

## INTRODUCCION

La nivelación ha contribuido en forma muy importante al desarrollo de la civilización, ya que las construcciones de caminos, conductos de agua o canales, las grandes obras de arquitectura, entre otras, tanto de la era moderna como de la antigüedad, son una prueba palpable de éste, sorprendente descubrimiento. No se sabe con exactitud el origen de esta rama de la topografía, pero se piensa que desde que el hombre quiso ponerse a cubierto, tanto del clima como de las bestias, se tuvo una idea de la nivelación; desde apilar materiales y dar cierta estabilidad a ésta, como el hecho de cursar las aguas para los cultivos, pensando incluso ya en las pendientes. Lo cual condujo a la fabricación de ingeniosos instrumentos, desarrollándose las técnicas, los estudio, lo que originó las nuevas teorías, desarrollo tecnológico y científico, originando los nombres que utilizamos cotidianamente en estos días. Siendo muestras de belleza y admiración lo logrado en las pirámides de Egipto, los caminos y canales hechos por los Griegos y Romanos, el Canal de Suez, los tuneles del Mont-Cenis en Panamá, y tantas otras obras que sin la nivelación, jamás estarían de pie para admirarlas en estos años, quedando muy en nuestra mente la existencia de las prácticas de la nivelación, desarrollándose diversos tipos, de entre los que se encuentra la Nivelación Directa, Topográfica o Geométrica, método que nos permite encontrar directamente la elevación de los terrenos, mediante la referencia de puntos o cotas, en relación a superficies cuya altura ya se conoce referencialmente.

## OBJETIVOS

El objetivo del presente laboratorio es hacer y ejecutar una nivelación del terreno aledaño al Planetario, y obtener así su nivel o desnivel en referencia a un punto determinado en una posición alternativa a los puntos ya nivelados o éstos mismos; observando así la realidad del terreno que circunda al Planetario. A demás se aprenderán algunas formas de trabajo que van unidas a la nivelación misma, siendo la comprobación de la nivelación, los errores de los niveles, la compensación de éstos, entre otros.

## MARCO TEORICO

### *Medidas de distancias verticales:*

Siendo, la diferencia de elevación entre dos puntos la distancia entre dos planos horizontales, ya sean reales o imaginarios, en los cuales están dichos puntos. Se observa, que las medidas de diferencias de nivel tienen mucho que ver, ya sea directa o indirectamente con las medidas de distancias verticales, debido a que éste conjunto de procedimientos realizados para tomar las medidas citadas, toma el nombre de nivelación. Considerando al nivel medio del mar al plano de referencia más empleado; Sin embargo para realizar una nivelación no es necesario relacionarse con esta consideración, puesto que un levantamiento, se hace referenciando a un plano cualquiera, con respecto a las cotas referenciadas. Si solo se desea la nivelación relativa de los puntos entre sí.

Las diferencias de elevación se pueden medir por varios métodos, siendo observados como tipos de nivelación, dentro de los cuales tenemos:

*Nivelación Barométrica;* se determina por medio de un Barómetro, puesto que la diferencia de altura entre dos puntos se puede medir aproximadamente de acuerdo con sus posiciones relativas bajo la superficie de la atmósfera, con relación al peso del aire, que se determina por el barómetro.

*Nivelación Trigonométrica o Indirecta ( por pendientes );* se puede determinar con una cinta y un clímetro o bien, un teodolito, al basar sus resoluciones en un triángulo rectángulo situado en un plano vertical, por lo que se toman medidas de distancias horizontales y ángulos verticales.

*Nivelación Geométrica o Directa ( por alturas );* permitiendo la determinación directa de las alturas de diversos puntos, al medir las distancias verticales con referencia a una superficie de nivel, cuya altura ya es conocida.

### ***Instrumentos para la nivelación***

Los instrumentos que se empleen para dichas actividades, deben ser capaces de dirigir visuales horizontales; Siendo el Nivel de Ingeniero, el instrumento principalmente usado; a pesar que no fue creado para esto, frecuentemente se utiliza el teodolito para nivelaciones geométricas. a la par con el nivel se deben utilizar las miras graduadas, mejor llamadas como miras de nivelación.

#### ***Estructuras de un Nivel:***

Se observará a continuación las partes de un nivel sencillo, el cual esta formado por un anteojo, provisto de una retícula que indica la dirección del eje o linea de colimación y del eje óptico, los cuales deben coincidir; a demás un nivel tubular unido al anteojo por medio de tuercas agujearadas, las que sirven para ajustar el instrumento, de modo que el eje de colimación sea paralelo al la linea de fe; un eje vertical, al rededor del cual gira libremente el anteojo en un plano horizontal; a su vez otro eje en el cual gira el eje vertical, estando unido a una placa elástica, en la que se han perforado para la posición de los tornillos nivelantes, los que están sostenidos o descansan en la placa base, donde el agujero mayor y vertical con rosca sirve para introducir el tornillo de sujeción al trípode. a demás cebe destacar que en la actualidad los niveles más sencillos, están provistos de un limbo para permitir la lectura de angulos horizontales; los que son de metal o de vidrio.

#### ***Requisitos del Nivel:***

Como anteriormente se expuso, el nivel está dotado de una serie de instrumentos geométricos, los cuales deben guardar ciertas condiciones para su efectividad y su fácil corrección, con la finalidad principal de medir y/o visualizar horizontalidades; por tanto consideraremos el eje óptico, el de figura y el eje vertical de rotación , además, la linea de fe y el hilo horizontal del retículo; los cuales deberán presentar las siguientes características en general:

El eje óptico debe ser paralelo al eje de figura.

El eje vertical de rotación del anteojo, debe ser perpendicular a la linea de fe.

La linea de fe de la ampolleta de nivel, debe ser paralela al eje óptico.

El hilo horizontal de la retícula debe ser perpendicular al eje vertical de rotación.

#### ***Tipos de Nivelaciones Directas***

Básicamente existen dos tipos de nivelaciones directas; que son las nivelaciones simples, siendo aquellas que consideran una posición instrumental, y las nivelaciones compuestas, que consideran mas de una posición instrumental.

#### ***Nivelaciones Simples***

##### ***Nivelacion Simple Longitudinal:***

Los puntos se definen a lo largo de una recta, sin necesidad que dichos puntos pasen por esta linea, como en la figura.

1 3 4 2

#### ***Nivelación Simple Radial:***

Es muy parecida a la anterior, pero la diferencia es que los puntos en este caso están distribuidos en un área y no en una linea recta, tal como lo indica la figura.

1 2

5 3

4

#### ***Composision de Nivelaciones simples***

#### ***Nivelacion Compuesta Longitudinal:***

Esta nivelación. esta compuesta por dos o mas posiciones instrumentales; pero los puntos están distribuidos a lo largo de una recta, o dicho de otra manera, seria unir dos o mas nivelaciones longitudinales; tal como se indica en el recuadro.

1

3 4 6

2 5

#### ***Nivelación Compuesta Radial:***

esta nivelación al igual que la anterior, la constituyen dos o mas posiciones instrumentale, pero con la diferencia, que los puntos están distribuidos en un área, en otras palabras seria como tener unidas dos o mas nivelaciones radiales, como a continuación se observa.

5 10

1 4 6

7

2 11

9

3 8

#### ***Nivelaciones Compuestas***

Cabe destacar, que hay dos tipos de nivelaciones, al margen del tipo a emplear, que son tanto las nivelaciones abiertas, como las nivelaciones cerradas, especificando, que una nivelación abierta, sera cuando no tiene comprobación, en otras palabras, consiste en partir de una cota conocida, para llegar a un punto de cota desconocida. Por el contrario, una nivelación cerrada, es aquella que se puede comprobar, ya que se parte de un punto con una cota conocida y posteriormente, luego de seguir un itinerario topográfico,se llagará a otra

cota conocida, pudiendo ser el mismo punto.

#### ***Nivelación por Doble Posición Instrumental:***

Consiste en hacer dos registros por diferencia, ya que para una serie de puntos, se llevaran dos series de posiciones instrumentales; tanto una por la derecha, como otra por la izquierda, según el sentido de avance. De modo que cuando ambos desniveles están dentro de los rangos de tolerancia, se tomara el promedio de ellos como desnivel, de lo contrario habrá que realizar nuevamente las tomas de las cotas.

IZ 3

1 2

4

DR

Planta

#### ***Nivelación por Miras Dobles:***

dicha nivelación consiste en usar dos miras; donde dichas miras se ubican en el mismo punto, de tal forma que una de ellas se coloque invertida a la posición de la otra. De esa forma una vez realizada la lectura de ambas miras en el mismo punto, la suma de ambas lecturas, deberá ser la longitud de la mira; de lo contrario se deberá repetir dicha medición.

L1 L2 L

A B

#### ***Nivelación Recíproca:***

Esta nivelación se utiliza cuando se están tomando lectura de lugares inaccesible, debiendo extremar la posición del nivel con respecto a las miras ya que se está muy lejos de una y muy cerca de la otra, estas extremos pueden ser interiormente a las miras o exteriormente a estas, pero siempre conservando una linea recta.

#### ***Errores en una Nivelación***

Instrumento descorregido

Hundimiento del trípode o de los puntos

Puntos de cambio mal ubicados

Error al no tener centrada la burbuja en el momento de leer, cosa que ocurre generalmente con instrumentos que tienen tornillo de trabajo.

Error por lectura en mira

Al golpear el trípode.

### ***Faltar de los Niveladores***

Por malas anotaciones en el registro  
Por lecturas en la mira y dictar mal un valor  
por equivocaciones al leer numero enteros  
por errores de calculo

### ***Dependencias de los logros del trabajo:***

Instrumento empleado  
Escala  
Precisión  
Método empleado  
Refinamiento empleado  
Longitud de las visuales  
Terreno  
Medio ambiente.

## **Clasificación de la Nivelación Geométrica**

### ***Nivelacion Grosera:***

Visual hasta 250 metros  
Lecturas a los 5 centímetro.  
Error máximo tolerable ==>  $T = 0.1 \ r \ L$  ( L en kilómetros )  
Se emplea en reconocimientos y estudios preliminares

### ***Nivelacion corriente:***

Visual hasta 150 metros  
Lecturas estimadas al centímetro.  
Distancia atrás y adelante mas o menos iguales  
Apoyo de la mira en un punto sólido y estable  
Error máximo tolerable ==>  $T = 0.02 \ r \ L \ mts.$  ( L en kilómetros )

Se emplea en estudios y ejecución de obras ingeneriles.

#### ***Nivelación Precisa:***

Visual hasta 80 metros

Lecturas estimadas al milímetro.

Distancia atrás y adelante iguale a pasos

Apoyo de la mira en un punto sólido y estable

Error máximo tolerable ==>  $T = 0.01 r L \text{ mts.}$  (  $L$  en kilómetros )

Se emplea en múltiples obras ingeneriles.

#### ***Nivelación de gran Precisión:***

Visual hasta 50 metros

Lecturas estimadas al milímetro y decimas de milímetro.

Distancia atrás y adelante iguale al medir con huincha

Mira con niveleta y milimétrica

Condiciones ambientales óptimas

Error máximo tolerable ==>  $T = 0.005 r L \text{ mts.}$  (  $L$  en kilómetros )

Se leerá rápidamente adelante y atrás, de manera que el tiempo ni influya en el cambio ambiental

Instrumento perfectamente corregido

Se emplea en geodesia y en trabajos montables.

#### **Error de cierre**

Es la diferencia entre la lectura inicial del punto de partida, considerando la cota en terreno, menos la cota de terreno del mismo punto al llegar y hacer el cierre; implicando un  $E_c$  positivo o negativo.

Si este error de cierre escapa a la tolerancia, la nivelación se debe realizar nuevamente, de lo contrario, se deberán compensar estas mismas.

#### **Compensación de cotas**

##### ***Proporcionalidad al camino recorrido:***

Considerando exclusivamente las distancias entre los puntos de cambio, conforme a:

$$C = E_c * \text{Distancia Acumulada}$$

## **Distancia Total**

*roporcionalidad a las posiciones instrumentales:*

Al momento de no poder tomar las distancias entre los puntos de cambio, este método es el apropiado; a pesar que de no tener las distancias, estas se obtienen de la mira y una constante  $K = 100$  metros, siendo la distancia  $D$ , la siguiente:

$$D = (\text{Hilo Inferior Hilo Superior}) * K$$

Pero e todos modos, la compensación se hará conforme a:

$$C = \underline{Ec * N^o \text{ Parcial Acumulado de Posiciones Instrumentales}}$$

**Nº Total de Posiciones Instrumentales**

## **DESARROLLO**

La experiencia tiene su inicio el día jueves 30 de mes anterior Octubre, aproximadamente como a las 14:30 hrs, con la ida en busca de los instrumentos a utilizar, consistiendo en dos miras y un nivel, por su puesto debía venir acompañado de un trípode.

La travesía de esta semana consistía en Nivelar el desnivel que circunda el Planetario, escogiendo un PR de cota 500.000 metros., inicialmente, mas tres puntos de referencia, sobre los cuales se nivelaría el terreno; siendo estos: PR = A mas B,C y D. Observándose por el profesor, el cierre de cada tramo, siendo éstos los tramos AB, BC, CD y DA, respectivamente. Para dichas nivelaciones un algunos tramos fue necesario agregar unos puntos de cambio, determinados por números, como lo fueron los puntos 1,2 y 3, utilizados tanto en el tramo AB y BC.

Por tanto los datos obtenido fueron:

**Eje Punto Método del Punto Medio Error de**

**H. Sup. H.Central H. Inf Desnivel Cierre**

**A1 A 1.480 1.532 1.590**

**1 1.310 1.427 1.550 0.105**

**1B 1 1.445 1.525 1.610**

**B 0.550 0.677 0.810 0.848**

**B2 B 1.340 1.425 1.515**

**2 1.370 1.517 1.662 -0.092**

**2A 2 0.655 0.710 0.750**

**A 1.537 1.583 1.631 -0.873 0.012**

**B3 B 0.549 0.652 0.760**

**3 1.591 1.708 1.820 –1.056**

**3C 3 1.274 1.388 1.500**

**C 1.950 2.158 2.365 –0.770**

**CB C 2.020 2.250 2.485**

**B 0.102 0.402 0.707 1.848 –0.022**

**CD C 1.280 1.421 1.565**

**D 1.125 1.428 1.730 –0.007**

**DC D 1.280 1.581 1.885**

**C 1.430 1.578 1.723 0.003 0.004**

**DA D 1.620 1.839 2.059**

**A 0.770 1.015 1.260 0.824**

**AD A 0.885 1.130 1.380**

**D 1.731 1.950 2.170 –0.82 –0.004**

## **ANALISIS**

Considerando la poca experiencia en el presente laboratorio, al utilizar los niveles y al no tener presente que hacer y que no en caso de alguna sospecha de desperfecto del nivel , considero que de acuerdo a lo aprendido en cuanto a las tolerancias, las medidas de dicho laboratorio estan entre la tolerancia grosera y corriente; por lo que para este laboratorio se procedio a compensar las cotas por los errores de cierre; pero en la realidad, habria que haber medido nuevamente , para poder precisar con mayor rigor la tolerancia requerida en dicho trabajo, considerando una tolerancia corriente como minimo.

## **CONCLUSION**

Se han logrado los objetivos y mas aun se ha aprendido mucho mas de lo requerido, considerando las tolerancias nombradas, los errores que no se debe cometer, las faltas comunes al nivelar, las compensaciones, entre otras.

## **RECOMENDACIONES**

Para el metodo de Nivelacion reciproca o punto extremo, se recomienda que el instrumento esté perfectamente corregido, de lo contrario saber el error constante de inclinacion, para poder aplicar la debida correccion a las tomas.

Las patas de tripode, deben quedar lo suficientemente abiertas, para la estabilidad de éste, y los objetivos y/o objetos, deben observarse desde una posicion conveniente y facil.

Para obtener una posicion firme en el suelo, se debe hacer presion con el pie a una pata del tripode.

Cuando el terreno es una pendiente, se debe poner una pata hacia arriba, y las otras hacia abajo.

La manera mas rapido de llevar la burbuja a su posicion central, deberia ser cuando se ha horietado el anteojos hacia dos tornillos de nivelacion.

Para observar las miras se deben poner en un punto bien demarcado y definido, de un lugar estable.

## **BIBLIOGRAFIA**

EDUGAL TOPOGRAFIA ARTURO QUINTANA

USACH TOPOGRAFIA I VICTOR AGUILERA H.

GUSTAVO GILI TRATADO DE CLAUDIO PASINI.

TOPOGRAFIA

Mc GRUW HILL TOPOGRAFIA DANTE ALCANTARA