle
0103-0104	2	Horas totales de operación normal	BIN32	Unidad: segundos
0105-0106	2	Horas totales de operación	BIN32	Unidad: segundos
0107-0108	2	Número de encendidos	BIN32	—
0109-0110	2	Temperatura del CPU	IEEE754	Unidad: °C
0111	1	Intensidad de señal del canal 3	Integer	—
0112	1	Intensidad de señal del canal 4	Integer	—
0113-0114	2	Caudal acumulado neto (formato flotante)	IEEE754	No se recomienda su uso: la precisión numérica es de solo 6 dígitos
0115-0116	2	Caudal acumulado positivo (formato flotante)	IEEE754	No se recomienda su uso
0117-0118	2	Caudal acumulado negativo (formato flotante)	IEEE754	No se recomienda su uso
0119-0120	2	Energía acumulada neta (formato flotante)	IEEE754	No se recomienda su uso
0121-0122	2	Energía acumulada positiva (formato flotante)	IEEE754	No se recomienda su uso
0123-0124	2	Energía acumulada negativa (formato flotante)	IEEE754	No se recomienda su uso
0125-0126	2	Acumulado neto del día (formato flotante)	IEEE754	—
0127-0128	2	Acumulado neto del mes en curso (flotante)	IEEE754	—
0129-0130	2	Acumulador por tarifa 2	long	—
0131-0132	2	Parte fraccionaria del acumulador tarifa 2	IEEE754	—
0133-0134	2	Acumulador por tarifa 3	long	—
0135-0136	2	Parte fraccionaria del acumulador tarifa 3	IEEE754	—
0137-0138	2	Acumulado del día	long	Entero largo de 9 dígitos decimales
0139-0140	2	Parte fraccionaria del acumulado del día	IEEE754	—
0141-0142	2	Acumulado de la hora	long	—
0143-0144	2	Parte fraccionaria del acumulado de la hora	IEEE754	—
0145-0146	2	Acumulado del año	long	Ver nota 2
0147-0148	2	Parte fraccionaria del acumulado del año	IEEE754	—
0149-0150	2	Energía acumulada del día	long	—
0151-0152	2	Parte fraccionaria de la energía del día	IEEE754	—
0153-0154	2	Energía acumulada de la hora	long	—
0155-0156	2	Parte fraccionaria de la energía de la hora	IEEE754	—
0162	1	Apuntador de datos acumulados diarios	Integer	Apunta al día en curso
0163	1	Apuntador de datos acumulados mensuales	Integer	Apunta al mes en curso
0165-0166	2	Tiempo fuera de operación	BIN32	Unidad: segundos
0167-0172	6	Momento del último encendido	BCD	—
0174	2	Tensión de batería	IEEE754	Tensión en punto flotante
0181-0182	2	Diferencia de temperatura	IEEE754	Unidad: °C
0187-0188	2	Tiempo total de guardado automático	IEEE754	Unidad: hora
0189-0190	2	Guardado automático del acumulado positivo	long	—
0193-0194	2	Guardado automático del caudal instantáneo	IEEE754	—
0195-0196	2	Guardado automático del tiempo de flujo negativo	BIN32	Unidad: segundos
0197-0198	2	Guardado automático del acumulado negativo	long	—
0201-0202	2	Acumulador de verificación (nota 3)	long	Unidades: m³, GAL, ft³, L
0203-0204	2	Decimales del acumulador de verificación	IEEE754	—
0205-0206	2	Acumulador de verificación (nota 3)	long	Unidades: kWh, GJ, kBTU
0207-0208	2	Decimales del acumulador de verificación	IEEE754	—
0209	1	Tiempo de prueba	Integer	Unidad: 250 ms
0221-0222	2	Diámetro interior de la tubería	IEEE754	Unidad: mm
0259-0260	2	Caudal instantáneo máximo del mes	IEEE754	Unidad: m³/h
0261-0262	2	Potencia térmica máxima del mes	IEEE754	Unidad: kW
0263-0264	2	Temperatura máxima de entrada del mes	IEEE754	Unidad: °C
0265-0266	2	Temperatura máxima de retorno del mes	IEEE754	Unidad: °C
0271-0272	2	Desfase de tiempo	IEEE754	Unidad: ns

Registro	No. de reg.	Nombre	Formato	Detalle
0273-0274	2	Dirección secundaria M-BUS	BCD	—
0275-0276	2	Tiempo de medición de flujo negativo	BIN32	Unidad: segundos
0285-0286	2	Caudal instantáneo máximo del día	IEEE754	Unidad: m³/h
0287-0288	2	Potencia térmica máxima del día	IEEE754	Unidad: kW
0289-0290	2	Temperatura máxima de entrada del día	IEEE754	Unidad: °C
0291-0292	2	Temperatura máxima de retorno del día	IEEE754	Unidad: °C
0295-0296	2	Código de usuario M-BUS	BCD	—
0297-0298	2	Momento de paro del acumulador por tarifas	BCD	—
0299-0300	2	Momento de arranque de la tarifa 2	BCD	—
0301-0302	2	Momento de arranque de la tarifa 3	BCD	—
0303	0.5	Estado del acumulador por tarifas y del controlador	BCD	Byte bajo
0303-0304	1.5	Momento de arranque del controlador 1	BCD	—
0305-0306	1.5	Momento de arranque del controlador 2	BCD	—
0306-0307	1.5	Momento de arranque del controlador 3	BCD	—
0307-0308	1.5	Momento de arranque del controlador 4 (nota 4)	BCD	—
0309-0310	1.5	Momento de arranque del controlador 5	BCD	—
0311-0312	2	Volumen configurado del controlador cuantitativo	IEEE754	—
0361-0362	2	Registro de prueba: lee siempre 361.00	IEEE754	Para prueba de comunicación
0363-0364	2	Registro de prueba: lee siempre 363348858	long	Para prueba de comunicación
0365-0366	2	Registro de prueba: lee siempre -987654321	long	Para prueba de comunicación
1438	1	Código de unidad del caudal acumulado	Integer	0: m³ · 1: L · 2: GAL · 3: CF · 4: AF
1439	1	Posición del punto decimal del caudal acumulado	Integer	Valor n de -4 a 3
1440	1	Posición del punto decimal de la energía acumulada	Integer	Valor n de -3 a 4
1441	1	Código de unidad de la energía acumulada	Integer	0: kWh · 2: GJ
1491	1	Tipo de instrumento	Integer	Conforme a EN 1434-3
1527	2	Versión de software	ASCII	—
1529	2	Número de serie electrónico (ESN)	BCD	Byte más significativo primero

Notas del Anexo A

Nota 1. Todos los acumulados emplean un entero largo para la parte entera y un número real para la parte fraccionaria. En la mayoría de las aplicaciones basta con leer la parte entera. Consulte la sección 14.5.8 para el cálculo.

Nota 2. El documento de origen asigna al acumulado del año el intervalo 0144-0145, que se traslapa con el registro anterior. La lectura reproducida arriba (0145-0146) es la única congruente con el resto de la tabla. Verifique el valor real antes de programar el supervisor.

Nota 3. Las unidades declaradas para los dos acumuladores de verificación aparecen intercambiadas en el documento de origen: el acumulador identificado como de energía declara unidades de volumen y viceversa. Verifique la correspondencia en la unidad.

Nota 4. El documento de origen identifica dos veces el controlador número 5 y omite el número 4. Se reproduce como controlador 4 por congruencia de la secuencia.

Anexo B. Telegramas M-BUS del maestro al esclavo

Las tablas siguientes reproducen los telegramas soportados por el equipo. La abreviatura CS corresponde a la suma de verificación y A a la dirección del esclavo.

B.1 Comandos de solicitud del maestro

Comando	Formato	Descripción	Respuesta del esclavo
Inicialización (SEND_NKE)	10h 40h A CS 16h	El campo C es el dominio de control y el campo A es la dirección. CS es la suma de verificación.	E5h
Solicitud de datos (SEND_UD2)	10h 5Bh / 7Bh A CS 16h	Libera la dirección pública, establece el estado normal y la velocidad por defecto.	RSP_UD
Liberar dirección pública	10h 40h FDh CS 16h	Todos los esclavos liberan la dirección pública FDh para su uso posterior por otros esclavos.	E5h
Protocolo de alarma (SEND_UD1)	10h 5Ah / 7Ah A CS 16h	Responde a la inspección de alarma del maestro a la máxima velocidad.	E5h
Prueba de comunicación	10h 4Ah / 6Ah A CS 16h	Verifica si el enlace de comunicación es normal.	E5h
Consulta de dirección principal	10h 49h FDh CS 16h	Responde con la dirección principal.	—

B.2 Comandos de dirección secundaria y de modificación

Comando	Formato	Descripción	Resp.
Seleccionar dirección secundaria	68h 0Bh 0Bh 68h 53h/73h FDh 52h ID1-4 M1-2 G Med CS 16h	ID1 a ID4 es un identificador de 4 bytes. M1-2 = 88h, 11hG = 1, Med = 4 corresponde a agua de retorno.	E5h
Seleccionar dirección secundaria	68h 0Bh 0Bh 68h 53h/73h FDh 56h ID4-1 M2-1 G Med CS 16h	Orden de tabla con el byte alto primero. Med = 0Ch corresponde a medidor de agua. Los demás campos son iguales al comando anterior.	E5h
Selección mejorada de dirección secundaria	68h 11h 11h 68h 53h/73h FDh 52h ID1-4 M1-2 G Med 0Ch 78h CS 16h	Agrega un número de serie de 4 bytes 0Ch 78h a los dos mensajes anteriores.	E5h
Modificar la dirección principal	68h 06h 06h 68h 53h/73h A 51h 01h 7Ah NN CS 16h	NN es un solo byte. El nuevo intervalo de direcciones es de 1 a 250.	E5h
Modificar la dirección secundaria	68h 09h 06h 68h 53h/73h A 51h 0Ch 79h SA1-4 CS 16h	SA1 a SA4 es la nueva dirección secundaria de 4 bytes, para evitar dos direcciones secundarias idénticas en el mismo sistema.	E5h
Modificar la dirección secundaria	68h 0Dh 0Dh 68h 53h/73h A 51h 07h 79h SA1-4 CS 16h	SA1 a SA4 es la nueva dirección secundaria de 4 bytes.	E5h
Fijar la dirección secundaria al ESN	68h 09h 06h 68h 53h/73h A 51h 0Ch 79h 00h 00h 00h 00h CS 16h	La configuración de fábrica de la dirección secundaria M-BUS es el ESN del instrumento; la dirección secundaria puede modificarse.	E5h
Fijar la dirección secundaria al ESN	68h 0Dh 0Dh 68h 53h/73h A 51h 07h 79h 00h 00h 00h 00h CS 16h	Resuelve el mismo problema de duplicidad de dirección secundaria.	E5h

B.3 Comandos de cambio de velocidad

El esclavo responde al comando de cambio de velocidad con la velocidad original y después realiza el cambio.

Formato	Efecto	Resp.
68h 03h 03h 68h 53h/73h A B8h CS 16h	Cambia la velocidad a 300 bps y la convierte en el valor por defecto del sistema al siguiente encendido.	E5h
68h 03h 03h 68h 53h/73h A B9h CS 16h	Cambia la velocidad a 600 bps y la convierte en el valor por defecto del sistema al siguiente encendido.	E5h
68h 03h 03h 68h 53h/73h A BAh CS 16h	Cambia la velocidad a 1200 bps y la convierte en el valor por defecto del sistema al siguiente encendido.	E5h

Formato	Efecto	Resp.
68h 03h 03h 68h 53h/73h A BBh CS 16h	Cambia la velocidad a 2400 bps y la convierte en el valor por defecto del sistema al siguiente encendido.	E5h
68h 03h 03h 68h 53h/73h A BCh CS 16h	Cambia la velocidad a 4800 bps y la convierte en el valor por defecto del sistema al siguiente encendido.	E5h
68h 03h 03h 68h 53h/73h A BDh CS 16h	Cambia la velocidad a 9600 bps y la convierte en el valor por defecto del sistema al siguiente encendido.	E5h
68h 03h 03h 68h 53h/73h A B7h CS 16h	Restaura la velocidad al valor por defecto del sistema.	E5h

B.4 Tipos de mensaje programado

Tipo de mensaje	Formato	Contenido solicitado
Formato regular	68h 03h 03h 68 53h/73h A 50h CS 16h	Se solicitan todos los datos.
Formato regular	68h 04h 04h 68 53h/73h A 50h 00h CS 16h	Se solicitan todos los datos.
Formato rápido	68h 04h 04h 68 53h/73h A 50h 51h CS 16h	Solicita una lectura rápida de datos (QUICK).
Datagrama de usuario reservado	68h 04h 04h 68 53h/73h A 50h 10h CS 16h	Solicita la energía acumulada W y el caudal acumulado V.
Módulo de facturación simple	68h 04h 04h 68 53h/73h A 50h 20h CS 16h	Solicita W y V, los valores W y V del año anterior, el tiempo de operación BT y el tiempo de falla FT.
Módulo de facturación completo	68h 04h 04h 68 53h/73h A 50h 30h CS 16h	Solicita W y V, los valores del año anterior, el caudal y la potencia térmica máximos, BT y FT (modo mejorado).
Datos actuales	68h 04h 04h 68 53h/73h A 50h 50h CS 16h	Solicita W, V, el caudal y la potencia térmica instantáneos, y las temperaturas de entrada y retorno.
Datos actuales	68h 04h 04h 68 53h/73h A 50h 80h CS 16h	Solicita el número de serie del medidor y la fecha de facturación de energía.
Cambio a formato rápido	68h 05h 05h 68 53h/73h A 51h 0Fh A1h CS 16h	Cambia al formato de lectura rápida.
Cambio a formato regular	68h 05h 05h 68 53h/73h A 51h 0Fh A0h CS 16h	Cambia al formato regular y solicita todos los datos de salida.
Solicitud de todos los datos 1	68h 04h 04h 68 53h/73h A 51h 7Fh CS 16h	—
Solicitud de todos los datos 2	68h 06h 06h 68 53h/73h A 51h C8h 3Fh 7Eh CS 16h	—
Datagrama opcional genérico	68h L L 68 53h/73h A 51h [código de selección] CS 16h	Límite L menor a 240. Tras el encendido y la inicialización, el equipo queda en estado de todo seleccionado.

B.5 Códigos de selección de datos

El código de selección permite elegir cualquiera de los datos predeterminados siguientes y cualquier combinación de ellos. Por ejemplo, para leer la energía acumulada y el caudal acumulado, el formato del mensaje es:

68 LL 68 53/73 A 51 08 14 08 2D CS 16

Dato	Código	Todos los valores	Dato del año anterior
Ciclo de actualización	08h 74h	C8h 3Fh 74h	Energía acumulada del año anterior: 48h 00h a 0Fh
Periodo promedio	08h 70h	C8h 3Fh 70h	Caudal acumulado del año anterior: 48h 10h a 17h
Energía acumulada	08h 00h a 0Fh	C8h 3Fh 00h a 0Fh	Fecha de liquidación anual: 48h 6Ch
Caudal acumulado	08h 10h a 17h	C8h 3Fh 10h a 17h	Tiempo de falla: 38h 20h a 23h
Potencia térmica instantánea	08h 28h a 37h	C8h 3Fh 28h a 37h	Tiempo de falla del año anterior: 78h 20h a 23h

La notación con puntos suspensivos indica un intervalo. Por ejemplo, 00h a 0Fh significa cualquier valor comprendido entre ambos; el código 08h 00h tiene la misma función que el código 08h 0Dh.

B.6 Comandos de función y de control

Comando	Formato	Descripción
Iniciar calibración de caudal	68h 0Ah 0Ah 68 53h/73h A 51h 2Fh 0Fh 04 00h,04h,00h,01h CS 16h	Función de uso del equipo de depuración de fábrica.
Salir de la calibración térmica	68h 0Ah 0Ah 68 53h/73h A 51h 2Fh 0Fh 04 00h,04h,00h,00h CS 16h	Función de uso del equipo de depuración de fábrica.
Borrar el primer error	68h 0Ah 0Ah 68 53h/73h A 51h 2Fh 0Fh 04 00h,04h,00h,02h CS 16h	Ejecutar este comando en condiciones sin falla.
Entrar en reposo	68h 0Ah 0Ah 68 53h/73h A 51h 2Fh 0Fh 04 00h,04h,00h,03h CS 16h	Ingresa al estado de reposo si la habilitación de reposo está configurada.
Salir del reposo	68h 0Ah 0Ah 68 53h/73h A 51h 2Fh 0Fh 04 00h,04h,00h,04h CS 16h	—
Configurar salida OCT	68h 0Ah 0Ah 68 53h/73h A 51h 04h FFh 15 OCT1,OCT2,XX,XX CS 16h	Configura la salida OCT. 0: sin cambio · 1: encendida · 2: apagada.
Borrar máximos y mínimos	68h 07h 07h 68 53h/73h A 51h 01h FFh 14 01 CS 16h	Borra los registros de máximo y mínimo.
Cerrar tarifas	68h 07h 07h 68 53h/73h A 51h 01h FFh 13 00 CS 16h	Cierra las tarifas 2 y 3.
Iniciar tarifa 2	68h 07h 07h 68 53h/73h A 51h 01h FFh 13 02h CS 16h	—
Iniciar tarifa 3	68h 07h 07h 68 53h/73h A 51h 01h FFh 13 03h CS 16h	—
Cerrar tarifas	68h 05h 05h 68 53h/73h A 51h 0Fh B0h CS 16h	Cierra las tarifas 2 y 3.
Iniciar tarifa 2	68h 05h 05h 68 53h/73h A 51h 0Fh B2h CS 16h	—
Iniciar tarifa 3	68h 05h 05h 68 53h/73h A 51h 0Fh B3h CS 16h	—
Momento de cierre de tarifa	68h 0Ah 0Ah 68 53h/73h A 51h 04h/44h FD 30 [fecha y hora] CS 16h	Fecha y hora en formato TYPE_F.
Momento de apertura de tarifa 2	68h 0Bh 0Bh 68 53h/73h A 51h 84h/C 20 FD 30 [fecha y hora] CS 16h	Fecha y hora en formato TYPE_F.
Momento de apertura de tarifa 3	68h 0Bh 0Bh 68 53h/73h A 51h 84h/C 30 FD 30 [fecha y hora] CS 16h	Fecha y hora en formato TYPE_F.
Ajuste de hora, método 1	68h 0Dh 0Dh 68 53h/73h A 51h 2Fh 0Fh 04 58 SSMMHHDDMMYY CS 16h	Método recomendado. Los parámetros son segundos, minutos, horas y días.
Ajuste de hora, método 2	68h 0Ah 0Ah 68 53h/73h A 51h 04h EDh 00h [fecha y hora] CS 16h	Fecha y hora en formato estándar TYPE.
Ajuste de hora, método 3	68h 09h 09h 68 53h/73h A 51h 04h 6Dh [fecha y hora] CS 16h	Fecha y hora en formato estándar TYPE.

Al seleccionar la dirección secundaria pueden emplearse comodines, lo que permite al maestro localizar rápidamente a todos los esclavos del bus. Los métodos 2 y 3 de ajuste de hora se establecen por compatibilidad con el estándar; dado que el formato TYPE F no contiene segundos, ambos mensajes fijan los segundos en cero. El formato TYPE F es el formato de hora y fecha especificado en M-BUS.

Anexo C. Protocolo CJ/T 188-2004

Este anexo se incluye por compatibilidad con sistemas de telelectura de origen chino. Para proyectos nuevos en México, consulte a Tecnométrica antes de seleccionar este protocolo.

C.1 Estructura de la trama de solicitud

Comando de lectura del número de medidor (equivalente al ESN) 17312151:

FE FE FE FE FE FE FE FE FE FE FE 68 20 51 21 31 17 00 11 11 01 03 1F 90 12 29 16

Campo	Valor	Significado
Encabezado	FE (11 veces)	Caracteres de encabezado especificados por el protocolo CJ/T 188
Inicio	68h	Símbolo de inicio del protocolo
Tipo	20h	Tipo de instrumento: medidor de energía térmica
A0 a A3	51h 21h 31h 17h	Dirección. Corresponde al número ESN con el byte bajo primero
A4	00h	Siempre 00h, o AAh en comando de difusión
A5	11h	Siempre 11h, o AAh en comando de difusión
A6	11h	Siempre 11h, o AAh en comando de difusión
Control	01h	Carácter de control
Longitud	03h	Longitud del campo de datos
DI0 y DI1	1Fh 90h	Identificadores de dato
SER	12h	Byte de secuencia
CS	29h	Suma aritmética de todos los datos, excluidos los caracteres de encabezado
Fin	16h	Terminador

Si las direcciones A0 a A6 son todas AAh, el comando es de difusión. Todos los equipos del bus responden e incluyen su número de medidor en la respuesta, lo que permite obtener la dirección cuando hay un solo equipo conectado.

C.2 Ejemplo de trama de respuesta

Respuesta del medidor de energía térmica al comando anterior:

FE FE FE FE FE FE FE FE FE FE FE 68 20 51 21 31 17 00 11 11 81 2E 1F 90 12 00 00 00 00 05 00 00 00 00 05 00 00 00 14 00 00 00 00 35 19 00 00 00 2C 76 30 00 68 30 00 73 02 00 32 41 11 12 09 07 20 04 00 E9 16

Campo	Interpretación
81h	Código de control de respuesta
2Eh	Campo de longitud de datos: 46 caracteres
00 00 00 00 con código 05	Capacidad frigorífica actual, con unidad kWh
00 00 00 00 con código 05	Energía térmica actual, con unidad kWh
00 00 00 00 con código 14	Potencia térmica, con unidad W
00 00 00 00 con código 35	Caudal instantáneo, con unidad m³/h
19 00 00 00 con código 2C	Caudal acumulado, con unidad m³
76 30 00	Temperatura de suministro: 30.76 °C
68 30 00	Temperatura de retorno: 30.68 °C
73 02 00	Tiempo de operación acumulado: 273 horas
32 41 11 12 09 07 20	Hora real: 12 de septiembre de 2007, 11:41:32
04 00	Palabra de estado. En este ejemplo indica batería en baja tensión, sensor de caudal normal, sensores de temperatura de entrada y retorno normales, e integrador normal
E9h	Código de verificación CS
16h	Terminador

En una respuesta normal del medidor de energía térmica, la trama inicia en 68h y termina en 16h; A4, A5 y A6 son fijos en 00h, 11h y 11h; el código de control es fijo en 81h y el campo de longitud es fijo en 2Eh.

C.3 Comandos adicionales soportados

Función	Tipo T	Control	Identificador	Descripción
Lectura de dirección individual	10h a 29h	CTRL0 = 03h Respuesta 83h	810Ah	El esclavo responde con 3 bytes de longitud, el identificador DI y el número de secuencia SER.
Lectura de medidor	10h	CTRL0 = 01h Respuesta 81h	901Fh	El esclavo responde en orden con el caudal instantáneo, el acumulado actual, el acumulado diario, el acumulado mensual, el límite superior diario y el límite superior mensual. Cada magnitud ocupa 5 bytes; con la hora real y el estado, la longitud total es de 42 bytes.
Escritura de límites acumulados	10h	CTRL3 = 24h Respuesta A4h	801Bh	El maestro envía dos valores de punto flotante de precisión simple de 4 bytes con los límites diario y mensual. La unidad por defecto es el metro cúbico y el orden es byte bajo y palabra baja primero.
Escritura de hora estándar	10h a 29h	CTRL3 = 04h Respuesta 84h	8015h	El maestro envía 7 bytes con la representación de la hora estándar. El esclavo responde con 3 bytes.
Variante compatible	10h	CTRL3 = 01h Respuesta 81h	901Fh	Con SER fijo en 0 para distinguirla de otras variantes compatibles. El esclavo responde con 22 bytes que incluyen el identificador, el número de secuencia, el caudal acumulado, el caudal instantáneo, la hora real y el código de estado.

Advertencia sobre los límites acumulados

El valor de límite superior se pierde al desconectar la batería y debe ser reescrito por el equipo supervisor.

El valor por defecto al encendido es de 100 metros cúbicos.

Cuando el acumulado diario o mensual supera el límite configurado, la condición se marca en el byte de estado correspondiente.

C.4 Códigos de unidad

Código	Unidad	Código	Unidad
01h	J	11h	GJ
02h	Wh	13h	GJ × 100
05h	kWh	14h	W
08h	MWh	17h	kW
0Ah	MWh × 100	1Ah	MW
0Bh	kJ	29h	L
0Eh	MJ	2Ch	m³
—	—	32h	L/h
—	—	35h	m³/h

C.5 Palabra de estado

Primer byte

Bit	Definición	Interpretación
D0	Reservado	—
D1	Tensión de batería	0: normal · 1: baja tensión
D2 a D7	Reservados	—

Segundo byte

Bit	Definición	Interpretación
D0	Falla del integrador	0: normal · 1: falla
D1	Falla del sensor de temperatura de entrada	0: normal · 1: falla
D2	Falla del sensor de temperatura de retorno	0: normal · 1: falla
D3	Falla del sensor de caudal	0: normal · 1: falla
D4 a D7	Reservados	—

Anexo D. Resumen de configuración de puesta en marcha

Esta lista de verificación reúne los pasos mínimos recomendados por Tecnométrica para la puesta en servicio de un equipo de la serie TS-W.

Paso	Acción	Ventana o referencia
1	Verificar que el punto de montaje cumple 5D aguas arriba, 3D aguas abajo y 20D desde la descarga de bomba	Sección 7.1
2	Confirmar que la flecha de dirección de flujo coincide con el fluido real	Sección 7.2
3	Verificar que el equipo quede dentro del sector de $\pm 45^\circ$ respecto de la vertical si la tubería no llena por completo	Sección 7.3
4	Llenar la línea, purgar el aire y verificar la intensidad y calidad de señal	M04
5	Confirmar el número de canales y el diámetro interior configurados	M11
6	Con la línea llena y las válvulas cerradas, ejecutar el ajuste de cero estático	M36
7	Ajustar el corte por caudal bajo por debajo de Q1 del diámetro	M34 y sección 5
8	Ajustar fecha, hora y día de la semana	M21 y sección 16.3
9	Configurar la dirección de comunicación del equipo en la red	M24 y sección 16.6
10	Configurar la velocidad y la paridad de la red RS-485 o M-BUS	M25 y sección 16.7
11	Verificar la comunicación leyendo el registro de prueba REG361	Sección 14.5.3
12	Confirmar la unidad y el número de decimales del acumulado en el supervisor	M39, M3A y sección 14.5.8
13	Registrar la lectura inicial del acumulado, la versión de software y el número de serie	M09 y M18
14	Leer y registrar el código de estado de 32 bits como línea base	Sección 15.2

Registro de puesta en marcha

Conserve la lectura inicial del acumulado, la intensidad y calidad de señal, y el código de estado obtenidos en la puesta en marcha. Constituyen la línea base contra la cual se evalúa cualquier desviación posterior.

Repita la lectura de la ventana M04 en cada visita de mantenimiento y compárela contra esa línea base.