



MANUAL DE OPERACIÓN

Medidor de Flujo Radar para Canal Abierto Modelo TM-RFM

Medición sin contacto de velocidad superficial, nivel y caudal por radar

Canales abiertos · Canales de riego · Ríos y arroyos · Drenes y colectores



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

Contenido

1. Descripción general.....	2
1.1 Presentación.....	2
1.2 Alcance de este documento	2
1.3 Principio de operación	2
1.4 Características	2
1.5 Modelos de sección disponibles.....	3
2. Seguridad.....	3
2.1 Instrucciones generales.....	3
2.2 Precauciones eléctricas.....	3
2.3 Condiciones ambientales	3
3. Alcance metrológico.....	4
3.1 Exactitud declarada	4
3.2 Corrección en campo	4
4. Especificaciones técnicas	4
5. Conexiones eléctricas	5
5.1 Cable del medidor	5
5.2 Comunicación	5
6. Dimensiones	6
7. Requisitos de instalación.....	6
7.1 Haces de radar	6
7.2 Ubicación y orientación	7
7.3 Puesta a tierra	7
8. Configuración mediante aplicación Bluetooth.....	7
8.1 Conexión.....	7
8.2 Parámetros del canal y datos de medición	8
9. Configuración mediante software de PC	8
9.1 Conexión.....	8
9.2 Configuración de la sección del canal.....	9
9.3 Lectura de valores medidos	9
10. Parámetros de configuración	10
11. Soporte técnico	11
Anexo A. Lista de verificación de puesta en marcha	11

1. Descripción general

1.1 Presentación

El medidor de flujo radar mide por radar la velocidad superficial y el nivel del agua, y convierte ambas mediciones en caudal mediante un modelo integral de la sección del canal. Proporciona medición de caudal en tiempo real de forma continua y, por ser una medición sin contacto, es poco susceptible a las condiciones del entorno.

El equipo se suministra con soporte para su montaje sobre una estructura fija por encima del canal.

1.2 Alcance de este documento

Este manual cubre las especificaciones técnicas, el conexionado, los requisitos de instalación y la configuración del medidor mediante la aplicación Bluetooth y el software de PC, así como la descripción de sus parámetros. El mapa de registros Modbus se entrega en un documento por separado.

Antes de iniciar

Conecte a tierra la carcasa del medidor. Sin esta conexión el equipo no cuenta con protección contra descargas atmosféricas. Consulte la sección 2.2.

Verifique que no existan obstáculos dentro de los haces de radar de velocidad y de nivel (sección 7.1).

Configure la geometría de la sección del canal y restablezca el caudal acumulado antes de iniciar la operación (secciones 8 y 9).

1.3 Principio de operación

El medidor integra dos radares independientes:

- **Radar de nivel:** emite un haz de 6° perpendicular a la superficie del agua y mide la distancia entre el medidor y la superficie. El tirante se obtiene restando esa distancia de la altura de instalación configurada.
- **Radar de velocidad:** emite un haz inclinado de 10° × 27° hacia la superficie del agua y mide su velocidad superficial. El ángulo de inclinación se compensa automáticamente en un intervalo de 0° a 80°.

Con el nivel medido y la geometría de la sección configurada, el equipo calcula el área hidráulica y, junto con la velocidad, obtiene el caudal instantáneo y el volumen acumulado.

1.4 Características

- Medición sin contacto por radar de banda híbrida, con salida simultánea de velocidad, nivel y caudal sin interferencia entre mediciones.
- Bajo mantenimiento; no se ve afectado por sedimentos ni azolve.
- Gabinete a prueba de agua IP68, apto para intemperie y condiciones climáticas extremas.
- Diseño compacto.
- Protección integrada contra polaridad invertida, descargas atmosféricas y sobretensión.
- Comunicación Modbus RTU por RS-485 para integración con otros sistemas.
- Configuración y diagnóstico en sitio mediante Bluetooth desde un teléfono móvil.

1.5 Modelos de sección disponibles

El cálculo de caudal admite los siguientes modelos de sección. Las pantallas de este manual muestran el modelo rectangular como ejemplo; el resto se selecciona en el mismo campo de selección de modelo.

Modelo	Datos de geometría requeridos
Rectangular	Ancho del canal, altura del canal y distancia del medidor a la orilla.
Trapezoidal	Ancho superior, ancho de plantilla, altura del canal y distancia del medidor a la orilla.
Rectangular-trapezoidal	Anchos superior e inferior y alturas de las porciones rectangular y trapezoidal.
Doble trapecio	Anchos superior, intermedio e inferior; alturas superior e inferior; distancia del medidor a la orilla.
En U	Ancho y altura del canal.
Irregular	Ancho y altura del canal, número de puntos y elevaciones del lecho, y distancia del medidor a la orilla.

2. Seguridad

Puesta a tierra obligatoria

La carcasa del medidor cuenta con un orificio para la conexión de tierra. Esta conexión es indispensable: si no se realiza, el equipo no tiene protección contra descargas atmosféricas.

Utilice una conexión a tierra efectiva en el punto de instalación antes de energizar el equipo.

2.1 Instrucciones generales

- Lea este manual con cuidado antes de utilizar el producto y consérvelo para referencia futura.
- Realice el conexonado sin energía y únicamente con personal calificado.
- Fije el soporte del medidor a una estructura rígida, libre de vibración.
- Tome las medidas de seguridad correspondientes para trabajos sobre canales y cuerpos de agua.

2.2 Precauciones eléctricas

- Alimente el equipo únicamente con corriente directa de 7 a 28 VDC. Nunca conecte corriente alterna al cable del medidor.
- Verifique la polaridad antes de energizar. El equipo cuenta con protección contra polaridad invertida, pero una conexión incorrecta impide su operación.
- El equipo soporta sobretensiones de hasta 6000 V. En tendidos largos de cable se recomienda instalar supresores de sobretensión adicionales en el extremo de alimentación y comunicación.
- Tienda el cable de alimentación y comunicación separado de conductores de potencia.

2.3 Condiciones ambientales

- Grado de protección IP68 y temperatura de operación de -40 a 85 °C.
- La función de interferencia por lluvia reduce el efecto de la lluvia sobre la medición de velocidad cuando el haz apunta aguas abajo (sección 10).

3. Alcance metrológico

Esta sección precisa el alcance de las exactitudes declaradas por el fabricante. Su lectura es necesaria para interpretar correctamente la medición de caudal.

3.1 Exactitud declarada

Concepto	Valor declarado
Exactitud de velocidad	± 0.01 m/s (calibración con simulador de radar)
Resolución de velocidad	1 mm/s
Exactitud de nivel	± 1 mm

Los valores anteriores corresponden a los radares de velocidad y de nivel. La incertidumbre del caudal depende además de la exactitud de la geometría configurada, de la relación entre la velocidad superficial y la velocidad media de la sección, y de las condiciones hidráulicas del sitio.

3.2 Corrección en campo

El equipo permite corregir la velocidad medida mediante un factor multiplicativo K (1 a 5) y un valor aditivo B (-3 a $+3$ m/s), descritos en la sección 10. Cuando se requiera exactitud documentada del caudal, estos factores pueden ajustarse a partir de un aforo independiente en el mismo punto de medición.

4. Especificaciones técnicas

Parámetro	Especificación
Rango de velocidad	0.05 a 40 m/s
Exactitud de velocidad	± 0.01 m/s (calibración con simulador de radar)
Resolución de velocidad	1 mm/s
Ángulo de inclinación para velocidad	0° a 80° (compensación automática)
Haz de antena de velocidad	$10^\circ \times 27^\circ$
Zona ciega de nivel	20 cm
Alcance máximo de nivel	65 m
Exactitud de nivel	± 1 mm
Haz de antena de nivel	6°
Alimentación	7 a 28 VDC
Consumo	Aprox. 120 mA a 12 VDC en operación continua
Tiempo de medición	0.5 a 2.5 s
Tiempo de arranque	Menor a 2 s
Interfaces de comunicación	RS-485 y Bluetooth 5.2
Protocolo de comunicación	Modbus RTU (9600 / 115200 baud)
Temperatura de operación	-40 a 85°C
Material de la carcasa	Aleación de aluminio y PBT
Dimensiones	$171.58 \times 77.12 \times 87.12$ mm
Grado de protección	IP68

Parámetro	Especificación
Montaje	Soporte
Protección contra sobretensión	6000 V

5. Conexiones eléctricas

5.1 Cable del medidor



Figura 1. Cable de conexión del medidor

No.	Color	Función
1	Rojo	Positivo de alimentación (+)
2	Azul	Negativo de alimentación (tierra de alimentación)
3	Verde	RS-485 A (+)
4	Amarillo	RS-485 B (-)
5	Orificio de tierra de la carcasa	Conexión a tierra física. Indispensable para la protección contra descargas atmosféricas.

5.2 Comunicación

- RS-485 con protocolo Modbus RTU, a 9600 o 115200 baud. La dirección de esclavo predeterminada es 1.
- Bluetooth 5.2 para configuración y diagnóstico en sitio desde un teléfono móvil.
- El caudal acumulado se guarda en memoria cada 10 minutos para conservarlo ante cortes de energía.

Dimensiones generales del medidor: 171.58 × 77.12 × 87.12 mm.



7.1 Haces de radar



El haz del radar de nivel incide de forma perpendicular sobre la superficie del agua con un ángulo de 6° . El haz del radar de velocidad incide a 45° con un ángulo de $10^\circ \times 27^\circ$. Durante la instalación, evite cualquier obstáculo dentro de ambos haces.

La tabla siguiente indica las dimensiones de la zona iluminada por los haces sobre la superficie a 1 m de distancia del medidor.

Referencia	Dimensión a 1 m (m)
A: haz de velocidad (lado menor)	0.248
B: haz de velocidad (lado mayor)	0.68
D: diámetro del haz de nivel	0.115

7.2 Ubicación y orientación

- Instale el medidor lo más cerca posible del centro del canal.
- Monte el medidor de modo que el haz de nivel quede perpendicular a la superficie del agua.
- Siempre que sea posible, oriente el haz de velocidad hacia aguas arriba, de modo que el agua se aproxime al medidor. Esta orientación ofrece una señal más clara y exacta, y reduce la interferencia por lluvia y nieve.
- Configure el parámetro de dirección de medición de acuerdo con la orientación de instalación (sección 10).
- Verifique que el nivel máximo del agua quede por debajo de la zona ciega del radar de nivel (20 cm desde el medidor).

7.3 Puesta a tierra

Conecte el orificio de tierra de la carcasa a una tierra física efectiva antes de energizar el equipo. Sin esta conexión, el medidor no cuenta con protección contra descargas atmosféricas.

8. Configuración mediante aplicación Bluetooth

8.1 Conexión

1. Abra la aplicación y seleccione el software del medidor de flujo.
2. Localice el equipo en la lista; aparece con el nombre LLJ seguido de su número de identificación.
3. Seleccione el equipo e ingrese la contraseña 123456.
4. En el menú del equipo, seleccione la opción de medidor de flujo para configurar parámetros y consultar datos de medición.

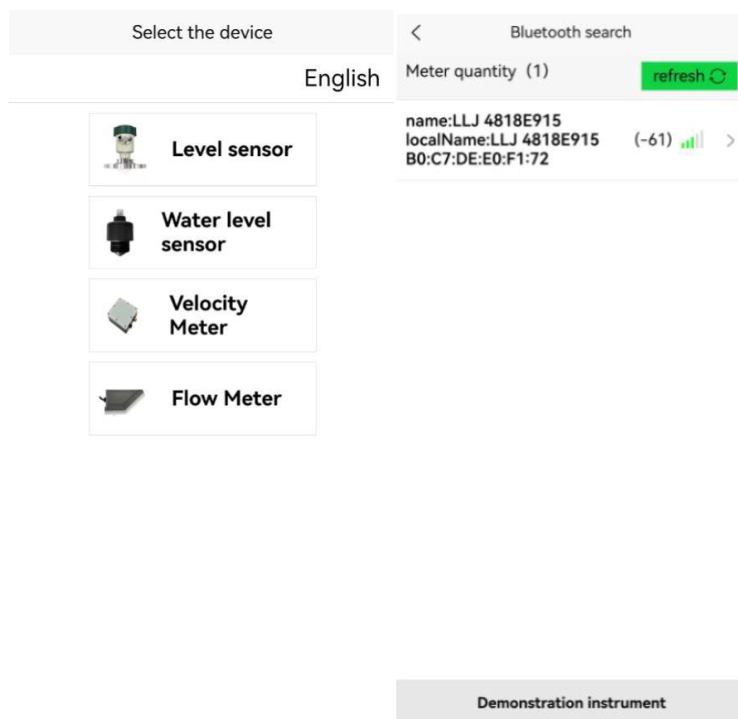


Figura 4. Selección del equipo y búsqueda Bluetooth

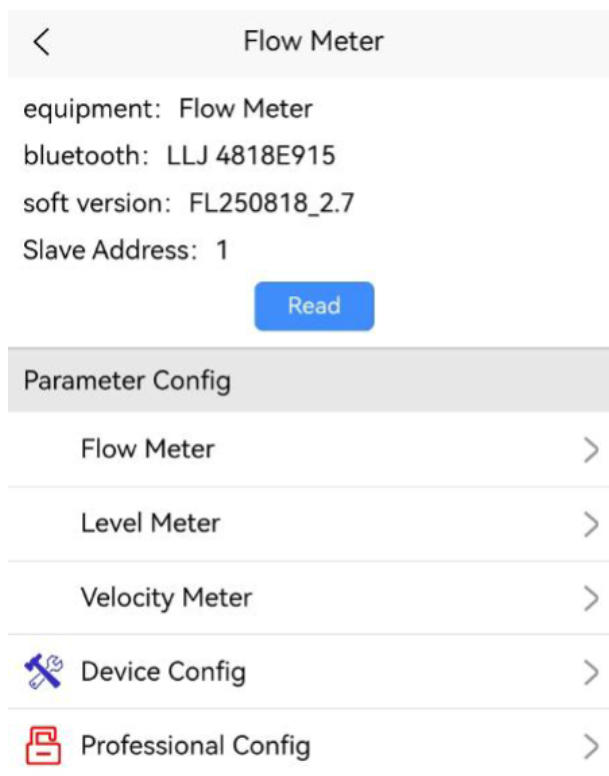


Figura 5. Menú del medidor de flujo

Configure primero los parámetros del canal abierto: modelo de sección y geometría. Después de configurarlos, restablezca el caudal acumulado para iniciar el conteo desde cero.

En la pestaña de datos de flujo se consultan el nivel del agua, el caudal instantáneo (m^3/s) y el caudal acumulado (m^3), y se restablece el acumulado. La gráfica de flujo permite registrar la medición a un intervalo de lectura definido.

<
Flow Meter

General Parameters
Flow Data

Flow Meter

Water Level(m)

Read

Real-Time Flow(m^3/s)

Read

Total Flow(m^3)

Read

Read All
Clear Total
Config Total

Flow curve

Read interval:

1s

Start
Stop
Clear

Water Level(m):	-- Empty Height(m):	--
Real-Time Flow(m^3/s):	-- Real-Time Val(m/s):	--

<
Flow Meter

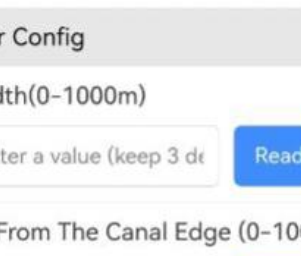
General Parameters
Flow Data

Model configuration

Model Selection:

Rectangle

Read
Config



The flowmeter should be installed in the middle of the canal as much as possible.

Parameter Config

Canal Width(0-1000m)

Read
Config

Distance From The Canal Edge (0-1000m)

Read
Config

Canal Height(0-120m)

Read
Config

Figura 6. Parámetros del canal y datos de flujo

9. Configuración mediante software de PC

9.1 Conexión

El software de PC se conecta al medidor por RS-485 mediante un convertidor USB a RS-485.

1. Abra el software y presione Open Serial Port.
2. En la ventana de selección de producto, seleccione el tipo de radar Flow Meter.
3. Seleccione el puerto serie y la velocidad de comunicación (por ejemplo, 9600 baud).
4. Active la lectura automática de información del equipo, actualice el puerto serie y presione Open.

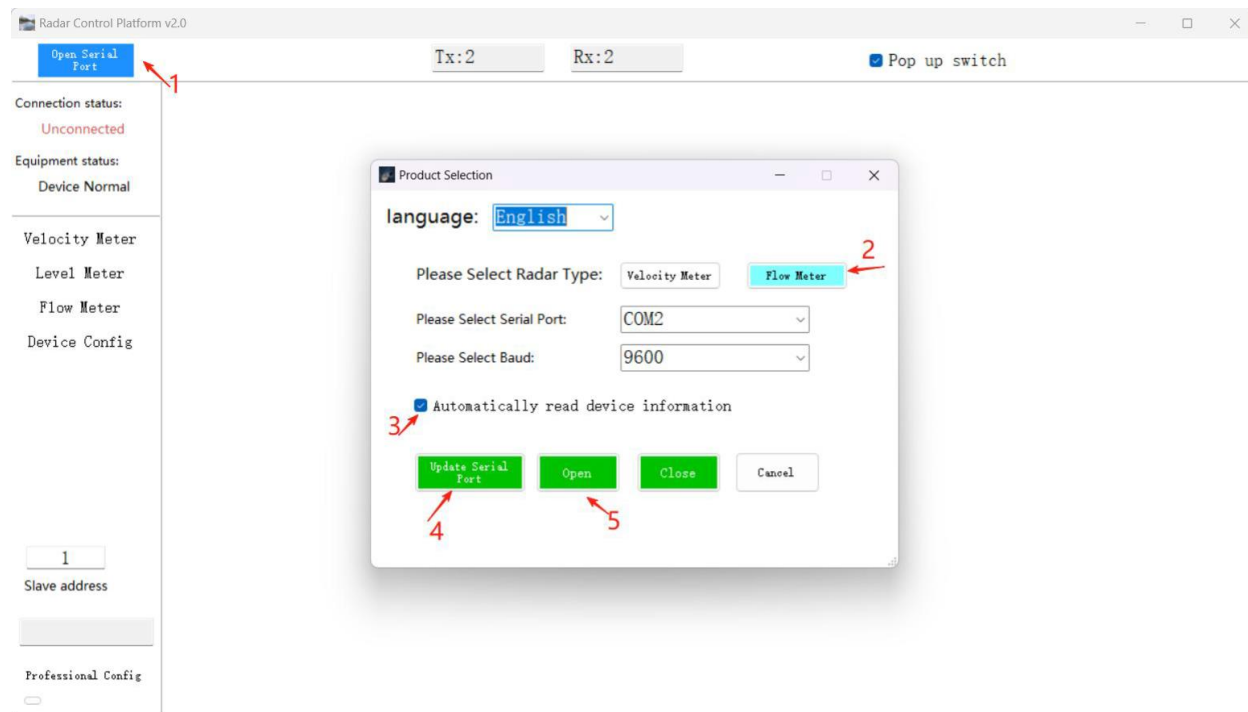


Figura 7. Selección de producto y puerto de comunicación

9.2 Configuración de la sección del canal

1. Seleccione Flow Meter en el menú lateral.
2. En Model Selection, elija el modelo de sección que corresponda al canal.
3. Capture los parámetros de geometría: ancho del canal (0 a 1000 m), distancia del medidor a la orilla (0 a 1000 m), altura del canal (0 a 120 m) y altura de instalación.
4. Utilice Read y Config en cada campo, o Read All y Config All para leer o escribir todos los parámetros.

El medidor debe instalarse lo más cerca posible del centro del canal.

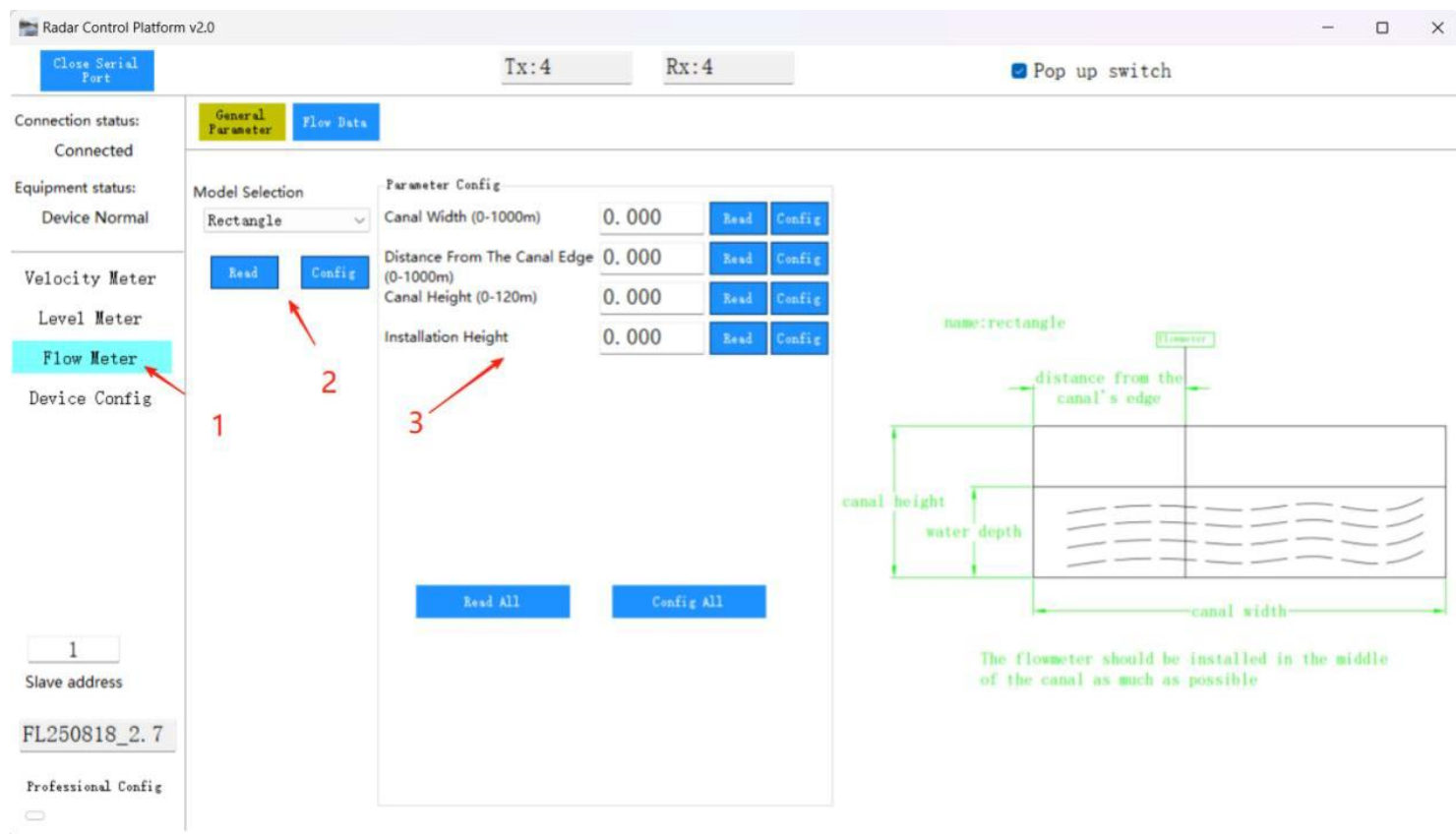


Figura 8. Configuración de la sección del canal en el software de PC

9.3 Lectura de valores medidos

Una vez configurados los parámetros de la sección, consulte los valores medidos en la pestaña de datos de flujo.

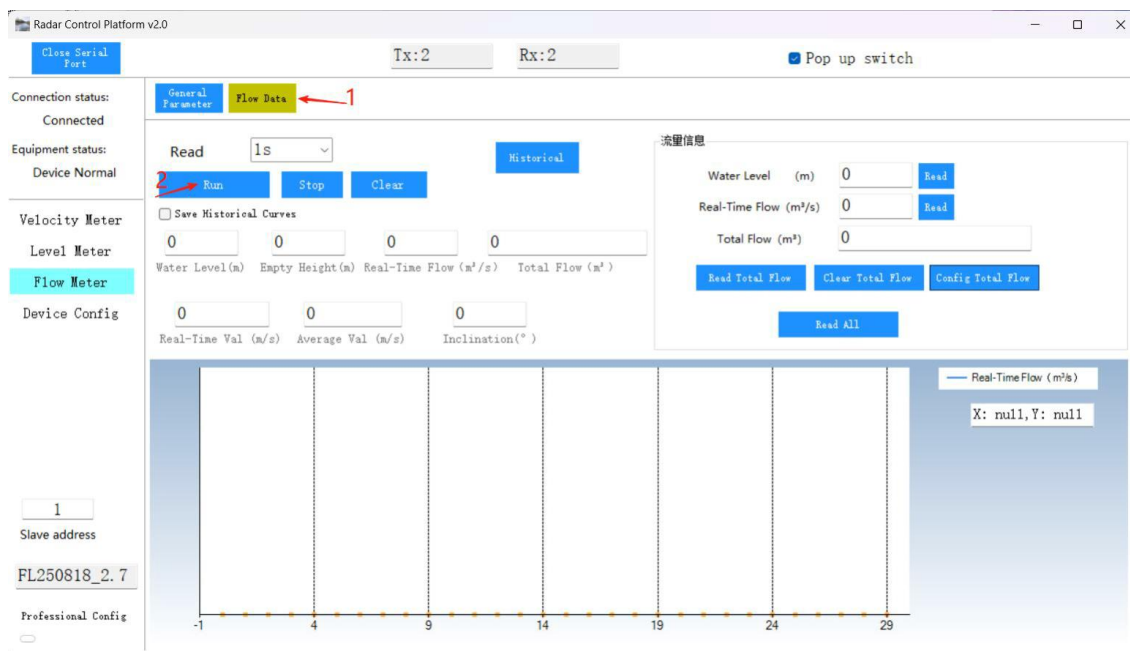


Figura 9. Lectura de valores medidos en el software de PC

10. Parámetros de configuración

La tabla siguiente describe los parámetros de velocidad y de nivel del medidor.

Parámetro	Rango	Valor de fábrica	Descripción
Rango de velocidad	0 a 66 m/s	16.5 m/s	Selecciona la escala de medición para mejorar la exactitud. Si la velocidad excede la escala óptima, la exactitud disminuye ligeramente sin afectar la operación. No es el límite de medición del equipo; solo delimita la región del algoritmo. El valor de 16.5 m/s cubre la mayor variedad de aplicaciones.
Número de promedios	2 a 50	20	Cantidad de lecturas instantáneas que se promedian con un algoritmo de promedio móvil para obtener la velocidad promedio. Un valor mayor suaviza la lectura, aumenta la inmunidad a interferencias y favorece que la lectura se mantenga en cero sin flujo o sin agua.
Factor K	1 a 5	1	Factor multiplicativo de corrección de la velocidad instantánea.
Factor B	-3 a +3 m/s	0	Valor aditivo de corrección de la velocidad instantánea.
Interferencia por lluvia	Activada / Desactivada	Activada	Reduce el efecto de la lluvia en mediciones con el haz hacia aguas abajo. La lluvia no afecta las mediciones con el haz hacia aguas arriba.
Modo de ahorro de energía	0 a 50	0	Tras cada medición, el equipo desactiva parte de sus circuitos y espera (valor $\times$ 5 s) antes de la siguiente medición. El valor 0 desactiva el ahorro de energía.
Dirección de medición	Indeterminada / Aguas abajo / Aguas arriba	Indeterminada	En Indeterminada, el equipo determina automáticamente la dirección del flujo. Al seleccionar una dirección, el equipo solo mide objetos o líquido que se mueven en ese sentido, de modo que el movimiento en sentido contrario no interfiere.
Rango de nivel	0 a 65 m	31 m	Rango de medición del radar de nivel. Debe ser 1 m mayor que el ajuste bajo.
Ajuste bajo (altura de instalación)	0 a 65 m	30 m	Distancia del medidor al fondo del canal. Equivale a la suma del tirante y la distancia del medidor a la superficie del agua.
Ajuste alto	0 a 65 m	0 m	Función reservada. No requiere configuración.
Zona ciega	0 a 65 m	0.2 m	Distancia por debajo del medidor dentro de la cual no se mide ningún objeto.
Desplazamiento de distancia	-10 a 10 m	-0.06 m	Corrige la diferencia entre la medición ideal y la real. Calibrado de fábrica; no requiere cambios.

11. Soporte técnico

Comercializadora Tecnométrica ofrece venta de equipo con soporte técnico remoto para la selección, configuración y puesta en marcha del medidor de flujo radar. Para asistencia sobre parámetros de

configuración o interpretación de lecturas, contacte a Tecnométrica indicando el modelo, el número de identificación del equipo y la geometría del canal.

www.tecnometrica.com.mx

Anexo A. Lista de verificación de puesta en marcha

Paso	Verificación	Referencia
1	Verificar alimentación de 7 a 28 VDC y polaridad del cable.	Secciones 2.2 y 5.1
2	Conectar el orificio de tierra de la carcasa a tierra física.	Secciones 2 y 7.3
3	Montar el medidor cerca del centro del canal, nivelado y sin obstáculos dentro de los haces.	Secciones 7.1 y 7.2
4	Confirmar que el nivel máximo del agua quede fuera de la zona ciega (20 cm).	Sección 7.2
5	Configurar el modelo de sección y su geometría.	Secciones 1.5, 8 y 9.2
6	Configurar el ajuste bajo (altura de instalación) y el rango de nivel (ajuste bajo + 1 m).	Sección 10
7	Configurar la dirección de medición de acuerdo con la orientación del haz de velocidad.	Sección 10
8	Restablecer el caudal acumulado.	Sección 8.2
9	Comparar el nivel medido contra una referencia física en el canal y registrar los valores iniciales.	Sección 3