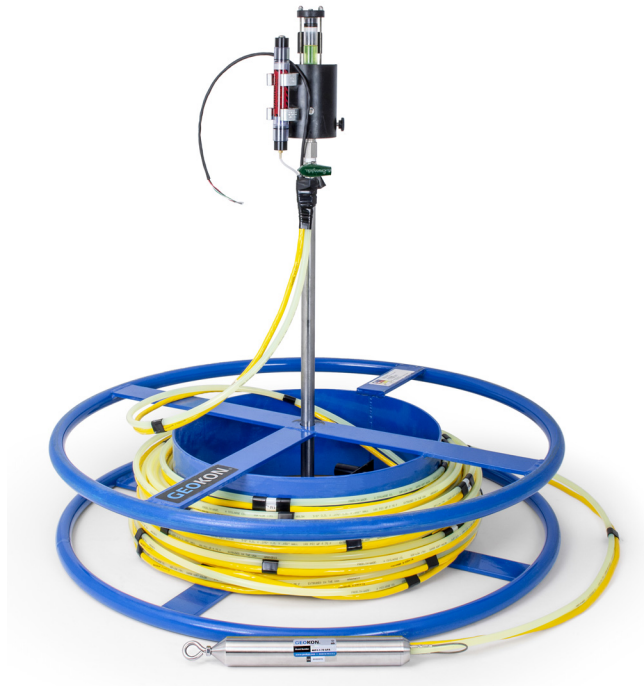

Modelo 4651

Perfilador de terreno de cuerda vibrante

Manual de instrucciones



DECLARACIÓN DE GARANTÍA

GEOKON garantiza que sus productos estarán libres de defectos en sus materiales y su mano de obra, bajo uso y funcionamiento normal, durante un período de 13 meses a partir de la fecha de compra. Si la unidad no funciona correctamente, debe ser devuelta a la fábrica para su evaluación, con el flete pagado. Una vez que sea examinada por GEOKON, si se determina que la unidad está defectuosa, se reparará o reemplazará sin cargos. Sin embargo, la **GARANTÍA SE INVALIDA** si la unidad muestra evidencias de haber sido manipulada o de haber sido dañada como resultado de corrosión o corriente, calor, humedad o vibración excesivos, especificaciones incorrectas, mala aplicación, mal uso u otras condiciones de funcionamiento fuera del control de GEOKON. Los componentes que se desgastan o dañan por el uso incorrecto no tienen garantía. Esto incluye los fusibles y las baterías.

GEOKON fabrica instrumentos científicos cuyo uso indebido es potencialmente peligroso. Los instrumentos están diseñados para ser instalados y utilizados solo por personal calificado. No hay garantías, excepto las que se indican en este documento. No existe ninguna otra garantía, expresa o implícita, incluyendo, sin limitación a, las garantías de comercialización implicadas o de adecuación para un propósito en particular. GEOKON no se hace responsable por cualquier daño o pérdida causada a otros equipos, ya sea directo, indirecto, incidental, especial o consecuente que el comprador pueda experimentar como resultado de la instalación o uso del producto. La única compensación para el comprador ante cualquier incumplimiento de este acuerdo por parte de GEOKON o cualquier incumplimiento de cualquier garantía por parte de GEOKON no excederá el precio de compra pagado por el comprador a GEOKON por la unidad o las unidades, o el equipo directamente afectado por tal incumplimiento. Bajo ninguna circunstancia, GEOKON reembolsará al reclamante por pérdidas incurridas al retirar y/o volver a instalar el equipo.

Se tomaron todas las precauciones para garantizar la exactitud en la preparación de los manuales y/o el software; sin embargo, GEOKON no asume responsabilidad alguna por omisiones o errores que puedan surgir ni asume responsabilidad por daños o pérdidas que resulten del uso de los productos de acuerdo con la información contenida en el manual o software.

No se puede reproducir ninguna porción de este manual de instrucciones, por ningún medio, sin el consentimiento por escrito de geokon. La información contenida en este documento se considera precisa y confiable. Sin embargo, GEOKON no asume responsabilidad alguna por errores, omisiones o malas interpretaciones. La información en este documento está sujeta a cambios sin aviso previo.

El logotipo y el nombre comercial GEOKON® son marcas comerciales registradas en la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de los Estados Unidos.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. INSTALACIÓN	2
2.1 REQUISITOS PARA LAS TUBERÍAS ENTERRADAS.....	2
2.2 ESTACIONES SOBRE EL SUELO	2
2.3 PRUEBAS PRELIMINARES	2
2.4 REQUISITOS DEL PEDESTAL	2
2.5 MONTAJE DEL CARRETE Y EL DEPÓSITO.....	3
3. TOMA DE LECTURAS	4
3.1 LECTURAS DE LA ESTACIÓN DE REFERENCIA.....	4
3.2 REALIZAR LAS MEDICIONES	4
3.2.1 MEDICIONES DE TUBERÍAS ENTERRADAS	4
3.2.2 MEDICIONES SOBRE EL SUELO.....	5
4. REDUCCIÓN DE DATOS.....	6
4.1 CÁLCULO DE LA ELEVACIÓN DEL SENSOR.....	6
4.2 CORRECCIONES POR TEMPERATURA	6
5. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y MANTENIMIENTO.....	7
APPENDIX A. ESPECIFICACIONES	9
APPENDIX B. DERIVACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TERMISTOR.....	10
B.1 RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 3KΩ.....	10
B.2 RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 10KΩ.....	11
APPENDIX C. REPORTE DE CALIBRACIÓN TÍPICO.....	12

FIGURAS

<i>FIGURA 1: ENSAMBLAJE TÍPICO DEL PERFILADOR DE TERRENO</i>	1
<i>FIGURA 2: DETALLES DEL DEPÓSITO</i>	3
<i>FIGURA 3: REPORTE DE CALIBRACIÓN TÍPICO</i>	12

TABLAS

TABLA 1: CLAVIJA PARA CONECTOR DE 10 PINES.....	7
TABLA 2: ESPECIFICACIONES.....	9
TABLA 3: RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 3K Ω	10
TABLA 4: RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 10K Ω	11

ECUACIONES

ECUACIÓN 1: ELEVACIÓN	6
ECUACIÓN 2: ELEVACIÓN CORREGIDA POR TEMPERATURA	6
ECUACIÓN 3: RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 3KΩ	10
ECUACIÓN 4: RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 10KΩ	11

1. INTRODUCCIÓN

El perfilador de terreno de cuerda vibrante Modelo 4651 se muestra esquemáticamente en la Figura 1. Consta de un sensor de presión de cuerda vibrante, un tubo lleno de líquido enrollado en un carrete portátil, un depósito con tubo de observación y un cable de señal ventilado que va desde el sensor hasta la consola de lectura.

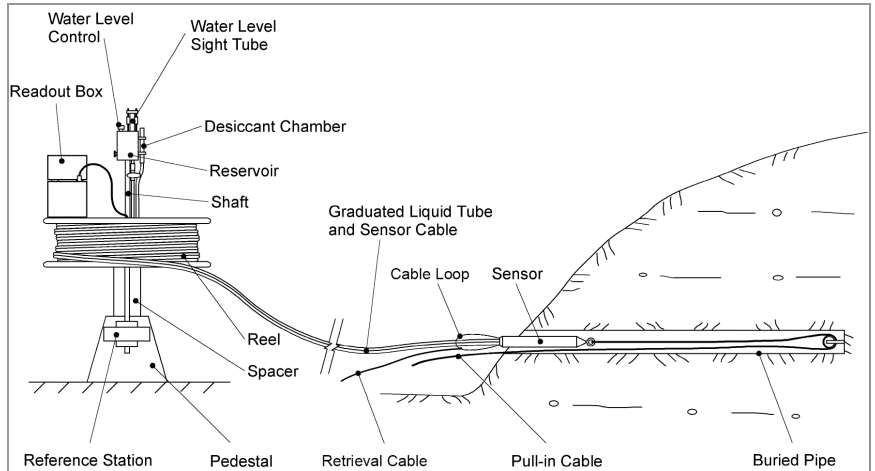


FIGURA 1: Ensamblaje típico del perfilador de terreno

Cuando está en uso, el carrete está montado en un pedestal ubicado en tierra firme, y puede girar libremente a medida que el sensor y el tubo con líquido son halados a lo largo de la tubería enterrada, o mientras el sensor es transportado de un lugar a otro. El sensor mide con precisión la altura de la columna de líquido entre el sensor y el depósito en cualquier punto a lo largo de la tubería enterrada. El tubo lleno de líquido se gradúa en metros o pies para que el sensor pueda ser ubicado de forma precisa y repetida dentro de la tubería enterrada.

Se deben tomar medidas para permitir que el sensor sea introducido en la tubería. Para esto se deberá tener un cable de tracción que pase por poleas en el extremo opuesto de la tubería. Un cable de recuperación puede fijarse al extremo posterior del sensor para permitir su recuperación sin jalar el cable del instrumento. Se incluyen cuatro sujetacables para fijar el cable de recuperación al sensor. Puede comprar cables de recuperación de GEOKON.

El sensor de cuerda vibrante se vacía a presión atmosférica a lo largo del cable de señal para que no se vea afectado por las fluctuaciones de la presión barométrica. Una cámara desecante está montada en el extremo del tubo de ventilación para evitar que la humedad llegue al sensor.

2. INSTALACIÓN

2.1 REQUISITOS PARA LAS TUBERÍAS ENTERRADAS

Las mejores tuberías enterradas se fabrican con plástico ABS o PVC, con un diámetro interno de 50 mm (2 pulgadas) o mayor. Se debe instalar un cable de tracción dentro de la tubería. Cualquier sistema de poleas debe diseñarse de tal modo que el cable no pueda deslizarse fuera de la polea y atascarse. Una barra redonda simple suele ser mejor que una polea. Si no, se puede colocar una segunda tubería del mismo o menor diámetro a lo largo de la primera tubería y conectarla mediante un conector en "U". Si se puede acceder al otro extremo de la tubería, una segunda persona puede ayudar jalando el sensor a través de la tubería desde el otro extremo. Cuando no esté en uso, sujete siempre los extremos del cable de tracción a algún objeto grande que no pueda introducirse en la tubería.

2.2 ESTACIONES SOBRE EL SUELO

Si las estaciones del terreno se encuentran sobre el suelo, se deben tomar algunas medidas para garantizar que el sensor esté ubicado exactamente en el mismo lugar durante cada medición de perfil del terreno. Es aceptable colocar un gancho desde el cual se pueda suspender el sensor, o una pieza de tubería horizontal con un diámetro interno de aproximadamente 75 mm (3 pulgadas), en la que pueda colocarse el sensor.

2.3 PRUEBAS PRELIMINARES

El perfilador de terreno se envía con un tubo con líquido lleno de una solución anticongelante al vacío. No debe haber burbujas de aire dentro del tubo con líquido. Desenrolle el tubo con líquido e inspeccione si tiene burbujas de aire. Si se encuentra alguna, "regrésela" de vuelta al depósito elevando el tubo por delante de la burbuja y dándole golpecitos. Las burbujas de aire dentro del tubo con líquido disminuirán la precisión de las mediciones.

2.4 REQUISITOS DEL PEDESTAL

El pedestal de concreto debe ubicarse en un terreno estable, si es posible, y la elevación del carrete debe estar por encima de cualquier punto a lo largo de la tubería enterrada o estar por encima de cualquier estación del sensor para una medición sobre el nivel del suelo.

El carrete está diseñado para montarse en un eje vertical, suministrado por Geokon, hecho con dos varillas de 21 mm ($\frac{13}{16}$ de pulgada) de largo, una de 610 mm (24 pulgadas) de largo y una de 305 mm (12 pulgadas) de largo. Estas dos varillas deben enroscarse juntas y la pieza inferior de 305 mm (12 pulgadas) debe colocarse dentro del pedestal de concreto al momento de verterlo. Mantenga la junta de la varilla al ras con la superficie superior del pedestal. El espaciador de PVC y las rondanas de 50 mm (2 pulgadas), también suministradas por Geokon, se colocan entre el carrete y la parte superior del pedestal (vea la Figura 1). Si es necesario, la longitud sobresaliente de 610 mm (24 pulgadas) de la varilla se puede eliminar entre mediciones desenroscándola de la varilla dentro del pedestal de concreto. Se suministra un perno de cabeza hexagonal M14x2 (½-13) para ajustarlo a la rosca y mantenerla limpia. También debe haber una estación de referencia montada en el pedestal, ya sea en forma de gancho, desde el cual pueda suspenderse verticalmente el sensor, o en forma de tubería, montada horizontalmente, de unos 300 mm (12 pulgadas) de largo y unos 38 mm (1.5 pulgadas) de diámetro interior en la que se pueda colocar el sensor.

2.5 MONTAJE DEL CARRETE Y EL DEPÓSITO

El carrete se envía y se transporta con el depósito sujeto a un soporte dentro del carrete. El depósito se libera del soporte soltando el tornillo de sujeción moleteado en el lateral del depósito. Deslice el carrete sobre el eje del pedestal, con los espaciadores en su lugar, luego deslice el depósito sobre el extremo del eje como se muestra en la Figura 2.

No sujete el depósito al eje, ya que este debe girar con el carrete. Asegúrese de que el eje toque fondo dentro de la cavidad del depósito.

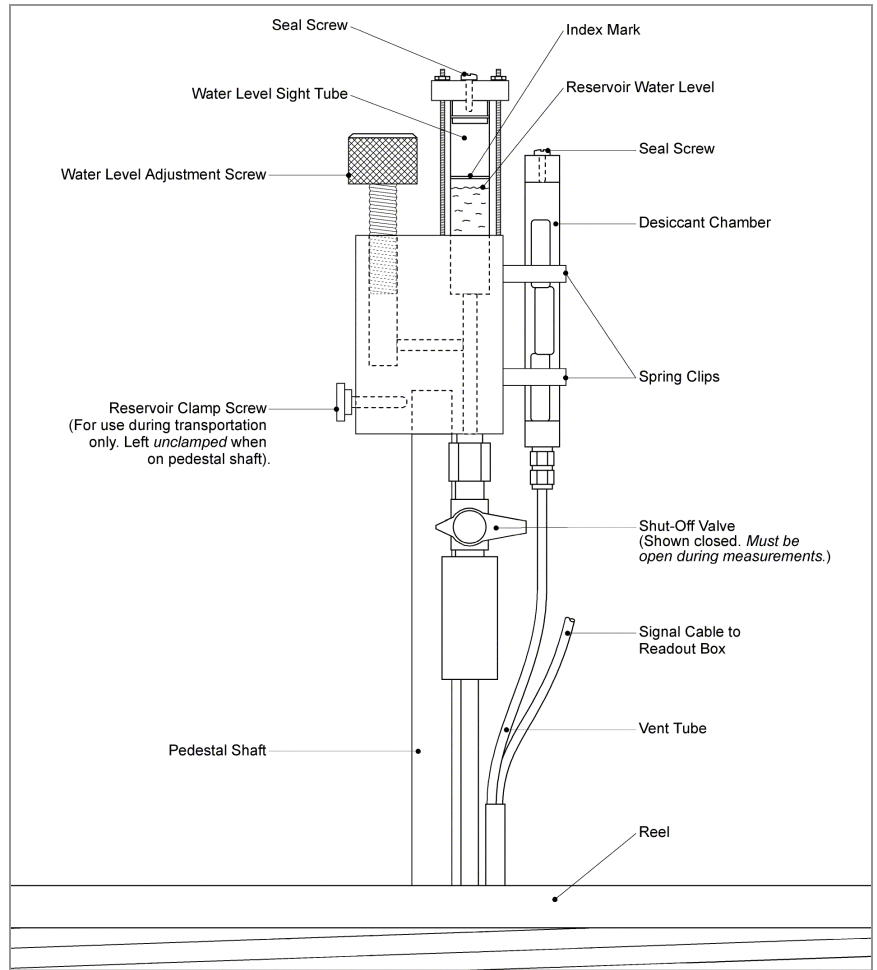


FIGURA 2: Detalles del depósito.

3. TOMA DE LECTURAS

3.1 LECTURAS DE LA ESTACIÓN DE REFERENCIA

Tome el sensor y colóquelo dentro de la estación de referencia en el costado del pedestal.

(O cuélguelo verticalmente en el gancho de referencia). Conecte los conductores rojo y negro del cable del sensor al cable de conexión de la consola de lectura GK-404 o GK-405, de color a color; o, si hay un conector en el cable del sensor, conéctelo directamente al enchufe del “Transductor” en la consola de lectura. Coloque la consola de lectura en la parte superior del carrete para que pueda girar junto con él. (Hay disponible una opción de anillos deslizantes; consulte con la fábrica para obtener más detalles.) Ponga el interruptor de la “Pantalla” de la consola de lectura en la posición B. Abra la válvula de paso en la base del depósito y abra ambos tornillos obturadores, uno en la parte superior del tubo de observación de nivel de agua y el otro en la parte superior de la cámara desecante. Es fundamental que estos tornillos obturadores estén abiertos cada vez que se tomen las mediciones. El objetivo es equilibrar la presión de aire en la superficie del agua dentro del depósito y la presión de aire en el interior del sensor, de modo que este no se vea afectado por los cambios de presión barométrica. Gire los tornillos obturadores varias veces hasta que queden sueltos, sin que se suelten por completo ni se pierdan.

Use el tornillo de ajuste del nivel del agua (vea la Figura 2) para regular la altura del nivel del agua de modo que coincida con la marca de referencia en el tubo de observación del nivel del agua. Permita que pase suficiente tiempo para que el sensor alcance una temperatura estable. Cuando se establezca la lectura en la consola de lectura, anote la medición. Si se usa una consola de lectura GK-404 o GK-405, la temperatura se mostrará automáticamente. Para leer la temperatura con un ohmímetro digital, conecte los conductores verde y blanco al cable conductor del ohmímetro, y luego use la tabla 3 en el Apéndice B para convertir la resistencia medida a temperatura.

3.2 REALIZAR LAS MEDICIONES

3.2.1 MEDICIONES DE TUBERÍAS ENTERRADAS

En las aplicaciones con tuberías enterradas, el sensor se ajusta al extremo del cable de tracción con la ayuda de un gancho a presión en el extremo del cable para sujetarlo al cáncamo en el extremo del sensor. **Luego se jala el sensor hacia el extremo de la tubería enterrada** hasta que el marcador del cable quede opuesto al extremo cercano de la tubería enterrada. Permita que pase suficiente tiempo para que el líquido dentro de los tubos alcance una temperatura estable y se establezca la lectura del sensor. Espere más tiempo si hay una gran diferencia entre la temperatura del barreno y la temperatura ambiente. Ajuste la altura del nivel de agua para que coincida con la marca de referencia del depósito. Asegúrese de que los tornillos obturadores de la línea de ventilación estén sueltos, luego tome las lecturas. Jale el sensor hasta que alcance el siguiente marcador del cable y anote las lecturas inmediatamente.

Cuando haya medido todas las estaciones de terreno, realice las lecturas en la estación de referencia del pedestal. Nuevamente, permita que pase suficiente tiempo para que la temperatura se establezca. Compare esta lectura final con la lectura inicial. Si hay una diferencia considerable entre las dos lecturas, esto puede indicar que las condiciones cambian durante la medición, y la medición debe

repetirse, o el error debe distribuirse uniformemente entre las lecturas de la medición de acuerdo con las prácticas de topografía aceptadas.

Después de que se hayan realizado todas las mediciones, regrese el sensor al carrete, cierre la válvula en la base del depósito, cierre los dos tornillos obturadores, y luego sujete el depósito a su soporte dentro del carrete. Desconecte la consola de lectura del cable del sensor.

3.2.2 MEDICIONES SOBRE EL SUELO

Las mediciones sobre el suelo pueden ser realizadas por una persona que transporte el sensor de estación en estación, mientras que una segunda persona registra las lecturas en el depósito. El sensor es sensible a las oscilaciones de temperatura que cambian rápidamente y por eso no debe manipularse con las manos descubiertas. Envuelva el sensor en una capa de espuma de aislamiento y manipúlelo con las manos enguantadas. Experimente para encontrar el método que permita que las lecturas del sensor permanezcan estables. Si la temperatura ambiente cambia rápidamente durante la medición (como podría suceder al pasar del interior al exterior), permita que pase suficiente tiempo para que las lecturas del sensor se estabilicen antes de continuar con la medición.

Las estaciones de lectura en sí pueden ser tan simples como un gancho, desde el cual se puede colgar el sensor, o una pieza de tubería horizontal dentro de la que se colocará el sensor cubierto de espuma. Si utiliza ganchos, asegúrese de que el resto del tubo con líquido no haga que el sensor deje de estar en posición vertical.

4. REDUCCIÓN DE DATOS

4.1 CÁLCULO DE LA ELEVACIÓN DEL SENSOR

Las lecturas se pueden usar para calcular la elevación del sensor en cualquier punto a lo largo de la tubería enterrada y para trazar el perfil del terreno a medida que cambia con el tiempo. También se puede incluir un gráfico de temperatura. Para el sistema de perfilador 4651 estándar, usando transductores tipo 4500SV o 4500ALV, las lecturas se reducirán a medida que los sensores se asienten en relación con el depósito. Para estos sensores, la elevación E del sensor se obtiene con la ecuación:

$$E = E_0 - (R_1 - R_0) G$$

ECUACIÓN 1: Elevación

Donde:

E_0 es la elevación del sensor en la instalación

R_0 es la lectura inicial del sensor en un punto dado a lo largo de la tubería enterrada

R_1 es la lectura subsecuente del sensor

G es el factor de calibración en el reporte de calibración suministrado con el sensor (Un reporte de calibración típico, como se suministra de fábrica, se muestra en el Apéndice C.)

Por ejemplo:

Si:

$E_0 = 541.62$ metros

$R_0 = 9030$

$R_1 = 8800$

$G = -0.001570$ metros/dígito

Por lo tanto, la nueva elevación del sensor es:

$$E = 541.62 - (8800 - 9030) \times -0.001570$$

$E = 541.259$ metros. En otras palabras, hubo un asentamiento de 0.361 metros.

4.2 CORRECCIONES POR TEMPERATURA

Los efectos de la temperatura sobre el volumen del líquido (densidad del líquido) y sobre la expansión y contracción de líquido confinado pueden ser bastante complejos y, en algunos casos, auto-cancelables. Las sondas llenas de líquido generalmente están bien aisladas, por lo que los efectos de la temperatura tienden a ser insignificantes. Los sistemas expuestos a la atmósfera y a la luz del sol pueden sufrir cambios rápidos de temperatura en diferentes partes del sistema, provocando fluctuaciones significativas en las lecturas. En tales casos, puede que sea necesario tomar precauciones para obtener lecturas en momentos de máxima estabilidad de la temperatura. Los efectos de la temperatura en el sensor pueden corregirse, pero generalmente son bastante insignificantes, especialmente si el sensor está enterrado.

La elevación (E_T) corregida por la temperatura, se obtiene con la ecuación:

$$E_T = E_0 - [(R_1 - R_0) G + (T_1 - T_0) K]$$

ECUACIÓN 2: Elevación corregida por temperatura

Donde:

T_0 es la temperatura inicial

T_1 es la temperatura actual

K es el factor de corrección de la temperatura que se incluye en el reporte de calibración.

5. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y MANTENIMIENTO

El sensor es un instrumento de precisión y debe tratarse con cuidado en todo momento; sacudir el sensor puede causar que se desplace el punto cero. Tenga en cuenta también que el sensor tiene un alcance máximo de siete metros (23 pies); es decir, esta es la elevación máxima permitida del depósito por encima del sensor.

El problema principal, típico de todos los dispositivos de nivel de líquido, son las burbujas de aire dentro del tubo con líquido, lo que provoca lecturas fluctuantes, inestables o no repetitivas. Verifique si el tubo con líquido tiene burbujas de aire y extraígalas como se describe en la Sección 2.3.

Las lecturas inestables pueden ser causadas por la interferencia eléctrica de equipos eléctricos y líneas eléctricas cercanas. Busque fuentes cercanas de ruido eléctrico como motores, generadores, antenas o cables de electricidad. Si es posible, aleje el cable del instrumento de estas fuentes. Contacte a la fábrica para conocer el equipo de filtrado y blindaje disponible.

El problema normalmente puede corregirse al conectar el cable blindado de drenaje a la pinza azul en los conductores sueltos (verde para el GK-401). Asegúrese de aislar el dispositivo de lectura de la tierra colocándolo sobre una pieza de madera u otro aislante.

La clavija para un conector de 10 pines conectado al cable es la siguiente:

Pin	Color	Función
A	Rojo	Medidor
B	Negro	Medidor
C	Blanco	Termistor
D	Verde	Termistor
E	Blindaje	Tierra

TABLA 1: Clavija para conector de 10 pines

Las cápsulas desecantes, en la cámara desecante, tendrán que ser cambiadas periódicamente. Las cápsulas activas son azules y las cápsulas desgastadas son rosas. Hay cápsulas nuevas disponibles en GEOKON.

Realice calibraciones in situ al elevar el depósito hasta una cantidad conocida y medida y registrando el cambio correspondiente en la lectura del sensor.

A veces ocurre que con los perfiladores muy largos el nivel del agua en el depósito no se puede alinear con la marca de referencia, incluso con el tornillo de control del nivel de agua ajustado hasta el fondo. Si este es el caso, afloje el tornillo y agregue más agua al depósito.

Las lecturas inestables también pueden ser causadas por el viento que entra por el extremo abierto del depósito después que se retiran los tornillos obturadores. El viento crea el efecto Venturi al reducir la presión de aire en la ubicación del depósito.

Si el viento sopla y se observa el efecto Venturi, coloque un recipiente grande sobre el depósito y séllelo de manera que solo quede una pequeña abertura de exposición a la atmósfera.

Revise la resistencia del cable conectando un ohmímetro en las cabezas del sensor, la resistencia es de aproximadamente 48.5Ω por km (14.7Ω por cada 1000 pies) de cable de 22 AWG.

Si la resistencia es demasiado alta o infinita, el cable probablemente está roto. Si la resistencia es demasiado baja, los conductores pueden tener un corto.

Refiérase a la resistencia esperada para varias combinaciones de cables a continuación.

Niveles de cabezas del sensor de cuerda vibrante

Rojo/Negro $\cong 180\Omega$

Verde/Blanco 3000Ω a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Cualquier otra combinación de cables tendrá como resultado una medición de resistencia infinita.

APÉNDICE A. ESPECIFICACIONES

Rango (estándar) ¹	7 metros (20 pies)
Sensibilidad (estándar)	1.5 mm (0.06 pulgadas)
Precisión (estándar)**	0,1% F.S.
Linealidad (estándar)	0,15% F.S.
Rango de temperatura	-20 °C a +50 °C
Rango de frecuencia	1400-3500 Hz
Coefficiente térmico	0.05% F.S./°C (típico)
Dimensiones	Sensor: 35 mm (1½ pulgada) de diámetro Carrete: 650 mm (24 pulgadas) de diámetro
Longitud del tubo con líquido ²	100 metros máximo (330 pies)
Diámetro de la tubería enterrada	50 mm (2 pulgadas) de diámetro interior
Conector del cable	10 pines Bendix PTO6A -12 -10 P (SR)

TABLA 2: Especificaciones

Notas:

¹ Otros rangos disponibles a solicitud

² La longitud del tubo con líquido se debe especificar al hacer el pedido

**Esta es la precisión de la calibración del transductor. La precisión del sistema estará más cerca de los 0.25% FS.

APÉNDICE B. DERIVACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TERMISTOR

B.1 RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 3KΩ

Tipos de termistor:

- YSI 44005, Dale #1C3001-B3, Alpha #13A3001-B3
- Honeywell 192-302LET-A01

Ecuación para obtener la resistencia a la temperatura:

$$T = \frac{1}{A+B(\text{Ln}R)+C(\text{Ln}R)^3} - 273.15$$

ECUACIÓN 3: Resistencia de termistor de 3kΩ

Donde:

T = Temperatura en °C

LnR = Registro natural de la resistencia del termistor

A = 1.4051×10^{-3}

B = 2.369×10^{-4}

C = 1.019×10^{-7}

Nota: Coeficientes calculados entre los -50 y los +150 °C.

Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.
201.1 K	-50	15.72 K	-9	2221	32	474.7	73	137.2	114
187.3 K	-49	14.90 K	-8	2130	33	459.0	74	133.6	115
174.5 K	-48	14.12 K	-7	2042	34	444.0	75	130.0	116
162.7 K	-47	13.39 K	-6	1959	35	429.5	76	126.5	117
151.7 K	-46	12.70 K	-5	1880	36	415.6	77	123.2	118
141.6 K	-45	12.05 K	-4	1805	37	402.2	78	119.9	119
132.2 K	-44	11.44 K	-3	1733	38	389.3	79	116.8	120
123.5 K	-43	10.86 K	-2	1664	39	376.9	80	113.8	121
115.4 K	-42	10.31 K	-1	1598	40	364.9	81	110.8	122
107.9 K	-41	9796	0	1535	41	353.4	82	107.9	123
101.0 K	-40	9310	1	1475	42	342.2	83	105.2	124
94.48 K	-39	8851	2	1418	43	331.5	84	102.5	125
88.46 K	-38	8417	3	1363	44	321.2	85	99.9	126
82.87 K	-37	8006	4	1310	45	311.3	86	97.3	127
77.66 K	-36	7618	5	1260	46	301.7	87	94.9	128
72.81 K	-35	7252	6	1212	47	292.4	88	92.5	129
68.30 K	-34	6905	7	1167	48	283.5	89	90.2	130
64.09 K	-33	6576	8	1123	49	274.9	90	87.9	131
60.17 K	-32	6265	9	1081	50	266.6	91	85.7	132
56.51 K	-31	5971	10	1040	51	258.6	92	83.6	133
53.10 K	-30	5692	11	1002	52	250.9	93	81.6	134
49.91 K	-29	5427	12	965.0	53	243.4	94	79.6	135
46.94 K	-28	5177	13	929.6	54	236.2	95	77.6	136
44.16 K	-27	4939	14	895.8	55	229.3	96	75.8	137
41.56 K	-26	4714	15	863.3	56	222.6	97	73.9	138
39.13 K	-25	4500	16	832.2	57	216.1	98	72.2	139
36.86 K	-24	4297	17	802.3	58	209.8	99	70.4	140
34.73 K	-23	4105	18	773.7	59	203.8	100	68.8	141
32.74 K	-22	3922	19	746.3	60	197.9	101	67.1	142
30.87 K	-21	3748	20	719.9	61	192.2	102	65.5	143
29.13 K	-20	3583	21	694.7	62	186.8	103	64.0	144
27.49 K	-19	3426	22	670.4	63	181.5	104	62.5	145
25.95 K	-18	3277	23	647.1	64	176.4	105	61.1	146
24.51 K	-17	3135	24	624.7	65	171.4	106	59.6	147
23.16 K	-16	3000	25	603.3	66	166.7	107	58.3	148
21.89 K	-15	2872	26	582.6	67	162.0	108	56.8	149
20.70 K	-14	2750	27	562.8	68	157.6	109	55.6	150
19.58 K	-13	2633	28	543.7	69	153.2	110		
18.52 K	-12	2523	29	525.4	70	149.0	111		
17.53 K	-11	2417	30	507.8	71	145.0	112		
16.60 K	-10	2317	31	490.9	72	141.1	113		

TABLA 3: Resistencia de termistor de 3KΩ

B.2 RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 10KΩ

Tipo de termistor: Sensor US 103JL1A

Ecuación para obtener la resistencia a la temperatura:

$$T = \frac{1}{A+B(\text{Ln}R)+C(\text{Ln}R)^3+D(\text{Ln}R)^5} - 273.15$$

ECUACIÓN 4: Resistencia de termistor de 10kΩ

Donde:

T = Temperatura en °C

LnR = Registro natural de la resistencia del termistor

A = 1.127670 × 10⁻³

B = 2.344442 × 10⁻⁴

C = 8.476921 × 10⁻⁸


D = 1.175122 × 10⁻¹¹

Nota: Los coeficientes optimizados para un termistor curva **J** entre las temperaturas de 0 °C y +250 °C.

Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.
32650	0	7402	32	2157	64	763.5	96	316.6	128	148.4	160	76.5	192
31029	1	7098	33	2083	65	741.2	97	308.7	129	145.1	161	75.0	193
29498	2	6808	34	2011	66	719.6	98	301.0	130	142.0	162	73.6	194
28052	3	6531	35	1942	67	698.7	99	293.5	131	138.9	163	72.2	195
26685	4	6267	36	1876	68	678.6	100	286.3	132	135.9	164	70.8	196
25392	5	6015	37	1813	69	659.1	101	279.2	133	133.0	165	69.5	197
24170	6	5775	38	1752	70	640.3	102	272.4	134	130.1	166	68.2	198
23013	7	5545	39	1693	71	622.2	103	265.8	135	127.3	167	66.9	199
21918	8	5326	40	1637	72	604.6	104	259.3	136	124.6	168	65.7	200
20882	9	5117	41	1582	73	587.6	105	253.1	137	122.0	169	64.4	201
19901	10	4917	42	1530	74	571.2	106	247.0	138	119.4	170	63.3	202
18971	11	4725	43	1480	75	555.3	107	241.1	139	116.9	171	62.1	203
18090	12	4543	44	1432	76	539.9	108	235.3	140	114.5	172	61.0	204
17255	13	4368	45	1385	77	525.0	109	229.7	141	112.1	173	59.9	205
16463	14	4201	46	1340	78	510.6	110	224.3	142	109.8	174	58.8	206
15712	15	4041	47	1297	79	496.7	111	219.0	143	107.5	175	57.7	207
14999	16	3888	48	1255	80	483.2	112	213.9	144	105.3	176	56.7	208
14323	17	3742	49	1215	81	470.1	113	208.9	145	103.2	177	55.7	209
13681	18	3602	50	1177	82	457.5	114	204.1	146	101.1	178	54.7	210
13072	19	3468	51	1140	83	445.3	115	199.4	147	99.0	179	53.7	211
12493	20	3340	52	1104	84	433.4	116	194.8	148	97.0	180	52.7	212
11942	21	3217	53	1070	85	421.9	117	190.3	149	95.1	181	51.8	213
11419	22	3099	54	1037	86	410.8	118	186.1	150	93.2	182	50.9	214
10922	23	2986	55	1005	87	400.0	119	181.9	151	91.3	183	50.0	215
10450	24	2878	56	973.8	88	389.6	120	177.7	152	89.5	184	49.1	216
10000	25	2774	57	944.1	89	379.4	121	173.7	153	87.7	185	48.3	217
9572	26	2675	58	915.5	90	369.6	122	169.8	154	86.0	186	47.4	218
9165	27	2579	59	887.8	91	360.1	123	166.0	155	84.3	187	46.6	219
8777	28	2488	60	861.2	92	350.9	124	162.3	156	82.7	188	45.8	220
8408	29	2400	61	835.4	93	341.9	125	158.6	157	81.1	189	45.0	221
8057	30	2316	62	810.6	94	333.2	126	155.1	158	79.5	190	44.3	222
7722	31	2235	63	786.6	95	324.8	127	151.7	159	78.0	191	43.5	223

TABLA 4: Resistencia de termistor de 10kΩ

APÉNDICE C. REPORTE DE CALIBRACIÓN TÍPICO



48 Spencer St. Lebanon, N.H. 03766 USA

Settlement Profiler Calibration Report

Model Number: 4651-1-70 kPa

Serial Number: 1304131

Transducer Range: 70 kPa

Cable: 95 m

Tubing: 95 m

Calibration Date: July 19, 2013

Temperature: 21.5 °C

Calibration Instruction: CI-4651

Technician: _____

*tubing filled and gage calibrated with 50 / 50 mix water/anti-freeze, specific gravity 1.041

Height of Water Column m	Reading GK 401 Pos. B	Difference
0.5	9340.0	
1.0	9024.0	316.0
1.5	8706.0	318.0
2.0	8387.0	319.0
2.5	8068.0	319.0
3.0	7748.0	320.0

Calibration Factor G: -0.001570 m / digit

Calibration Factor G: -0.00515 ft. / digit

Thermal Factor K: 0.00511 m / °C

Thermal Factor K: 0.01678 ft. / °C

DO NOT EXCEED 7 m (23 feet) BETWEEN RESERVOIR & TRANSDUCER

Wiring Code: Red and Black: Gage White and Green: Thermistor

The above instrument was found to be In Tolerance in all operating ranges.
The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1
This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon Inc.

FIGURA 3: Reporte de calibración típico

GEOKON®

GEOKON
48 Spencer Street
Lebanon, New Hampshire
03766, USA

Teléfono: +1 (603) 448-1562
Email: info@geokon.com
Sitio web: www.geokon.com

GEOKON
es una empresa **ISO**
9001:2015
certificada