



1. Objetivo

Suministrar información que permitan al usuario la correcta operación del Conductímetro WTW LF 538 con celda estándar de conductividad TetraCon 325, presentando un resumen de sus partes y la aplicación de sus principales funciones.

2. Alcance

Este documento presenta de manera detallada información del Conductímetro WTW LF 538, que permite conocer su estructura física, función de cada una de sus partes y su operación, abarcando el encendido, configuración, operación y lectura.

3. Definiciones

- **Soluciones patrón:** Soluciones de KCl de diferentes concentraciones que pueden ser preparadas en laboratorio para realizar calibraciones o verificaciones del equipo.
- **Conductividad eléctrica:** capacidad del agua de conducir electricidad por medio de las sales disueltas en esta y que nos puede ser un indicador de calidad de agua.
- **Constante de celda:** es un valor que mide la distancia entre los electrodos y el área de la superficie que ocupan. Este valor se determina por medio de una solución de conductividad conocida, ya que, traduce la conductancia medida, que depende del equipo, en conductividad específica, que es una propiedad de la solución.

4. Siglas

- **TDS:** Sólidos disueltos totales
- **µS/cm:** microsiemens/centímetro



- **mS/cm:** milisiemens/centímetro
- **mg/L:** miligramos /litro

5. Documentos relacionados en el SGI

- SLC-F007 Formato de control diario de equipos
- SLC-F009 Formato control de verificación electrométrica

6. Desarrollo de la actividad

6.1. Aspectos de salud y seguridad laboral

Utilizar elementos de protección personal estándar (bata de laboratorio, gafas de seguridad, guantes de nitrilo y calzado para uso en laboratorio).

Tener en cuenta al momento de la manipulación que pueden existir riesgos químicos y de manipulación de sustancias, riesgos mecánicos y riesgos eléctricos.

6.2. Equipos, reactivos y materiales

- Celda de conductividad
- Adaptador Friemann y Wolf, modelo FW 1199
- Conector de la celda IP67 de 8 pines
- Sensor de temperatura
- Agua Tipo I
- Solución de verificación de 1413 $\mu\text{S/cm}$ trazable

6.3. Limitaciones e interferencias

Antes de conectar y encender el equipo, verificar que el voltaje de trabajo del instrumento y el voltaje de la línea correspondan.

Las sustancias hidrosolubles, alta presencia de grasa y aceites en las muestras, depósitos y recubrimientos de hidróxidos son fuentes de contaminación para la



celda de medición las cuales generan interferencia en la lectura y acorta considerablemente su tiempo de vida.

Para la limpieza no se debe usar gasolina, acetona o alcohol.

Las condiciones ambientales para su operación son un rango de temperatura de 5 a 40°C y una humedad relativa < 75% de promedio anual.

6.4. Control y aseguramiento metrológico o de la calidad

Verificar la constante de celda del electrodo realizando una calibración de la solución patrón 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ajustable entre 0,45 y 1,30 cm^{-1} (valor por defecto 0,475 cm^{-1})

Siempre usar soluciones frescas para la verificación.

Entre mediciones, enjuagar los electrodos con agua tipo I y luego con la siguiente solución a medir.

6.5. Desarrollo

6.5.1. Principio del método

La conductividad de una solución se determina midiendo su resistencia eléctrica. El tipo más sencillo de celda de conductividad utilizada consta de dos electrodos similares. La tensión alterna aplicada a uno de los electrodos hace que los iones que se encuentran en la solución se muevan en dirección a dicho electrodo. Mientras más iones haya en la solución, mayor será la corriente que fluye entre los mismos. El conductímetro calcula en base a la corriente medida y a la ley de Ohm la conductancia de la solución y luego, tomando en cuenta los datos de la celda, la conductividad. (www.wtw.com)

6.5.2. Limpieza y mantenimiento

De acuerdo con el manual del usuario del conductímetro, se recomienda lo siguiente:

Tabla 1. Recomendaciones de limpieza

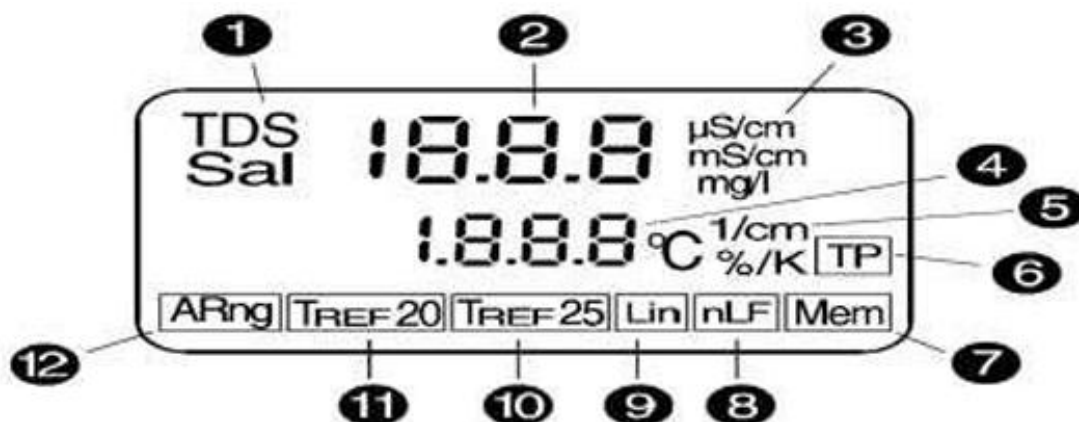
| Contaminación | Solución de limpieza | Tiempo de reacción a temperatura ambiente |
|--|-------------------------------|--|
| Sustancias hidrosolubles | Agua desionizada | 5 minutos |
| Grasa y aceite, con contaminación fuerte | Agua caliente y jabón Alcohol | Máximo 5 min |
| Depósitos y recubrimientos de hidróxido | Ácido acético al 10% | Máximo 5 min |

Fuente: Propia, 2026

6.5.3. Elementos de control

6.5.3.1. Pantalla

Ilustración 1. Pantalla encendida del conductímetro



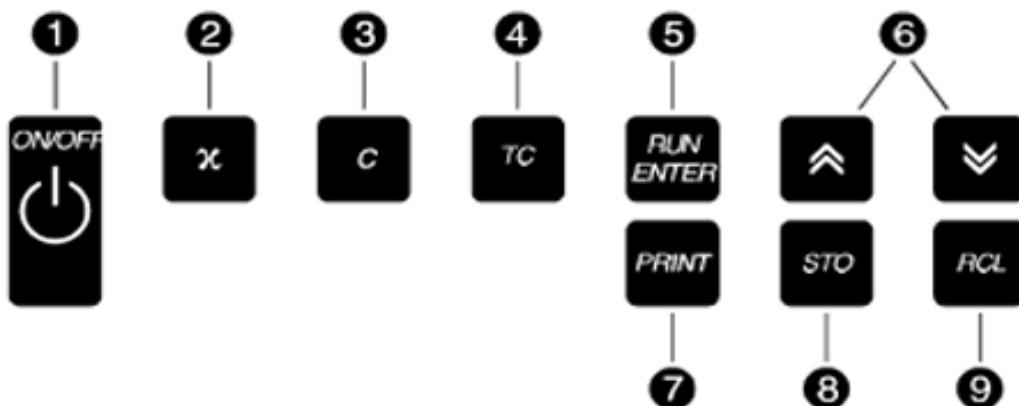
Fuente: Propia, IDEAM 2026.

1. Indicador de SDT (sólidos disueltos totales), salinidad.

2. Indicador alfanumérico para lecturas de conductividad, salinidad, SDT e instrucciones al usuario.
3. Unidades $\mu\text{S}/\text{cm}$, mS/cm , mg/L .
4. Indicador numérico para constante de celda C , coeficiente lineal de temperatura TC , temperatura, factor SDT y numerador.
5. Unidades $1/\text{cm}$ o cm^{-1} , $\%/K$, $^{\circ}\text{C}$.
6. Indicador de sensor de temperatura.
7. Indicador de función de memoria: temporal = almacenamiento, permanente = lectura.
8. Función de temperatura no lineal activa/inactiva.
9. Función de temperatura lineal activa/inactiva.
10. Temperatura de referencia 25°C .
11. Temperatura de referencia 20°C .
12. Selección automática del rango de medición "Auto-rango" activo/inactivo.

6.5.3.2. Teclado

Ilustración 2. Teclado del conductímetro

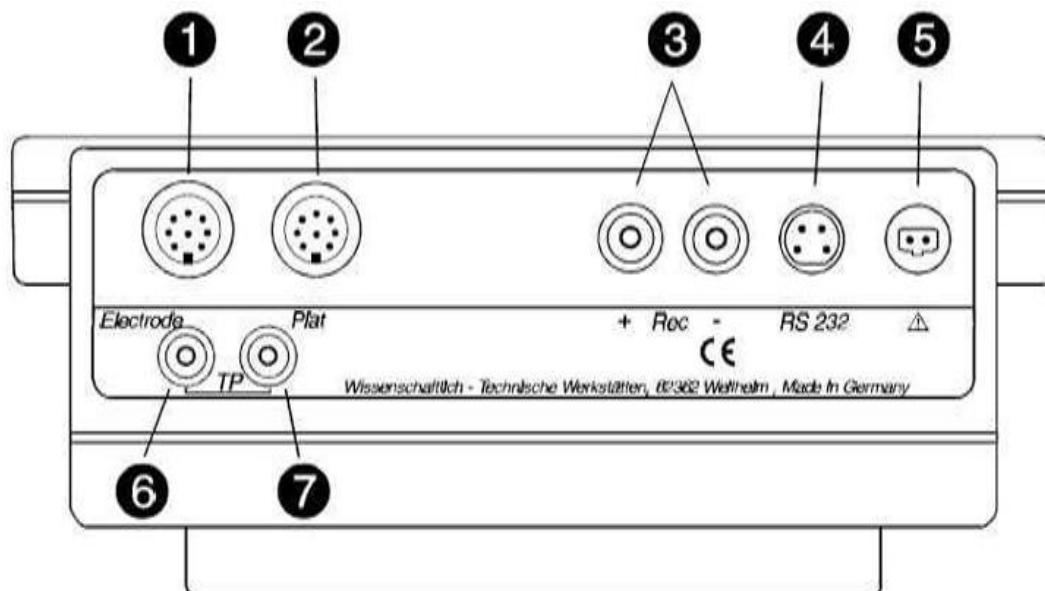


Fuente: Propia, IDEAM 2026

1. Tecla ON/OFF (encendido/apagado).
2. Tecla X para medición de conductividad, salinidad y SDT.
3. Tecla C para ajuste de la constante de celda.
4. Tecla TC para ajuste de la función de temperatura TC.
5. Tecla RUN ENTER para confirmación de entradas, aceptación de valores medidos.
6. Teclas \wedge y \vee para ajuste de valores numéricos, scrolling de valores almacenados
7. Tecla PRINT para impresión de valor, arranque de la lectura de memoria vía RS 232.
8. Tecla STO para almacenamiento de valor medido. Tec
9. la RCL para mostrar valores almacenados.

6.5.3.3. Conexiones

Ilustración 3. Imagen de la parte trasera del equipo en donde se encuentran las conexiones



Fuente: Propia, IDEAM 2026

Tabla 2. Conexiones parte trasera del equipo

| Enchufe | Conexión |
|---------|--|
| 1 | Celda de conductividad |
| 2 | Salida de platinización |
| 3 | Registrador |
| 4 | Interfase RS 232 |
| 5 | Adaptador de corriente |
| 6 y 7 | Sensor de temperatura (relevante solo cuando se usan celdas sin sensor de temperatura integrado) |

Fuente: Propia, 2026

6.5.4. Puesta en marcha

Para el suministro de corriente emplear solamente el adaptador Friemann y Wolf, modelo FW1199 (Friwo FW1199/11.7880, Friwo Part. N° 1794043).

Entrada: 115 VAC (+10%/-15%) / 60 Hz / 6

Salida: 12 VDC / 150 mA

Antes de conectar y encender el instrumento, verificar que el voltaje de trabajo del instrumento y el voltaje de la línea correspondan.

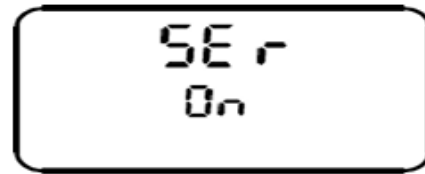
(Vista de frente la entrada de corriente en el panel posterior del equipo, el pin izquierdo corresponde a 1+12 voltios y el derecho a la masa o tierra).

6.5.4.1. Encendido/ prueba de pantalla

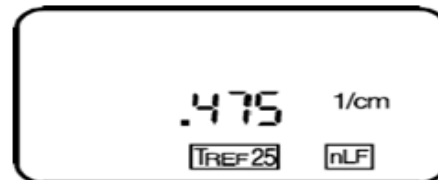
- Para encender el equipo, presionar la tecla ON/OFF. En seguida se iluminan todos los componentes de la pantalla.



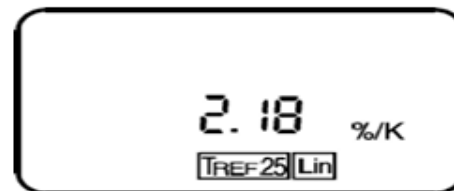
- Luego aparece el mensaje SEr On que indica la interfase serial.



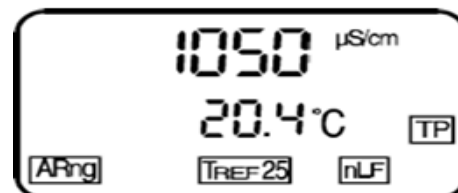
- Después aparece el valor de la constante de celda (p.ej. .475 1/cm), y los indicadores de temperatura de referencia (TREF20 ó TREF25) y la función de temperatura (Lin ó nLF).



- Si se ha seleccionado una función de temperatura lineal, aparece el coeficiente de temperatura (p.ej. 2.18%/K).



- Finalmente aparece el último modo de operación seleccionado. En la parte superior de la pantalla aparece el valor actual con sus unidades (p.ej. 1050 μ S/cm), en la parte media la temperatura (p.ej. 20.4°C) y en la parte inferior los indicadores de funciones activas (p.ej. ARng, T_{REF25}, nLF, TP).



6.5.5. Medición

6.5.5.1. Medición de conductividad

La constante de celda C , la función de temperatura TC y la temperatura de referencia $TREF$ deben ajustarse correctamente.

Enjuagar la celda de medición y sumergirla en la muestra.

Presionar la tecla  hasta que aparezcan unidades de conductividad.

La medición de conductividad se ejecuta de manera continua.


Si aparece el mensaje - - - OFL, significa que el valor medido no es accesible, porque:

- La temperatura está fuera del intervalo de medición especificado.
- La celda de medición no está conectada o está defectuosa.
- La celda de medición conectada no tiene sensor de temperatura (p.ej. KLE 325). Tales celdas solo se pueden emplear junto con un sensor de temperatura TFK 325.



6.5.5.2. Ajuste de constante de celda C


Selecciones posibles: Ajustable entre $0,45$ y $1,30 \text{ cm}^{-1}$ (valor por defecto $0,475 \text{ cm}^{-1}$)

Presionar la tecla  en la parte media de la pantalla aparece el valor ajustable de la constante de celda (valor predeterminado $0,475 \text{ cm}^{-1}$).

Si se presiona nuevamente la tecla  fije la constante de celda, $C=0.1 \text{ cm}^{-1}$.



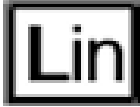

Si se presiona nuevamente la tecla  cambie de nuevo la constante de celda, ajústela libremente.

En este modo, presionando   se cambia la constante de celda en incrementos de 0,001 cm⁻¹.

Una vez ajustada la constante, presionar la tecla  para volver al modo de medición. Se volverá a mostrar el valor medido y la temperatura de la muestra.

6.5.5.3. Ajuste de la función de temperatura TC


Tabla 3. Ajuste de la función de temperatura


| Tipo de muestra | Función de temperatura TC | Indicador | Temperatura de referencia |
|---|---|--|---------------------------|
| Agua natural (subterránea, superficial y potable) | Nlf acorde con DIN |  | Seleccionable 25°C ó 20°C |
| Agua ultrapura (< 10µS/cm)* | nLF acorde con DIN |  | Seleccionable 25°C ó 20°C |
| Otras soluciones acuosas | Fijar entre 0,5 ... 3,00 %/K |  | Seleccionable 25°C ó 20°C |
| Salinidad (agua de mar) | Automáticamente nLF de acuerdo con TOI ** | Sal  | Automáticamente |


* Trabajos de corrección de la conductividad intrínseca del agua en función de agua ultrapura también con mediciones con coeficiente de temperatura lineal.



** Tablas oceanográficas internacionales

Fuente: Propia, 2026

Presionar la tecla  en la parte media de la pantalla aparece un mensaje que indica la última función de temperatura seleccionada, por ejemplo, nLF y el respectivo indicador nLF en la parte inferior.

Si se presiona nuevamente la tecla  se cambia al modo sin compensación de temperatura (coeficiente 0,00 %/K); en la parte media de la pantalla aparece 0.00 %/K y en la parte inferior el indicador Lin.


Si se presiona nuevamente la tecla  se cambia al modo de función de temperatura lineal (coeficiente ajustable, p.ej. 2,00 %/K); en la parte media de la pantalla aparece 2.00 %/K y en la parte inferior el indicador Lin.

En este modo, si se presionan las teclas   se cambia el coeficiente de temperatura en incrementos de 0,01%/K; si se mantiene presionada la tecla, el cambio es más rápido.

Presionar la tecla  para volver al modo de medición.

6.5.5.4. Medición de salinidad


Enjuagar la celda de medición y sumergirla en la muestra.



Presionar la tecla  hasta que en la parte izquierda de la pantalla aparezca el indicador Sal.

La medición de salinidad se ejecuta de manera continua.

6.5.5.5. Medición de sólidos disueltos totales (SDT)

Enjuagar la celda de medición y sumergirla en la muestra

Presionar la tecla  hasta que en la parte izquierda de la pantalla aparezca el indicador TDS.

En la parte media de la pantalla aparece el factor para SDT que se puede ajustar al valor deseado con las teclas  

La medición de SDT se ejecuta de manera continua.

6.5.5.6. Selección de la temperatura de referencia

Presionar la tecla ON/OFF para apagar el instrumento.

Con el equipo apagado, presionar simultáneamente las teclas TC y ON/OFF para cambiar la temperatura de referencia.

Después de la prueba de pantalla, en la parte inferior se ilumina el indicador de TREF seleccionado, p.ej. TREF20.

Para cambiar nuevamente la temperatura de referencia, repetir el proceso de apagado y encendido.

6.5.5.7. Cambio del rango de medición (automática/manualmente)







- Presionar la tecla ON/OFF  para apagar el instrumento
- Con el equipo apagado, presionar simultáneamente las teclas  y  selección automática de rango ("Auto-rango").
- Después de la prueba de pantalla, en la esquina inferior izquierda se ilumina el indicador ARng. El instrumento mide automáticamente en el rango de más alta resolución posible.
- Para desactivar la selección automática de rango ("Auto-rango"), apagar el equipo y presionar simultáneamente las teclas  y 
- En este modo se selecciona manualmente el rango de medición, presionando la tecla  varias veces, de acuerdo con las siguientes tablas:

Tabla 4. Rangos con constante de celda ajustable entre 0,450 y 1,300 cm⁻¹

| Presionar tecla X | Rango de medición | Resolución |
|--------------------------|----------------------------|-------------------|
| 1 | 0,0 ... 199,9 μS/cm | 0,1 μS/cm |
| 2 | 0 ... 1999 μS/cm | 1 μS/cm |
| 3 | 0,00 ... 19,99 mS/cm | 0,01 mS/cm |
| 4 | 0,0 ... 199,9 mS/cm | 0,1 mS/cm |
| 5 | 0 ... 500 mS/cm | 1 mS/cm |
| 6 | 0,0 ... 70,0 Sal | 0,1 |
| 7 | 0 ... 1999 mg/L SDT | 1 mg/L |

Vuelve a 1

Fuente: Propia, 2026

Tabla 5. Rangos con constante de celda fija en 0,1 cm⁻¹

| Presionar tecla X | Rango de medición | Resolución |
|--------------------------|----------------------------|-------------------|
| 1 | 0,0 ... 19,99 μS/cm | 0,01 μS/cm |
| 2 | 0,0 ... 199,9 μS/cm | 0,1 μS/cm |
| 3 | 0 ... 1999 mS/cm | 1 mS/cm |
| 4 | 0,0 ... 19,99 mS/cm | 0,1 mS/cm |
| 5 | 0,0 ... 99,9 mS/cm | 0,1 mS/cm |
| 6 | 0,0 ... 70,0 Sal | 0,1 |
| 7 | 0 ... 1999 mg/L SDT | 1 mg/L |

Vuelve a 1

Fuente: Propia, 2026

6.5.6. Calibración

Use soluciones de Cloruro de Potasio

Tabla 6. Concentraciones de conductividad.

| Concentración en mol/L | Conductividad a 25°C en mS/m | Conductividad a 25°C en µS/cm |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 0.0005 | 7.4 | 74 |
| 0.001 | 14.7 | 147 |
| 0.005 | 72 | 720 |
| 0.01 | 141 | 1413 |
| 0.02 | 277 | 2770 |
| 0.05 | 670 | 6700 |
| 0.1 | 1290 | 12900 |
| 0.2 | 2480 | 24800 |

Fuente: Propia, 2026

Los gases perturbadores en el agua para preparar soluciones de cloruro de potasio con concentraciones $c < 0,01$ mol/L deben ser removidos por desgasificación del agua con nitrógeno o calentarlo. La conductividad debe ser menor de 2mS/cm. Las soluciones deben ser recién preparadas antes de su uso.

6.5.6.1. Verificación

Seleccionar una temperatura de referencia de 25 °C en el recipiente de medición.

- Lavar la celda de medida y el vaso de medición varias veces con la solución estándar.
- Llenar el recipiente de medición con la solución estándar.
- Estabilizar la temperatura de la solución estándar y la de solución de medición a 25°C. Para las mediciones de alta precisión que es necesario observar una



tolerancia de $\pm 0,1K$, mientras que $\pm 0,5K$ será suficiente para mediciones de rutina.

- Comparar el valor medido con el valor teórico de la solución estándar.

Con celdas de plástico WTW, el valor medido no debe desviarse del valor teórico en más de un 1,5% (2% en el caso de medición de mayores celdas).

Valores indeseablemente bajos son causadas por las celdas de medición:

- Con electrodos sucios: Limpie los electrodos.
- Con electrodos Platinizados: si la superficie se ha secado, replatinise los electrodos.
- Con electrodos Polarizados: Las celdas con una constante de celda de $k < 0,5\text{cm}^{-1}$ polarizar si las concentraciones de conductividad son mayores $200\mu\text{S/cm}$ use una solución estándar con menor conductividad.

6.5.6.2. Ajuste

El ajuste de un medidor de conductividad se efectúa mediante el establecimiento de la constante de celda. Esto puede, por ejemplo, ser necesario con una nueva celda o después de platinización de los electrodos conductímetro debe tener un potenciómetro o una función correspondiente para el ajuste de la constante de la celda.

- Con las nuevas celdas de medición a menudo será suficiente para introducir el valor que aparece en el cable de la celda o las instrucciones de funcionamiento.
- Para las mediciones de alta precisión que involucran células con una constante de $k > 0,1\text{cm}^{-1}$ es mejor llevar a cabo una determinación de la constante de celda.



Procedimiento de ajuste: Use una solución de cloruro de potasio $C=0,01$ mol/L como solución estándar

Seleccione una temperatura de referencia de 25°C en el recipiente de medición.

Lavar la celda de medida y el vaso de medición varias veces con la solución estándar.

Llenar el recipiente de medición con la solución estándar.

Estabilizar la temperatura de la solución estándar y la solución de medición a 25°C .

Para las mediciones de alta precisión es necesario observar una tolerancia de $\pm 0.1\text{K}$, mientras $\pm 0.5\text{K}$ será suficiente para mediciones de rutina es necesario observar una tolerancia de $\pm 0,1\text{ K}$, mientras que $\pm 0,5\text{ K}$

Ajuste la constante de la celda hasta que el instrumento muestra una conductividad de $1413\ \mu\text{S}/\text{cm}$.


6.5.7. Memorización de valores medidos


6.5.7.1. Almacenamiento


Capacidad de memoria: máximo 50 valores medidos.

El almacenamiento en memoria sólo es posible en los modos de operación LF, Sal o TDS.

Presionar la tecla  para acceder a uno de los modos anteriores.


Presionar la tecla  en la parte media de la pantalla aparece un número entre 1 y 50 que indica la cantidad de datos memorizados y la posición del actual. En la esquina inferior aparece el indicador Mem de función de almacenamiento activada.


Después de ocupar las 50 memorias, al presionar  aparece el mensaje Ful Sto antes de cada nuevo almacenamiento.

Para sobrescribir en la memoria empezando en la posición 1 ocupada, presionar la tecla  Si se presiona cualquier otra tecla se evita el almacenamiento.



6.5.7.2. Lectura

La lectura de la memoria sólo es posible en los modos de operación LF, Sal o TDS.

Presionar la tecla  para acceder a uno de los modos anteriores.

Presionar la tecla  para revisar la memoria. En la esquina inferior aparece el indicador Mem de función de almacenamiento activada; en la parte superior aparece el valor almacenado y en la parte media la posición de memoria que ocupa.

Después de aproximadamente 2 segundos, en la parte media aparece el valor de temperatura almacenado junto con el respectivo dato.



Para seleccionar otra posición de memoria, presionar las teclas   para avanzar o retroceder rápidamente, se puede mantener presionada la respectiva tecla.

Si no hay valores memorizados, no hay ninguna reacción al presionar la tecla




6.5.7.3. Borrado

Apagar equipo.

Con el instrumento apagado, presionar simultáneamente las teclas  y 

Si hay valores memorizados aparece el mensaje Clr Sto; de lo contrario no aparece.

Presionar la tecla  para confirmar el proceso de borrado. Para cancelar el proceso, presionar cualquier otra tecla.

6.5.8. Salida Análoga

En el panel posterior del conductímetro hay dos conexiones para la salida análoga marcadas como Rec, en las cuales se puede conectar un registrador mediante el cable apropiado. La conexión positiva (+) corresponde a la salida análoga y la negativa (-) a la masa. En la siguiente tabla se consigna el voltaje de salida para los diferentes rangos de medición:

Tabla 7. Salida análoga en rangos de medición

| Rango de medición | Voltaje de salida |
|--|--------------------------|
| 0,00 ... 19,99 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 0 ... 1999 mV |
| 0,0 ... 199,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 0 ... 1999 mV |
| 0 ... 1999 mS/cm | 0 ... 1999 mV |
| 0,00 ... 19,99 mS/cm | 0 ... 1999 mV |
| 0,0 ... 199,9 mS/cm | 0 ... 1999 mV |
| 0 ... 500 mS/cm | 0 ... 500 mV |
| 0 ... 70,0 Sal | 0 ... 700 mV |
| 0 ... 1999 mg/L SDT | 0 ... 1999 mV |

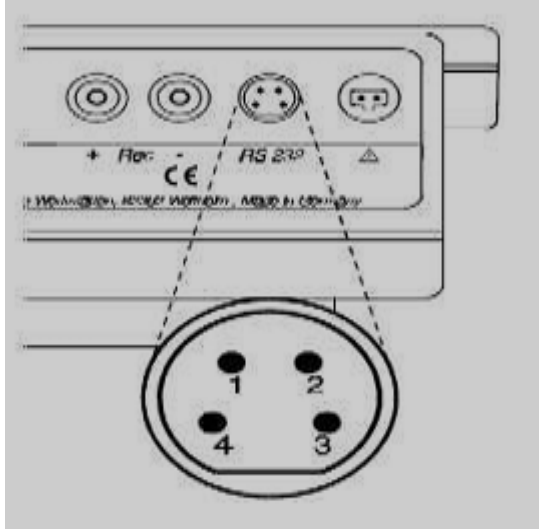

Fuente: Propia, 2026

Resolución: 1mV corresponde a la resolución específica del rango de medición

6.5.9. Interfase Serial



Conectar la salida serial del instrumento (marcada como RS 232 en el panel posterior; con el puerto serial de PC/impresora. Los cables que se pueden emplear son:

Tabla 8. Interfase serial

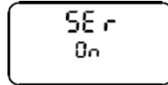
| | |
|---|--|
| <p>PC: cable AK 325/B, O. no. 902 836</p> <p>Impresora: cable AK 325/S, O. no. 902 837</p> <p>Conexiones: 1 CTS</p> <p>2 codificación de conector</p> <p>3 masa</p> <p>4 TxD</p> <p>La conexión de 2 y 3 activa la salida serial.</p> |  |
| <p>Ajustar los parámetros de transmisión en el PC/impresora.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad baudios: 4800 • Paridad (solo PC): ninguna • Handshake: RTS/CTS Handshake (apretón) • Bits de datos (solo PC): 8 • Bit de parada (solo PC): 1 |  <p align="center">No es posible la entrada de datos al instrumento.</p> |

Fuente propia, 2026

6.5.9.1. Transmisión automática de valores medidos

Si la interfase serial no está activada, con el instrumento apagado presionar simultáneamente las teclas  y  para activarla; aparecerá el mensaje



SEND



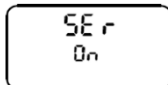
SE r
0n

El instrumento transmite automáticamente los datos vía interfase RS 232. Renueva los valores medidos aproximadamente cada 3 hasta 5 segundos.


6.5.9.2. Transmisión de valores medidos mediante presión de teclas

Si la interfase serial no está activada, con el instrumento apagado presionar simultáneamente las teclas  y  para activarla; aparecerá el mensaje


SEND




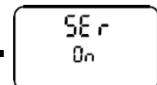
SE r
0n

Presionando la tecla  el instrumento transmite cada par de valores (p.ej. 903 μ S/cm y 21,2°C) vía interfase RS 232.

6.5.9.3. Lectura de la memoria

Presionar la tecla  para la lectura de la memoria seleccionada (se enciende el indicador **Mem** en la esquina inferior derecha de la pantalla).

Presionar la tecla  para iniciar la transmisión de datos, que comienza desde el valor más viejo hasta el más reciente (aparece el mensaje **SEND.**



SE r
0n

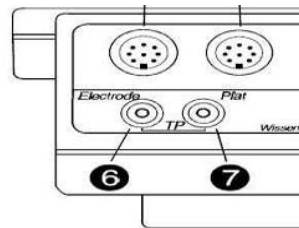
Los datos se transmiten en formato ASCII; los grupos de datos se separan con CR, LF.

En la pantalla del PC aparece: valor medido y sus unidades, temperatura de medición, función de temperatura y temperatura de referencia. Si se trata de valores leídos de la memoria, aparecen numerados.


Nota: Si no hay datos almacenados no se activa el protocolo de envío de datos por lo tanto el mensaje no aparece.


6.5.10. Platinizado de la celda de medición

Conectar la celda de medición a la salida de platinizado (marcada como Plat. en el panel posterior del instrumento).



La pantalla muestra el mensaje PLA 1 para corriente de platinización negativa (condición de inicio).

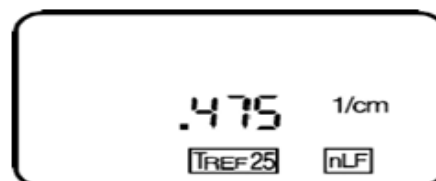
Si se presiona la tecla  se activa la corriente de platinización positiva; la pantalla muestra el mensaje PLA 2.

Si se presiona la tecla  se activa la corriente de platinización negativa; la pantalla muestra el mensaje PLA 1.

6.5.11. Función RESET

Para volver a los parámetros por defecto, con el equipo apagado presionar simultáneamente las teclas  y  Tales parámetros son:

- Constante de celda de $0,475 \text{ cm}^{-1}$.
- Compensación de temperatura nLF.
- Temperatura de referencia de $T_{\text{REF}25}$. Luego la pantalla muestra estos parámetros.



6.5.12. Solución de problemas

| Mensaje de error | Causa | Acción |
|---------------------------|--|--|
| OFL indica rango excedido | El valor no está dentro del rango de medición. | Seleccionar el siguiente rango de medición más alto. |
| to | Desconexión de la interfase serial. | Revisar el instrumento conectado. |

6.5.13. Celda estándar de conductividad tetracon® 325

6.5.13.1. Construcción

La celda consta de:

- 1 conector IP67 de 8 pines
- 2 electrodo de voltaje
- 3 electrodo de corriente (anillo)
- 4 sensor de temperatura



Rango de aplicación: de 1 μ S/cm hasta 2 S/cm a temperaturas entre -5 y 80°C.

6.5.13.2. Envejecimiento de la celda

Fundamentalmente, la celda para medición de conductividad no se envejece; la celda se daña o su tiempo de vida se acorta considerablemente por temperaturas excesivas o medición en soluciones especiales (p.ej. soluciones de ácidos o bases fuertes, solventes orgánicos). El proveedor no da garantía por defectos y daños mecánicos causados por el medio de medición.

6.5.13.3. Disposición



Se recomienda desecharla como residuo electrónico.

6.5.14. Datos técnicos del equipo

Tabla 9. Datos técnicos del equipo

| Modos de medición de conductividad: | |
|---|---|
| Rango | Resolución |
| 0,0 ... 199,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| 0 ... 1999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| 0,00 ... 19,99 mS/cm | 0,01 mS/cm |
| 0,0 ... 199,9 mS/cm | 0,1 mS/cm |
| 0 ... 500 mS/cm | 1 mS/cm |
| Rango adicional de medición con constante de celda 0,1 cm^{-1} | |
| 0,00 ... 19,99 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 0,01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| Exactitud: | $\pm 0,5$ % del valor medido ± 1 dígito a temperatura de operación entre -10 y 55°C. |
| temperatura de muestra = T_{REF} | |
| Constante de celda | Rangos de ajuste: 0,1 cm^{-1} fija 0,450 a 1,300 cm^{-1} ajustable |
| Temperatura de referencia | 20°C ó 25°C, seleccionable |
| Compensación de temperatura: | Automáticamente, 3 modos seleccionables: 1. Compensación lineal (Lin), coeficiente ajustable entre 0,5 y 3,00 %/K entre -5 y 90°C. |



Servicios del Laboratorio de Calidad

Instructivo manejo del equipo conductímetro WTW LF 538

Código: SLC-I006

Versión: 04

Fecha: 06/03/2026

| | |
|--|--|
| | <ol style="list-style-type: none">2. Compensación de aguas naturales (nLF), función de agua ultrapura para agua neutral; coeficiente fijo.3. Sin compensación. |
| Exactitud (a temperatura entre -10 y 55°C): | <ol style="list-style-type: none">1. Compensación lineal (Lin): 0,5 % del valor medido \pm 1 dígito para TC: $\alpha=0,5..2,5$ %/K y temperatura de muestra de 5..75°C, TC: $\alpha=2,5..3,0$ %/K y temperatura de muestra de 10..75°C.2. Compensación no lineal (nLF): 0,5 % del valor medido \pm 1 dígito para temperatura de muestra entre 0...35°C. Para temperatura de muestra entre 35...50°C mediciones en función nLF expandida.3. Sin compensación: 0,5 % del valor medido \pm 1 dígito para temperatura de muestra entre -5...99,9°C. |
| Salinidad | <p>De acuerdo con la carta IOT de: "UNESCO Technical Papers in Marine Sciences 36"</p> <p>Rango: 0,0 a 70,0</p> <p>Resolución: 0,1</p> <p>Exactitud: después del ajuste a 35,0 (mediante la constante de celda):</p> <ul style="list-style-type: none">• 0,1 en el rango 0,0...42,0 temperatura de muestra de 5...25°C.• 0,2 en el rango 0,0...42,0 temperatura de muestra de 0...5°C resp. 25 a 30°C. |



| | |
|---------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• mejor de 3% del valor medido en el rango de 42,0 a 70,0. |
| SDT | <p>Rango: 0 a 1999 mg/L Resolución: 1 mg/L Exactitud: $\pm 2 \% \pm 1$ dígito a temperatura de muestra entre 15 y 35°C.</p> <p>Factor ajustable entre 0,40 y 1,00</p> |
| Temperatura: | <p>Rango: 5 a 99,9 °C Resolución: 0,1 K Exactitud: 0,1 K ± 1 dígito a temperatura de operación entre -10 y 55°C.</p> |
| Velocidad de medición | Renovación de valor medido aprox. cada 1,2 segundos Con interfase serial activa: aprox. cada 3,5 segundos. |
| Almacenamiento de datos: | Memoria circular Número de valores: 50 pares Salida: Pantalla, interfase RS 232 Protección de datos: cualquier longitud |
| Pantalla: | Específica WTW, LCD Alto: 35 mm Ancho: 60 mm |
| Teclado: | Campo con 10 teclas |
| Entradas: | conexión especial WTW de 8 pines |




Servicios del Laboratorio de Calidad

Instructivo manejo del equipo conductímetro WTW LF 538

Código: SLC-I006

Versión: 04

Fecha: 06/03/2026

| | |
|--------------------------|--|
| Sensor de temperatura | conector de 2 × 4 mm TFK 325 como sensor de temperatura separado (solo para celdas sin sensor de temperatura integrado). |
| Conector para corriente | enchufe especial de 2 pines para adaptador Voltaje: 12 V Corriente: 70 mA |
| Salidas | |
| Salida de platinización | Conexión especial WTW de 8 pines Corriente directa impresa de 6 mA La polaridad se puede escoger con tecla  Exactitud: + 1 mA con temperatura de operación de -10..55°C |
| Salida análoga | Conector de 2 × 4 mm para registrador No aislada galvánicamente Rango de señal: 0 a 1,999 V para voltaje de 0 a 1999 dígitos Exactitud: ± 0,5 % del valor mostrado ± 0,1 mV a temperatura ambiente entre -10 y 55 °C Resistencia de la fuente: < 5 Ω (corriente límite máxima de 0,2 mA de salida) |
| Interfase digital RS 232 | Conector especial de 4 pines para cable RS 232 AK 325/Bor |



Servicios del Laboratorio de Calidad

Instructivo manejo del equipo conductímetro WTW LF 538

Código: SLC-I006

Versión: 04

Fecha: 06/03/2026

Cable de impresora AK 325/S

Interfase serial, no aislada galvánicamente

Salida de datos, excitación no separada

Velocidad baudios: 4800

Bits de datos: 8

Bit de parada: 1

Paridad: ninguna

Handshake: RTS/CTS *Handshake* (apretón)

Máx longitud de cable: 15 m

Formato de salida: código ASCII, separador CR, LF

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: Temperatura de Operación: 5 a 40 °C
Temperatura de Almacenamiento: -25 a 65 °C

Humedad relativa: Promedio anual: < 75 %

30 días/año: < 95 %

Días restantes: < 85 %

EMC

Interferencia de transmisión: Estándar genérico EN 50081-1
FCC clase A

Disturbancia: Estándar genérico EN 50082-2



| | |
|--|---|
| | Recomendación Namur (requerimientos estándar) |
| Fuente de poder | Adaptador 230 VAC: Friwo FW1199/11.7864; Friwo Part. N° 1762613 115 VAC: Friwo FW1199/11.7880; Friwo Part. N° 1794043 |
| Almacenamiento de datos y modo de operación en caso de corte de energía | Ajustes y valores medidos permanecen almacenados. |
| Tamaño | Dimensiones / Peso 240 × 220 × 110 mm / aprox. 1,5 kg |
| Seguridad del instrumento | Clase de protección: IEC 1010 / clase 3 Sistema de protección: IEC 529 /IP 54 |

Fuente: Propia, 2026

6.6. Documentos de referencia

Manual de instrucciones WTW. Microprocesador medidor de conductividad LF 538. Celda estándar de conductividad, TetraCon® 325

7. Control de cambios

| Versión | Fecha | Descripción |
|---------|------------|--|
| 01 | 20/09/2017 | Creación del documento |
| 02 | 21/10/2020 | Nueva versión producto de la actualización de la documentación del Sistema Integrado de Gestión. |
| 03 | 03/07/2025 | Se actualiza el Formato de acuerdo con el memorando enviado por la OAP memorando |



Servicios del Laboratorio de Calidad

Instructivo manejo del equipo conductímetro WTW LF 538

Código: SLC-I006

Versión: 04

Fecha: 06/03/2026

| | | |
|----|------------|--|
| | | 20251100097283 lineamientos para la actualización documental en el marco de la implementación del aplicativo suite visión. El código pasa de M-S-LC-I006 a SLC-I006. |
| 04 | 06/03/2026 | Actualización a la nueva plantilla de acuerdo con los lineamientos de la OAP |