



PRACTICA FINAL



**Asentamiento Zapala -
Universidad Nacional del
Comahue**

**Director: Elizondo Ángel
Eduardo**

**Co-director: Yamil
leonhardt**

-Facundo Agurto

-Juan Guler

-Mauro Florentín

A unos 100 km de la ciudad de Zapala se encuentra ubicado el puente de Bajada del Agrio sobre la Ruta Provincial N° 14 (ex Ruta Nacional N° 40), en un estado deplorable del mismo la División de Vialidad Provincial del Neuquén requiere el relevamiento planialtimétrico, cuyo trabajo lo decidimos tomar como nuestra práctica final.



Tecnicatura Universitaria en Topografía
Facundo Gabriel Agurto- Juan Guler- Mauro Gabriel Florentin

Universidad Nacional del Comahue
Facultad de Ingeniería
Asentamiento Universitario Zapala

**“RELEVAMIENTO PLANIALTIMETRICO DE PUENTE
BAJADA DEL AGRIO Y ALREDEDORES CON FINES DE
OBRA CIVIL”**

Practica Final

Tecnicatura Universitaria en Topografía

Facundo Gabriel Agurto - Mauro Gabriel Florentin - Juan Guler
Autores

Elizondo Angel Eduardo
Director

Yamil Leonhardt
Co-Director



DEDICATORIA

Con gran orgullo esta Práctica Final va dedicada a nuestros padres, esposa e hijos.

(Facundo): a la memoria de mi abuelo David.

A las personas que pugnaron para impulsar la carrera de Técnico Universitario en topografía.

A cada uno de los profesores que brindaron sus conocimientos.

A nuestros amigos personales y en común.



AGRADECIMIENTOS

Principalmente al Agrimensor Yamil Leonarhtd,
por acompañarnos en las salidas de campo y
trabajar con nosotros, aconsejarnos y enseñarnos
en el ámbito. A nuestro profesor y director de
tesis el agrimensor e Ing. Electrónico Elizondo
Ángel Eduardo. Como así también a la directora
del Asentamiento Lic. en Tecnología Minera
Mónica Rueda por poner a disposición los
recursos de la universidad. Y de corazón a cada
una de nuestras familias, por el apoyo
incondicional.

A todos y cada uno de los nombrados, **MUCHAS GRACIAS.**



Tabla de contenido

.....	1
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
PRÒLOGO	6
RESUMEN	7
CAPITULO I	8
1. INTRODUCCION:.....	8
1.1 Planteo del problema.....	8
1.2 Fundamentación	8
1.3 Objetivo	9
CAPITULO II	10
2. ANALISIS DE LAS TECNICAS DE MEDICION	10
2.1 Poligonación	10
2.2 Nivelación: Geométrica.....	15
2.3 Georreferenciación	15
2.4 Taquimetría	16
2.5. Recolección y procesamiento de datos.....	17
CAPITULO III	18
3. METODOLOGIA.....	18
3.1 Tipo y nivel de medición.....	18
3.2 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	18
3.3 Precisión y confiabilidad del instrumento.....	23
3.4 Procesamiento de datos.....	23
CONCLUSIONES	26
ANEXO	27
5.1 Planimetría	27
5.2 Regla de Bessel:.....	30
5.3 Nivelación	31
5.4 Georreferenciación	38
MATERIAL FOTOGRAFICO	56



PRÒLOGO

El presente trabajo es fruto de un año de gran esfuerzo laboral, que a pesar de las dificultades que fueron presentándose pudimos solventarlas gracias a que contamos con el invaluable apoyo de profesionales, que algunos a pesar de no estar ligados a nosotros por ningún tipo de responsabilidad supieron orientarnos y apoyarnos tanto moralmente como en cuestiones inherentes a nuestro oficio.

Cabe destacar que afrontamos un desafío de grandes dimensiones al elegir como nuestra tesis el proyecto –Puente Bajada del Agrio- y para refrendar esta sentencia es relevante decir que para este tipo de trabajo está estipulado que una comisión gubernamental tardaría en realizarlo aproximadamente 6 meses.

Conociendo la envergadura de esta práctica final, podemos expresar nuestra satisfacción al tener este proyecto en nuestro haber, sabiendo que será la base para futuras obras civiles varias.

RESUMEN

El presente trabajo corresponde a un relevamiento plan altimétrico del puente "bajada del agrio" y alrededores, sito en la ruta provincial N°14 (ex ruta N°40) con coordenadas -38.3670524,-70.0329126. Para realizar dicho trabajo se utilizaron instrumentos topográficos de medición tales como estación total, sistema de GPS de precisión y nivel.

Impulsa este trabajo la imperiosa necesidad de reemplazar el puente debido a su desgaste, por lo que será de importancia saber la topografía del lugar a los fines de trazar un nuevo diseño para comunicar ambos lados del río.

La importancia estratégica de este puente reside en sus proximidades a la zona petrolera vaca muerta.

El trabajo realizado fue concebido en un lapso de 7 meses aproximadamente, teniendo en cuenta las salidas al campo, el trabajo de gabinete y la realización del informe.

El método de medición que utilizamos principalmente fueron los obtenidos y puestos en práctica durante la cursada tales como:

- Poligonación: Medido con método de reiteración
- Nivelación: Geométrica.
- Taquimetría: con estación total
- Georreferenciación: GPS

CAPITULO I

1. INTRODUCCION:

El presente trabajo aborda la consigna de reformar el puente de Bajada del agrio, ubicado en las coordenadas -38.3670524 , -70.0329126 . La topografía del lugar es de tipo valle que le dio su forma el río agrio en el lugar, rodeado de las estribaciones del monte, para lo cual se deben determinar los puntos planialtimétricos en el puente y en sus alrededores inmediatos. Para esta tarea es necesario contar con el equipamiento adecuado y ejecutar técnicas de topografía adecuadas al tipo de trabajo. Con respecto al equipamiento y gracias a la Universidad Nacional del Comahue, pudimos utilizar una estación total, nivel geométrico y un sistema de GPS de precisión RTK.

1.1 Planteo del problema

Como problemática se nos presenta el relevamiento planialtimétrico del puente Bajada del agrio, cuyo fin será otorgarle a Vialidad Provincial, mapas de fidelidad para un futuro proyecto. El puente es de vital importancia para la comunicación terrestre del pueblo, su uso constante empeora su estado y esto genera una preocupación en los habitantes.

También tenemos en frente un proyecto donde desempeñamos todos los conocimientos aprendidos y eso nos lleva una gran responsabilidad, desde el uso de la estación total, el nivel geometría, hasta la georreferenciación del trabajo con respecto al punto más cercano IGN con el GPS. Esto y otros inconvenientes de campaña (distancia, tiempos, movilidad, etc.) hacen de este trabajo un verdadero desafío personal y grupal, que llevamos adelante con disciplina y constancia.

1.2 Fundamentación

Nos topamos con una problemática bastante importante cuando vimos las condiciones y el uso diario que tiene el puente de bajada del agrio, sus servicios son más requeridos teniendo en cuenta el crecimiento poblacional del pueblo Bajada del agrio.

Ubicado en la ex Ruta Nacional N°40, actual Ruta Provincial N°14 dicho puente cumple un rol importantísimo a la hora de conectar el paraje con otros pueblos/ciudades (Las Lajas, Chos-Malal, Zapala, etc.). Según lo informado por Vialidad Provincial en el puente el deterioro es notable. Los arreglos sobre arreglos no cumplen los requisitos que lleva un puente en esta zona, por lo tanto uno totalmente nuevo y de doble carril es de vital importancia.

Se espera que el relevamiento en su totalidad pueda ser usado por Vialidad Provincial para iniciar una futura próxima obra civil.

1.3 Objetivo g4d4

Nuestro objetivo será el relevamiento planialtimétrico del puente “Bajada del Agrio” dejando un trabajo topográfico de fidelidad para una futura obra a mano de Vialidad Provincial, dando un apoyo en cuanto a un marco de referencia para futuros movimientos de suelos, trazados tentativo de camino y algún posible Paso de Servidumbre.

Se le dará además la georreferenciación con respecto al IGN más cercano, aproximadamente a unos 5 kilómetros de distancia de manera que la futura obra del puente podrá ser usada en coordenadas de proyección Gauss Kruger, logrando ser diseñada tentativamente desde gabinete mucho antes de la visita a campo y así, ahorrar tiempo y dinero.

1.3.1 Objetivos específicos

Aplicar todo conocimiento obtenido a lo largo de la cursada, sea teoría o práctica.

Realizar un estudio sobre la información existente del puente antes de la primer visita y así tener un conocimiento tentativo sobre el terreno a relevar

En el terreno realizar un relevamiento cuidadoso y preciso, aplicando técnicas de medición topográficas, posteriormente realizar las compensaciones de errores.

Implementar el uso del GPS para georreferenciación y así afianzar conocimientos.

Desenvolvemos en el campo sin la inspección de un profesional, tanto para el reconocimiento del terreno como el uso de la estación total y nivel geométrico.

Aplicar el conocimiento adquiridos en forma grupal desempeñando cada uno su función específica a los efectos de lograr un trabajo preciso.

Hacer uso de los softwares implementados en la cursada para afianzar conocimientos y corroborar nuestro desempeño.

CAPITULO II

2. ANALISIS DE LAS TECNICAS DE MEDICION

2.1 Poligonación

2.1.1 Planimetría

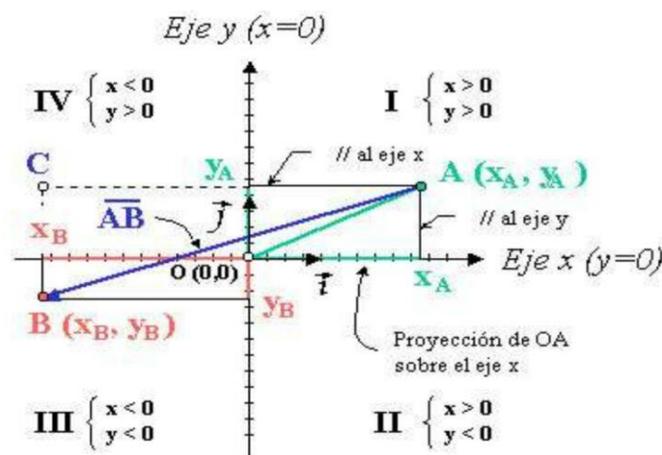
Planimetría, representación de la superficie en planos:

La planimetría estudia los puntos de la superficie terrestre para proyectarlos sobre un plano horizontal, llamado plano de referencia.

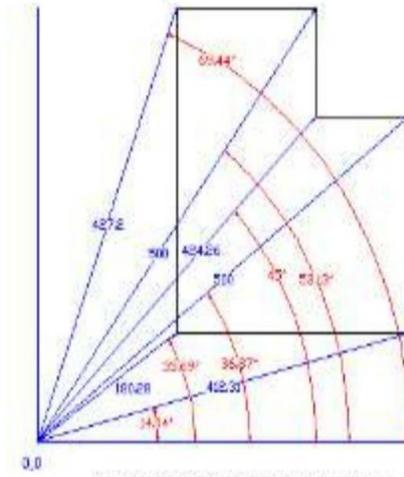
Como todos sabéis para representar un punto en un plano, es decir, en un espacio bidimensional, es necesario establecer un sistema de referencias que nos sitúe los puntos medidos respecto a un origen común.

Este sistema de referencia puede estar definido por:

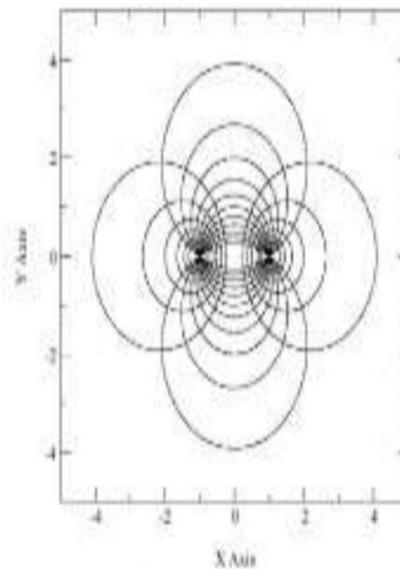
- a) Coordenadas cartesianas: X, Y.



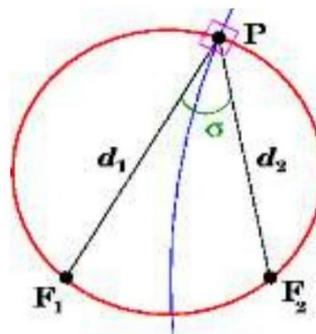
b) Coordenadas polares: Distancia, Angulo horizontal.



c) Coordenadas bipolares angulares: α y α' .



d) Coordenadas bipolares lineales: D y D'.



2.1.2 Definición:

Un itinerario o poligonal es una sucesión encadenada de radiaciones, donde se debe obtener como resultado final las coordenadas (X, Y, Z) de los puntos de estación.

Se parte de un punto de coordenadas conocidas y se llega a otro también de coordenadas conocidas. Desde el punto inicial y final se visará a una referencia, también de coordenadas conocidas, como mínimo.

Las estaciones de la poligonal tendrán que:

- Estar relacionadas entre sí (acimut y distancias)
- Tener intervisibilidad entre ellas.
- Poder desempeñar el trabajo para el que se ha

diseñado

la poligonal, desde los puntos de estación.

Anexo 1.1

2.1.3 Diseño y señalización

Los puntos de la poligonal han de señalizarse de modo permanente, con el fin de poder utilizar estos puntos en trabajos posteriores. Además de la permanencia ha de garantizarse su inmovilidad. Si se desplazase la señal el resultado sería equivalente a errores de medida, aunque las medidas se hubieran realizado con gran precisión, puesto que las coordenadas absolutas que ocupa en ese momento la señal son distintas a las que tenía cuando se hizo el trabajo primitivo, apreciándose diferencias en orientaciones, desniveles y distancias, entre estaciones consecutivas.

Dentro de lo posible ha de evitarse el situar las estaciones en lugares donde el terreno sea inestable, tal como areneros o escombreras. Uno de los lugares más apropiados es la roca nativa, tanto por su dureza como por la permanencia. En este caso se hacen marcas sobre

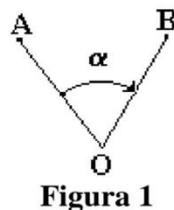
la roca, se coloca un clavo spin, o se introducen piezas de ferralla cortas. Se utiliza también pintura para destacar la señal. En terrenos de labor, es aconsejable poner las señales en las lindes.

La señalización de los vértices de la poligonal puede realizarse con señales construidas con hormigón, o con los denominados hitos finos.

2.1.4 Método de observación

Método de Gauss o de Reiteración:

Los distintos tipos de círculos están afectados de errores de graduación cuyo efecto es necesario reducir, cuando se quieren resultados más precisos.



El método se basa en medir varias veces un ángulo α (Figura 1) por diferencias de direcciones y en distintos sectores equidistantes en el limbo horizontal, para evitar, principalmente, los errores de graduación del círculo horizontal. Es decir, medir varias veces (reiterar) un mismo ángulo aplicando en cada una de ellas la Regla de Bessel. La medida de un ángulo por reiteración puede ejecutarse con un teodolito repetidor o con un reiterador.

El ángulo se determina tomando como origen en cada reiteración diferentes trazos del limbo, desplazando cada vez en un arco de $180^\circ/n$, siendo n el número de reiteraciones que hemos decidido medir α .

Por ejemplo, si quiero medir el ángulo α tres veces ($n = 3$), el primer origen estará próximo a 0° , el segundo origen estará a 60° aproximadamente del primero y el tercero a 60° aproximadamente del segundo.

Una vez elegido el primer origen, los otros tendrán que estar aumentados, aproximadamente, en $180^\circ/n$. La media aritmética de las tres reiteraciones, en este ejemplo, será la medida final del ángulo en la forma más correcta.

CÍRCULO HORIZONTAL							
Nº Reit.	Est.	Pto. Vis.	Posición I	Ángulo	Posición II	Ángulo	Promedio
1ª	O	A	00° 00' 10"	28° 10' 20"	180° 00' 30"	28° 10' 40"	28° 10' 30"
		B	28° 10' 30"		208° 11' 10"		
2ª	O	A	60° 00' 00"	28° 10' 10"	240° 00' 20"	28° 10' 40"	28° 10' 25"
		B	88° 10' 10"		268° 11' 00"		
3ª	O	A	120° 00' 30"	28° 09' 40"	300° 00' 20"	28° 10' 20"	28° 10' 00"
		B	148° 10' 10"		328° 10' 40"		

Ángulo correcto:

$$\alpha = \frac{\sum \alpha}{3} = \frac{84^\circ 30' 55''}{3} = 28^\circ 10' 18''$$

Cabe destacar que para el método de reiteración se utiliza la regla de Bessel que detallaremos en el anexo.

Anexo 1.2

2.2 Nivelación: Geométrica

2.2.1 Definición:

La nivelación geométrica es un método de obtención de desniveles entre dos puntos, que utiliza visuales horizontales. Los equipos que se emplean son los niveles o equalímetros.

Los métodos de nivelación los clasificamos en simples cuando el desnivel a medir se determina con única observación. Aquellas nivelaciones que llevan consigo un encadenamiento de observaciones las denominamos nivelaciones compuestas.

Antes de realizar una observación topográfica es necesario efectuar la comprobación del estado del equipo correspondiente. Tras describir brevemente los métodos de nivelación geométrica simple, analizaremos el procedimiento de verificación de un nivel.

Anexo 1.3

2.3 Georreferenciación

INTRODUCCIÓN

El proceso de georreferenciación consiste básicamente en ligar o relacionar una información geográfica a unos puntos en común, es decir poder llevar toda la información a unas coordenadas bases para que posteriormente otros datos se puedan unir al mismo y estos guarden la misma relación, gracias a la georreferenciación que nos da un marco genérico para trabajar. La georreferenciación es un proceso que se puede aplicar a todo tipo de datos ya sea línea, punto o polígono.

Cuando activamos un navegador GPS lo que obtenemos son las coordenadas del punto del espacio en que está ubicado el receptor y la hora de esa determinación, mas allá de que las mismas aparezcan o no en la pantalla.

Dependiendo del aparato utilizado pueden obtenerse otras informaciones como pueden ser la velocidad (si nos estamos moviendo), la ubicación del Norte o, por mencionar alguna, el restaurante más próximo; pero esas otras informaciones nada tienen que ver con el sistemas GPS; son producto de información previamente cargada en el equipo o del calculo que el mismo efectúa mediante software destinado a tal fin.

Para el funcionamiento del sistema GPS (o sus similares), es necesario apelar a conocimientos propios de la electrónica, la informática, la matemática u otras ciencias, lo que obviamente no es abordado en este curso.

Podríamos decir que así como aceptamos que al prender la radio receptamos señales que de alguna manera se convierten en sonido, o al encender el televisor receptamos otras que se convierten en imagen y sonido, cuando encendemos el receptor GPS, de alguna manera, las señales recibidas permiten obtener coordenadas y tiempo.

De todos modos intentaremos abordar, de un modo conceptual, los fundamentos y el funcionamiento del sistema GPS en anexo.

Anexo 1.4

2.4 Taquimetría

Por medio de la taquimetría se pueden medir indirectamente distancias horizontales y diferencias de Nivel. Se emplea este sistema cuando no se requiere de gran precisión o cuando las características mismas del terreno hacen difícil y poco preciso el empleo de la cinta. De entre los diferentes métodos para levantamientos topográficos cabe resaltar el método de Taquimetría, el cual consiste en mediciones tanto directas, realizadas en campo, como indirectas, hechas en oficina, de diversos datos de un terreno de interés. De esta manera, es útil la consideración de los levantamientos de los detalles del terreno puesto que estos ayudan, en gran medida, a una mejor ubicación del área de trabajo a la hora de representar en planos dicho lugar. Taquimetría consiste en la realización simultánea del levantamiento planimétrico y del altimétrico, con lo que se obtienen las coordenadas espaciales (X, Y, Z) de los puntos del terreno en una sola operación. Así, el método de taquimetría es bien conocido por abarcar una extensa lista de datos los cuales han de ser tomados con suma cautela para lograr un mejor resultado y lograr una reducción parcial de errores tanto personales como sistemáticos. Pues bien, entre las características principales del método de taquimetría cabe destacar las siguientes: Es considerado un método práctico debido a la rapidez en las mediciones. Se caracteriza por no ser altamente preciso.* Puede reemplazar la utilización de la cinta métrica para realizar levantamientos.* Es necesario, para mayor precisión, la toma de numerosos datos.* La aplicación de teodolitos en los que se lean los hilos inferiores, medios y superiores es indispensable, entre otros.

Antes de proseguir, recordemos:

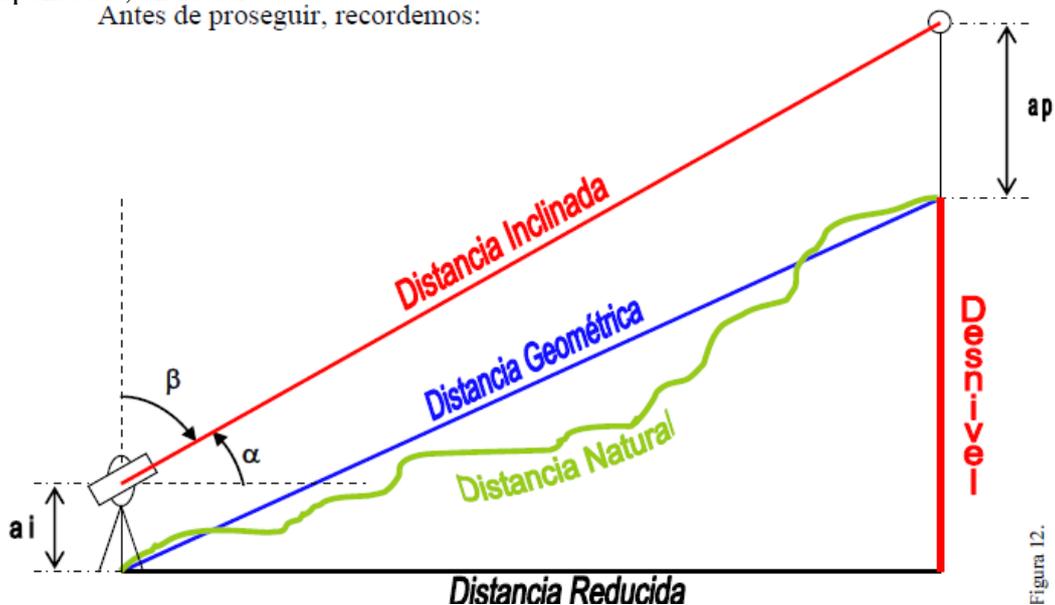


Figura 12.

Distancia Inclínada: Es la distancia de la línea que va desde el eje de giro del anteojito hasta el centro del prisma.

Distancia Geométrica: Es la distancia de la línea que va desde el punto del suelo donde se encuentra el instrumento topográfico hasta el punto del suelo donde se sitúa el prisma o mira.

Distancia Natural: Es aquella que se consigue recorriendo fielmente el trazo de un punto a otro sobre el terreno.

Distancia Reducida: Es la distancia de la línea que se obtiene al proyectar cualquiera de las tres anteriores sobre un plano horizontal.

Desnivel: Es la distancia de la línea que se obtiene al proyectar la distancia geométrica sobre un plano vertical.

En un levantamiento taquimétrico anotamos la siguiente información del punto observado:

* **Ángulo Horizontal. (Hz)** Puede ser azimutal o rumbo.

* **Ángulo Vertical.** (\square o \square) \square o \square en función de la situación del 0 g del limbo vertical.

Hoy en día es más factible usar tan sólo la terminología V, para determinar el ángulo vertical ya que por norma todos los instrumentos topográficos miden el ángulo vertical .

* **Distancia,** tenemos dos opciones en función al instrumento topográfico empleado:

Óptico-mecánico \square N° Generador (N.G.) Distancia obtenida al leer sobre una mira, y restar sus hilos superior e inferior, multiplicando este valor por la constante diastimométrica del instrumento.

Electrónico \square Distancia Inclinada (D.I.) Distancia obtenida al medir con un prisma.

Anexo 1.5

2.5. Recolección y procesamiento de datos.

La recolección de los datos es tanto previo visita al terreno como en el terreno. Previo a la visita se recopilan antecedentes de imágenes satelitales y aéreas, antiguos planos, mapas y descripciones del mismo, que nos sirven para diseñar una poligonal de apoyo tentativa.

En el terreno se recopilan los datos definitivos, aquellos que permitirán obtener los planos planialtimétricos con la precisión requerida para el proyecto. Estos datos del terreno se obtienen mediante la estación total (distancias y ángulos), el GPS (coordenadas cartesianas de proyección Gauss Kruger) y el nivel geométrico (diferencia de alturas). Algunos de ellos son almacenados en la memoria de los instrumentos como en la estación total para la taquimetría y el GPS para la georreferenciación, otros son anotados en planillas de campo, que es el caso del uso del nivel geométrico y la estación total para los ángulos y distancias del polígono.

Con respecto al procesamiento, todos los datos obtenidos son descargados en la computadora y aquellos que se recopilaron en planillas de campo también se llevan a un software (Excel). Los datos descargados generan planillas que después facilitan su traslado a un archivo CAD.

CAPITULO III

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo y nivel de medición.

De acuerdo al trabajo efectuado determinamos un tipo de medición que en este caso es una medición planialtimétrica (la planialtimetría esta compuesta por la planimetría, que se usa para determinar el polígono de apoyo que encuadrara al trabajo y por otra parte la altimetría, que es el procedimiento mediante el cual se relevan las alturas relativas del terreno). Además aplicamos las técnicas de georreferenciación, nivelación geométrica.

Llevamos a cabo un proyecto totalmente nuevo para nosotros, en un ámbito donde lo primordial es desenvolvemos como futuros profesionales, en los que el trabajo individual y grupal se ven en juego, como así también el uso e implementación de los instrumentos, la distribución de tareas y las responsabilidades de cada uno fueron un punto esencial, pero ninguno un obstáculo del cual no pudimos seguir avanzando.

En cuanto al nivel de medición, se llegó a la conclusión que es un trabajo de alto nivel de precisión, ya que debiera alcanzar las condiciones necesarias de una obra de Vialidad Provincial, lo cual nos puso desde un principio una meta importante. El trabajo es llevado a cabo con gran precisión, ya que los instrumentos aportados por el Asentamiento Zapala de la Universidad Nacional del Comahue cumplen los requisitos para el mismo. El tiempo fue fundamental para realizar un trabajo de grandes requisitos como este; no ajustamos ningún tiempo, el tiempo necesaria para cada una de las tareas que conllevaban una visita a campo se estipularon en una duración de 48 a 72 horas más de lo habitual, esto favoreció realizarlas con suma tranquilidad, concentración y gran precisión.

3.2 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

A lo largo del trabajo se fueron estableciendo distintas técnicas con distintos tipo de instrumentos los cuales procederemos a detallar:

Poligonación:

Antes de la recopilación de datos que obtuvimos de la poligonal, se procedió a buscar imágenes satelitales y aéreas para tener un conocimiento con antelación de donde podría ser una posible ubicación de los vértices. Una vez ubicados tentativamente dichos puntos, se gestionó la visita a campo los siguientes días.

Al llegar al terreno con una idea aproximada de cómo quedaría la poligonal, nos topamos con el inconveniente de la falta de intervisibilidad entre punto y punto, por lo que tuvimos que establecer la ubicación de los mismos en lugares próximos a los pensados desde un

principio, esto llevo a tener gran variabilidad de altura/distancia entre unos y otros pero con una visual correcta, que a fin de cuentas era fundamental.

Una vez ya establecidos los puntos, se procedió a cementar los mismos, lo cual se hizo en un día de trabajo. Ahora si empezaba la labor con instrumentos y técnicas topográficas. Como primera medida establecimos las tareas de cada uno, lo cual consistía en que uno se posiciona con la estación en uno de los vértices y los otros dos en las vistas atrás y adelante. Se relevaron así, mediante el método de reiteración, las medidas en una planilla de campo, visectando la vista atrás al punto B se coloco el 0, y se tomo la distancia, posteriormente se visecto el punto A y se anoto el angulo y la distancia obtenida. Mediante vuelta de campana (campana de gauss) se repite el mismo procedimiento de medir el angulo entre A y B solo que en este caso se utiliza otro sector del circulo graduado a los fines de dotar a la medida mayor precisión. Este procedimiento se efectuo en cada uno de los vértices.

Los instrumentos que se utilizaron en esta campaña fueron :

- Estacion total
- 2 jalones
- 2 prismas
- Libreta de campo
- Maza

Taquimetría:

Para efectuar este relevamiento se hicieron los siguientes pasos:

Posicionándonos en uno de los puntos de la poligonal otros dos de nosotros recorrieron el terreno desde la última visual existente hasta lo más próximo a la estación total, realizando franjas imaginarias con una separación de 5 metros aproximadamente, siempre adentro de la poligonal establecida. Así efectuamos el relevamiento del área específica; el mismo procedimiento se hizo con los 5 vertices, también se realizaron puntos auxiliares en los extremos del puente para densificar los puntos de las costas y otros con poca visual desde los vertices la poligonal. Para esta taquimetría se utilizó la colectora de datos de la estación total especificando sobre que estábamos parados en ese preciso punto (eje de ruta, borde del camino, punto común de taquimetría, etc).

Con respecto a la instrumentación utilizada , esta estuvo compuesta por:

- Estacion total

-2 jalones

-2 prismas

-Libreta de campo

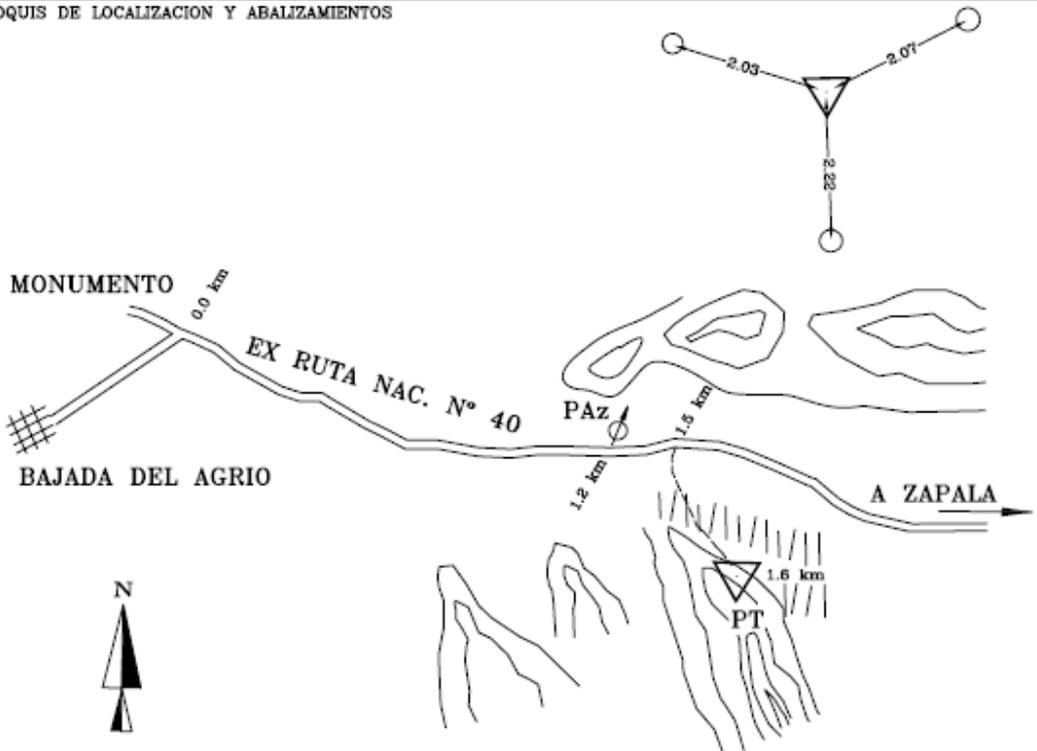
Para el procedimiento completo del terreno se tomaron más de 400 puntos, esto nos dice que la lluvia de puntos es abundante y así la precisión posterior de la curva de nivel es más precisa.

Algunos de los puntos de muestra de la taquimetría

PT1			
x+00010000000	x=	10000.000	10000.000,10000.000,100.000
y+00010000000	y=	10000.000	
z+00000100000	z=	100.000	
PT2	PT=		
x+00010339401	x=	10339.401	10000.006,10339.401,109.572
y+00010000006	y=	10000.006	
z+00000109572	z=	109.572	
+ALAM	ALAM=		
x+00010034945	x=	10034.945	10086.147,10034.945,098.663
y+00010086147	y=	10086.147	
z+00000098663	z=	098.663	
+ALAM1	ALAM1=		
x+00010064662	x=	10064.662	10173.247,10064.662,098.357
y+00010173247	y=	10173.247	
z+00000098357	z=	098.357	
+TAQUI	TAQUI=		
x+00010126719	x=	10126.719	09688.923,10126.719,097.144
y+00009688923	y=	09688.923	
z+00000097144	z=	097.144	
+AUX4	AUX4=		
x+00009859546	x=	09859.546	09890.180,09859.546,101.661
y+00009890180	y=	09890.180	
z+00000101661	z=	101.661	
+PUENTE1	PUENTE1=		
x+00009855670	x=	09855.670	09895.943,09855.670,101.760
y+00009895943	y=	09895.943	
z+00000101760	z=	101.760	

Georreferenciación:

En uno de los días de campaña se hizo un tiempo para encontrar la ubicación del punto IGN mas cercano:

AGRI	NOMENCLATURA: 0I - B1 - 3
PROVINCIA DEL NEUQUEN MINISTERIO DE H. O. Y S. PUBLICOS SUBSECRETARIA DE INGRESOS PÚBLICOS DIRECCION PROVINCIAL DE CATASTRO E INFORMACIÓN TERRITORIAL DIRECCION DE GEODESIA Y CARTOGRAFIA	RED GEODESICA PROVINCIAL DE PUNTOS GPS Punto: BAJADA DEL AGRIO Localidad mas cercana: BAJADA DEL AGRIO Departamento: PICUNCHES
OBSERVACIONES PILAR DE ACIMUT COINCIDENTE CON PF DE NIVELACION N° 33 DE LA LÍNEA n(38)D	UBICACION GRAFICA DE LA ZONA 
CARACTERISTICAS DE CONST. PT: MENSULA DE BRONCE CON PERNO CEMENTADO SOBRE ROCA PAZ: PILAR DE NIVELACIÓN DEL IGM	
CROQUIS DE LOCALIZACION Y ABALIZAMIENTOS  <p>(las medidas son expresadas en metros)</p>	

Operador: Agrim. Daniel Nestor Luengo.
 Fecha: Noviembre de 2000.

Esta técnica consiste en dotar a nuestro trabajo de coordenadas univocas en nuestro país. Estas coordenadas son en realidad proyecciones de coordenadas geográficas.

En este caso se utilizan las coordenadas de proyección Gauss-Kruger , que son las aceptadas nacionalmente.

En primer lugar posicionamos el G.P.S base en el punto trigonométrico perteneciente al Instituto Geografico Nacional con coordenadas -38.3670524,-70.0329126. Luego nos trasladamos en vehiculo acercándonos al puente en cuestión , pero dado que la distancia fue mayor a la tolerancia del instrumento , tuvimos que establecer un punto de paso , por lo que a mitad de camino aproximadamente estacionamos el G.P.S móvil para finalmente posicionar el G.P.S base en el vértice mas próximo del poligono del proyecto.

Los instrumentos utilizados fueron:

-G.P.S. de precisión “R.T.K” marca Hemisphere. (que consta de una base y una base móvil)

Nivelación Geométrica:

La técnica de nivelación que se utilizó para esta campaña consiste en determinar el desnivel entre dos puntos con precisión milimétrica, estos dos puntos son mojones fijos de la poligonal. Se procede a colocar una de las miras (mira 1) sobre uno de estos vértices, luego el nivel a no más de 30 mts de distancia si es posible, tomando como medición una altura que se llamara vista atrás, así mismo se coloca en el sentido contrario otra mira (mira 2) a la cual también se le tomara la altura y se le llamara vista adelante, la posición de esta última es un punto de paso por lo que tendrá que girarse 180° para pasar a ser la que llamamos vista atrás, mientras que el nivel y la otra mira (mira 1) se trasladaran en frente, repitiendo así este procedimiento de generar puntos de paso llegaremos al otro vértice de la poligonal. Para que la técnica concluya se hacen los mismos pasos a la vuelta tratando de no posicionarse en los mismos puntos de pasos que generamos a la ida, con eso se logra que la medida sea estadística.

Los instrumentos que se utilizaron en esta campaña fueron:

- Nivel geométrico
- 2 miras

- Planilla de campo

3.3 Precisión y confiabilidad del instrumento

Poligonación:

En el armado del polígono, podemos referirnos a la precisión que tiene este, linealmente y angularmente, decimos entonces que angularmente la estación total Topcon otorgada por el asentamiento Zapala consta con una precisión dada por la formula

3.4 Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos , podemos diferenciar entre las 4 tecnicas que hemos utilizado:

Poligonación:

En este caso , el procesamiento fue manual y las medidas fueron anotadas en una planilla de campo , luego se les aplico la teoría de errores, a los fines de compensar los angulos y las distancias del mismo.

Taquimetría:

Para esta técnica , los datos son almacenados consecutivamente en la memoria que posee la estacion total , luego de esto , son procesados en el software Autocad para posteriormente utilizarlo para diversos fines.

Georreferenciación

En este caso los datos son automáticamente almacenados con coordenadas en la colectora de datos que posee el G.P.S de precisión R.T.K.

Nivelación geométrica:

Para la nivelación geométrica se usa un nivel analógico, por lo que los datos deben ser anotados sistemáticamente en planillas de campo y procesados manualmente

3.5 Compensación de errores

Para el caso de una poligonal cerrada se debe cumplir con la siguiente sumatoria,

$\sum \angle_{int} = (n-2) \times 180^\circ$ donde “ $\sum \angle_{int}$ ” es la suma de los ángulos internos y “n” es el número de lados del polígono. En este caso quedara:

$$\sum \angle_{int} = (5-2) \cdot 180^\circ$$

$$\sum \angle_{int} = 3 \cdot 180^\circ$$

$$\sum \angle_{int} = 540^\circ$$

A continuación hacemos los cálculos necesarios para corroborar esta suma

$$V1 = 111^\circ 19' 38''$$

$$V2 = 132^\circ 16' 02''$$

$$V3 = 162^\circ 32' 31''$$

$$V4 = 57^\circ 19' 51''$$

$$V5 = \underline{76^\circ 32' 01''}$$

$$540^\circ 00' 03''$$

$$Ea = 540^\circ 00' 03'' - 540^\circ$$

$$Ea = 03''$$

Como podemos observar tenemos una diferencia de 3 segundos, para corroborar dicha diferencia debemos calcular la tolerancia angular.

$$Ta = a \sqrt{n}$$

Ta= tolerancia angular

a= error del instrumento

n= número de vértices

Según el manual de la estación total, esta tiene, un error de ± 2 segundos

$$Ta = 2'' \sqrt{5}$$



$$T_a = 2''.2,236$$

$$T_a = 4,472'' \cong 4.5''$$

Como la tolerancia angular es mayor que el error angular procedemos a compensar el ángulo.

Como se supone que el error es independiente de la magnitud de los ángulos este se distribuye equitativamente.

Utilizando el criterio de dispersión del ángulo el cual supone que el error angular es menor cuando los objetivos están a mayor distancia, procedemos a repartir los segundos en los vértices cuyos lados son más cortos, dando como resultado

$$V_1 = 111^\circ 19' 37''$$

$$V_2 = 132^\circ 16' 01''$$

$$V_3 = 162^\circ 32' 30''$$

$$V_4 = 57^\circ 19' 51''$$

$$V_5 = \underline{76^\circ 32' 01''}$$

$$540^\circ 00' 00''$$



CONCLUSIONES

La primera conclusión que obtenemos, fue la de darnos cuenta de que cada una de las materias aprendidas en la carrera fue de vital importancia a la hora de realizar este proyecto, ya que supimos desenvolver cada técnica desde la parte teórica hasta la práctica,

Concluimos también que la organización y planeamiento previos a la visita al campo fueron cuestiones que tuvimos que aprender sobre la marcha.

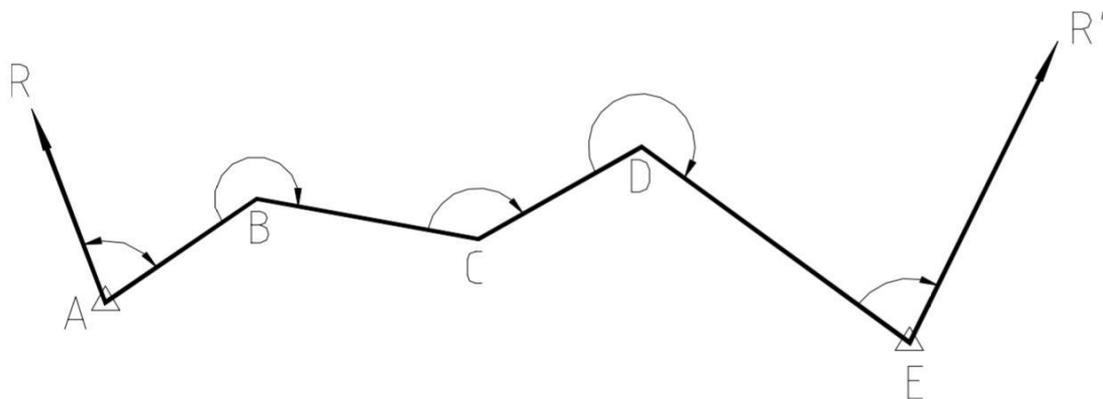
ANEXO

5.1 Planimetría

Los puntos de la poligonal pueden convertirse en polos de radiación, y desde ellos efectuar un levantamiento. En este caso en primer lugar se realizará la observación de los puntos de estación del itinerario y después se efectuará en cada uno de ellos la radiación de los puntos de detalle.

El método de poligonación consta del siguiente procedimiento. Se estaciona en un punto A y se sitúa por radiación en punto B. Posteriormente se estaciona en B y, tomando como referencia la dirección BA se radia C. Estacionando en C, de modo análogo, se sitúa el punto D y así se continúa sucesivamente hasta fijar el último punto que se desee, tal que el E. Por tanto, un itinerario o poligonal no es más que una sucesión encadenada de radiaciones. Los puntos A, B, C... son estaciones de itinerario y las distancias AB, BC, AC

... los tramos o ejes del mismo.



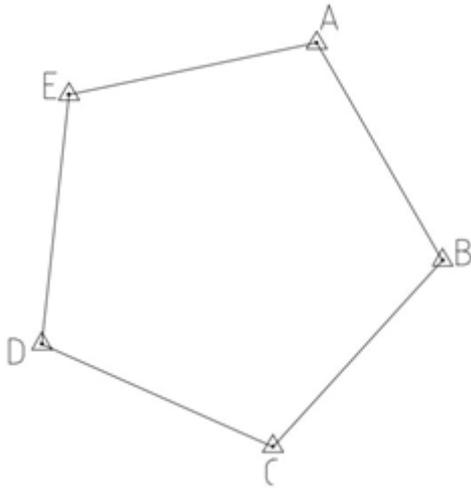
Normalmente, con una poligonal lo que se pretende es situar una serie de puntos B, C,...a partir de otro A, previamente conocido, desde el que se dispone de acimut a direcciones (referencias) también conocidas.

CLASIFICACIÓN DE LAS POLIGONALES.

1. Según los puntos de partida y llegada.

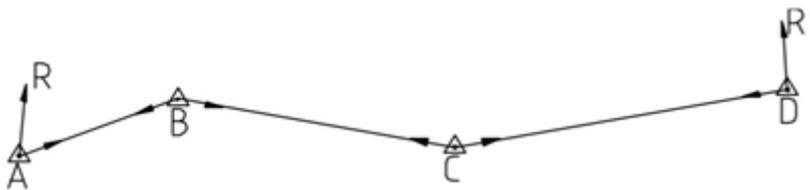
1.1 Cerrada:

Cuando el punto inicial coincide con el final



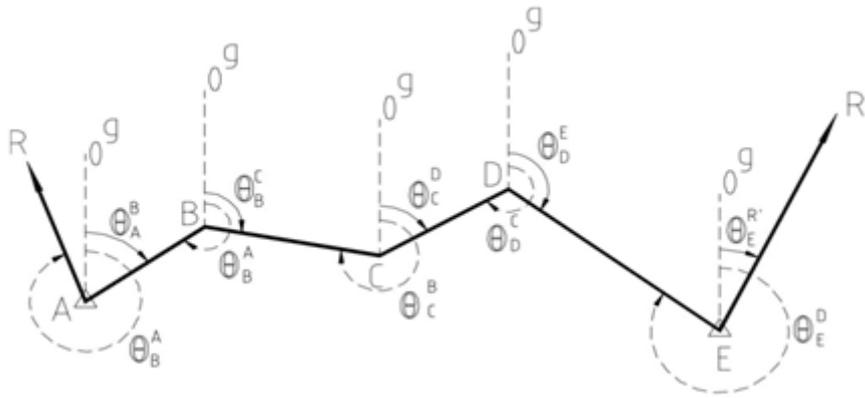
1.2 Abierta:

Cuando el punto inicial no coincide con el final.



2. Según la orientación angular.

2.1 Poligonal Orientada.



Cuando se observa una poligonal orientada, el instrumento está orientado en cada uno de los puntos o estaciones que componen la poligonal.

Se estaciona el aparato en el punto inicial A y se orienta, para lo que será necesario conocer el acimut θ_{RA} , de una dirección AR. Seguidamente se visa al punto B, sobre el que se hacen las medidas de ángulos y distancias necesarias para situar dicho punto por radiación. Al estar el aparato orientado, la lectura acimutal que se haga sobre B será el acimut θ_{BA} , de tal dirección. Después se traslada el aparato a B, la dirección de referencia será BA ya que el azimut de θ_{AB} es conocido, por ser el recíproco de θ_B , medido en A. Radiamos desde B el punto C y nos trasladamos a él, se orienta utilizando el azimut θ_{CB} recíproco de θ_{BC} , continuándose así hasta el final de la poligonal.

Como siempre debe procurarse tener una comprobación de los resultados obtenidos, por lo que al estacionar en el último punto E se orienta el instrumento sobre D con el

Acimut θ_{DE} y a continuación se visa a la dirección ER' de acimut conocido. Es natural que debido a los inevitables errores de observación, el valor leído para $\theta_{R'E}$ no coincida exactamente con dicho acimut conocido. la diferencia será el error de cierre angular de la poligonal.

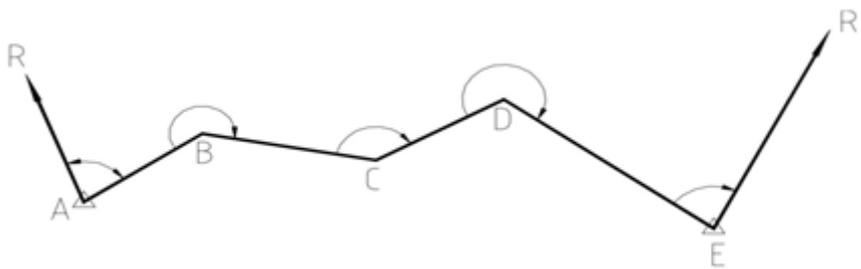
En un itinerario orientado los acimuts directos y recíprocos deben de diferir en 200 grados, puesto que se ha obligado al goniómetro a indicar las lecturas correspondientes. En la práctica no sucede así. Con el instrumento se observan las

direcciones en las posiciones de CD y CI. Las lecturas promedio que se obtienen no resultan rigurosamente iguales a las deseadas, lo que determina que los acimuts directos no se corresponden con sus recíprocos. Se van produciendo a lo largo del itinerario unas ligeras desorientaciones y el error de cierre acimutal que pueda aparecer al observar la dirección de cierre estará también ligeramente falseado, con respecto al que obtendremos finalmente en cálculo.

Se hace necesario corregir en cálculo las desorientaciones situadas en el momento de la observación. Esta operación recibe el nombre referir acimuts al origen.

2.2 Poligonal no Orientada.

En este caso no se puede, o no se desea, llevar el instrumento orientado.



Se estaciona en el punto de inicio de la poligonal A y con la lectura acimutal cualquiera se visa a R. Después se realiza la observación completa sobre B.

Es evidente que por diferencia de lecturas acimutales se podrá conocer el ángulo que la dirección AB forma con la AR. En B se visa a A con una lectura arbitraria y seguidamente se efectúan las observaciones necesarias sobre C, con lo que se podrá calcular el ángulo en B. Se continúa de forma análoga hasta finalizar en E, donde se deberá visar también a R' para conocer el ángulo de dicha estación.

Con las referencias y conocidos los acimuts de las direcciones observadas, se pueden posteriormente calcular los acimuts de todos los lados o tramos de la poligonal y llegar a conocerse el error de cierre de la poligonal. Para poder conocer el error de cierre se utiliza la corrida de acimuts.

5.2 Regla de Bessel:

Cuando no sea suficiente la precisión que representa una medición angular simple, se le repetirá en posición II (círculo a la derecha), después de haber realizado la operación círculo izquierdo (posición I) explicada precedentemente. Las nuevas lecturas (posición II) diferirán de las anteriores en 180° más un error dentro de la tolerancia. De esta forma se determinan dos valores del ángulo a . La media aritmética de estos valores, es la medida del ángulo a .

Sabemos que por mucha diligencia que se emplee en las largas maniobras de corrección del aparato, siempre quedan errores residuales. Por ello, con instrumentos corregidos, es necesario recurrir a la Regla de Bessel.

Procedimiento operatorio:

1º) Estando el teodolito centrado y nivelado en O (figura 1), se bisecta en Posición I (círculo Izquierda), la señal de la izquierda (A), y se lee el microscopio de lectura, LAI. Trabajando como en el método simple bisectamos la señal de la derecha (B), y se lee el microscopio

de lectura, LBI.

2º) Damos vuelta de campana (círculo a la Derecha), en esta posición se bisectará nuevamente a los puntos, pero en “orden inverso”, primero B y después A girando la alidada en el sentido contrario a las agujas del reloj, para compensar un posible error de arrastre del limbo y la alidada (o sea que al girar la alidada, se puede producir un pequeño movimiento en el limbo, debido a que el tornillo de presión de éste no se halle bien apretado). Es decir, trabajando con los tornillos de alidada, bisectamos la señal de la derecha (B), y efectuamos la lectura horizontal L2D. Trabajando siempre con los tornillos de alidada bisectamos la señal de la izquierda y efectuamos la lectura horizontal L1D.

3º) El valor del ángulo a será igual a la media aritmética de los valores obtenidos en las dos posiciones del aparato.

Al medir un ángulo según la Regla de Bessel queda eliminada la influencia de los errores de colimación, inclinación, excentricidad del plano vertical de mira y excentricidad de la alidada.

Ejemplo:

CÍRCULO HORIZONTAL						
Punto Estación	Punto Visado	POSICIÓN I		POSICIÓN II		PROMEDIO
		Dirección	Ángulo	Dirección	Ángulo	
O	A	60° 11' 00"	18° 21' 30"	240° 11' 00"	18° 21' 42"	18° 21' 36"
	B	78° 32' 30"		258° 32' 42"		

5.3 Nivelación

MÉTODOS DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA SIMPLE.

- MÉTODO DEL PUNTO MEDIO.

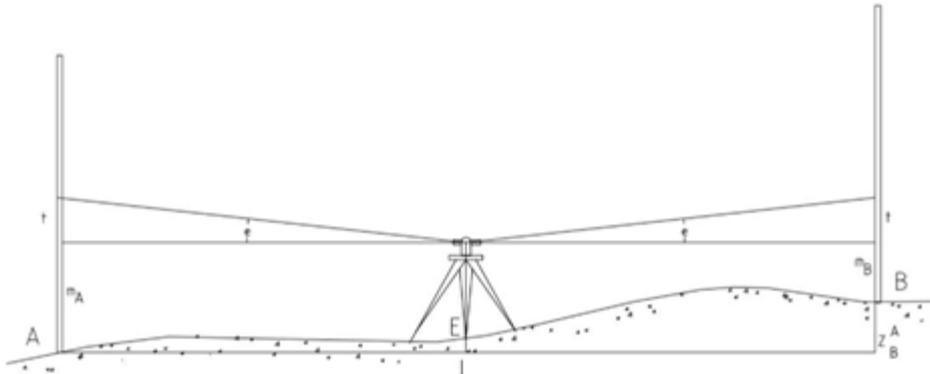
Sean A y B dos puntos cuyo desnivel se quiere determinar. El método denominado del punto medio, consiste en estacionar el nivel entre A y B, de tal forma que la distancia existente a ambos puntos sea la misma, es decir $EA = EB$.

En A y B se sitúan miras verticales, sobre las que se efectúan las visuales horizontales con el nivel, registrando las lecturas m_A , m_B . A la mira situada en A se le denomina mira de espalda y a la mira situada en B mira de frente

El punto de estación no está materializado por ningún tipo de señal, pero los puntos sobre los que se sitúan las miras sí lo están.

La igualdad de distancias entre el punto de estación y las miras, que caracteriza a este método de nivelación, podrá realizarse midiendo a pasos las distancias, siempre que previamente se haya verificado el equipo.

El esquema de observación es el siguiente:



De la figura se deduce que el desnivel de B respecto de A, ΔH_{BA} , vendrá dado por la diferencia de lecturas, lectura de espalda menos lectura de frente:

$$\Delta H_A^B = m_A - m_B$$

El desnivel vendrá dado por la diferencia de los hilos centrales de la lectura sobre las miras. Siempre se efectúan las lecturas de los tres hilos: inferior, central y superior. Se comprueba en el momento de realizar la observación que la semisuma de las lecturas de los hilos extremos es igual a la lectura del hilo central ± 1 mm, y se da por válida la observación. Se dan por válidas las lecturas, pero no se modifican. El hilo central ha de ser el observado.

Si la semisuma no fuese igual a la lectura del hilo central ± 1 mm, se repetirán las tres lecturas.

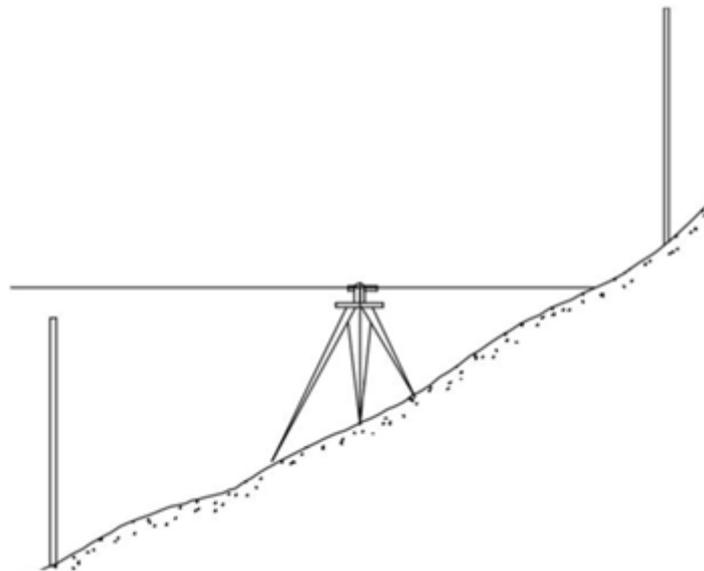
Supongamos que el instrumento tiene un error residual de corrección (ϵ). En este caso las visuales no serán exactamente horizontales. La influencia de este error en las alturas de mira (t) será igual en ambas miras, al cumplirse la equidistancia de E respecto de A y B.

Al ser iguales los errores que afectan a m_A y m_B , su diferencia, que es el desnivel, será correcto. El desnivel está exento de errores sistemáticos y de la influencia de la esfericidad y de refracción atmosférica, debido a la igualdad de distancias entre miras.

Este método es el más utilizado ya que se determina el desnivel con una sola estación de instrumento y el desnivel observado tiene una precisión del orden del mm.

Las lecturas sobre las miras se realizan apreciando los milímetros. Para conseguirlo las visuales han de hacerse a distancias cortas. La apreciación del mm en la mira depende también de los aumentos que tenga el anteojo del nivel.

En la práctica se demuestra que el límite de distancias para conseguir lecturas en las que se asegure el mm, es de 80 a 100 m. Esto conlleva una posible distancia de 160 a 200 m, entre los puntos cuyo desnivel se desea obtener.

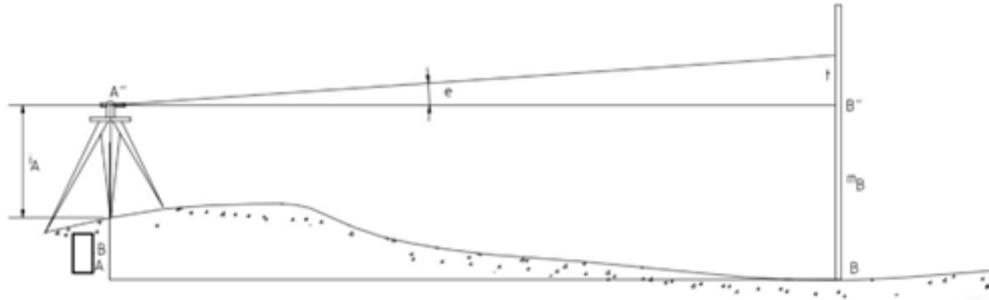


La pendiente del terreno también condiciona la longitud máxima de las visuales. Si se rebasan ciertos límites podrá suceder que no se pueda realizar la observación, al encontrarse las miras más altas o más bajas que la visual horizontal, tal como se representa en la figura.

MÉTODO DEL PUNTO EXTREMO.

Sean A y B los dos puntos cuyo desnivel queremos determinar. Para ello, utilizando el método del punto extremo, se estaciona el nivel en el punto A, a una altura sobre el suelo i_A y se visa a la mira situada en B, efectuándose la lectura m_B .

El esquema de observación es el siguiente:



El desnivel ΔH_{BA} vendrá dado por:

$$\Delta H_A^B = i_A - m_B$$

Analizando la expresión observamos que la precisión del método es inferior a la que se obtiene con el método del punto medio. En este caso, la medida del desnivel procede de la diferencia de una lectura de mira y de la altura de aparato.

Esto supone una precisión del orden del cm o del medio centímetro.

Por otra parte, en este método, el error residual (e) del instrumento produce un error t, en la lectura de mira m_B que no queda compensado. Tampoco se elimina el error de esfericidad y refracción.

A pesar de las desventajas anteriores es un método útil para nivelar un conjunto de puntos alrededor del punto de estación, procedimiento que se denomina nivelación radial.

COMPROBACIÓN DEL EQUIPO

La verificación del equipo se realiza antes de comenzar cualquier trabajo, aplicando dos de los métodos explicados en el apartado anterior:

Método de punto medio.

Método de estaciones exteriores con un solo estacionamiento

Se seleccionan dos puntos, y se determinará el desnivel entre ellos, según el procedimiento siguiente. En primer lugar se aplica el método de punto medio que permite obtener el desnivel correcto, exento de la influencia de los errores sistemáticos del nivel,

y los debidos a la esfericidad terrestre y a la refracción atmosférica; a pesar de que el nivel esté descorregido.

En segundo lugar se aplica el método de estaciones exteriores y se calcula el desnivel.

El nivel estará descorregido, si ambos desniveles no coinciden.

INCERTIDUMBRE.

La incertidumbre es el parámetro que cuantifica la precisión. En el método de nivelación geométrica, se expresa a través del denominado error kilométrico: e_k .

Este estimador nos indica la incertidumbre existente en un kilómetro que se nivelara con este método.

Sea L la longitud de la nivelada, es decir, la distancia existente entre el punto de estación y la mira. La incertidumbre en la horizontalidad de la visual vendría dada por:

$$e = \sqrt{e_p^2 + e_h^2}$$

Siendo s_{cc} la sensibilidad del nivel, C_{pr} el compensador automático, A los aumentos, el error de horizontalidad y de puntería se obtiene, dependiendo del modelo, utilizando las expresiones siguientes.

Error de horizontalidad: e_h

Nivel tubular simple:

$$e_h = \frac{1}{3} s^{cc}$$

Nivel de coincidencia:

$$e_h = \frac{1}{20} s^{cc}$$

Nivel automático electrónico:

$$e_h = C_{pr}$$

Error de puntería: e_p

$$e_p = \frac{C_n}{A} K$$

$$100^{cc} \leq C_n \leq 150^{cc}$$

$$1,5 \leq K \leq 2,5$$

La incertidumbre en una nivelada será el arco que corresponde al ángulo e , en un radio L , es decir:

$$e_n = e \cdot L$$

Y sustituyendo:

$$e_n = \frac{\sqrt{e_p^2 + e_h^2}}{636620^{cc}} L$$

La incertidumbre en un kilómetro será igual a la suma cuadrática de este término n veces, siendo n el número de niveladas que realizamos en este trayecto:

$$e_k = \frac{\sqrt{e_p^2 + e_h^2}}{636620^{cc}} \cdot L \sqrt{n}$$

Y por lo tanto conocidas las características de un equipo podremos determinar el error kilométrico que se obtendría en una línea de nivelación geométrica.

$$e_k = \frac{\sqrt{e_p^2 + e_h^2}}{636620^{cc}} \cdot L \sqrt{\frac{1000}{L}}$$

El error kilométrico es función de las características del nivel utilizado y de la separación existente entre el aparato y la mira. Normalmente en Topografía oscila entre 7 o 9 mm, y suele ser un parámetro que viene definido en el pliego de condiciones del trabajo.

LONGITUD MÁXIMA DE LA NIVELADA.

En determinados casos podremos plantearnos cuál ha de ser la longitud de nivelada que nos permite obtener unas precisiones concretas, de modo análogo a como analizáremos en el problema de las distancias máximas en el método de radiación.

Imaginemos un proyecto en cuyo pliego de condiciones se especifica que debe cometerse en la realización del trabajo altimétrico un error kilométrico de e_k , y que vayamos a aplicar el método de nivelación geométrica.

En este caso podremos calcular como parámetro de diseño del trabajo, la longitud de nivelada, una vez que hayamos decidido el instrumental topográfico que vamos a utilizar en la obtención de los datos de campo.

Despejando este término en la expresión del error kilométrico obtendremos:

$$L = \frac{e_k^2 \cdot (636620^{cc})^2}{(e_p^2 + e_h^2) \cdot 1000}$$

Y con este parámetro se prepara el trabajo de campo.

REDES DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.

Al encadenar líneas de nivelación en figuras geométrica se obtienen lo que denominamos redes de nivelación. Este método se aplica para dotar de altitud a los puntos base de un trabajo.

Una vez diseñada la posición de los diferentes puntos y tras haber realizado la materialización de los mismos se procederá a llevar a cabo la observación. El método de observación es unir los puntos entre sí mediante líneas de nivelación dobles cerradas.

El método de ajuste en la actualidad es el método de ajuste mínimo cuadrático.

Tras obtener los desniveles a partir de los datos observados se efectúan corrida de altitudes con datos parciales de campo, y se obtienen las altitudes que van a ser las aproximadas para iniciar el ajuste. Se plantean las relaciones de observación, tantas como

observaciones se hayan obtenido, y se anula la redundancia en la solución adoptando la solución mínimo cuadrática como solución final.

NIVELACIÓN DE PRECISIÓN:

El método que utiliza siempre la nivelación de precisión es el de la nivelación geométrica o por alturas, pero las tolerancias que se exigen en alta precisión son:

$$T = 1,5 \text{ mm} \sqrt{K}$$

siendo k la distancia en kilómetros.

Para conseguir estas precisiones, se utilizan clavos y señales específicos, y equipos niveles automáticos, con tornillos para calar el nivel esférico, una escala micrométrica y cuña de ajuste de precisión de la visual. En los aparatos de precisión, y delante del objetivo, va una lámina de caras plano paralelas, que nos facilita la lectura de la mira. Haciendo girar esta lamina podemos desplazar el campo visual. En los niveles automáticos el nivel tubular está sustituido por el compensador, situado entre el objetivo y el retículo con el fin de poner horizontal la visual aunque el eje del anteojo no lo sea.

Las miras también son especiales. Poseen una cinta de invar de 3 metros de largo, con una división centimétrica a trazos. La cinta está alojada en una ranura de la mira, la cual está fabricada de madera bien seca, impregnada y barnizada.

La mira está ligada a la cinta invar en el extremo superior y está fijada sólidamente en el inferior con un muelle. De esta forma se independiza la observación de las influencias atmosféricas que intervienen en la variación de longitud del soporte. Los intervalos de división son de 5 mm y están desplazados unos con respecto a otros. Llevan dos escalas, de manera que la diferencia en las lecturas efectuadas entre ellas es constante.

En las nivelaciones de precisión no suelen seguirse itinerarios simples sino que las líneas configuran polígonos cerrados.

Las normas son muy estrictas. Se indican todos los detalles de cómo ha de realizarse el trabajo: longitud de los anillos, tipo de materialización, comprobaciones a realizar, etc.

5.4 Georreferenciación

Coordenadas geográficas ¿Cómo obtenerlas?

· GPS: Sistema de Posicionamiento Global

Sistema de Posicionamiento Global GPS

Historia y descripción del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Los satélites. El sistema de monitoreo y control desde tierra. Los usuarios de GPS. Otros sistemas similares al GPS: ruso (GLONASS), europeo (GALILEO) y chino (COMPASS). Estado actual y perspectiva.

Historia

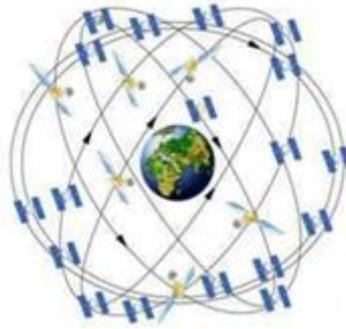
- El primer satélite artificial fue el Sputnik I, lanzado por la entonces Unión Soviética en octubre de 1957
- Posteriormente surgió el sistema Transit, de origen norteamericano, destinado a obtener coordenadas de puntos terrestres.
- EEUU crea GPS, Sistema de Posicionamiento Global, cuyo primer satélite fue puesto en órbita en febrero de 1978 y se completó en diciembre de 1993. En la actualidad continúa con mejoras.
- GPS fue concebido para uso militar por el Departamento de Defensa de los EE.UU.
- Objetivo: obtener coordenadas en cualquier lugar del planeta, en todo momento y condición.

Componentes:

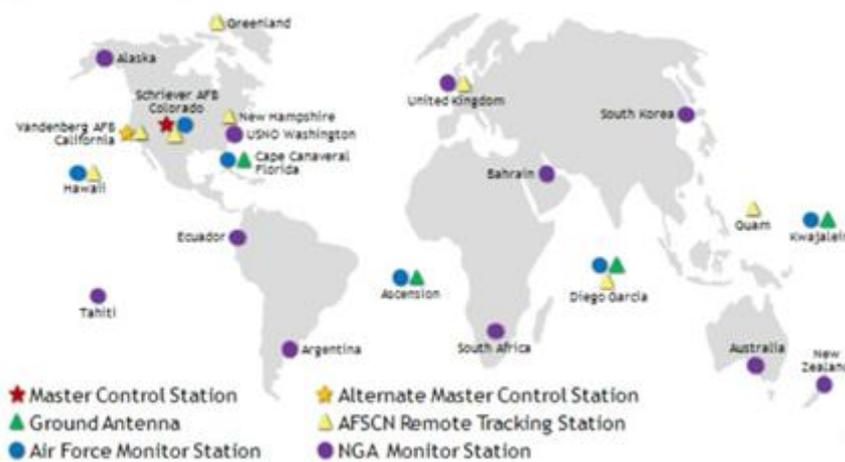
- Satélites
- Estaciones de control
- Usuarios

Constelación de satélites:

- La composición original es de 24 satélites
- Actualmente hay 32 pero puede variar la cantidad
- Cada satélite se identifica mediante un código específico llamado PRN y está dotado de reloj atómico.
- Los satélites giran en 6 planos orbitales.
- La altura aproximada es de 20200 km y tardan aproximadamente 12 hs en recorrer su órbita.
- Velocidad de desplazamiento de los satélites: 3.86 km/s o 13900 km/h.



Estaciones de control:



Algunas de las funciones de las Estaciones de control son:

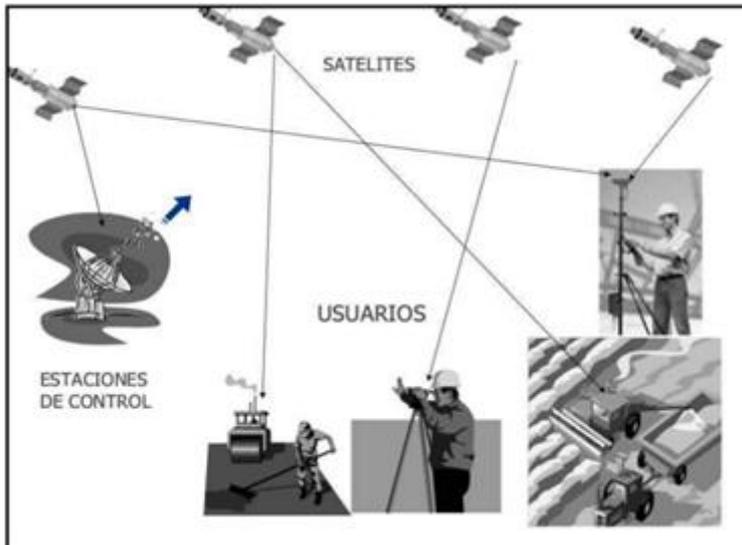
- Monitoreo permanente de los satélites.
- Determinación de orbitas, sincronización relojes.
- Transmisión a los satélites de la información procesada.

Usuarios:

Son todos quienes, de un modo u otro, utilizan el sistema.
Para ello, los receptores GPS están equipados con:

- Antena
- Procesador de señal

- Reloj de cuarzo
- Memoria para almacenamiento
- Su función básica es obtener coordenadas



Obtención de coordenadas:

Se acude a lo que en matemática se llama intersección espacial inversa: para determinar la posición de un punto en el espacio se miden las distancias a tres puntos de coordenadas conocidas.

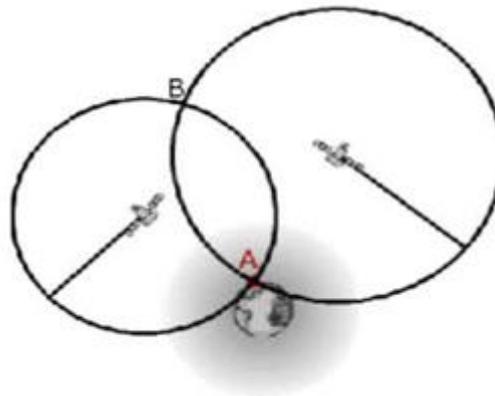


Ilustración 2: En el plano

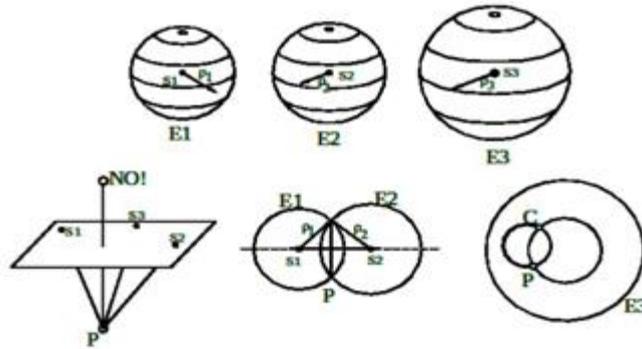
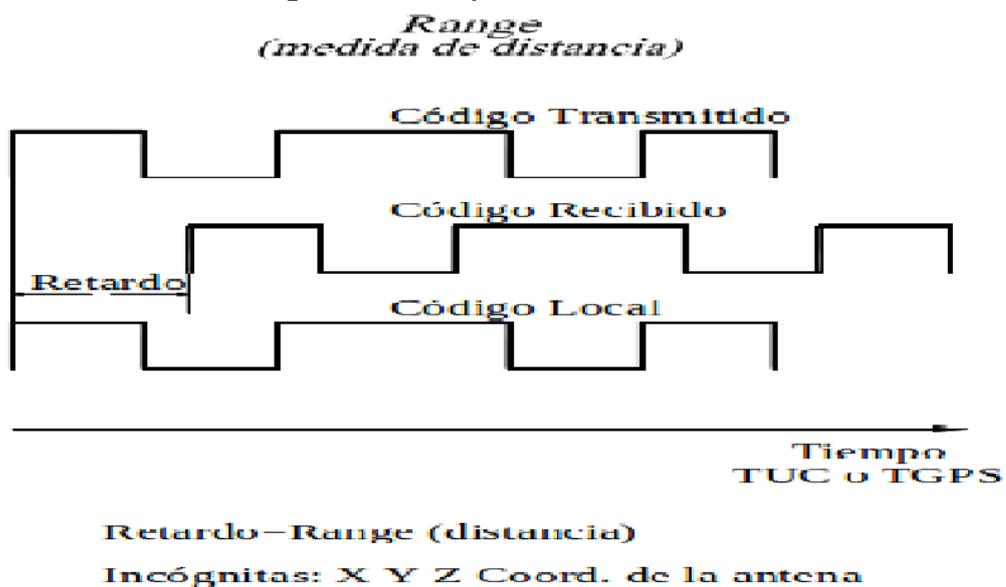


Ilustración 3: En el espacio

Se obtiene la **DISTANCIA** entre el receptor y el satélite midiendo el **TIEMPO** que tarda la señal en recorrer el espacio que los separa.

- Tiempo que tarda la señal en llegar desde el satélite al receptor: 0.067s aprox. (es decir, 67 milésimas de segundo)
- Una milésima de segundo de más o de menos significa! 300 km de error!
- Apreciación posible con un buen reloj de cuarzo (el que poseen los receptores): 0,00000001 segundos (una centésima de microsegundo), equivalente a una incertidumbre de 3 metros.
- Precisión del reloj atómico en los satélites: 1 billonésimo de segundo o menor aun.

Se obtiene el **TIEMPO** midiendo el retardo en la recepción de la señal Medición de distancia usando el código de libre adquisición C/A.

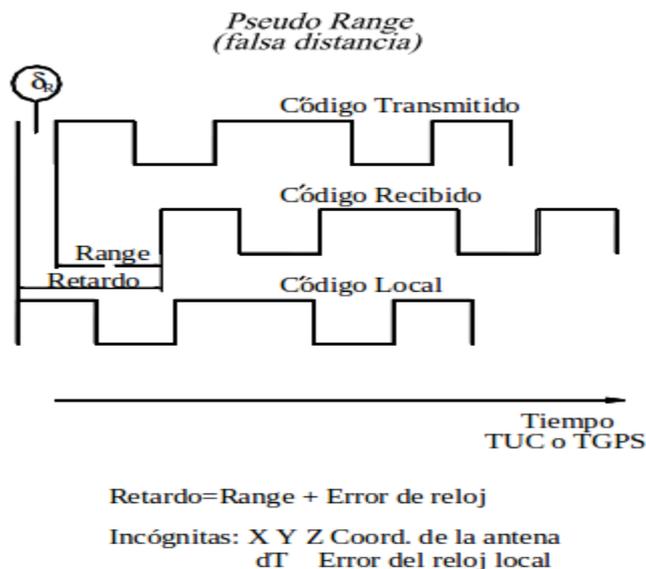


Todos los receptores tienen incorporado en su memoria los códigos característicos de todos los satélites

Eso permite:

- El reconocimiento del satélite
- La generación en el receptor de una replica
- producir la correlación (entre recibido y replica)
- medición del retardo

PERO SE MIDEN PSEUDO-DISTANCIAS



Porque la sincronización de los relojes (el del satélite y el del receptor), no puede ser perfecta, tenemos otra incógnita, llamada δR , que es el error de reloj del receptor que, como dijimos, es de inferior calidad que el del satélite.

INCÓGNITAS:

Por tanto hay 4 incógnitas (las coordenadas de los satélites son conocidas porque los mismos satélites se las transmiten a los receptores):

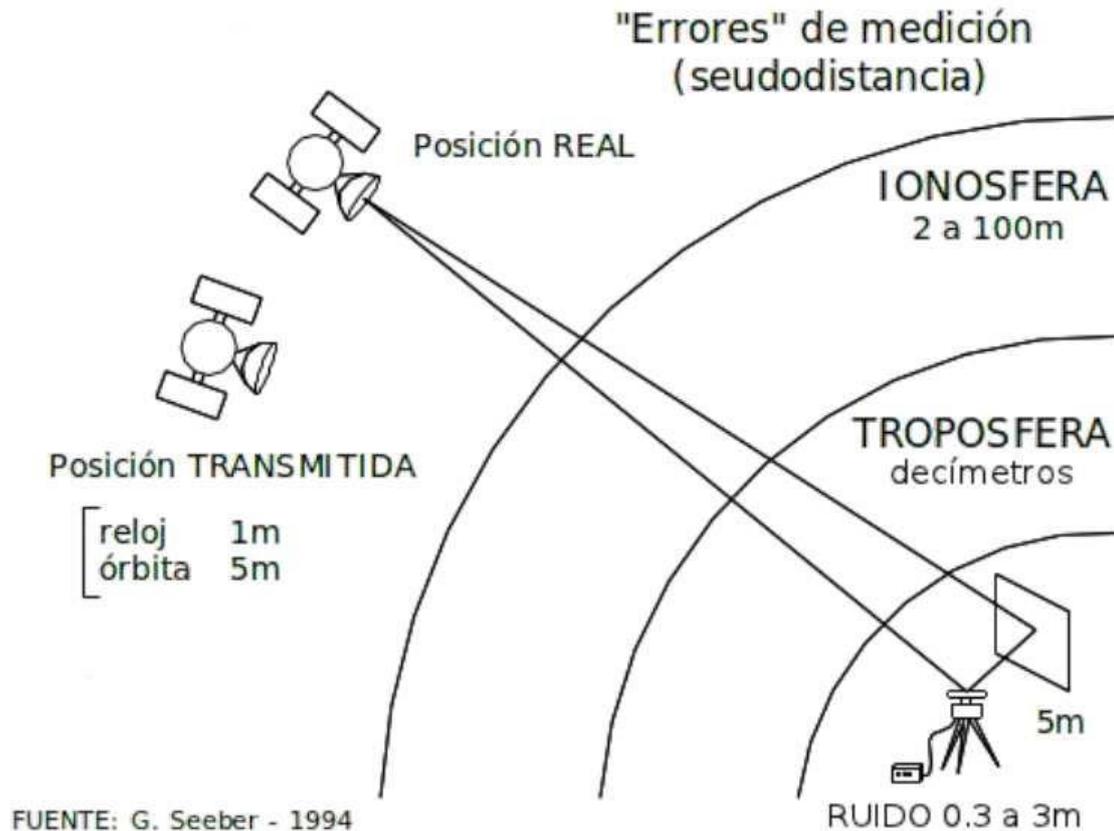
- 3 de posición del receptor (XP, YP, ZP)
- 1 de reloj del receptor δR

Se obtiene el resultado deseado observando las distancias a 4 satélites, lo que permite obtener un sistema de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas, cuya resolución ES UNA OPERACION MATEMATICA RELATIVAMENTE SIMPLE

Errores:

Magnitud de los errores que se pueden producir al medir las distancias y calcular las coordenadas (no se trata de valores fijos sino del rango que pueden asumir esos errores)

y la afectación que producen en las coordenadas no necesariamente es su suma, hasta incluso pueden compensarse parcialmente.



Posibles causas de los llamados Errores sistemáticos:

- Errores en las coordenadas de los satélites e incluso en sus relojes
- Influencia de la atmosfera
- Ondas reflejadas en superficies próximas al receptor

Existen diversas maneras de reducir la influencia de estos errores, las que varían de acuerdo a los aparatos y los métodos operativos que se pueden aplicar.

Errores llamados accidentales:

- Correlación de códigos, es decir imprecisión en lo que antes llamamos medición del "retardo" o lo que en la ilustración se denomina "ruido"

Para disminuir su influencia se apela a la "sobrereabundancia" de observaciones y a la búsqueda del "valor más probable", mediante el cálculo matemático de ajustes.

Precisión:

La precisión con que se obtienen las coordenadas del punto donde está ubicado el receptor depende de:

- La calidad de la medición
- La sobreabundancia de datos
- La configuración geométrica del sistema, es decir la forma en que se distribuyen en el cielo los satélites de los cuales se recibe señal. Por ejemplo si el receptor está encerrado entre tres paredes y recibe señales solo de satélites agrupados en ese costado libre se verá afectada la precisión del resultado.

En definitiva, se puede obtener una precisión del orden de los 15 metros, en posicionamiento con un solo receptor, en forma instantánea y en el 95% de los casos. Si sólo se mide Latitud y Longitud, la precisión resulta mejor que 10 metros.

Métodos de obtención de coordenadas

Posicionamiento absoluto:

- Con Código de Libre adquisición (C/A)
- Con 1 solo receptor

Se obtienen las coordenadas de la ubicación del receptor en ese momento, a partir de la medición de distancias a los satélites (que transmiten sus propias coordenadas en la señal satelital).

Ejemplo de método ESTÁTICO:

- Receptor estacionado sobre un punto.
- Calculando posición.
- Solución en 3D.

Ejemplo de método MÓVIL:

- Receptor en movimiento.
- Calculando posición, por ejemplo, cada 1 segundo.
- Solución en 3D, instantánea.
- Solución típica de navegación: 1 posición por segundo, describe la trayectoria.

Ejemplos de receptores que usan estos métodos

Navegadores:

- De mano



- Para auto



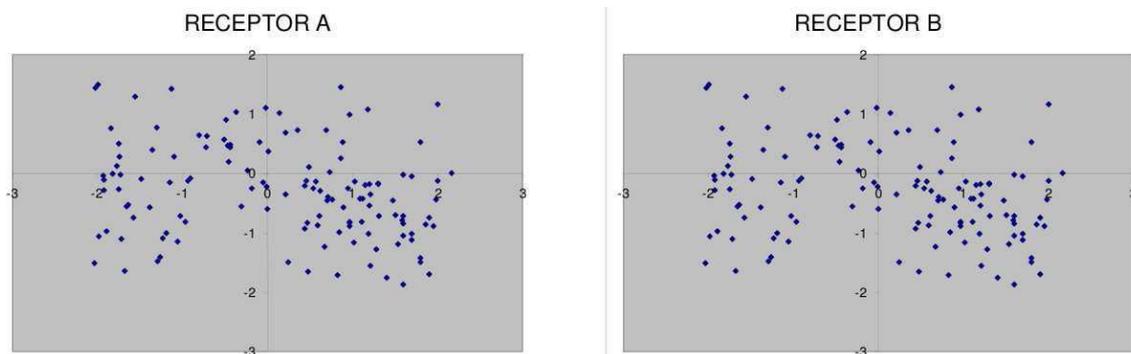
- Diseños específicos: transporte, navegación aérea, embarcaciones, práctica deportiva...



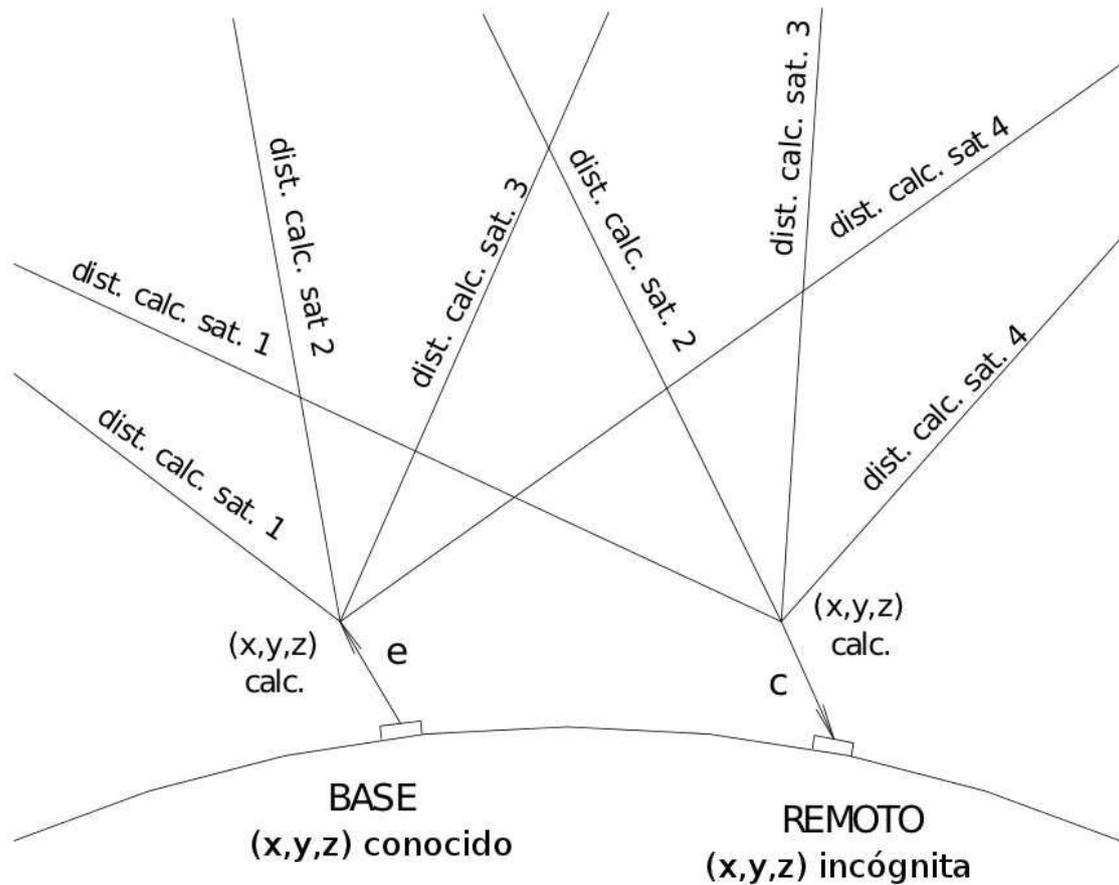
Posicionamiento relativo:

Es el que se utiliza cuando se quieren obtener mejores precisiones que la de varios metros y requiere el uso de al menos dos receptores (si bien este tema no sería estrictamente indispensable en el curso entendemos que es conveniente una visión informativa del mismo)

Consideremos el caso de: DOS RECEPTORES, cercanos entre sí, rastreando los mismos satélites y obteniendo posiciones en el mismo momento.



Los errores que se generan en los satélites y en la propagación de la señal, afectan de forma “similar” a ambas estaciones (depende de su separación).



- 2 receptores
- Importante: se consideran solo los satélites comunes
- Uno de los receptores, fijo: ESTACION BASE
- El otro: RECEPTOR REMOTO

Los errores propios del satélite y de la propagación de la señal afectan de manera similar a las 2 estaciones cuando están próximas entre sí.

La precisión del posicionamiento GPS mejora notablemente al aplicar corrección diferencial.

Es decir estacionar un receptor sobre un punto de coordenadas previamente conocidas llamado base, calcular el error de las coordenadas obtenidas y utilizar esa información para corregir las coordenadas obtenidas en el otro receptor llamado remoto, el que esta estacionado sobre un punto de coordenadas desconocidas.

Estación base:

Receptor estacionado sobre punto de coordenadas conocidas.

Receptor remoto:

Estático

- Receptor estacionado sobre punto a relevar
- Se aplica corrección diferencial
- Solución final: promedio de las posiciones corregidas
- Obtención del resultado: en post-proceso o en tiempo real

Móvil

- Receptor en movimiento
 - Se aplica corrección diferencial
 - Solución final: trayectoria
 - Obtención del resultado: en post-proceso o en tiempo real
-
- GNSS: Sistema Global de Navegación Satelital

La Georreferenciación:

- Expresa COORDENADAS en un SISTEMA DE REFERENCIA UNICO MUNDIAL
- constituye un DOCUMENTO UNIVERSAL DE IDENTIDAD de los Puntos del Espacio
- Identifica: puntos
- Vincula: un punto con otro u otros
- permite relacionar las informaciones atinentes a un mismo punto pero provenientes de distintas épocas o de distintas fuentes

Aplicaciones:

Científicas:

- Medición del desplazamiento de la corteza terrestre
- Monitoreo de corrientes marinas
- Velocidad de aguas fluviales
- Límites de cuencas hidrográficas
- Estudio de desplazamiento y evolución de la fauna

Catastrales

- La ley Nacional de Catastro exige las coordenadas de los vértices de los inmuebles
- Límites administrativos
- Áreas de reservas
- Información georreferenciada obtenida en los censos
- Zonas periurbanas de restricción de herbicidas

Movimiento de personas y cosas

- Transporte
 - Aéreo
 - Marítimo
 - Fluvial

- Terrestre
- Circulación de vehículos

Construcción de Obras de Ingeniería. Ejemplo:

- Coordenadas de las cabeceras de la obra
- Construcción simultanea de puentes

Asuntos legales

- Persecución del contrabando y narcotráfico
- Limites de las propiedades
- Contratación y pago de seguro

Agricultura de precisión:

- Conocimiento de la Topografía
- Elaboración de mapas de suelos
- Mapas de rendimiento
- Guiado y auto guiado de maquinaria
- Dosificación de herbicidas y fertilizantes
- Programación de siembra

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

- Los SIG integran información gráfica y alfanumérica correlacionada por su georreferenciación.
- A título ilustrativo las podemos considerar "capas" superpuestas como indica la figura, en la cual mencionamos algunas posibles capas.

Las fórmulas vienen dadas en función al instrumento usado, (óptico-mecánico o electrónico) y en el caso de fórmulas donde intervenga el ángulo vertical, también en función de la lectura □ o □:

- Determinación de la distancia reducida (D.R.)

Óptico-mecánico	$DR = NG \cdot \cos^2 \square$	$DR = NG \cdot \sen^2 \square$
Electrónico	$DR = DI \cdot \cos \square$	$DR = DI \cdot \sen \square$

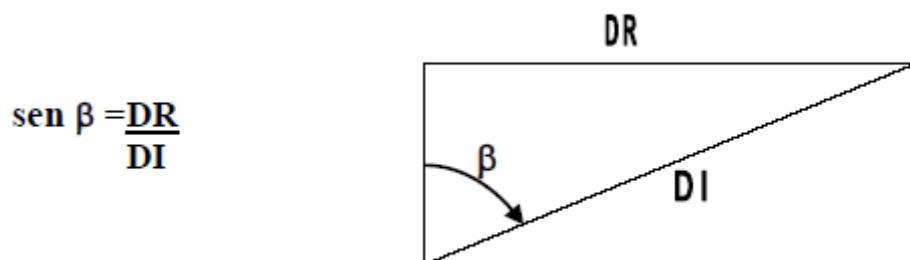
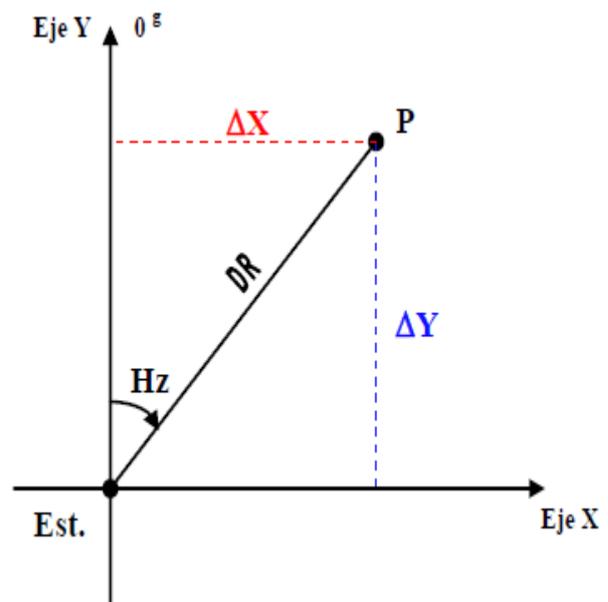


Figura 13.

- Coordenadas Relativas o provisionales del punto observado a la estación de lectura.

X relativa Pto.-Estación	$\Delta X = DR \cdot \text{sen Hz}$
Y relativa Pto.-Estación	$\Delta Y = DR \cdot \text{cos Hz}$

El punto P medido en campo desde la estación, viene determinado por coordenadas polares, (Hz y DR), y nosotros la transformamos en coordenadas cartesianas (X e Y).



- Coordenadas Finales o definitivas del punto observado.

X final	$X_{\text{final}} = X_{\text{estac}} \pm \Delta X$
Y final	$Y_{\text{final}} = Y_{\text{estac}} \pm \Delta Y$

Una vez determinado los incrementos en los ejes cartesianos, tan sólo nos queda sumar estos a las coordenadas cartesianas de la estación de lectura para obtener las coordenadas de cada punto en el mismo sistema de referencias y facilitar su representación gráfica.

Es decir, hasta este punto, hemos sido capaces de calcular y transformar las coordenadas polares planas tomadas en campo en coordenadas cartesianas planas, X e Y, las cuales serán más cómodas para trabajar tanto analítica como gráficamente.

Con estas fórmulas y datos, cumplimos todos los requisitos para trabajar la planimetría.

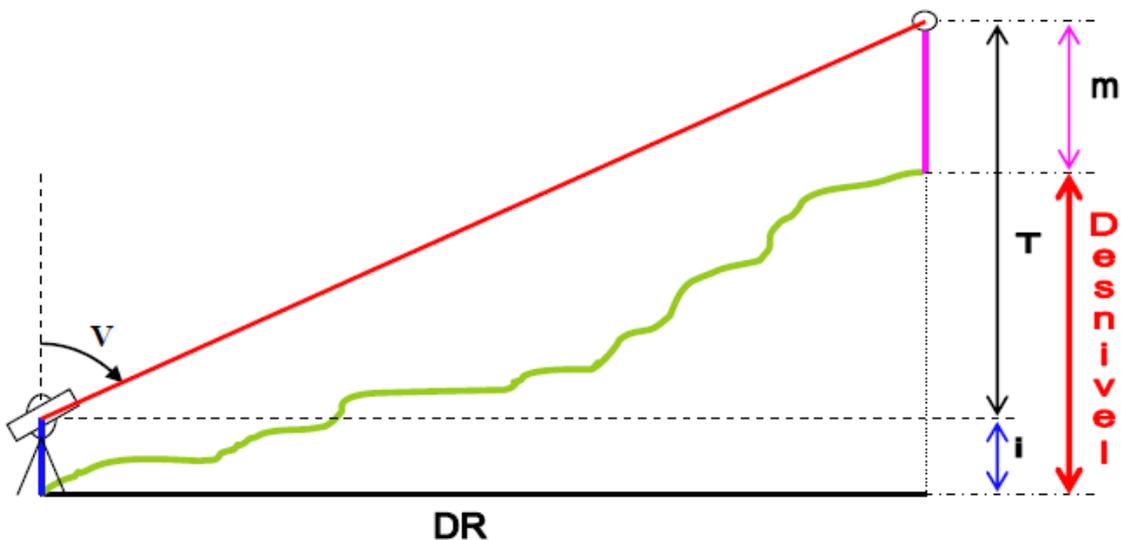
Si nos hace falta conocer datos altimétricos, es decir, cotas del terreno, Z, nos hace falta desarrollar los siguientes conceptos.

- Determinación del desnivel. (D)

Para saber el desnivel existente entre el punto observado y la estación de lectura utilizamos la siguiente fórmula:

$$\pm D = \pm T + i - m$$

Siendo T = la tangente, i = la altura del instrumento y m = la altura de mira o prisma.



La tangente es la altura o desnivel existente entre el eje de giro del anteojo y el eje del prisma o hilo central si utilizamos miras, y viene determinado por la fórmula:

Tangente	$T = DR \cdot \text{tag } \alpha$	$T = DR \cdot \text{cotg } \beta = DR / \text{tg } V$
-----------------	-----------------------------------	---

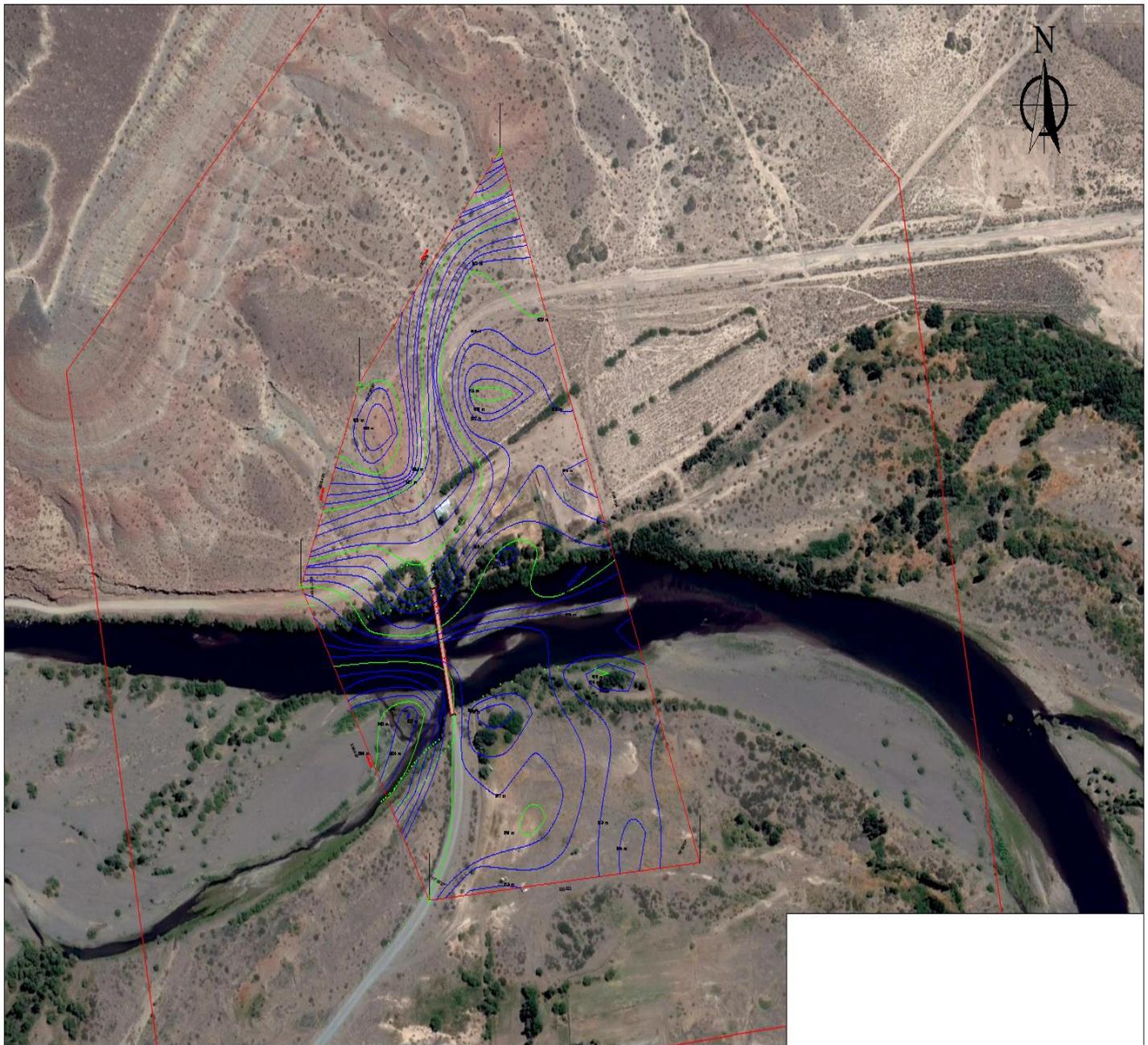
- Determinación de la coordenada de altitud. (Z)

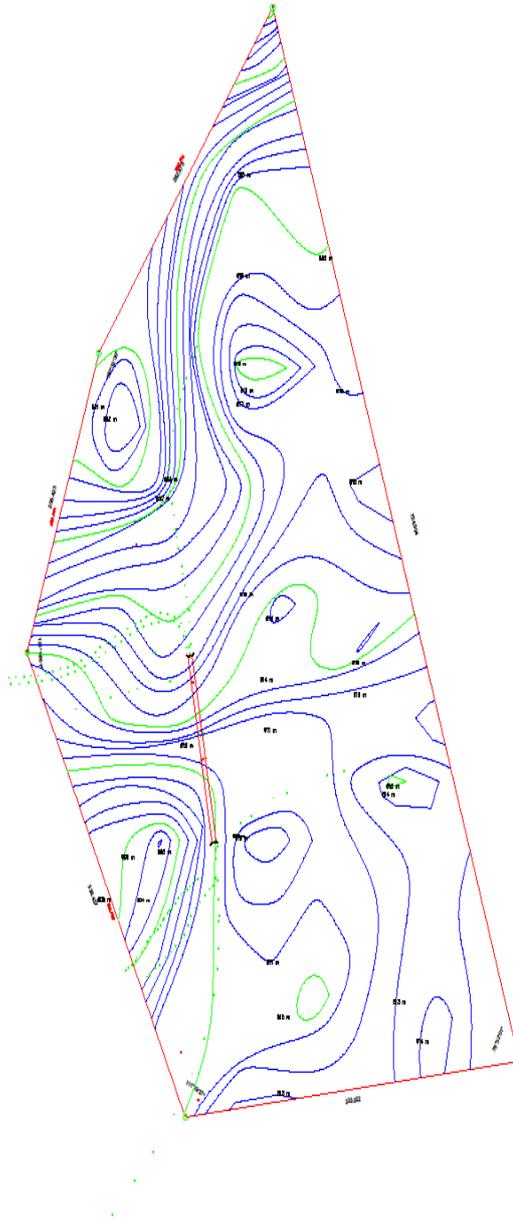
Para saber la cota del punto observado respecto de la estación de lectura, sólo tendremos que sumar a la Z de la estación el desnivel resultante con su signo.

$$Z_{\text{pto}} = Z_{\text{estac}} \pm D$$

5.5 Resultados

Tras trabajar en gabinete con el software AutoCad, los resultados obtenidos de la taquimetría fueron los siguientes:





MATERIAL FOTOGRAFICO









