

**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE GEODESIA Y CARTOGRAFÍA**

**ÁREA DE GEODESIA**

**PROYECTO REDNAP**

**NORMAS PARA LA NIVELACIÓN GEOMÉTRICA  
DE ALTA PRECISIÓN CON EQUIPOS DIGITALES.**

**Madrid, marzo de 2014**

## **1. TRABAJOS DE CAMPO**

### **1.1 Estacionamiento del equipo de protección.**

Es responsabilidad del jefe del equipo el cumplimiento de la normativa que el Estado Español, o cada Comunidad Autónoma en su ámbito jurisdiccional, tenga establecida para protección del personal y del instrumental en los trabajos en carreteras. Por ello, en todo caso, si así lo exigiese la normativa vigente, además del empleo de un mínimo de dos peones portamiras, otros dos como vigilantes de la seguridad y portadores de las reglamentarias señales y un vehículo de acompañamiento con su conductor, se incrementará el número mínimo de peones para asegurar su cumplimiento. Es absolutamente preceptivo el empleo del chaleco reflectante por todos los componentes del equipo de nivelación, incluido el jefe del equipo.

### **1.2 Estacionamiento del nivel**

El aparato se monta sobre el trípode sujetándolo fuertemente con el tornillo de fijación. Los tornillos de la plataforma nivelante deben encontrarse a medio recorrido para no forzarlos en cada puesta en estación.

El estacionamiento ha de realizarse sobre terreno firme, evitando el asfáltico si la temperatura es elevada a causa de su posible reblandecimiento, sobre la cruz previamente marcada en el suelo, colocando la plataforma del trípode casi horizontal y los extremos de las patas distantes entre sí un metro, aproximadamente, sin hincarlos fuertemente sobre el terreno para evitar la reacción de éste sobre el trípode.

A continuación, con el aparato dirigido en dirección perpendicular al eje de la marcha, se nivela con ayuda del nivel esférico de forma que la burbuja quede siempre dentro del círculo grabado (previa corrección del nivel, si es necesaria). Esta operación debe efectuarse lentamente, dada la gran inercia que afecta a la burbuja. Para facilitar la observación del nivel esférico, los aparatos están provistos de un prisma, situado sobre aquél, que elimina el posible error de paralaje de la burbuja.

### **1.3 Estacionamiento de las miras**

Las miras se estacionan bien directamente sobre las señales de nivelación, o bien sobre las planchas especiales que, juntamente con los puntales, deben de componer el equipo, en cuyo caso será necesario adosarles una anilla o cualquier otra pieza especial, de forma que permita el giro de la mira. El orificio de estas piezas adosadas deberá coincidir con el centro de la base de la mira de modo que, al girar esta sobre el vértice de los puntales, el nivel de la mira permanezca calado.

La plancha debe colocarse con exquisito cuidado, en el lugar marcado previamente con un trazo pintado sobre terreno firme (nunca sobre barro o arena suelta ni firme asfáltico reblandecido), lo más horizontal posible con el fin de que, al efectuar el giro de la mira, éste se realice libremente sobre la parte superior del pivote central que posee la plancha. Para asegurarla bien, conviene pisarla una vez puesta en el sitio adecuado.

En el estacionamiento directo sobre señales, debe extremarse el cuidado, pues una posición irregular sobre el clavo (que debe estar bien limpio) puede dar lugar a un cierre defectuoso del tramo.

Al comienzo del trabajo, se unen los puntales a la mira apretando debidamente los correspondientes tornillos. Para efectuar la puesta en estación, se abren los puntales, separándolos hasta que el ángulo formado por las líneas talón de mira-extremo de un puntal y talón de mira-extremo del otro puntal formen un ángulo recto o muy próximo. Una vez alcanzada la verticalidad aproximada en estas condiciones, se sujetan los tornillos que fijan la longitud de los puntales y, con el dispositivo de ajuste, se consigue la verticalidad exacta, calando, al efecto, el nivel esférico disponible en la parte posterior de la mira. Este nivel ha de estar siempre corregido y la mira centrada sobre el pivote de la plancha de apoyo para evitar errores en la corrección del susodicho nivel esférico de la mira.

Antes del inicio de las mediciones, debe golpearse ligeramente la mira a fin de asegurar su perfecta estabilidad, asegurándose de que no quede colgada de los puntales. Igualmente, se comprobará que los hilos invar están en perfecto estado y no aprisionados de forma tal que se impida su movimiento.

El operador debe tomar clara conciencia de la gran importancia que tiene el correcto estacionamiento de las miras, pues gran parte de los errores sistemáticos en la nivelación son debidos a imprecisiones en este aspecto: la falta de verticalidad da siempre lugar a lecturas superiores a las verdaderas, en tanto que el hundimiento de la plancha y el giro defectuoso de la mira son causas de errores bastante frecuentes y nada despreciables.

## **1.4 Método operatorio**

### **1.4.1 Señalización del itinerario**

Previamente a la nivelación, debe marcarse el itinerario a nivelar, para lo cual, con ayuda de una cinta métrica o cuerda se señalan, con una cruz, los puntos de estación del aparato y, con un trazo, las estaciones de mira, ajustándose a las siguientes condiciones:

Las distancias aparato-mira no sobrepasarán nunca los 25 metros, la tolerancia en la diferencia de distancias entre las sumas de las niveladas de frente y espalda será de 0.50 m. en el total del tramo, siendo este mismo error el admitido para cada estación.

Queda prohibido leer en la mira por debajo de 0,50 m. y por encima de 2,50 m., salvo que la distancia nivel-mira sea inferior a 10 m, en cuyo caso los límites serán 0,20 m. y 2,80 m., respectivamente.

La señalización debe efectuarse por el lado de la vía de comunicación que presente mayor uniformidad, tanto climática como topográfica, y más adecuado firme. Cuando sea necesario atravesar la calzada, se hará por una zona uniforme y bajo las mismas condiciones para las visuales a las dos miras.

El número de estaciones de aparato entre señales fijas debe ser par, a fin de empezar y terminar el tramo sobre la misma mira, eliminando así el posible error de talón de mira.

Los datos de las observaciones se entregarán en soporte informático en formato que será facilitado por el I.G.N. Se entregará, igualmente en soporte informático, los datos de volcado del fichero original.

Se remitirá un croquis del itinerario seguido en cada sección.

#### **1.4.2 Observación**

Una vez marcada la línea, se procede a la observación de la misma, para lo cual se divide en *tramos* de longitud similar delimitados por señales fijas, reiterándose la nivelación del tramo en sentido de ida y vuelta, con el fin de eliminar los errores sistemáticos ligados al sentido de la marcha.

Salvo circunstancias excepcionales (que deberán ser adecuadamente justificadas en los partes semanales), como pueden ser fuertes vientos y lluvias imprevistas, queda prohibido el empleo de *esferas* para marcar la finalización del trabajo diario. Caso de utilización imprescindible, se marcará con rotulador en el terreno el lugar exacto de emplazamiento, limpiando y alisando horizontalmente el mismo con gran cuidado y detenimiento.

El programa operativo será:

- lectura mira A
- lectura mira B
- lectura mira B
- lectura mira A

En cada lectura, el número de medidas realizadas por el aparato no será inferior a tres. La tolerancia por estación (diferencia entre las dos medidas efectuadas), a introducir en el programa de lectura, será de 0.4 mm.

Los datos originales serán volcados a soporte magnético de acuerdo con el formato propio del equipo y, posteriormente, éstos serán pasados a formato I.G.N., cuya estructura será facilitada previamente.

Además, deberán tenerse presentes las siguientes consideraciones generales:

La observación de una estación debe durar el menor tiempo posible. Por tanto, si por cualquier motivo justificado fuere necesario efectuar una interrupción, resultaría imprescindible comenzar de nuevo la observación completa de la estación, pese a que esta precaución no evitaría el hundimiento de la mira que permanece atrás.

Las observaciones deben comenzar con una altura del Sol de unos 20° y ser interrumpidas cuando comiencen las *oscilaciones* en el campo del anteojo que puedan impedir la obtención de las tolerancias fijadas.

Si en el instante de la observación se aprecian pequeñas vibraciones en el aparato motivadas por agentes externos, podría ser posible eliminar su efecto tocando con la mano de forma delicada una de las patas del trípode, con lo que el cuerpo del operador absorbe las citadas vibraciones.

Los portamiras no retirarán las miras de su emplazamiento hasta que el observador haya comprobado la aceptable calidad de las lecturas efectuadas.

Como los hilos del compensador pueden no ser antimagnéticos, es necesario tener una gran precaución al atravesar campos magnéticos, ya que pueden generarse fuertes errores. Es conveniente no estacionar a menos de 10 metros de un posible campo magnético.

El giro de 180° que debe sufrir la mira de frente al cambiar de estación el nivel debe ser realizado por el propio jefe de equipo, sujetando la mira por la parte central con gran precaución y suavidad para evitar cualquier desplazamiento en su base.

Si en el transcurso de las observaciones en una estación de nivel, se produce alguna anomalía (ligeros golpes a miras o aparatos, asentamiento imprevisto de las planchas, etc.), es necesario comenzar de nuevo el trabajo a partir de la última señal permanente NAP.

Es muy importante anotar todas aquellas incidencias que se aprecien al comenzar, en el transcurso del trabajo y al finalizar, tanto meteorológicas como accidentales, tales como tiempo soleado o nublado, viento en calma o suave, etc.

### **1.4.3 Cálculo de diferencias de altitud y terceras nivelaciones**

Una vez calculados los desniveles geométricos de ida y de vuelta de un determinado tramo, se comprobará que la discordancia entre ambos sea igual o menor que la tolerancia admitida para este tipo de trabajo, que se fija en  $(1.5 \times \sqrt{k})$  mm., siendo “k” la longitud del tramo expresada en kilómetros. En caso de no cumplirse este requisito será necesario realizar sucesivas nivelaciones del tramo hasta que, al menos dos de ellas, cumplan dicha condición.

## **1.5 Verificaciones y comprobaciones**

Antes de iniciar los trabajos de la campaña, así como durante el transcurso de los mismos, es necesario llevar a cabo las siguientes comprobaciones y correcciones.

### **1.5.1 Nivel esférico**

Normalmente, debe comprobarse una vez por semana y, desde luego, siempre que se aprecien anomalías en el desarrollo de las operaciones, procediendo, si es necesario, a su inmediata corrección. Para ello, se estaciona el nivel en un terreno bien firme y al abrigo de perturbaciones externas (vientos, tráfico, etc.); se cala la burbuja con lentitud actuando sobre los tornillos nivelantes; se gira el anteojo 180°, lo que, si el nivel está descorregido, dará lugar a una desviación de la burbuja; se corrige la mitad de esta desviación con los tornillos nivelantes y la otra mitad con los de reglaje del nivel

esférico; se torna a girar el anteojo, y la burbuja debe quedar en posición correcta. Caso contrario, deberá repetirse la operación completa.

Es preceptivo realizar esta corrección siempre que se aprecie una desviación superior a 0.5 mm en la burbuja entre las visuales de frente y espalda.

### **1.5.2 Horizontalidad de la visual**

Esta comprobación debe verificarse una vez por semana y siempre que se observen irregularidades en la nivelación, una vez finalizado el tramo que se está nivelando. En caso necesario se aplicará al instrumento el test de comprobación al completo, debiendo quedar registrado en el correspondiente fichero.

### **1.5.3 Nivel esférico de la mira**

Se corrige como cualquier nivel esférico, teniendo cuidado de centrar la anilla del talón de la mira en el pivote de la plancha, a fin de mantener el mismo eje de giro de la mira. Aun estando corregido, puede el nivel no estar calado como consecuencia del calentamiento solar. Esta comprobación debe efectuarse semanalmente, al mismo tiempo que las otras antes expuestas.

### **1.5.4 Trípode**

El trípode debe mantenerse en perfecto estado de conservación. Se considera que sus articulaciones están correctas cuando, suspendido en el aire cogido por su plataforma superior y con las patas abiertas, éstas no se cierran, pero pueden moverse con facilidad. Es fundamental vigilar con frecuencia las bridas de ajuste, especialmente ante fuertes cambios meteorológicos.

NOTA GENERAL: Todas las comprobaciones y, en su caso, las correcciones descritas se anotarán en la hoja de incidencias, haciendo constar la fecha de su realización y la magnitud de la corrección efectuada.

## **2. EQUIPAMIENTO NECESARIO**

En general, el equipamiento que cada operador (con un mínimo de cuatro peones) debe llevar consigo es:

- 1 nivel digital y trípode.

- 2 miras invar de código de barras de tres metros de longitud con sus planchas y puntales.
- 1 cinta métrica.
- 1 nivel esférico para mira, de repuesto.
- 1 anilla de mira (o pieza especial de giro), de repuesto.
- 1 esfera.
- señales de tráfico.
- chalecos reflectantes y cascos (mínimo un conjunto por persona).
- cuaderno de incidencias.
- vehículo adecuado para transporte de personal y equipamiento a la zona de trabajo.