



**2º ENCUESTRO NACIONAL DE
INVESTIGADORES DE AGRIMENSURA**

2 y 3 de junio de 2016. Santa Fe, Argentina



DIFERENCIA DE EJECUCION Y RESULTADOS DE NIVELACIÓN VARIANTES TRIGONOMÉTRICA Y GEOMÉTRICA

Sanmarco José M.¹; Gulotta, José L.¹; Arce, Leopoldo J.¹, Guzmán, Rodrigo²

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Ingeniero/s Agrimensor, Avenida Belgrano (s) n° 1912, tel. 0385-4509560.

(2) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, estudiante de Ingeniería en Agrimensura, Avenida Belgrano (s) n° 1912, tel. 0385-4509560.

RESUMEN

Este tema se desarrolló en el marco del proyecto de investigación "Propuesta para determinar el coeficiente de refracción atmosférica en Santiago del Estero Capital", que se encuentra en etapa de ejecución.

Durante la ejecución se han notado aspectos relacionados y otros conexos que merecieron una consideración y desarrollo per sé. El aquí expuesto es uno de ellos.

Para las profesiones de ingeniería en general y para la agrimensura en particular, la Topografía presenta una gran importancia y se halla presente en mayor o menor medida en los trabajos que realizamos.

En el caso particular de las nivelaciones, las mismas pueden tener un abanico de destinos muy diferentes y los requerimientos de exactitud y precisión pueden ser muy diferentes.

Se han efectuado las mediciones en la Base de Medición del Proyecto de Investigación, la misma está conformada por cuatro vértices, materializados por pilares de centrado forzoso, de entre 1,20 metros a 1,40 metros de altura, a fin de que exista un cierto desnivel entre ellos. Se hallan dispuestos en forma de T, utilizándose para esta comparativa, los vértices extremos de la barra superior de la T.

Se presentan resultados varios estimando que la inquietud puede resultar interesante y es de común aplicación.

PALABRAS CLAVE: Topografía; nivelación trigonométrica; nivelación geométrica; diferencias

OBJETIVOS

Esta presentación, como se mencionó, está enmarcada en el Proyecto de Investigación, aprobado y financiado por Res HCS n° 252/15 en función del mismo se presentaron actividades que permitían realizar consideraciones sobre temas y conceptos mencionados y tratados en diversas bibliografías y publicaciones, algunas de índole comercial. Creemos pertinente el hacer públicas las consideraciones comprobadas en el concepto de que son de interés para los profesionales de la agrimensura que desarrollan en el ámbito público o privado sus tareas.



2° ENCUESTRO NACIONAL DE INVESTIGADORES DE AGRIMENSURA

2 y 3 de junio de 2016. Santa Fe, Argentina



METODOLOGIA

El trabajo se ha realizado en donde se halla materializada la base de medición del proyecto de investigación; ello es en la localidad de El Zanjón, Departamento Capital de la provincia de Santiago del Estero. Es un predio que pertenece a la Facultad de Agronomía y Agroindustrias de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, ver figura nº 1, y ha sido elegido en función de características de proximidad y accesibilidad, pero también de disponibilidad y seguridad, esto último tanto en función de las personas y equipos, como de la permanencia y conservación de los mojones.



Figura 1.- Predio de trabajo

Se ha realizado la determinación del desnivel entre pilares de la base de Observación.

El instrumental utilizado es perteneciente a la Universidad Nacional de Santiago del Estero y complementado con equipo particular de los integrantes.

Aquí se ha planteado proceder con dos metodologías diferentes de nivelación. Por una parte se ha realizado la determinación mediante (a) nivelación geométrica y por otra se ha realizado la determinación mediante el concepto de (b) nivelación trigonométrica, pero directamente con estación total.

En el caso de la nivelación geométrica (a) se ha trabajado de dos maneras diferentes, en función del instrumental. Determinaciones (a.1.) con niveles ópticos, se utilizó un



2° ENCUESTRO NACIONAL DE INVESTIGADORES DE AGRIMENSURA

2 y 3 de junio de 2016. Santa Fe, Argentina



nivel NIKON AX2S, ver figuras 2 y 3; y un nivel Zeiss Ni2 y (b.1.) con nivel digital, utilizándose en este caso un nivel TRIMBLE ND con mira de código de barras, ver figuras 4 y 5, .

El método de trabajo es el común y conocido de la nivelación

Aclaración: En el caso particular del Nivel óptico, Nivel Zeiss Ni2,, este es un nivel de precisión, con sistema de placas planoparalelas; dado que en el presente trabajo se pretendió efectuar comparaciones prácticas, que sirvan para la vida diaria de los profesionales, se debía considerar el trabajar a) con el sistema de placas planoparalelas y b) sin el sistema de placas planoparalelas; optando por este último resultado, en función de que se considera que la mayoría de los profesionales, instituciones o empresas (constructoras de caminos, canales, etc.), no disponen del mismo pues no lo consideran necesario, o lo que también es posible es que dispongan del mismo por haberlo comprado así, pero no disponen de la correspondiente mira de precisión de invar, por lo cual su aplicación no sería la indicada.

Para la nivelación geométrica se plantearon dos posibles metodologías

Nivelación Geométrica – metodología A

Se consideraba la posibilidad de efectuar la determinación entre los pilares de la base de medición, con una nivelación simple – una sola estación instrumental.

Nivelación Geométrica – metodología B

La otra posibilidad era una nivelación geométrica con una nivelación compuesta

En función de ello se hizo un estudio previo que se enuncia aquí:

Determinación de un alcance confiable con el nivel digital:

Se procedió a materializar una Base Lineal estándar. Se realizó con una marca inicial a una distancia de 50 metros y a partir de allí se materializaron marcas cada 2 metros de distancia hasta una longitud de 120 metros.

Con el nivel digital estacionado en el extremo 0, se procedió a efectuar mediciones (disparos de medición en cada marca de la base lineal, a partir de los 50 metros. Repetida la operación en diversos días y en diverso horario, se consideró y adoptó como criterio, operativo, que no se podían tomar como convenientes para este análisis, aquellas en las cuales el instrumento no realizaba la medición en forma instantánea, (presentaba una cierta “demora” en efectuar la medición).



2° ENCUESTRO NACIONAL DE INVESTIGADORES DE AGRIMENSURA

2 y 3 de junio de 2016. Santa Fe, Argentina



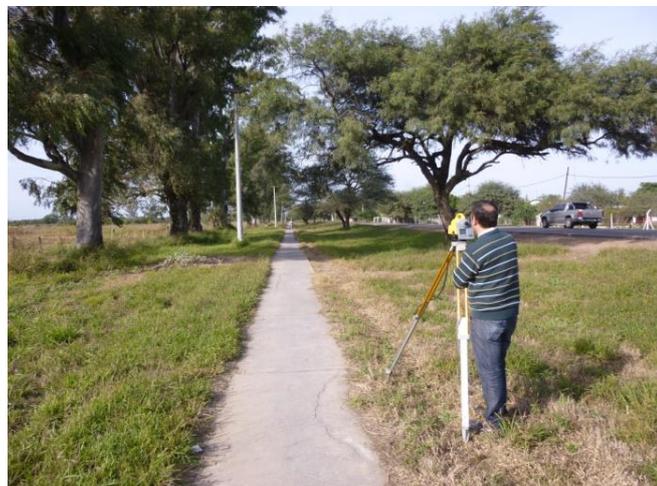
En función de ello, se llegó a determinar que para este instrumento, en este lugar y en las condiciones en que se efectuó la prueba, se podían considerar convenientes, mediciones hasta una distancia de 90 metros entre instrumento y mira. Por lo tanto la distancia a cubrir en la Base de Medición, no podía realizarse en una sola estación instrumental. En función del estudio enunciado previamente, se decidió y se efectuó la operativa con nivelación geométrica compuesta con dos estaciones instrumentales.

Compatible también con el nivel óptico, NIKON, pues para este también se efectuó un control y se pudo confirmar que no permitían sus características, efectuar una sola estación, con visuales de aproximadamente 166 metros.

Se realizaron entonces dos estaciones instrumentales entre los pilares de la base de Medición.



Figuras 2 y 3.- Nivel óptico NIKON AX 25 y empleo en estación



Figuras 4 y 5.- Nivel Digital Trimble ND y empleo en estación.



Metodología de la Nivelación:

Para evitar la influencia de errores (curvatura terrestre, refracción de la visual), se efectuó el desarrollo, con el Método del Punto Medio.

En el caso de la nivelación trigonométrica, efectuada directamente con Estación Total, se ha trabajado con dos estaciones: una Estación Trimble M3, propiedad de la Universidad Nacional de Santiago del Estero y con una Estación Total FOIF RTS 635, propiedad de uno de los integrantes del equipo de investigación, a los fines de diversidad

Se trabajo tratando de emular el procedimiento **normal** en instancias de trabajo particular. Si bien en un trabajo detallado se podría trabajar con un Método de Punto Medio, las elecciones normales de trabajo, por parte de los profesionales, por practicidad se realizan con método de Punto Extremo y así se ha procedido en este caso particular.

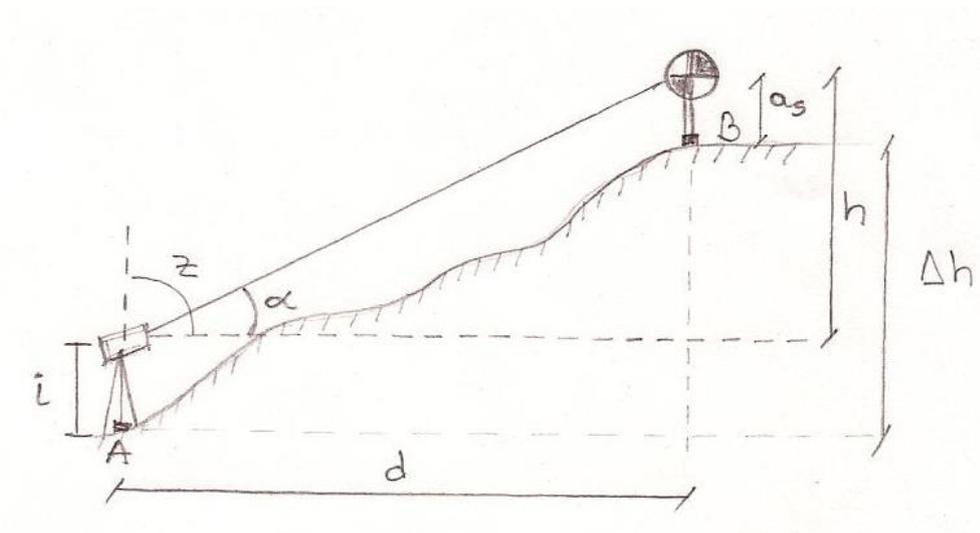


Figura 6.- Esquema genérico operativo de la Nivelación Trigonométrica con estación total



2° ENCUESTRO NACIONAL DE INVESTIGADORES DE AGRIMENSURA

2 y 3 de junio de 2016. Santa Fe, Argentina



Figura 7.- Nivelación Trigonométrica en extremo sobre pilar de observación

RESULTADOS

Fruto de estos trabajos, se efectuó una comparativa de resultados.

Se presentan en tablas, los valores resultados de promedios de medición, obtenidos con los diferentes instrumentos y en diferentes días y a diferentes horarios.

Cada día y horario se efectuó el mismo trabajo con todos los instrumentos.

Tabla 1.- NIVEL DIGITAL TRIMBLE ND

PE	PM	Desnivel	DESNIVEL
I	A	-0.3541	-0.4713
	1		
II	1	-0.1172	
	C		
I	C	0.1171	0.4725
	1		
II	1	0.3554	
	A		

Tabla 2.- NIVEL OPTICO Nikon AX2s

PE	PM	Desnivel	DESNIVEL
I	A	-0.355	-0.470
	1		
II	1	-0.115	
	C		
I	C	0.115	0.470
	1		
II	1	0.355	
	A		



2° ENCUESTRO NACIONAL DE INVESTIGADORES DE AGRIMENSURA

2 y 3 de junio de 2016. Santa Fe, Argentina



Tabla 3.- ESTACION TOTAL FOIF RTS 635

	1 Horario matutino	2 Horario mediodía	3 Horario tarde	PROMEDIO general
DESNIVEL	-0.349	-0.346	-0.349	-0.348
DISTANCIA	330.110	330.102	330.078	330.097
Altura Instrumento: 1.520mts. - Altura Prisma: 1.700mts.				

Desnivel AC= i+h-ap

Desnivel AC= 1,520m+ (-0,348m)-1,700m= -0,528mts.

Instrumento sobre Pilar de Observación, prisma sobre Pilar de Observación.

CONCLUSIONES

Instrumentales

El nivel digital en distancias cortas no produce un gran ahorro de tiempo, ya que solo se diferencia en a) lecturas y anotaciones, pero el apunte y lectura en el óptico insume el mismo tiempo necesario para apunte y disparo de medición en el digital, solo ahorro el tiempo de anotación b) calculo, el nivel digital reduce este tiempo, pero en distancias cortas no mes significativo.

El nivel digital se comprueba que previene de errores de lectura en la mira y errores de anotación en libreta de campaña.

El nivel digital presenta problemas, que no corresponden al instrumento, ni a los métodos, pero que si se producen: a) batería descargada, b) no encontrar cable de bajada de datos

Generales

Se puede observar que los valores obtenidos con la Nivelación Geométrica, tanto en nivel óptico (se enuncia valores de un solo instrumento por economía de espacio), como en nivel digital, son muy similares, con una diferencia de 1,5 mm. (Fines prácticos coincidentes).

Estos valores al estar en este orden de similitud, se corroboran entre sí, reafirman conceptualmente la exactitud y precisión de la nivelación geométrica.

La diferencia con la Nivelación Trigonométrica, que en este caso sería un resultado electrónico obtenido con Estación Total, muestra que la misma evidentemente denota una variación con respecto a la geométrica tomada como cierta, pero que es aceptable para muchos fines ingenieriles en obras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Wolf, P. R. & Ch. D. Ghilani, *Topografía*, Alfaomega, México.

Montes de Oca, M., *Topografía*, Alfaomega, Méx



2° ENCUESTRO NACIONAL DE INVESTIGADORES DE AGRIMENSURA

2 y 3 de junio de 2016. Santa Fe, Argentina



Chueca Pasos, M., *Tratado de Topografía Teoría de Errores e Instrumentación*, Paraninfo.

Domínguez García Tejero, F., *Topografía General y Aplicada*, Dossat, España.

Alcántara García, D., *Topografía*, Mc Graw Hill, México.

López Cuervo, S., *Topografía*, Mundi Prensa, España.

Berli, A. E., *Topografía*, El Ateneo, Arg.

Llamas Zamora, F., *Manual Práctico Para Ajuste de Aparatos Topográficos*, Limusa, México.

Chueca Pasos, M., *Topografía*, Dossat, España