

**HD3910.1**  
**HD3910.2**

▶ [ E ] Sondas para medir el contenido volumétrico de agua del suelo

 Temperatura

 Humedad



## ◉ [ E ] Características

- Medición del contenido volumétrico de agua del suelo a dos electrodos (**HD3910.1**) o tres electrodos (**HD3910.2**) para volúmenes pequeños
- Medición de la temperatura del suelo
- Varias salidas disponibles (según el modelo): digital RS485 con protocolo MODBUS-RTU, digital SDI-12 o analógica de tensión
- Medición precisa y estable en el tiempo
- Grado de protección IP 67
- Invasión mínima en el suelo
- Fácil de instalar

### Aplicaciones

- Agricultura
- Hidrología
- Geología

### Descripción

Las sondas **HD3910.1** (a dos electrodos) y **HD3910.2** (a tres electrodos) miden el contenido volumétrico de agua (VWC – Volumetric Water Content) del suelo utilizando un principio de medición capacitivo que permite mediciones en el campo rápidas y con mínima invasividad.

La sonda **HD3910.2** de tres electrodos es particularmente adecuada para la medición en pequeños volúmenes, por ejemplo, en cultivos en macetas.

Las sondas están pre-calibradas y no requieren calibración adicional por parte del usuario.

La tarjeta electrónica está protegida dentro de un contenedor en plástico a prueba de agua y sellado con resina epoxi que le permite realizar mediciones fiables incluso en ambientes hostiles.

La versión con salida digital **RS485** con protocolo **MODBUS-RTU** permite el uso de cables de conexión también muy largos. Se puede conectar al registrador de datos HD32MT.1 y HD32MT.3 o cualquier registrador de datos con la entrada RS485 Modbus RTU.

La versión con salida digital **SDI-12** es compatible con la versión 1.3 del protocolo y se puede conectar al registrador de datos HD32MT.3 o cualquier registrador de datos con la entrada SDI-12.

La versión con salida analógica tiene dos salidas de tensión 0,5...3 V estándar: una para el contenido volumétrico de agua y una para la temperatura. Bajo pedido, salidas 0...2,5 V, 0...5 V o 0...10 V.

Las sondas están equipadas con un cable fijo, longitud de 5 o 10 m estándar, acabados con hilos libres.

### Contenido volumétrico de agua

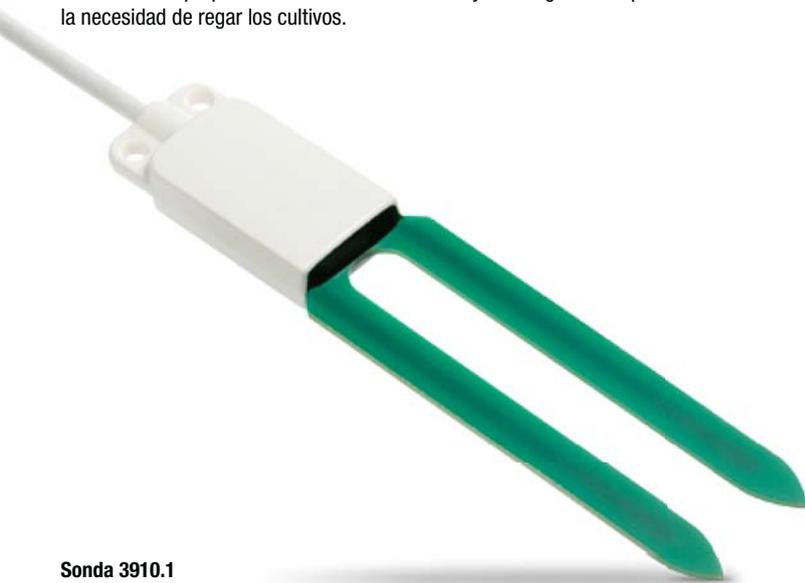
El suelo húmedo se compone de una parte sólida (minerales), una parte líquida (generalmente agua) y una parte gaseosa (aire, vapor de agua).

El contenido volumétrico de agua (VWC) se define como la relación entre el volumen ocupado por el agua ( $V_w$ ) en una cierta porción del terreno y el volumen total de la porción de tierra (V):

$$VWC = \frac{V_w}{V}$$

También se puede expresar como un porcentaje (% VWC) del volumen de agua en el volumen total.

El contenido volumétrico de agua es un parámetro utilizado en hidrología para el estudio de las propiedades hidráulicas del suelo y en la agricultura para determinar la necesidad de regar los cultivos.



Sonda 3910.1

## Características técnicas

<b>Contenido volumétrico de agua</b>	
Principio de medición	Capacitivo
Rango de medición	0...60% VWC
Resolución	0,1%
Precisión (@ 23 °C)	± 3 % entre 0 y 50% VWC (suelo mineral estándar, EC < 5 mS/cm)
Volumen de medición	∅= 60 mm x H=150 mm para la sonda de 2 electrodos ∅= 40 mm x H=110 mm para la sonda de 2 electrodos
Temperatura de trabajo del sensor	-40...+60 °C
<b>Temperatura</b>	
Sensor	NTC 10 kΩ @ 25 °C
Rango de medición	-40...+60 °C
Resolución	0,1 °C
Precisión	± 0,5 °C
Estabilidad a lóargo plazo	0,1 °C / año
<b>Suministro</b>	3,6...30 Vdc para las versiones con salida analógica 0...2,5 V 5...30 Vdc para las versiones con salida RS485 y las versiones con salida analógica 0,5...3 V 6...30 Vdc para las versiones con salida SDI-12 7...30 Vdc para las versiones con salida analógica 0...5 V 12...30 Vdc para las versiones con salida analógica 0...10 V
<b>Consumo</b>	<i>Versiones con salida RS485:</i> 2 mA medio / 15 mA pico @ 12 Vdc <i>Versiones con salida analógica:</i> 2,5 mA medio / 15 mA pico @ 12 Vdc <i>Versiones con salida SDI-12:</i> 300 µA @ 12 Vdc en espera <15 mA @ 12 Vdc durante la medida
<b>Salida</b>	Según el modelo: • RS485 con protocolo Modbus-RTU • SDI-12 • Analógica de tensión 0,5...3 V (0,5 V=0 %VWC o -40 °C, 3 V=60 %VWC o +60 °C, resistencia de carga mínima 10 kΩ)
<b>Materiales</b>	Mango: termoplástico y epoxi Electrodos: vetronite, espesor de 2 mm
<b>Conexión</b>	Cable fijo terminado con hilos libres, longitud de 5 o 10 m estándar
<b>Grado de protección</b>	IP 67
<b>Peso</b>	150 g ca. (incluyendo el cable de 5 m)

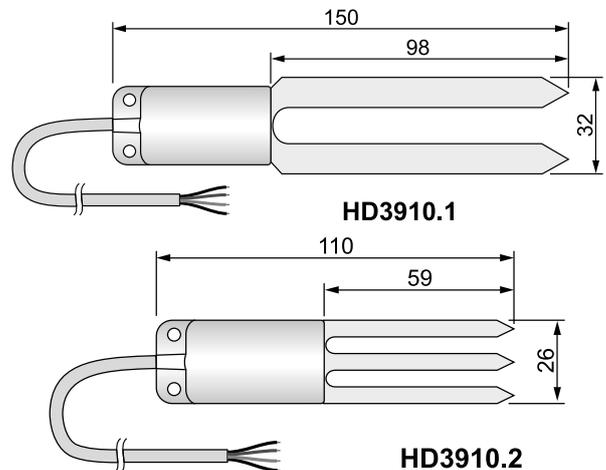


Fig. 1: dimensiones (mm)

## Instalación

Con el uso de un accesorio, perforar un agujero en el suelo lo suficientemente profundo para acomodar la sonda. Nunca utilizar la sonda para cortar el agujero en el suelo, para evitar dañar mecánicamente la misma sonda.

Una vez hecho el agujero, la introducción de la sonda **por completo** en el suelo hasta cubrir la totalidad de la manija: el sensor de temperatura se encuentra en el interior del mango, cerca de los electrodos, por lo tanto, es necesario que el mango se sumerge en el suelo para una detección correcta de la temperatura.

Después de la introducción de la sonda, llenar los espacios vacíos entre el suelo y la sonda con el polvo del suelo hecho. Para obtener mediciones exactas, el suelo debe estar en contacto con los electrodos y el mango de la sonda.

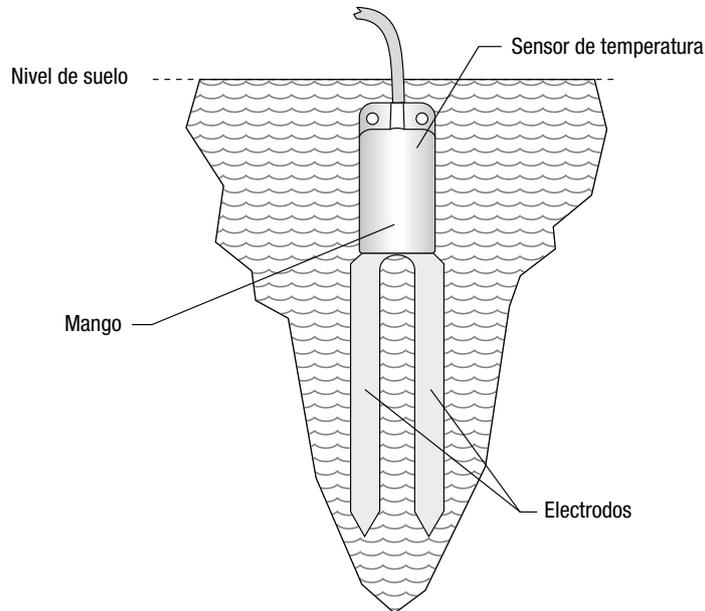
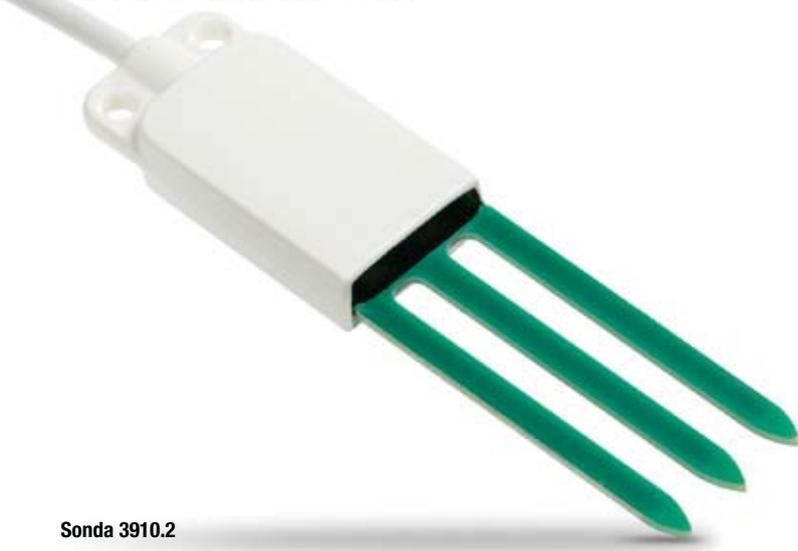


Fig. 2: instalación

La sonda se puede orientar en cualquier dirección, pero es aconsejable para posicionar verticalmente al suelo, para no impedir el flujo de agua hacia abajo y minimizar la influencia de la sonda en el comportamiento del suelo.

## Advertencias:

- La porción de terreno en el que se inserta la sonda debe ser uniforme, sin bolsas de aire y no demasiado compacta para hacer difícil la introducción de la sonda.
- Preste atención a la presencia de raíces, piedras u otros objetos en el subsuelo que pueda existir entre los electrodos e influir en la medición.
- No utilice fuerza excesiva durante la introducción de la sonda, para evitar daños irreparables a los electrodos.
- La sonda mide el contenido de agua del volumen de suelo que rodea inmediatamente los electrodos: posicionar la sonda de manera que no hay objetos en el entorno de la sonda que pueden influir en el campo de acción de la propia sonda, tales como por ejemplo postes metálicos.
- Informar sobre la presencia de la sonda durante el mantenimiento de la tierra (por ejemplo, cortar el césped, el arado, la cosecha mecanizada, etc.).
- Para retirar la sonda de la tierra, sujete el asa y tire hacia arriba. **Retire la sonda verticalmente, evitando inclinarse durante la extracción para no dañar los electrodos.**
- **No retire la sonda mediante el cable.**



Sonda 3910.2

## Conexiones

Color del cable	Función		
	Salida RS485	Salida SDI-12	Salida analógica
Negro	Negativo suministro	Negativo suministro/salida	Negativo suministro/salida
Rojo	Positivo suministro	Positivo suministro	Positivo suministro
Blanco	RS485 A/-	Positivo salida SDI-12	Positivo salida %VWC
Verde	RS485 B/+	---	Positivo salida temperatura

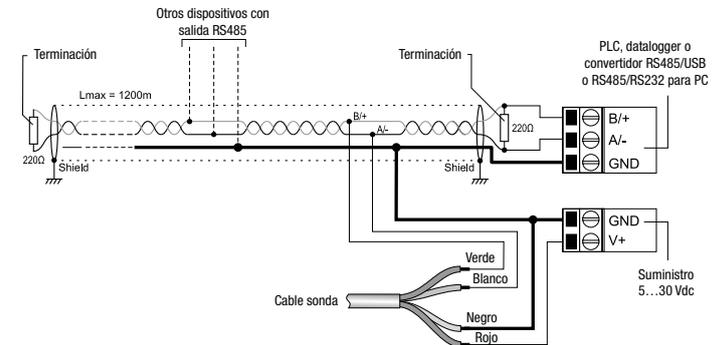


Fig. 3: conexiones

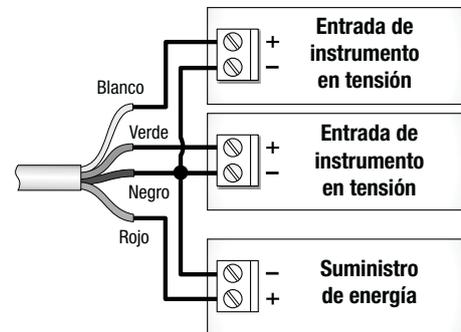


Fig. 4: conexión salidas analógicas

Conectar el blindaje del cable al negativo del suministro.

## Ajuste de comunicación RS485

Antes de conectar la sonda a la red RS485 debe asignar una dirección y establecer los parámetros de comunicación, si es diferente a los valores de fábrica.

El ajuste de los parámetros se consigue conectando la sonda a la PC mediante un convertidor RS485/USB o RS485/RS232. Usted debe ser alimentado por separado de la sonda. Si está utilizando un RS485/USB es necesario instalar los controladores USB en su PC.

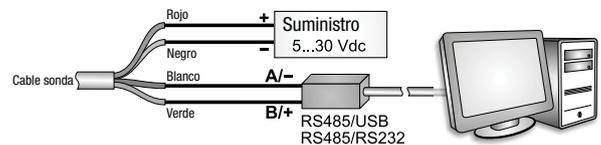


Fig. 5: conexión al PC

**Notas sobre la instalación de controlador USB no firmado:** antes de instalar el controlador USB no firmado en los sistemas operativos Windows 7 y 8 debe reiniciar su PC inhabilitando la petición de la firma de los controladores. Si el sistema operativo es de 64 bits, incluso después de la instalación, debe desactivar la petición de la firma de los controladores en cada reinicio.

## Procedimiento para establecer los parámetros

1. Iniciar un programa de comunicaciones seriales, como Hyperterminal. Establece los parámetros de comunicación iguales a los configurados en el instrumento. Por defecto, los parámetros son:

Baud Rate = 19200  
 Bit de datos = 8  
 Paridad = Par (E)  
 Bit de parada = 1

En el programa, establezca el número del puerto COM al que se conecta la sonda.

2. Escribir tres veces el carácter I (caracter ASCII código decimal 124). La sonda responde con @.

3. Dentro de los 10 segundos desde la respuesta de la sonda, enviar el comando @ (carácter ASCII código decimal 64 seguido por la tecla Enter). La sonda responde con &.

*Nota:* Si la sonda no recibe el comando @ antes de 10 segundos, se activa de nuevo el modo Modbus.

4. Enviar el comando CAL USER ON.

*Nota:* el comando CAL USER ON se apaga después de 5 minutos de inactividad.

5. Enviar los siguientes comandos seriales para establecer los parámetros RS485 MODBUS:

Comando	Respuesta	Descripción
CMAnnn	&l	Establece dirección RS485 de nnn Entre 1 y 247. Preajuste a 1
CMBn	&l	Establece Baud Rate RS485: n=0 ⇒ 9600, n=1 ⇒ 19200 Preajustado a 1 ⇒ 19200
CMPn	&l	Establece modalidad de transmisión RS485 (bit de datos, paridad, bit de parada): n=0 ⇒ 8N1, n=1 ⇒ 8N2, n=2 ⇒ 8E1 n=3 ⇒ 8E2, n=4 ⇒ 8O1, n=5 ⇒ 8O2 Preajustado a 2 ⇒ 8E1
CMWn	&l	Establece modo de recepción después de la transmisión RS485: n=0 ⇒ Viola protocolo e va en modo Rx justo después Tx n=1 ⇒ Respeta protocolo y espera 3,5 caracteres después Tx Preset a 1 ⇒ Respeta el protocolo

6. Puede comprobar los ajustes de los parámetros mediante el envío del siguiente comando:

Comando	Respuesta	Descripción
RMB	b p w a	Velocidad RS485 en baudios: b=0 ==> 9600, b=1 ==> 19200 Modo de transmisión RS485: p=0 ==> 8N1, p=1 ==> 8N2, p=2 ==> 8E1, p=3 ==> 8E2, p=4 ==> 8O1, p=5 ==> 8O2 Modo de recepción después de la transmisión RS485: w=0 ==> viola protocolo e va en modo Rx justo después Tx w=1 ==> respeta protocolo y espera 3,5 caracteres después Tx a=dirección RS485

*Nota:* leer la configuración no requiere el envío de la orden CAL USER ON.

## Modalidad MODBUS

La sonda entra en modo RS485 MODBUS-RTU inmediatamente después el encendido.

### Lectura de medición

En modo MODBUS pueden ser leídos, por el código de función 04h (Read Input Registers), los valores medidos. La tabla siguiente lista los registros MODBUS de tipo *Input Registers* disponibles:

### Registros MODBUS – Input Registers

Número registro	Dirección registro	Dato	Formato
1	0	Registro de estado Bit 0=1 ⇒ se ha producido un error Bit 1=1 ⇒ "overflow" memoria datos Bit 2=1 ⇒ error memoria datos Bit 3=1 ⇒ error memoria programa Bit 4=0, Bit 5=0 Bit 6=1 ⇒ error medición % WWC Bit 7=1 ⇒ error medición temperatura Bit 8=1 ⇒ ciclo de alimentación Bit 9...Bit 14=0 Bit 15=1 ⇒ la sonda no está lista (medidas no válidas)	Entero 16 bit
2	1	Contenido volumétrico de agua en % WWC (Volumetric Water Content) [x10]	Entero 16 bit
3	2	Permitividad dieléctrica aparente [x1000]	Entero 16 bit
4	3	Temperatura del suelo en °C [x10]	Entero 16 bit
5	4	Temperatura del suelo en °F [x10]	Entero 16 bit

## Protocolo SDI-12

Las sondas con salida SDI-12 son compatibles con la versión 1.3 del protocolo.

Los parámetros de comunicación en el PC o registrador de datos deben establecerse de la siguiente manera:

baud rate: 1200, bit de datos: 7, paridad: Igual, bit de parada: 1

La comunicación con la sonda se lleva a cabo mediante la generación de una *señal de interrupción* en la línea serial por lo menos 12 ms (la función que genera la señal de interrupción es generalmente disponible en idiomas de programación o programas de comunicación serial), y luego enviando un comando en el siguiente modo:

**<Dirección><Comando>!**

con <Dirección> = dirección de la sonda a la que se envía el comando  
 <Comando> = tipo de acción requerida a la sonda

La respuesta de la sonda está en la forma:

**<Dirección><Datos><CR><LF>**

con <Dirección> = dirección de la sonda que responde  
 <Datos> = información enviada desde la sonda  
 <CR> = carácter ASCII *Carriage Return*  
 <LF> = carácter ASCII *Line Feed*

La sonda sale de la fábrica con una dirección configurada en 0. La dirección se puede cambiar con el comando apropiado SDI-12 que se muestra en la siguiente tabla.

La tabla de abajo muestra los controles SDI-12 disponibles. Para uniformidad con la documentación de la norma SDI-12, en la tabla la dirección de la sonda se indica con la letra **a**.

## Controles SDI-12

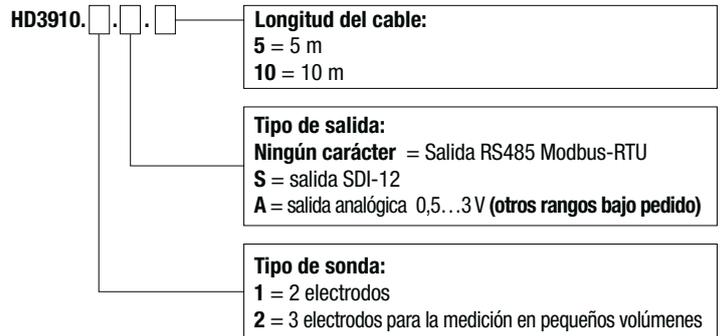
Comando	Respuesta de la sonda	Descripción
a!	a<CR><LF>	Verificación de la presencia de la sonda.
a!	allccccccmmmmmmvsssssss<CR><LF> con: a = dirección de la sonda (1 carácter) ll = versión SDI-12 compatible (2 caracteres) ccccccc = fabricante (8 caracteres) mmmmm = modelo de la sonda (6 caracteres) vvv = versión del firmware (3 caracteres) sssssss = número de serie (8 caracteres)  ⇒ Ejemplo de respuesta: 013DeltaOhmHD391010013201518 con: 0 = dirección de la sonda 13 = compatible SDI-12 versión 1.3 DeltaOhm = nombre del fabricante HD3910 = modelo de la sonda 100 = versión del firmware 1.0.0 13201518 = número de serie	Solicitud de la información de la sonda.
aAb!	b<CR><LF> donde: b = nueva dirección	Cambio de la dirección de la sonda.
?!?	a<CR><LF>	Solicitud de la dirección de la sonda. Si más de una sonda está conectada al bus, se produce un conflicto.
<b>Controles de tipo M (start measurement) y de tipo C (start concurrent measurement)</b>		
aM! aC!	attn<CR><LF> con: ttt = número de segundos que tarda el instrumento para liberar la medida (3 caracteres) n = número de variables obtenidas (1 carácter)  Nota: ttt = 000 indica dato disponible inmediatamente.	Solicitud de ejecutar la medida.
aDO!	a+n+w...w+p...p+v...v+t...t<CR><LF> con: n = contenido del registro de estado w...w = contenido volumétrico de agua en % VWC p...p = permitividad dieléctrica aparente v...v = nivel interno de la señal en V t...t = temperatura del suelo en °C  ⇒ Ejemplo de respuesta: 0+0+12.94+0.029+0.095302+17.6 dirección de la sonda = 0 contenido del registro de estado = 0 contenido volumétrico de agua = 12,94 %VWC permitividad dieléctrica aparente = 0,029 nivel interno de la señal = 0,095302 V temperatura del suelo = 17,6 °C  Nota: por el contenido del registro de estado, véase el registro Modbus con dirección 0.	Lee la medida.
<b>Controles de tipo R (continuous measurements)</b>		
aRO!	Igual al comando aDO!	Lee la medida.

Además de los controles anteriores, la sonda también implementa los controles similares con CRC, que requieren que se agregue un código CRC de 3 caracteres en la cola para responder antes de <CR><LF>. El formato de estos controles se obtiene de los elementos anteriores añadiendo la letra anterior C: aMC!, aCC!, aRCO!.

## Mantenimiento

La sonda no requiere mantenimiento especial. Es aconsejable realizar una limpieza periódica de los electrodos con agua y un detergente normal con el fin de evitar la acumulación de sustancias que pueden alterar la medición.

## Códigos de pedido



## FABRICACIÓN INSTRUMENTOS DE MEDIDA PORTÁTIL, DE SOBREMESA Y DE PROCESO

Transmisores y reguladores en tensión o loop de corriente  
Temperatura - Humedad, Punto de rocío - Presión - CO, CO2  
Velocidad del aire - Luz - Radiaciones ópticas  
Acústica - Vibración  
Registadores de datos - Registradores de datos inalámbricos  
Microclima  
pH - Conductividad - Oxígeno disuelto - Turbidez  
Elementos para estaciones meteorológicas



LAT N°124 Signatario de los mutuos reconocimientos de acuerdos EA, IAF e ILA  
Temperatura - Humedad - Presión - Velocidad del aire  
Acústica - Fotometría - Radiometría

### CE CONFORMITY

Directives:

- Low Voltage Directive 2014/35/EU
- Electromagnetic Compatibility Directive 2014/30/EU
- RoHS Directive 2011/65/EU

Harmonised standards:

- Safety EN 61010-1:2010
- EMC EN 61326-1:2013
- RoHS EN 50581:2012



Delta Ohm srl  
Via G. Marconi, 5  
35030 Caselle di Selvazzano (PD) - Italy  
Tel. 0039 0498977150 r.a.  
Fax 0039 049635596  
e-mail: [info@deltaohm.com](mailto:info@deltaohm.com)  
Web Site: [www.deltaohm.com](http://www.deltaohm.com)

