

Bases nivelantes para topografía –
White Paper
Características e influencias



Marzo de 2010

Daniel Nindl
Heerbrugg, Suiza

Bases nivelantes para topografía – Características e influencias

Daniel Nindl

Resumen

Este documento presenta una descripción de los diversos factores y propiedades de las bases nivelantes para topografía. Proporciona información completa para el topógrafo con el objetivo de garantizar levantamientos de la máxima calidad. Además, resume las influencias a las que puede estar sujeta una base nivelante. Tras la lectura, debe quedar claro cuáles son los puntos importantes de reflexión. Las bases nivelantes tienen cuatro funciones principales:

1. Conectar el instrumento con el área de soporte (trípode, pilares, etc.).
2. Fijar el instrumento a la base nivelante (mediante un mecanismo de fijación).
3. Posibilitar la nivelación del instrumento dentro de un alcance determinado.
4. Proporcionar una orientación estable durante un periodo de tiempo.

Estas funciones se explican detalladamente más adelante.

Introducción

Dado que es una importante medición de calidad, a menudo mal entendida, se explica el significado de la histéresis y se aplica su ancho de banda a distintos modelos de bases nivelantes. Distintas mediciones confirman determinados niveles de calidad. También se abordan otros aspectos como el ajuste especial del par instrumento < > base nivelante, además de cuestiones geométricas, principios mecánicos y procedimientos de ensayo estandarizados.

En el caso de los accesorios Leica Geosystems originales, se apuesta por un claro compromiso con las normas de calidad y a los clientes de Leica se les proporciona suficiente información y datos sobre las especificaciones de los productos Leica.

Las bases nivelantes para topografía son accesorios importantes para diversas aplicaciones topográficas. Normalmente se consideran un accesorio fiable, por lo que los topógrafos no suelen tener en cuenta la influencia que su enlace al suelo (bases nivelantes y soportes) puede tener en las mediciones. No obstante, para obtener cierto nivel de precisión y fiabilidad

es necesario considerar todos los posibles efectos en las mediciones. Lo habitual es concederle una gran importancia a las especificaciones y la precisión de la estación total o del instrumento en cuestión, pero a menudo se pasa por alto la función de los accesorios con respecto a la aplicación prevista y sus posteriores resultados. Algunas aplicaciones requieren calidades con un margen de centímetros para las coordenadas 3D. Sin embargo, hay otras tareas que necesitan una precisión mucho mayor. Para estas tareas es esencial realizar un análisis profundo de la influencia y el tratamiento de las posibles fuentes de errores.

Este documento resume los factores clave relativos a las bases nivelantes para topografía que pueden repercutir en las mediciones, especialmente las angulares. La precisión de centrado y la coincidencia de la orientación de la base nivelante con la orientación de los instrumentos durante un periodo de tiempo son dos ejemplos que pueden tener un efecto crucial en los resultados del levantamiento. Si se obvian estos factores normalmente se reduce la calidad de la medición. Todas las bases nivelantes de Leica Geosystems tienen en cuenta estos importantes factores. Leica Geosystems recurre a sofisticadas técnicas de fabricación y estrictos controles de calidad y montaje para garantizar la máxima calidad de las bases nivelantes Leica.

El presente documento se divide en los siguientes apartados:

- Componentes
- Modo de funcionamiento
- Criterios de calidad
- Recomendaciones para el usuario

Componentes y características generales

En general, una base nivelante consiste en una placa base y una placa superior conectadas a través de tres espárragos roscados (véase la figura 1).

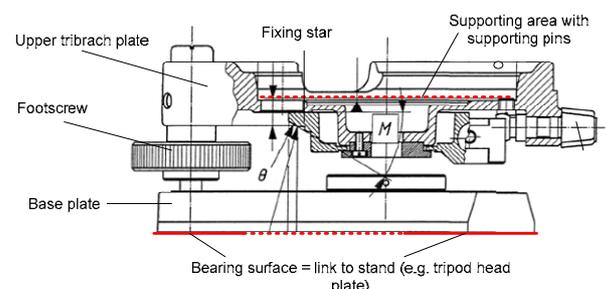


Figura 1 - Sección transversal de una base nivelante GDF121 de Leica

Al girar los tornillos niveladores, la placa superior de la base nivelante se mueve con respecto a la placa base. Al girar los tornillos niveladores de un modo distinto, la placa superior de la base nivelante puede alcanzar un ángulo de inclinación (con respecto a la placa base) de unos 10°.

Un requisito esencial para lograr un horizonte nivelado para el instrumento es la consecución de un plano horizontal proyectado a través de los pasadores de soporte de la placa superior de la base nivelante (véanse las flechas rojas de la figura 2).

Lo ideal es que la burbuja esté paralela al plano de referencia o como mínimo dentro de la tolerancia especificada del nivel circular (por ejemplo la especificación del nivel circular Leica Geosystems GDF121 es de 8', véase la figura 4). Las líneas rojas de la figura 1 indican los planos inferior y superior proporcionando, por una parte, el plano de referencia para el instrumento y, por otra, el enlace para la zona de soporte del cabezal del trípode, del pilar de medición, etc. Su nivelado es una característica geométrica necesaria para garantizar la perpendicularidad del eje vertical de su instrumento con respecto al horizonte.

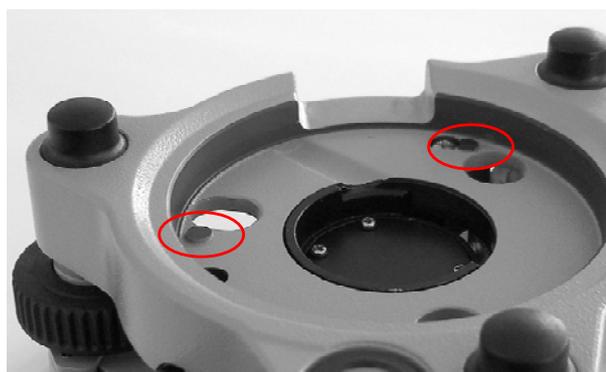


Figura 2 - Pasadores de soporte en la placa superior de la base nivelante Leica GDF121

Plomada óptica

La óptica de las bases nivelantes Leica Geosystems cumple los estrictos estándares de Leica para proporcionar una imagen perfecta, nítida, recta y sin distorsiones.



Figura 3 - Vista detallada de la plomada óptica del GDF121

El ajuste del ocular de la plomada garantiza un movimiento suave y uniforme sin retrocesos. Entre sus características se encuentran:

- **Ampliación** 2x
- **Campo de visión** 6° +-1°
- **Alcance de ajuste del ocular:** ±5 dioptrías
- **Precisión de centrado** ±0,5 mm @ 1,5 m
- **Alcance de enfoque** Ilimitado desde 0,35 m
- **Imagen de centrado** 2 círculos concéntricos
- **Ajuste de la imagen** Ajustable

Su diseño proporciona un manejo ergonómico al usuario para lograr un proceso de enfocado rápido y cómodo durante el centrado de la marca de levantamiento. Aunque algunas tareas topográficas no requieren el uso de plomadas ópticas y otras recurren a instrumentos con plomada láser, hay algunas, como el centrado poligonal forzoso, que difícilmente podrían llevarse a cabo sin bases nivelantes con plomadas ópticas.

La gama de accesorios y bases nivelantes de Leica Geosystems ofrece el modelo adecuado para cada tarea...

Nivel circular

Los niveles circulares de las bases nivelantes de Leica Geosystems tienen una especificación de 8'/2mm (lo que significa que una inclinación del plano de 8' mueve la burbuja 2 mm). La burbuja puede ajustarse con tres tornillos allen, lo que brinda la posibilidad de asegurarse de que permanece bien calibrada con respecto al círculo impreso en el centro del cristal. Como referencia pueda usarse por ejemplo un nivel (como el soporte para prismas GZR2 de Leica) o la propia estación total: (1) asegúrese de que el instrumento está calibrado; (2) utilice el nivel digital para nivelar la estación total, girando el instrumento 180° para asegurarse de que el nivel digital (o analógico) está centrado; (3) ajuste el nivel circular de la base nivelante mediante el pasador de ajuste (que se suministra en el estuche de la estación total o con la base nivelante).



Figura 4 - Vista detallada del nivel circular GDF121

Zonas de soporte / Pasadores de soporte

El diseño mecánico y el tratamiento (con endurecimiento especial) de las superficies de las zonas de soporte también es una característica fundamental para crear una conexión sólida y sin deslizamientos con la placa del cabezal del trípode (véanse las figuras 2 y 5).



Figura 5 - Cara inferior de la placa base de la base nivelante Leica GDF121. El detalle corresponde a una de las tres zonas de soporte (puntos)

Aspectos históricos de diseño

En la figura 6 aparece un antiguo modelo de la base nivelante Wild de Leica, el GDF6, (ya no está disponible) que se utilizaba como base nivelante estándar de varios instrumentos (como el Wild T16). El corte (1) de la figura 6 se usaba para fijar el instrumento permanentemente en la misma posición en las bases nivelantes (los instrumentos antiguos tenían un saliente compatible) para evitar errores de centrado en las aplicaciones especiales. El orificio (2) era para el canal de luz para la lectura del círculo horizontal. Los modelos actuales no cuentan con este orificio (2) ya que está desfasado: no hay ningún dispositivo que lo utilice. Sin embargo, el corte (1) aún es necesario para algunos instrumentos (como el Leica TDA5100).

Poco después de su comercialización, aparecieron las primeras imitaciones y algunos fabricantes aún siguen haciendo modelos con orificios sin saber por qué...

Las bases nivelantes de Leica Geosystems siguen siendo compatibles para que pueda hacer un uso flexible y eficiente de su equipo.

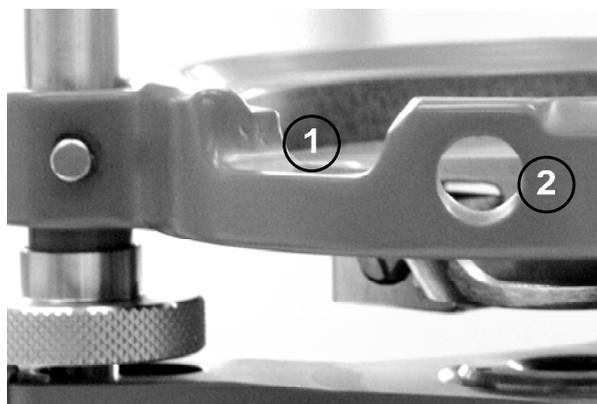


Figura 6 - Vista detallada de la base nivelante WILD GDF6

Modo de funcionamiento

Aunque una base nivelante puede parecer un simple dispositivo de conexión entre el instrumento y su soporte, requiere un diseño mecánico muy sofisticado para garantizar un funcionamiento suave durante toda su vida útil. Una de sus principales funciones es fijar el instrumento a la base nivelante. Por lo tanto, el brazo de fijación (G) se gira (cerrado/abierto) para presionar la brida de fijación del mecanismo de bloqueo (E) sobre los espárragos de sujeción (A).

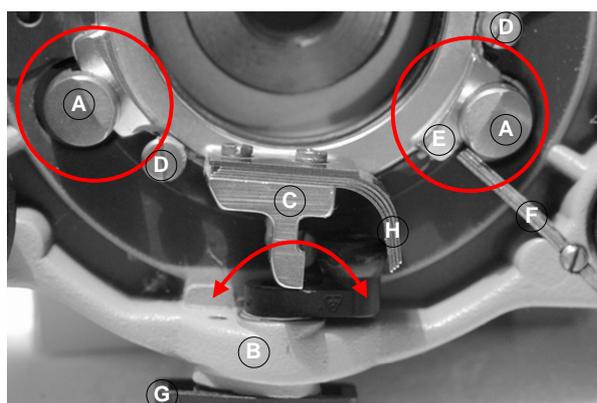


Figura 7 - Vista detallada (desde abajo) de la placa superior de la base nivelante que muestra el instrumento fijado

- A Espárragos del instrumento
- B Placa superior de la base nivelante
- C Mecanismo de bloqueo – Soporte del muelle

- D Tornillos de soporte del mecanismo de bloqueo – En otros modelos se utiliza un inserto en forma de anillo
- E Mecanismo de bloqueo – Brida de fijación
- F Muelle de orientación
- G Brazo de fijación de la base nivelante
- H Mecanismo de bloqueo - Muelle

Para que el mecanismo de sujeción funcione, el instrumento debe estar colocado en la base nivelante. Aunque parece sencillo, la posición inicial de los espárragos del instrumento (véase la figura 8) es arbitraria. Si se libera la abrazadera, se suelta el muelle de orientación.

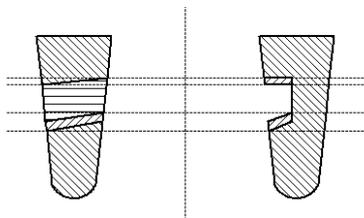


Figura 8 - Sección transversal de los espárragos del instrumento

Cuando se aprieta la abrazadera, el espárrago del orificio 1 (véase la figura 9) experimenta una presión hacia su extremo a través del muelle de orientación. Además, el anillo del mecanismo de bloqueo gira de un modo ligeramente excéntrico debido a la posición no concéntrica del brazo de sujeción.

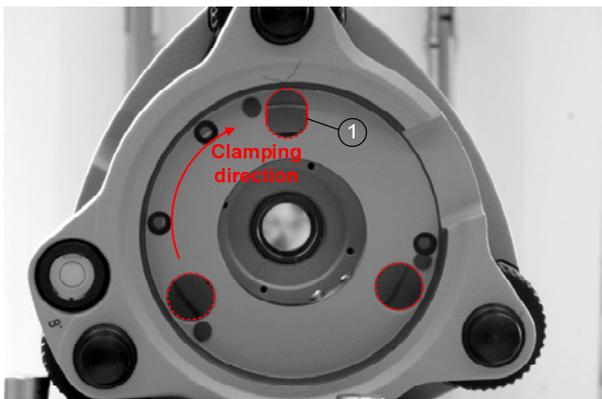


Figura 9 - Vista de la placa superior de la base nivelante en la que se ven los orificios para los espárragos del instrumento y se indica la dirección de fijación

La combinación del diseño especial de las bridas de sujeción E (véase la figura 10b) con el corte inclinado de los espárragos del instrumento, produce un aumento de la presión al cerrar la abrazadera. Después, el mecanismo de bloqueo (estrella de fijación) presiona los espárragos del instrumento contra la placa

superior de la base nivelante. De este modo el instrumento queda fijado.

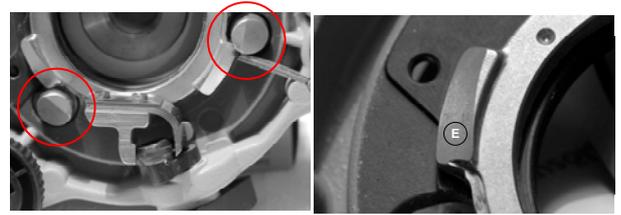


Figura 10a+b - Vista detallada (desde abajo) de la placa superior de la brida nivelante que muestra el instrumento suelto (a); Vista detallada de la brida de fijación (b)

La brida de fijación E (véase la figura 10b) es una pieza especialmente importante para garantizar una función de fijación perfecta.

El diseño, el proceso de fabricación y el control de calidad del anillo del mecanismo de fijación de las bases nivelantes de Leica Geosystems cumple estrictos estándares tradicionales para garantizar un funcionamiento adecuado y una larga vida útil.

Criterios de calidad

Algunas de las características de las bases nivelantes se definen en una norma ISO que establece estándares generales para los fabricantes. También debe garantizarse la intercambiabilidad entre instrumentos. Además de los elementos de diseño mecánico, en la siguiente norma se define una de las mediciones de precisión más importantes (la rigidez torsional):

Norma ISO 12858-3

Rigidez torsional (Histéresis)

“La base nivelante ha de poder absorber, sin que se produzca una deformación permanente, la torsión que se produce al utilizar el instrumento.”
[ISO12858-3]

Esta afirmación se refiere a su segunda función principal: fijar el instrumento en la base nivelante durante todo el proceso de medición. Es importante basarse en la orientación inicial de la base nivelante para lograr mediciones de ángulos horizontales (y verticales) precisas y poder garantizar posteriormente la orientación global de los instrumentos.

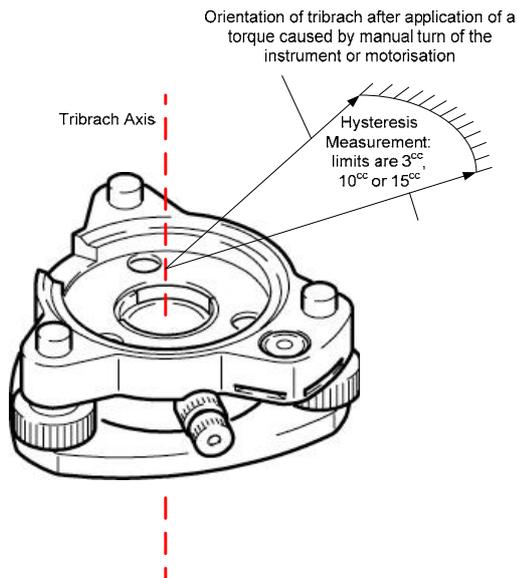


Figura 11 - Ilustración del significado de histéresis

Tanto si se usa un instrumento manual como uno automático, desde el instrumento se ejercen determinados pares sobre la base nivelante y, por lo tanto, sobre el trípode (o cualquier otro soporte) y el suelo.

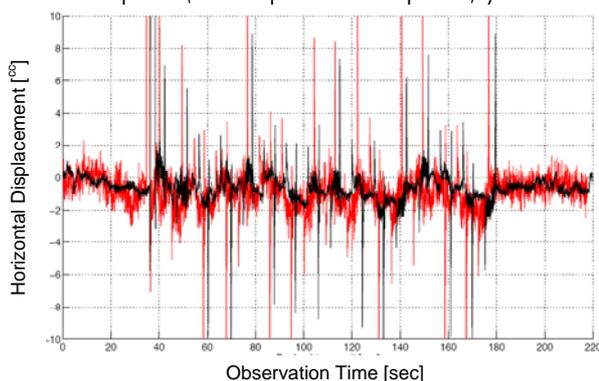


Figura 12 - Efecto de los pares aplicados sobre la base nivelante y los trípodes

La figura 12 muestra una medición sincronizada de la rigidez torsional de una base nivelante (línea roja). Debe indicarse la amortiguación (absorción parcial del par aplicado). Si se compara con la línea negra (medición en el cabezal del trípode), la línea roja muestra continuamente mayores amplitudes, lo que constituye una prueba clara de las características de absorción de los trípodes. Las series de medición de la figura 2 se realizaron con una Leica TCA2003 (7,5 kg) ejecutando una secuencia de medición automática hacia dos prismas en dos caras durante unos 4 minutos. Durante los cambios de cara se produjeron picos de pares altos (hasta $20^{\circ\text{cc}}=7''$). Esto es aceptable siempre y cuando la deformación sea elástica y la orientación inicial se mantenga dentro de un determinado nivel (compare el nivel de deformación promedio en las mediciones 0-20 y 200-220). La histéresis correspondiente es inferior a $1^{\circ\text{cc}}=0,3''$. Puede

obtener más información sobre las mediciones de histéresis en Kusber, 2007.

La norma ISO correspondiente no define ningún límite con respecto a la rigidez torsional a partir de las mediciones de histéresis. Tan sólo menciona que: *"El usuario será responsable de garantizar que la base nivelante posee suficiente rigidez torsional para ser compatible con la precisión del instrumento"* [ISO12858-3]

Por lo tanto, la orientación del instrumento en las bases nivelantes de Leica Geosystems durante y tras su uso, se asocia a ciertos límites. La gama de bases nivelantes de Leica Geosystems incluye tres series principales:

- Professional 1000: <math>< 15^{\circ\text{cc}}</math> (5")
- Professional 3000: <math>< 10^{\circ\text{cc}}</math> (3")
- Professional 5000: <math>< 3^{\circ\text{cc}}</math> (1")

Estos valores están sometidos a un continuo control de calidad en el marco del sistema de gestión de la calidad de Leica Geosystems, por lo que se garantiza un total cumplimiento de la especificación técnica. Los operarios pueden confiar sin reservas en Leica Geosystems. Además, gracias a nuestra amplia oferta, existe una base nivelante para cada aplicación.

Ensayos sobre el tiempo de vida útil

Toda configuración de un instrumento debe someterse a un proceso de nivelado para garantizar el funcionamiento de su compensador y para que su medición remita al horizonte. La inclinación remanente tras la configuración del trípode normalmente se compensa mediante los tornillos niveladores de la base nivelante. Las bases nivelantes de Leica Geosystems se someten a ensayos consistentes en 3000 giros de cada tornillo a lo largo de toda la longitud de la rosca.

Gracias a ese ensayo, Leica Geosystems garantiza

- un movimiento suave y sin fricciones
- sin retrocesos
- ni chirridos.

En la figura 13 aparece un detalle de la máquina de ensayos de tiempo de vida útil Leica Geosystems.



Figura 13 - Configuración del ensayo de tiempo de vida útil de una base nivelante

instrumentos y dispositivos que componen su gama de productos. Se han combinado diseño mecánico, normas medioambientales y especificaciones de precisión para que pueda utilizar los aparatos Leica con la máxima flexibilidad.

Recomendaciones para el usuario

Prácticamente todas las estaciones totales, antenas GNSS, escáneres láser o plomadas láser se montan y fijan con una base nivelante (en la figura 14 aparecen algunos ejemplos). La configuración del dispositivo sobre un punto de control concreto se consigue mediante el sistema de centrado forzoso. Las bases nivelantes forman parte de los procedimientos topográficos y, por lo tanto, son esenciales para garantizar la precisión necesaria.

Dispositivos que pueden montarse en una base nivelante



Figura 14 - Distintos dispositivos que requieren una base nivelante para su uso

Las aplicaciones especiales como las secciones poligonales forzosas no pueden realizarse sin usar el sistema de centrado forzoso de una base nivelante. Otras aplicaciones basadas en configuraciones de pilares tampoco son posibles sin bases nivelantes.

Todos los modelos de bases nivelantes de Leica Geosystems han sido diseñados para adaptarse a los

La diferencia entre los productos Leica originales y sus copias

En el mercado se pueden encontrar varias copias de bases nivelantes. Pero no es fácil comparar las bases nivelantes originales de Leica con imitaciones baratas, ya que la importancia reside en los detalles. Se puede realizar una comparación objetiva determinando la rigidez torsional mediante mediciones de histéresis, pero ese proceso lleva tiempo y no está al alcance de la mayoría de los usuarios. Una copia de baja calidad puede tener el mismo aspecto, pero sin duda no cumplirá las expectativas de los topógrafos. Con el paso del tiempo, el desgaste de la rosca y la holgura del mecanismo de sujeción serán notorios, mientras que las bases nivelantes de Leica garantizan una calidad continua.

El giro de los tornillos, el del anillo de enfoque de la plomada óptica, el cierre de la abrazadera: un producto Leica original garantiza un funcionamiento suave y sin duda el operario notará la diferencia. Por otra parte, un funcionamiento sin problemas es la base de una larga vida útil del producto.



Figura 15 - Fases del control de calidad del montaje de las bases nivelantes de Leica Geosystems

La figura 15 recoge los pasos necesarios para fabricar una base nivelante Leica Geosystems original. La mayoría de los pasos son imperceptibles para el cliente pero, mediante el cumplimiento de este estricto sistema de gestión de la calidad, garantizamos a nuestros clientes el suministro de los mejores productos.

Las mejores prácticas

El objetivo de este documento es proporcionar a los técnicos un conocimiento básico sobre detalles de la configuración de las mediciones que apenas suscitan reflexión y, en concreto, sobre la función de las bases nivelantes. También les proporciona a los topógrafos que deseen lograr mediciones de máxima precisión un completo resumen de las repercusiones que la selección de componentes tiene en las mediciones:

Para lograr la máxima precisión de medición, es necesario

- Utilizar bases nivelantes con las especificaciones adecuadas para cumplir los requisitos de precisión
- Utilizar un modelo de base nivelante que tenga las características adecuadas (por ejemplo, una plomada óptica)
- Garantizar un mantenimiento periódico

La tabla 1 recoge los distintos modelos de bases nivelantes que actualmente se encuentran en la gama de accesorios de Leica Geosystems.

Modelo	Rigidez torsional	Plomada óptica	Vida útil	Peso	Color
GDF121	3 cc	NO	3000	780 g	VERDE
GDF122	3 cc	SÍ	3000	860 g	VERDE
GDF111-1	10 cc	NO	3000	780 g	VERDE
GDF112	10 cc	SÍ	3000	860	VERDE/ ROJO
GDF101	15 cc	NO	1000	780 g	NEGRO
GDF102	15 cc	SÍ	1000	860 g	NEGRO

Tabla 1 - Diferentes modelos de bases nivelantes con sus principales características

Las ventajas de usar bases nivelantes para topografía de Leica Geosystems se resumen en una larga vida útil, la máxima precisión y la máxima fiabilidad. Los accesorios de Leica Geosystems están adaptados a los instrumentos de Leica Geosystems. De este modo podemos garantizarle el mejor rendimiento y la máxima calidad en sus mediciones.

Referencias

[ISO1723-3]

ISO 12858-3:2005(E) – NORMA INTERNACIONAL, "Óptica e instrumentos ópticos. Dispositivos auxiliares para instrumentos geodésicos. Parte 3: Bases nivelantes", ISO 2005", www.iso.org

[DIN2277]

DIN 2277 – NORMAS ALEMANAS "Niveles esféricos – Conceptos y ejecuciones" , 1961

[Kusber07]

KUSBER, Danuta: Análisis de precisión de una estación total de 0,5" en relación con la desviación del centro de gravedad y las deformaciones de las bases nivelantes), Proyecto de fin de carrera, Universidad de Ciencias Aplicadas de Mainz

Independientemente de si desea hacer el seguimiento de un puente o un volcán, levantar un rascacielos o un túnel, vigilar una zona de obra o realizar mediciones de control, lo que necesita es un equipo fiable. Con los accesorios originales de Leica Geosystems podrá acometer estas exigentes tareas. Nuestros accesorios garantizan el cumplimiento de las especificaciones de los instrumentos Leica Geosystems. De este modo, puede confiar en su precisión, su calidad y su larga vida útil. Garantizan mediciones precisas y fiables y el máximo aprovechamiento de su instrumento Leica Geosystems.

When it has to be right.

Las ilustraciones, descripciones y especificaciones técnicas no son vinculantes y pueden sufrir modificaciones.
Impreso en Suiza - Copyright de Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2010.
VII.10 - INT

ACRE
SURVEYING SOLUTIONS

Leica Geosystems AG
Heerbrugg, Suiza

www.leica-geosystems.com

www.grupoacre.com - when it has to be **right**

Leica
Geosystems