



The World Leader in Vibrating Wire Technology

48 Spencer Street
Lebanon, NH 03766, USA
Tel: 603•448•1562
Fax: 603•448•3216
E-mail: geokon@geokon.com
<http://www.geokon.com>

Manual de Instrucciones

Modelo 6100

Sonda de Inclinómetro MEMS

No se puede reproducir ninguna parte de este manual de instrucciones por ningún medio sin el consentimiento por escrito de Geokon, Inc.

Se cree que la información aquí contenida es exacta y confiable. Sin embargo, Geokon, Inc. no asume ninguna responsabilidad por errores, omisiones o interpretación equivocada. Esta información está sujeta a cambios sin notificación.

Copyright © 2005, 2010, 2012 por Geokon, Inc.

(Doc Rev B, 06/12)

Declaración de Garantía

Geokon, Inc. garantiza que sus productos están libres de defectos en cuanto a materiales y mano de obra, bajo uso normal y operación por un periodo de 13 meses a partir de la fecha de compra. En caso que la unidad no funcionara correctamente, debe regresarse a la fábrica para evaluación, con flete pre pagado. Después que Geokon la haya examinado, si se encuentra que la unidad está defectuosa, será reparada o reemplazada sin cargo alguno. Sin embargo, la GARANTIA es NULA si la unidad muestra evidencia de haber sido manipulada o muestra evidencia de que se dañó como resultado de excesiva corrosión o corriente, calor, humedad o vibración, especificación inapropiada, aplicación equivocada, mal uso u otras condiciones operativas fuera del control de Geokon. No están garantizados los componentes que se desgasten o se dañen por mal uso. Esto incluye fusibles y baterías.

Geokon manufactura instrumentos científicos cuyo uso inapropiado es potencialmente peligroso. Los instrumentos deberán ser instalados y usados solamente por personal calificado. No se ofrecen otras garantías aparte de las declaradas. No hay otras garantías, expresas o implícitas, incluyendo a manera enunciativa pero no limitativa las garantías implícitas de comerciabilidad e idoneidad para un propósito particular. Geokon, Inc. no es responsable por daños o pérdidas ocasionadas a otros equipos, ya sean directos, indirectos, incidentales, especiales o consecuenciales que el comprador pueda sufrir como resultado de la instalación o uso del producto. El único recurso del comprador por cualquier incumplimiento de este convenio por parte de Geokon, Inc. o por cualquier violación de cualquier garantía por parte de Geokon, Inc. no excederá el precio de compra pagado por el comprador a Geokon, Inc. por la unidad o unidades, o del equipo afectado directamente por dicha violación. Bajo ninguna circunstancia Geokon reembolsará al reclamante las pérdidas incurridas al retirar y/o reinstalar el equipo.

Se han tomado todas las precauciones en cuanto a exactitud en la preparación de manuales y/o software, sin embargo, Geokon, Inc. no asume responsabilidad alguna por omisiones o errores que puedan aparecer ni asume responsabilidad alguna por daños o pérdidas que resulten del uso de los productos de acuerdo con la información contenida en el manual o software.

INDICE

Página

1. INTRODUCCIÓN	1
Figura 1 El Sistema de inclinómetro.....	1
2. TEORIA DEL INCLINÓMETRO	2
3. SONDA DEL INCLINOMETRO	6
4. CABLE DEL INCLINÓMETRO	6
5. INSTRUCCIONES DE MANEJO	7
5.1 CONECTANDO EL CABLE A LA SONDA.....	7
5.2 CARRETE DE CABLE	8
5.3 EJECUCIÓN DEL ESTUDIO	8
6. MANTENIMIENTO	9
7. CONCLUSIÓN	10
8. ESPECIFICACIONES	11
NOTAS	11
2. RESOLUCION.....	11
3. REPETIVIDAD	11
4. EXACTITUD TOTAL DEL SISTEMA	11
5. DIMENSIONES	11

LISTA de FIGURAS, TABLAS y ECUACIONES

FIGURA 1. SISTEMA DEL INCLINOMETRO	1
FIGURA 2. TUBERÍA GUÍA DEL INCLINOMETRO	2
FIGURA 3. SONDA DEL INCLINOMETRO	3
FIGURA 4. DESCRIPCION DEL SONDEO	4

1. Introducción

La Figura 1 muestra las partes componentes del sistema del inclinómetro. La sonda está diseñada para ser usada conjuntamente con un cable especial conectado a una consola de lectura y con una tubería guía. Este manual describe el uso y mantenimiento de la sonda y del cable del inclinómetro. Mayores detalles de la operación del sistema de la consola de lectura se pueden encontrar en el manual del modelo GK-604 se podrán encontrar mayores detalles de la consola de lectura, y para la instalación de la tubería guía en el manual de instalación del Modelo 6400 ó Modelo 6500

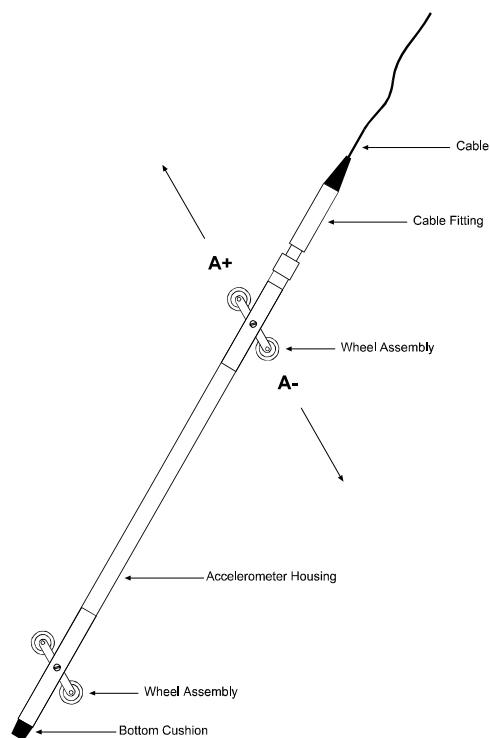


Figura 1 - Sistema del Inclinómetro

2. Teoría del Inclínómetro

En el campo geotécnico los inclinómetros se usan principalmente para medir movimientos de tierra como los que pudieran ocurrir en laderas inestables (derrumbes) o un movimiento lateral alrededor de excavaciones en proceso. También se usan para monitorear la estabilidad de terraplenes, muros de retención en suelos blandos, la aplicación y desviación de pilotes hincados o barrenos perforados y en los asentamiento de tierra en rellenos y plantillas en tanques de almacenamiento.

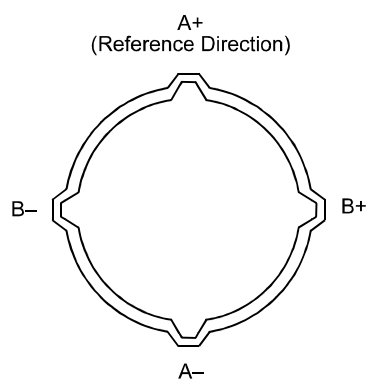


Figura 2 - Cubierta del Inclínómetro

En todas estas situaciones es normal instalar una tubería guía en un barreno previamente perforado, fijarlo dentro de una estructura de concreto o enterrarla debajo de una presa o instalaciones similares. La tubería guía del inclinómetro tiene cuatro ranuras ortogonales (Figura 2) diseñadas para adaptar las ruedas de la sonda de un inclinómetro portátil (Figura 3). Esta sonda, suspendida en el extremo de un cable conectado a un dispositivo de lectura, se usa para examinar la inclinación de la tubería guía con respecto a la vertical (u horizontal) y de esta manera detectar los cambios en inclinación provocados por movimientos de tierra.

La propia sonda contiene dos sensores MEMS (Sensores Micro Electromecánicos), acelerómetros, los cuales se flexionan cuando actúan por la fuerza de gravedad, esto cambia su capacitancia y su voltaje de salida.

Debido que el voltaje de salida es proporcional al seno del ángulo de inclinación, la salida también es proporcional a la desviación horizontal del barreno (ó la desviación vertical de un barreno horizontal).

Para obtener un estudio completo de la tierra a lo largo de la tubería guía de un inclinómetro instalado, es necesario tomar una serie de mediciones de la inclinación a lo largo de la tubería guía. Típicamente una sonda de un inclinómetro tiene dos juegos de ruedas separadas por una distancia de 2 pies (sistema Inglés) o .5 metros (sistema Métrico). El sondeo de la tubería guía comenzaría bajando la sonda al fondo de la misma para tomar lecturas. Se irán tomando lecturas con la sonda a intervalos de 2 pies (sistema Inglés) o .5 metros (sistema Métrico) hasta que se llegue a la parte superior de la tubería guía. Al conjunto de lecturas generadas se le llama lecturas A+, de acuerdo a las marcas en el cable con un espaciado de 2 pies (sistema Inglés) o .5 metros (sistema Métrico) facilitan el proceso). A continuación se retira la sonda de la cubierta, se gira 180°C, se vuelve a colocar en la tubería guía, se baja la sonda hasta el fondo del barreno y se obtiene un segundo conjunto de lecturas (el conjunto A-) en lo que se levanta la sonda al intervalo de lectura.

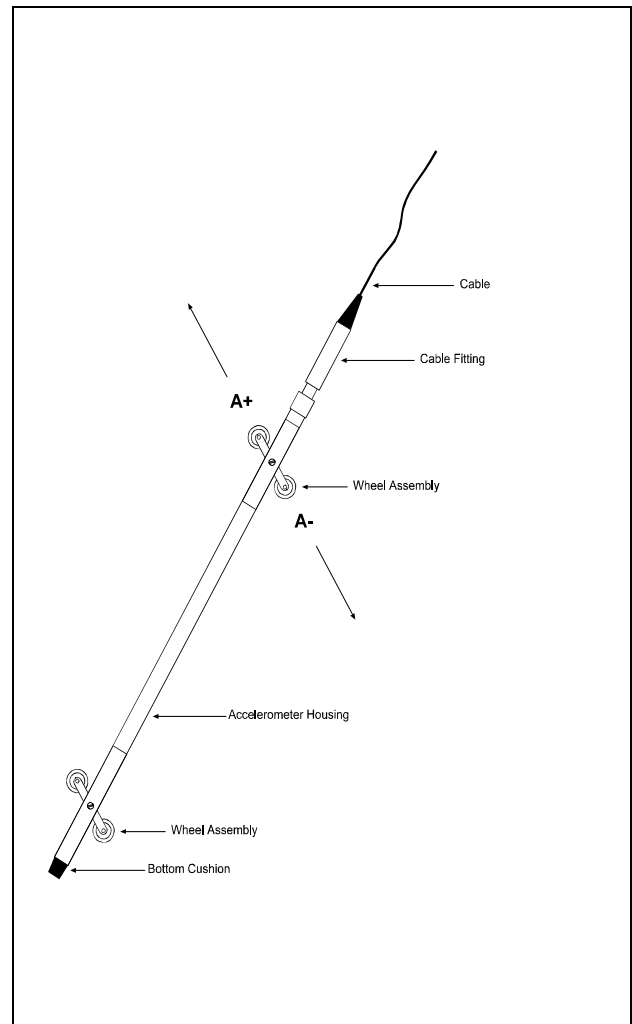


Figura 3 - Sonda del Inclinómetro

Las sondas de los inclinómetros usualmente contienen dos acelerómetros con sus ejes orientados 90°C uno del otro. El eje A está en línea con las ruedas (Figura 3) con el eje B en dirección ortogonal. Por consiguiente, durante el estudio, en lo que se obtienen las lecturas A+, A-, también se registran las lecturas B+, B-.

Durante la reducción de datos estos dos conjuntos de lecturas (A+, A- y B+, B-) se combinan (restando un conjunto de lecturas del otro) de tal manera que **el efecto de cualquier compensación a cero** del equilibrio de fuerzas del acelerómetro *se elimina completamente*. (Esta compensación a cero es la lectura obtenida de la sonda del inclinómetro cuando cuelga verticalmente. Idealmente la compensación (o deflexión) sería cero, pero usualmente es cero y esta compensación a cero puede cambiar durante la vida de la sonda debido al desplazamiento del transductor, por desgaste

y daño de las ruedas o más probablemente debido a una sacudida del transductor ocasionado al caerse o que se pegue muy fuerte contra en el fondo de la tubería guía.)

Las inspecciones posteriores de la tubería guía del inclinómetro, cuando se comparan con las lecturas originales, revelarán los cambios de inclinación de la tubería guía y los lugares en los que se están efectuando estos cambios. Un estudio del cambio de inclinación ($L \sin \theta$) se lleva a cabo mejor calculando la compensación horizontal de las ruedas superiores con relación a las inferiores sobre el intervalo de lectura (L) del estudio (usualmente las ruedas base de la sonda, 2 pies para sistemas Ingleses, .5 metros para sistemas Métricos). En cada posición del inclinómetro las dos lecturas tomadas en cada eje (A+, A- y B+, B-) se restan dejando una medida de $\sin \theta$. Este valor se multiplica por el intervalo de lectura (L) y el factor apropiado para producir la deflexión horizontal en unidades de ingeniería (pulgadas para sistema Inglés, centímetros o milímetros para Métrico). Estas compensaciones se comparan con las del estudio original y después las diferencias acumuladas para producir un perfil de deflexión como se muestra en la Figura 4.

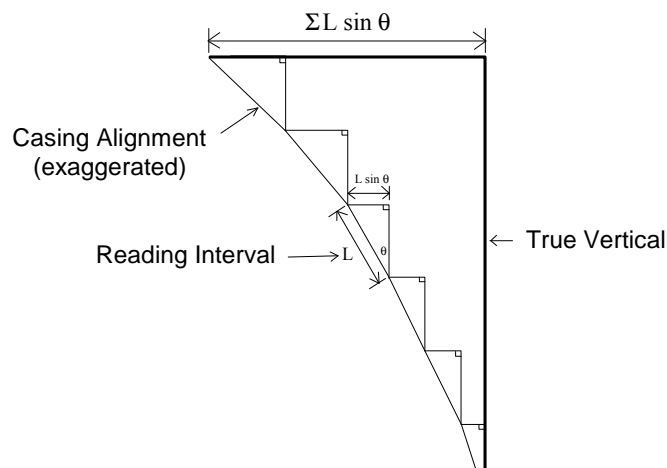


Figura 4 - Descripción del Análisis del Inclinómetro

Cuando todas estas deflexiones incrementales horizontales se acumulan y trazan comenzando en la parte inferior del barreno, el resultado neto es producir trazo del cambio en la deflexión horizontal entre el tiempo del estudio inicial y el tiempo de cualquier estudio posterior. Ver Figura 5. El trazo de esta deflexión nos va a mostrar a qué profundidad está ocurriendo el movimiento y su magnitud.

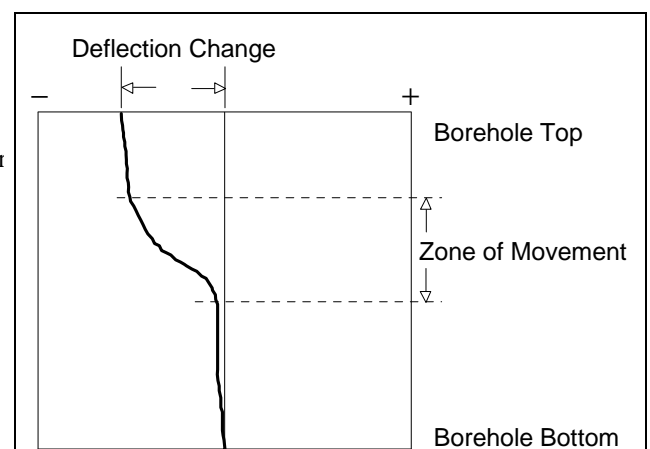


Figura 4 - Trazo que muestra las deflexiones en un barreno

Otros métodos de análisis pero generalmente añaden poca comprensión al global de la situación. Por ejemplo, usando un solo conjunto de datos, se puede crear un perfil del barreno. También, se puede trazar el cambio real en la lectura (inclinación) en cada incremento de profundidad de la medición. Un trazado de esta naturaleza revela las profundidades a las cuales está ocurriendo el movimiento., aunque esta información se puede obtener del cambio en la curva de deflexión con poca dificultad.

Otro análisis es la Suma de Comprobación (o Comprobación del Instrumento) el cual se puede usar para medir la calidad de los datos del análisis. La calidad de los datos se puede ver afectada por cualquiera o por todas las siguientes causas:

- n *Saltar o duplicar una lectura.*
- n *No permitir tiempo suficiente para que el inclinómetro descanse antes de tomar la siguiente lectura.*
- n *Mal funcionamiento de la sonda, cable o instrumento de lectura. Esto puede ser el resultado de un golpe, humedad, batería baja, aberturas o corto circuitos en el cable o sonda, etc.*
- n *Falta de cuidado al posicionar las ruedas para que no estén en la misma parte de la tubería guía cubierta de un estudio a otro.*
- n *Posicionar las ruedas en la parte superior de la junta de la tubería guía, por lo que la lectura es inestable o simplemente errónea.*

El análisis de Suma de Comprobación se efectúa añadiendo las lecturas A+, A- y las lecturas B+, B-. Cuando se ha efectuado esto, la parte de la lectura debido a la inclinación se elimina dejando solamente un valor que es equivalente a dos veces la compensación a cero del transductor del inclinómetro. Ver el Manual de la Consola de Lectura GK-604 para mayor información sobre el análisis de Suma de Comprobación y para una descripción más detallada del proceso de la toma de lecturas con el uso de la consola de lectura. Para mayores detalles concernientes a la instalación de la tubería guía del inclinómetro, consulte el manual para la tubería guía del Inclinómetro Modelo 6400 ó Modelo 6500.

3. Sonda del Inclinómetro

La Figura 3 muestra las partes componentes de la sonda del inclinómetro. Una carcasa cilíndrica de acero inoxidable contiene uno (sonda uniaxial) o dos (sonda biaxial) acelerómetros MEMS. En cada extremo de esta carcasa se encuentra un montaje que contienen pares de ruedas con carga por muelles, acondicionado con cojinetes de rodillos sellados y diseñados para ajustarse a las ranuras estándar de la carcasa de un inclinómetro.

En la base de la sonda hay un cojín amortiguador de hule diseñado para reducir los choques por carga en el acelerómetro en caso que la sonda caiga en una superficie sólida. Este último punto es muy importante. Los acelerómetros son capaces de soportar cierta cantidad de manejo rudo, (choques <2000g) aunque al permitir que la sonda caiga contra superficies duras puede dañar permanentemente el acelerómetro, lo que requeriría reparaciones de

fábrica costosas. Por lo tanto es importante manejar la sonda con cuidado en todo momento. En la sección 6.4 se proporcionan discusiones adicionales sobre este tópico.

En la parte superior de la sonda hay un aditamento que contiene el conector del cable. En modelos posteriores de la sonda el aditamento del cable es desprendible (sólo en fábrica) para facilitar el reemplazo del conector en caso que se dañe. El conector es Bendix de 6 pines, el cual en modelos posteriores tiene un revestimiento de acero inoxidable y está sellado herméticamente (aislamiento de vidrio). Se proporciona una tapa rosca para proteger el conector cuando no está conectado al cable. El aditamento del cable también tiene una rondana diseñada para sellar el conector en el cable y de esta manera hacer la conexión a prueba de agua.

4. Cable del Inclinómetro

El cable del inclinómetro está diseñado para ser resistente. El cable tiene un hilo central trenzado de Kevlar, con una resistencia a la fractura de 350 kgm, lo que evita con efectividad que el cable se alargue y permita un fuerte jalón en el inclinómetro si llegara a atorarse en la tubería guía. Se debe notar que este hilo de Kevlar está firmemente adherido al conector del cable inferior para que el cable no se pueda jalar del conector.

El cable también está diseñado para servir como un marcador de profundidad y tiene marcadores de aluminio embebidos en la funda de poliuretano en intervalos iguales a la distancia entre las ruedas de la sonda del inclinómetro (0.5 metros o 2 pies).

Se proporciona una tapa rosca para proteger el conector del cable cuando no está en uso.

El conector del cable superior es un conector Lemo que se enchufa la unidad de interfase (independiente o montada en carrete) del sistema de la consola de lectura GK-604.

5. Instrucciones de Operación

5.1 Conectando el cable a la sonda

Una manera frecuente de dañar al sistema del inclinómetro es el acoplamiento descuidado del cable a la sonda. Existen chavetas y chaveteros en el revestimiento de las dos mitades coincidentes diseñados para evitar que las pinzas de conexión se dañen. Pero con el uso repetido, las chavetas y chaveteros se pueden desgastar y permitir un mal alineamiento de las pinzas y enchufes. Al forzar la unión de las dos mitades del conector se doblarán o romperán las pins. Por consiguiente siempre se debe tener gran cuidado en asegurarse de que las pins queden alineadas con los enchufes antes de empujar para unir las dos mitades. Algunos operadores evitan el posible desgaste del conector al conectar y desconectar repetidamente, dejando el cable conectado permanentemente a la sonda. Este procedimiento es recomendado cuando la sonda esté sujeta a un uso continuo.

Como se mencionó anteriormente, el conector en la sonda tiene una rondana localizada en la cara superior. Esta rondana evita que entre agua al conector, ésta es una consideración muy importante cuando la sonda esté funcionando bajo el agua. Es vital que esta rondana se mantenga limpia y libre de cortes, muescas o peladuras. Siempre verifique la rondana antes de hacer la conexión. Una ligera aplicación periódica de lubricante prolongará la vida de esta junta. Se proporcionan cinco rondanas de repuesto en cada nueva sonda.

Es importante también asegurarse de que la superficie plana en la cara del conector del cable, la superficie que hace contacto con la junta tórica, esté limpia y libre de raspaduras.

El procedimiento para la conexión del cable es como sigue:

- a.) Verifique ambos conectores para ver si están libres de tierra, humedad ó daño.
- b.) Alinee las pins con los enchufes y suavemente haga coincidir las dos mitades. Evite a toda costa torcer y friccionar las dos mitades de los conectores.
- c.) Apriete la tuerca de presión con cabeza moleteada en la mitad del cable de los conectores. Apriete con los dedos hasta donde pueda y después usando una llave en las partes planas de la tuerca de presión y sosteniendo la abrazadera del cable, apriete suavemente lo suficiente para comprimir la rondana y hacer que las dos superficies metálicas hagan contacto. **Nota:** es mejor dejar que la sonda cuelgue libre en lo que aprieta el conector, evitando torcer las mitades del conector.

No apriete de más, solo un poco más del apriete con los dedos es todo lo que se necesita. (El apretar de más puede torcer el conector y dañar los pins).

- d.) Mantenga las dos tapas protectoras en un lugar seguro y siempre vuelva a colocarlas en los conectores cuando el cable esté desconectado de la sonda.

5.2 Carrete del Cable

Las partes de repuesto o cables de reemplazo se suministran en carretes de madera. Para usarse con la consola de lectura GK-604 existen dos opciones: a) para aquellos usuarios que no deseen utilizar el carrete, el cable se conectará directamente a la unidad de interfase Modelo GK-604-4. B) para aquellos que prefieran un cable con su carrete el cable se conectará a la interfase montada en el carrete Modelo GK-604-3 que se integra a la unidad de lectura GK- 604-1.

Los carretes de cable con manivelas manuales también están disponibles con un costo adicional. Los rollos son útiles para guardar el cable ordenadamente cuando no están en uso. Cuando se usan los rollos es normal desenrollar lo suficiente el cable antes de comenzar un sondeo.

Para barrenos profundos con tuberías guías donde el cable llega a ser muy pesado para manejarlo manualmente, se usan carretes motorizados con engranajes de anillos deslizantes

Cuando no se usan carretes el operador frecuentemente usa una caja o con tapa abierta de madera o cartón para enrollar ligeramente el cable y de esta forma lo pueda desenrollar fácilmente sin enredarlo durante el sondeo..

5.3 Efectuando el sondeo

(Para detalles adicionales de cómo configurar la sonda le sugerimos ver también el manual de instrucciones de la Consola de Lectura GK-604).

5.3.1

Si una polea de ensamble la va a ocupar asegúrela en la parte superior de la tubería guía del inclinómetro apuntando ésta en la dirección A+ (la dirección A+ normalmente se selecciona como la dirección del movimiento anticipado). La dirección A+ se debe marcar en la tubería guía.

5.3.2

Si el cable está conectado a la interfase montada dentro del carrete donde se enrolla el cable Modelo GK-604-3, desenrolle el cable lo suficiente para que la sonda llegue al fondo de la tubería guía.- Si no se usa el carrete, conecte el cable a la interfase (Modelo GK-604-4) y siga use el MENU para configurar la sonda MEMS (Ver instrucciones del modelo GK-604)

5.3.3

Oriente la sonda para que el eje superior de las ruedas de la misma se encuentre en la ranura de la tubería guía se localice en la ranura denominada A+. Esto nos debe asegurar que la dirección A+ corresponda a una salida positiva de voltaje con la inclinación en aumento.

5.3.4

Baje cuidadosamente la sonda al fondo de la tubería guía. No permita que la sonda caiga libremente al fondo y no permita que el cable se deslice entre sus manos. Se tiene la tentación de hacer esto para acelerar las cosas, pero se corre el riesgo muy grave de permitir que la sonda golpee duro contra en el fondo de la tubería guía y dañe el acelerómetro que se encuentra dentro de la sonda. [Una buena práctica es colocar un acolchado suave en el fondo de la tubería guía para evitar toda posibilidad de daño por choque a la sonda].

5.3.5

Si cuenta con una polea en la parte superior de la tubería guía y es de las dimensiones del cable de forma tal que permita detener el cable, levante la sonda hasta que la marca del cable más cercana y descanselo justo alrededor de las mandíbulas del montaje de poleas (o, si la polea no se usa, hasta que el marcador del cable más cercano descansa en la parte superior de la tubería guía). Asegure el cable con las mandíbulas y tome una primera lectura siguiente las instrucciones del manual de la consola de lectura.

5.3.6

De el tiempo suficiente para que la sonda logre la estabilidad de la temperatura. (Observe la lectura de la consola hasta que se muestre estabilidad en las lecturas). Tome la primera lectura siguiendo las indicaciones de su manual GK-603 ó GK-604

5.3.7

Levante la sonda hasta que el siguiente marcador del cable descansa justo alrededor de las mandíbulas. Espere dos segundos y tome una lectura. Repita este proceso hasta que la sonda llegue a la parte superior de la tubería guía. Es vital que la sonda esté estacionaria en cada lectura y que se permita que pase tiempo suficiente (dos segundos) para que la sonda se asiente antes de tomar una lectura.

5.3.8

Retire la sonda de la tubería guía, gire 180° hasta que la rueda superior esté en la dirección A- y después baje la sonda una vez más hasta el fondo de la tubería guía. Avance a la posición 2 de la consola de lectura (GK-603 ó GK- 604; ver las instrucciones de la GK-604) y repita los procedimientos citados en sección 5.3.7

5.3.9.

Cuando el sondeo se haya terminado guarde los datos en un archivo. Limpie y seque la sonda. Re instale el tapón del conector de la sonda y ésta guárdela en su maletín. El cable debe de limpiarse y enrollarse

6. Mantenimiento

La sonda del inclinómetro es una unidad totalmente sellada y, como tal, no se requieren ajustes en el campo.

6.1

El mantenimiento de la arandela o rondana en el conector requiere que se mantenga limpia y libre de cortes y muescas. Se recomienda engrasarla periódicamente con lubricante. Una rondana gastada o dañada se debe reemplazar con una nueva (se proporcional cinco rondanas con cada sonda nueva).

6.2

Asegúrese que los conectores estén completamente secos antes de colocar las tapas protectoras. De lo contrario podría presentarse corrosión como resultante.

6.3

Los montajes de las ruedas se deben mantener secos cuando estén almacenados. Se deben mantener libres de tierra usando una pistola de aire comprimido para quitar el polvo. **Después de cada sondeo rocíe los muelles, pivotes y ejes con aceite ligero.**

6.4

Si la compensación a cero cambia debido al tiempo en uso ó rudo uso, esto no afectará la calidad o exactitud de las lecturas debido a que la compensación se quita tomando dos conjuntos de lecturas en las direcciones A+ y A-. Sin embargo, si la compensación a cero cambia en más de 5000 dígitos entonces se debe regresar la sonda a la fábrica para reparación.

La compensación se puede fijar a cero en cualquier momento usando el software dentro de la consola de lectura GK-603 y Model GK-604 (Ver página 33 del manual GK-603 ó página 10 de la consola GK-604)

6.5

Una buena práctica es tener una parte de la tubería guía del inclinómetro sujeta permanentemente a una estructura inmóvil fija en el laboratorio. Esta tubería guía se usa como una verificación periódica sobre la calibración de la sonda. Colocar la sonda en la tubería guía debe dar una lectura que no cambia con el tiempo.

7. Conclusión

La sonda del inclinómetro es un instrumento de precisión altamente sensible y se debe manejar con cuidado en todo momento. Si se ha caído la sonda o se golpeará duro contra el fondo de la tubería guía, el acelerómetro puede sufrir un daño serio que requiere reparaciones costosas. Con un manejo cuidadoso y adecuado mantenimiento la sonda tendrá una larga vida y dará un servicio excelente.

8. Especificaciones

Modelo No:	6100-1M (Sonda Métrica)	6100-1E (Sonda Inglesa)
Base de la Rueda:	0.5m o 1.0m	2 pies
Sensores:	2 acelerómetros MEMS	2 acelerómetros MEMS
Rango (100% F.S.):	$\pm 30^\circ$	$\pm 30^\circ$
Salida a escala máxima:	± 4 VDC	± 4 VDC
Resolución:	.025 mm /500mm	.0001 ft/ 2 ft
Repetibilidad:	± 1 mm/30m	. ± 0.05 in/100ft
Exactitud total del sistema:	± 4 mm/ 30 m	± 0.17 pulg/ 100 pies
Rango de temperatura:	$- 20^\circ$ a 50° C	$- 4^\circ$ a 122° F
Coefficiente de temperatura:	<.0002% F.S./ $^\circ$ C	<.0002% F.S./ $^\circ$ F
Supervivencia al choque:	2000g	2000g
Dimensiones:	700 \times 25 mm dia.	32 \times 1 pulg. dia.
Peso (con la cubierta):	7.5 kg	16 lb

Notas

1. Rango/Escala máxima:

La sonda produce cuatro voltios a una inclinación de 30° de la vertical. Se hace referencia a estos parámetros como una escala máxima. La operación más allá de esta inclinación no es posible.

2. Resolución:

La resolución que se muestra en la tabla anterior es cierta solamente en el rango de $\pm 5^\circ$ de la vertical. Más allá se reduce la resolución por un factor igual a $1/\cos$ del ángulo de la vertical. Por ejemplo la resolución a 0 grados de la vertical es 10.3 arcosegundos y la resolución a 15° grados de la vertical es $10.3 \times 1/0.966 = 10.7$ arcosegundos. Las cifras dadas asumen que la consola de lectura puede detectar un cambio de salida de 0.0005 VCD.

3. Repetibilidad:

La cifra que se muestra aplica al uso de una sola sonda usada repetidamente sobre un período de tiempo corto en un solo barreno.

4. Exactitud total del sistema:

En la práctica, la exactitud del sistema está controlada principalmente por la precisión con la que se puede posicionar el inclinómetro exactamente a la misma profundidad en la tubería guía, de un sondeo a otro sondeo. Los factores tales como basuras en la tubería guía o daño a la misma también tienen su efecto. La exactitud indicada asume que los sondeos se llevan a cabo en un periodo de tiempo de una manera adecuada y que la tubería guía está dentro del rango de 5 grados de inclinación respecto de la vertical.

5. Dimensiones:

La sonda está diseñada para uso en todos los tamaños de cubiertas hasta de 85 mm de diámetro interno(ID, 3.34pulg.). El diámetro de la rueda es de 30 mm. El conector del cable añade 150 mm a la longitud de la sonda.