

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

▶ [ 1 ] Sonde per la misura  
del contenuto  
volumetrico d'acqua del  
terreno

 Temperatura

 Umidità



## [ I ] Caratteristiche

- Misura del contenuto volumetrico d'acqua del terreno a due elettrodi (**HD3910.1**) o a tre elettrodi (**HD3910.2**) per volumi ristretti
- Misura della temperatura del terreno
- Varie uscite disponibili (a seconda del modello): digitale RS485 con protocollo MODBUS-RTU, digitale SDI-12 o analogica in tensione
- Misura accurata e stabile nel tempo
- Grado di protezione IP 67
- Minima invasività nel terreno
- Facile da installare

## Applicazioni

- Agricoltura
- Idrologia
- Geologia

## Descrizione

Le sonde **HD3910.1** (a due elettrodi) e **HD3910.2** (a tre elettrodi) misurano il contenuto volumetrico d'acqua (VWC – Volumetric Water Content) del terreno utilizzando un principio di misura capacitivo che permette rilevazioni in campo rapide e con minima invasività.

La sonda a tre elettrodi **HD3910.2** è particolarmente indicata per la misura in volumi ristretti, per esempio nelle coltivazioni in vaso.

Le sonde sono precalibrate e non richiedono ulteriori calibrazioni da parte dell'utente. La scheda elettronica è protetta all'interno di un contenitore a tenuta stagna in materiale plastico e sigillato con resina epossidica che permette di realizzare misure affidabili anche in condizioni ambientali gravose.

La versione con uscita digitale **RS485** con protocollo **MODBUS-RTU** permette di utilizzare cavi di collegamento anche molto lunghi. Può essere connessa ai datalogger HD32MT.1 e HD32MT.3 oppure a un qualsiasi datalogger con ingresso RS485 MODBUS-RTU.

La versione con uscita digitale **SDI-12** è compatibile con la versione 1.3 del protocollo e può essere connessa al datalogger HD32MT.3 oppure a un qualsiasi datalogger con ingresso SDI-12.

La versione con uscita analogica ha due uscite in tensione 0,5...3 V standard: una per il contenuto volumetrico d'acqua e una per la temperatura. A richiesta, uscite 0...2,5 V, 0...5 V o 0...10 V.

Le sonde sono dotate di un cavo fisso, di lunghezza 5 o 10 m standard, terminato con fili liberi.

## Contenuto volumetrico d'acqua

Il terreno umido è composto da una parte solida (minerali), una parte liquida (generalmente acqua) e una parte gassosa (aria, vapore acqueo).

Il contenuto volumetrico d'acqua (VWC) è definito come il rapporto tra il volume occupato dall'acqua ( $V_w$ ) in una determinata porzione di terreno e il volume totale della porzione di terreno (V):

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

Può anche essere espresso come percentuale (% VWC) del volume dell'acqua rispetto al volume totale.

Il contenuto volumetrico d'acqua è un parametro utilizzato in idrologia per lo studio delle caratteristiche idrauliche del suolo, e in agricoltura per determinare la necessità di irrigare le coltivazioni.

## Caratteristiche tecniche

<b>Contenuto volumetrico d'acqua</b>	
Principio di misura	Capacitivo
Campo di misura	0...60% VWC
Risoluzione	0,1%
Accuratezza (@ 23 °C)	± 3 % tra 0 e 50% VWC (suolo minerale standard, EC < 5 mS/cm)
Volume di misura	∅= 60 mm x H=150 mm per la sonda a 2 elettrodi ∅= 40 mm x H=110 mm per la sonda a 3 elettrodi
Temperatura di lavoro del sensore	-40...+60 °C
<b>Temperatura</b>	
Sensore	NTC 10 kΩ @ 25 °C
Campo di misura	-40...+60 °C
Risoluzione	0,1 °C
Accuratezza	± 0,5 °C
Stabilità a lungo termine	0,1 °C / anno
<b>Alimentazione</b>	3,6...30 Vdc per le versioni con uscita analogica 0...2,5 V 5...30 Vdc per le versioni con uscita RS485 e le versioni con uscita analogica 0,5...3 V 6...30 Vdc per le versioni con uscita SDI-12 7...30 Vdc per le versioni con uscita analogica 0...5 V 12...30 Vdc per le versioni con uscita analogica 0...10 V
<b>Consumo</b>	<i>Versioni con uscita RS485:</i> 2 mA medio / 15 mA picco @ 12 Vdc <i>Versioni con uscita analogica:</i> 2,5 mA medio / 15 mA picco @ 12 Vdc <i>Versioni con uscita SDI-12:</i> 300 µA @ 12 Vdc in standby <15 mA @ 12 Vdc durante la misura
<b>Uscita</b>	A seconda del modello: <ul style="list-style-type: none"> <li>• RS485 con protocollo Modbus-RTU</li> <li>• SDI-12</li> <li>• Analogica in tensione 0,5...3 V (0,5 V=0 %VWC o -40 °C , 3 V=60 %VWC o +60 °C, resistenza di carico minima 10 kΩ)</li> </ul>
<b>Materiali</b>	Manico: materiale termoplastico e resina epossidica Elettrodi: vetronite, spessore 2 mm
<b>Collegamento</b>	Cavo fisso terminato con fili liberi, lunghezza 5 o 10 m standard
<b>Grado di protezione</b>	IP 67
<b>Peso</b>	150 g ca. (compreso il cavo da 5 m)

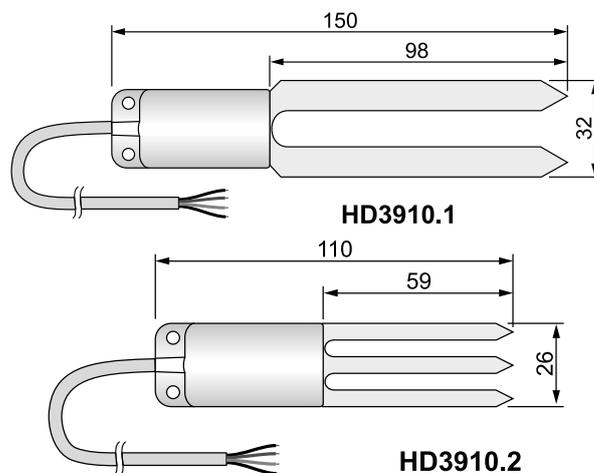


Fig. 1: dimensioni (mm)

## Installazione

Mediante un accessorio, praticare nel terreno un foro sufficientemente profondo per accogliere la sonda. Non utilizzare assolutamente la sonda per praticare il foro nel terreno, per evitare di danneggiare meccanicamente la sonda stessa.

Una volta realizzato il foro, introdurre **completamente** la sonda nel terreno fino a ricoprire tutto il manico: il sensore di temperatura è localizzato all'interno del manico, vicino agli elettrodi, pertanto è necessario che il manico sia immerso nel terreno per una rilevazione corretta della temperatura.

Dopo l'introduzione della sonda, riempire gli spazi vuoti tra il terreno e la sonda con del terreno reso polvere. Per ottenere misure accurate, il terreno deve essere in contatto con gli elettrodi e il manico della sonda.

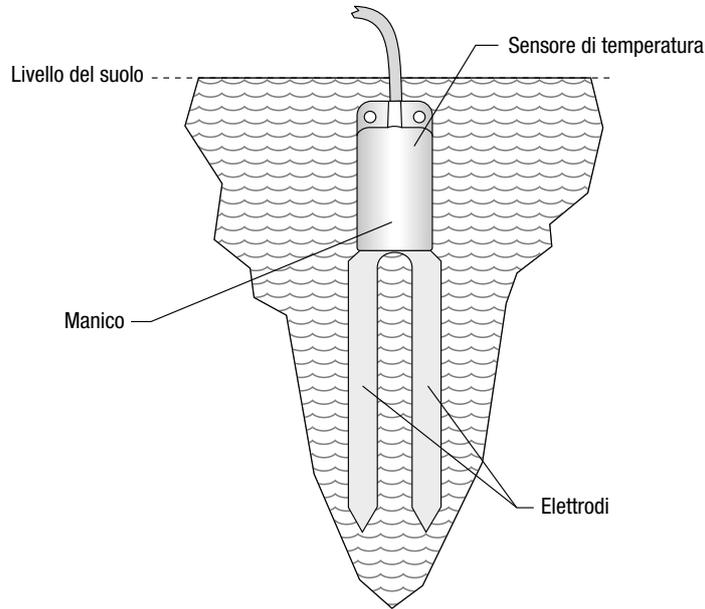


Fig. 2: installazione

La sonda può essere orientata in qualsiasi direzione, ma è consigliabile posizionarla verticalmente rispetto al suolo, per non ostacolare il deflusso dell'acqua verso il basso e minimizzare l'influenza della sonda nel comportamento del terreno.

## Avvertenze:

- La porzione di terreno nella quale viene inserita la sonda deve essere uniforme, senza vuoti d'aria e non troppo compatta da rendere difficoltosa l'introduzione della sonda.
- Fare attenzione alla presenza di radici, sassi o altri oggetti nel sottosuolo che possono fraporsi tra gli elettrodi e influenzare la misura.
- Non esercitare forza eccessiva durante l'introduzione della sonda, per non danneggiare irrimediabilmente gli elettrodi.
- La sonda misura il contenuto idrico del volume di terreno immediatamente circostante gli elettrodi: posizionare la sonda in modo che non vi siano oggetti in prossimità della sonda che possano influenzare il campo d'azione della sonda stessa, quali per esempio pali metallici.
- Segnalare la presenza della sonda durante le operazioni di manutenzione del terreno (per es. sfalcio erba, aratura, raccolta meccanizzata, etc.).
- Per estrarre la sonda dal terreno, impugnare il manico e tirare verso l'alto. **Estrarre la sonda verticalmente, evitando di inclinarla durante l'estrazione per non danneggiare gli elettrodi.**
- **Non estrarre la sonda tirandola per il cavo.**

## Connessioni

Colore filo	Funzione		
	Uscita RS485	Uscita SDI-12	Uscita analogica
Nero	Negativo alimentazione	Negativo alimentazione/uscita	Negativo alimentazione/uscita
Rosso	Positivo alimentazione	Positivo alimentazione	Positivo alimentazione
Bianco	RS485 A/-	Positivo uscita SDI-12	Positivo uscita %VWC
Verde	RS485 B/+	---	Positivo uscita temperatura

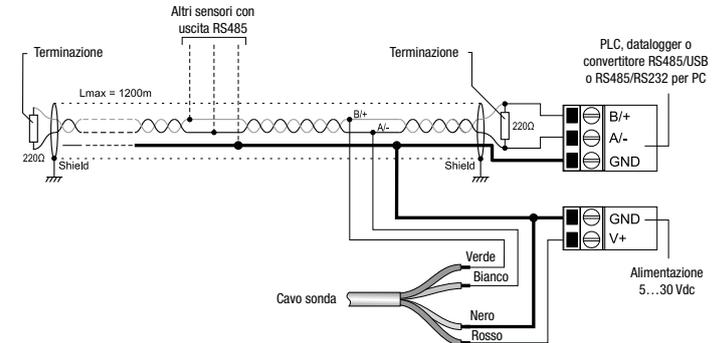


Fig. 3: connessione RS485

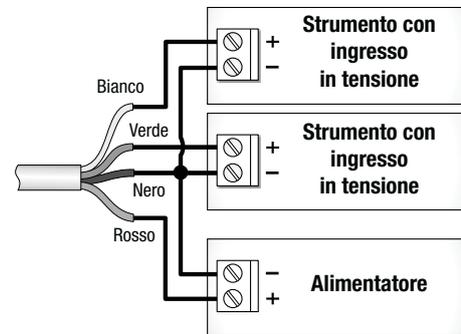


Fig. 4: connessione uscite analogiche

Collegare la calza del cavo al negativo dell'alimentazione.

## Impostazione dei parametri di comunicazione RS485

Prima di collegare la sonda alla rete RS485 è necessario assegnargli un indirizzo e impostarne i parametri di comunicazione, se diversi da quelli preimpostati di fabbrica. L'impostazione dei parametri si realizza collegando la sonda al PC utilizzando un convertitore RS485/USB o RS485/RS232. È necessario alimentare separatamente la sonda. Se si utilizza un convertitore RS485/USB è necessario installare nel PC i driver USB relativi.

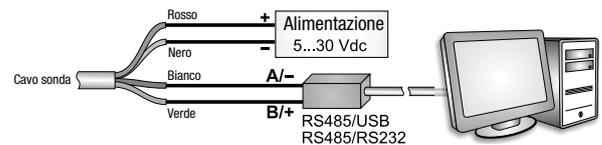


Fig. 5: collegamento al PC

**Note sull'installazione di driver USB non firmati:** prima di installare driver USB non firmati nei sistemi operativi Windows 7 e 8 è necessario riavviare il PC disabilitando la richiesta della firma dei driver. Se il sistema operativo è a 64-bit, anche dopo l'installazione è necessario disabilitare la richiesta della firma dei driver a ogni riavvio del PC.

## Procedura di impostazione dei parametri

1. Avviare un programma di comunicazione seriale, per esempio Hyperterminal. Impostare i parametri di comunicazione uguali a quelli impostati nello strumento. Di fabbrica, i parametri sono:  
Baud Rate = 19200  
Bit di dati = 8  
Parità = Pari (E)  
Bit di stop = 1
2. Nel programma, impostare il numero della porta COM alla quale si collega la sonda.
3. Digitare tre volte il carattere I (carattere ASCII codice decimale 124). La sonda risponde con @.
4. Entro 10 secondi dalla risposta della sonda, inviare il comando @ (carattere ASCII codice decimale 64 seguito dal tasto Invio). Il trasmettitore risponde con &.  
*Nota:* se la sonda non riceve il comando @ entro 10 secondi, si attiva nuovamente la modalità Modbus.
5. Inviare il comando CAL USER ON.  
*Nota:* il comando CAL USER ON si disattiva dopo 5 minuti di inattività.
6. Inviare i comandi seriali indicati di seguito per impostare i parametri RS485 MODBUS:

Comando	Risposta	Descrizione
CMAnn	&l	Imposta indirizzo RS485 a nnn Compreso tra 1 e 247. Preimpostato a 1
CMBn	&l	Imposta Baud Rate RS485: n=0 ⇒ 9600, n=1 ⇒ 19200 Preimpostato a 1 ⇒ 19200
CMPn	&l	Imposta modalità di trasmissione RS485 (bit di dati, parità, bit di stop): n=0 ⇒ 8N1, n=1 ⇒ 8N2, n=2 ⇒ 8E1 n=3 ⇒ 8E2, n=4 ⇒ 8O1, n=5 ⇒ 8O2 Preimpostato a 2 ⇒ 8E1
CMWn	&l	Imposta modalità di ricezione dopo la trasmissione RS485: n=0 ⇒ Viola il protocollo e si pone subito in ascolto dopo Tx n=1 ⇒ Rispetta il protocollo e attende 3,5 caratteri dopo Tx Preimpostato a 1 ⇒ Rispetta il protocollo

6. È possibile verificare le impostazioni dei parametri inviando il seguente comando:

Comando	Risposta	Descrizione
RMB	<i>b p w a</i>	Baud Rate: b=0 ⇒ 9600, b=1 ⇒ 19200 Modalità di trasmissione RS485: p=0 ⇒ 8N1, p=1 ⇒ 8N2, p=2 ⇒ 8E1, p=3 ⇒ 8E2, p=4 ⇒ 8O1, p=5 ⇒ 8O2 Modalità di ricezione dopo la trasmissione RS485: w=0 ⇒ viola il protocollo e si pone subito in ascolto dopo Tx w=1 ⇒ rispetta il protocollo e attende 3,5 caratteri dopo Tx a=indirizzo RS485

*Nota:* la lettura delle impostazioni non richiede l'invio del comando CAL USER ON.

## Modalità MODBUS

La sonda entra in modalità RS485 MODBUS-RTU subito dopo l'accensione.

### Letture delle misure

In modalità MODBUS è possibile leggere, mediante il codice funzione 04h (Read Input Registers), i valori misurati. La tabella seguente elenca i registri MODBUS di tipo *Input Registers* disponibili:

### Registri MODBUS – Input Registers

Numero registro	Indirizzo registro	Dato	Formato
1	0	Registro di stato Bit 0=1 ⇒ si è verificato un errore Bit 1=1 ⇒ "overflow" memoria dati Bit 2=1 ⇒ errore memoria dati Bit 3=1 ⇒ errore memoria programma Bit 4=0, Bit 5=0 Bit 6=1 ⇒ misura % WVC in errore Bit 7=1 ⇒ misura temperatura in errore Bit 8=1 ⇒ ciclo di alimentazione Bit 9...Bit 14=0 Bit 15=1 ⇒ sonda non pronta (misure non valide)	Intero 16 bit
2	1	Contenuto volumetrico d'acqua in % WVC (Volumetric Water Content) [x10]	Intero 16 bit
3	2	Permittività dielettrica apparente [x1000]	Intero 16 bit
4	3	Temperatura del terreno in °C [x10]	Intero 16 bit
5	4	Temperatura del terreno in °F [x10]	Intero 16 bit

### Protocollo SDI-12

Le sonde con uscita SDI-12 sono compatibili con la versione 1.3 del protocollo.

I parametri di comunicazione nel PC o datalogger devono essere impostati come segue:

baud rate: 1200, bit di dati: 7, parità: Pari, bit di stop: 1

La comunicazione con la sonda avviene generando un *segnale di Break* sulla linea seriale per almeno 12 ms (la funzione che genera il segnale di Break è solitamente disponibile nei linguaggi di programmazione o nei programmi di comunicazione seriale), e quindi inviando un comando nella forma seguente:

**<Indirizzo><Comando>!**

con <Indirizzo> = indirizzo della sonda alla quale si invia il comando  
<Comando> = tipo di operazione richiesta alla sonda

La risposta della sonda è nella forma:

**<Indirizzo><Dati><CR><LF>**

con <Indirizzo> = indirizzo della sonda che risponde  
<Dati> = informazioni inviate dalla sonda  
<CR> = carattere ASCII *Carriage Return*  
<LF> = carattere ASCII *Line Feed*

La sonda esce di fabbrica con indirizzo preimpostato a 0. L'indirizzo può essere modificato con l'apposito comando SDI-12 indicato nella tabella successiva.

La tabella seguente riporta i comandi SDI-12 disponibili. Per uniformità con la documentazione dello standard SDI-12, nella tabella l'indirizzo della sonda è indicato con la lettera **a**.

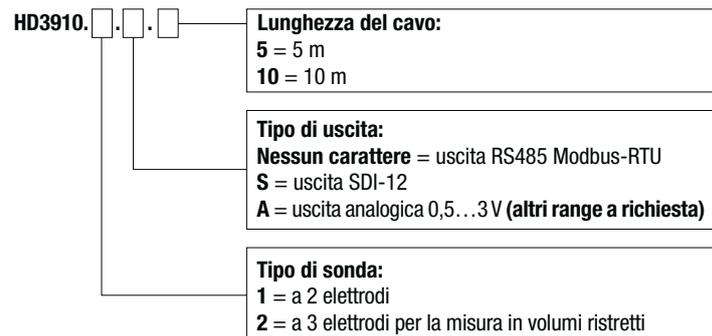
## Comandi SDI-12

Comando	Risposta della sonda	Descrizione
<b>a!</b>	a<CR><LF>	Verifica della presenza della sonda.
<b>al!</b>	allccccccmmmmmmvwwssssss<CR><LF> con: a = indirizzo della sonda (1 carattere) ll = versione SDI-12 compatibile (2 caratteri) ccccccc = produttore (8 caratteri) mmmmm = modello sonda (6 caratteri) vww = versione firmware (3 caratteri) sssssss = numero di matricola (8 caratteri)  ⇒ Esempio di risposta: 013DeltaOhmHD391010013201518  con: 0 = indirizzo della sonda 13 = compatibile SDI-12 versione 1.3 DeltaOhm = nome del produttore HD3910 = modello sonda 100 = firmware versione 1.0.0 13201518 = numero di matricola	Richiesta delle informazioni della sonda.
<b>aAb!</b> dove: b =nuovo indirizzo	b<CR><LF>  Nota: se il carattere b non è un indirizzo accettabile, la sonda risponde con a al posto di b.	Modifica dell'indirizzo della sonda.
<b>?!</b>	a<CR><LF>	Richiesta dell'indirizzo della sonda. Se più di una sonda è connessa al bus, si verificherà un conflitto.
<b>Comandi di tipo M (start measurement) e di tipo C (start concurrent measurement)</b>		
<b>aM!</b> <b>aC!</b>	atttn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibile la misura (3 caratteri) n = numero di variabili rilevate (1 carattere)  Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di esecuzione della misura.
<b>aD0!</b>	a+n+w...w+p...p+v...v+t...t<CR><LF> con: n = contenuto del registro di stato w...w = contenuto volumetrico d'acqua in % VWC p...p = permittività dielettrica apparente v...v = livello interno del segnale in V t...t = temperatura del terreno in °C  ⇒ Esempio di risposta: 0+0+12.94+0.029+0.095302+17.6  indirizzo della sonda = 0 contenuto del registro di stato = 0 contenuto volumetrico d'acqua = 12,94 %VWC permittività dielettrica apparente = 0,029 livello interno del segnale = 0,095302 V temperatura del terreno = 17,6 °C  <i>Nota:</i> per il contenuto del registro di stato, si veda il registro Modbus con indirizzo 0.	Legge la misura.
<b>Comandi di tipo R (continuous measurements)</b>		
<b>aR0!</b>	Uguale al comando aD0!	Legge la misura.

## Manutenzione

La sonda non richiede particolare manutenzione. Si consiglia di eseguire una pulizia periodica degli elettrodi con acqua e normale detergente al fine di evitare l'accumulo di sostanze che potrebbero alterare la misura.

## Codici di ordinazione



In aggiunta ai comandi sopraindicati, la sonda implementa anche gli analoghi comandi con CRC, che richiedono di aggiungere un codice CRC a 3 caratteri in coda alla risposta prima di <CR><LF>. Il formato di tali comandi si ottiene dai precedenti aggiungendo la lettera C: aMC!, aCC!, aRC0!.

**COSTRUZIONE STRUMENTI SCIENTIFICI DI MISURA PORTATILI, DA TAVOLO, DA PROCESSO.**

Trasmettitori e regolatori a loop di corrente o tensione  
Temperatura - Umidità, Dew point - Pressione - CO, CO<sub>2</sub>  
Velocità dell'aria - Luce - Radiazioni ottiche  
Acustica - Vibrazioni  
Datalogger - Datalogger wireless  
Microclima  
pH - Conducibilità - Ossigeno disciolto - Torbidità  
Elementi per stazioni meteorologiche



LAT N° 124 Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC  
Temperatura - Umidità - Pressione - Velocità dell'aria  
Acustica - Fotometria/Radiometria

**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)

