

# TEMA 1. GENERALIDADES

- 1.1. Concepto y objeto de la topografía
- 1.2. Relación de la Topografía con otras ciencias
- 1.3. Cartas, Mapas y Planos.
- 1.4. Escalas
  - 1.4.1. Escala numérica
  - 1.4.2. Escala gráfica
- 1.5. Sistema de representación utilizado en Topografía
- 1.6. Distancia natural, reducida y desnivel
- 1.7. Superficie agraria
- 1.8. Planos acotados y planos con curvas de nivel
- 1.9. Levantamientos topográficos. Clasificación
- 1.10. Partes de que consta un levantamiento
- 1.11. Métodos topográficos. Redes
- 1.12. Influencia de la esfericidad terrestre en Planimetría
  - 1.12.1. Medidas Radiales
- 1.13. Influencia de la esfericidad terrestre en Altimetría

## **1.1 CONCEPTO Y OBJETO DE LA TOPOGRAFÍA**

En la vida ordinaria, son muchas las actividades que, de forma más o menos detallada, precisan de una representación gráfica del terreno. La ciencia que estudia los instrumentos existentes, la forma de utilizarlos, y los métodos de trabajo a seguir hasta dibujar el terreno con todos sus accidentes, se llama Topografía.

La realización de cualquier trabajo topográfico se compone de dos fases bien diferenciadas, a saber, la toma de datos en campo y el posterior trabajo de gabinete. La primera se reduce a dibujar el croquis de la zona y medir ángulos y distancia a cada punto significativo. En gabinete se efectúan los cálculos necesarios y se representa, finalmente, el plano del terreno.

Cada trabajo, dependiendo de la finalidad a la que va destinado, deberá realizarse con mayor o menor rigor, a fin de conseguir que los errores que se cometan no sean representativos. Los trabajos deberán, siempre, poderse comprobar y determinar su precisión a través de una serie de puntos de control.

Hay que tener presente que todas las medidas que se efectúen vendrán afectadas de un cierto error, provocado por las deficiencias del instrumento que se usa y por las limitaciones naturales del personal operador que lo utiliza. Condicionado, pues, al trabajo a realizar, habremos de seleccionar los instrumentos adecuados y los métodos de trabajo apropiados para que el conjunto de errores que se cometa no sobrepase jamás los límites exigidos.

El objeto de la Topografía es dar a conocer los distintos tipos de instrumentos existentes en el mercado, enseñar su manejo y precisión, estudiar los diversos métodos de trabajo con utilización de los mismos y calcular los errores cometidos a fin de poder presentar un plano.

La Topografía es necesaria para cualquier proyecto de ingeniería, tanto en la fase de su elaboración como en la de su ejecución. Así, en el campo de la Agricultura es necesario acudir a la Topografía en trabajos como: instalaciones de riego a presión, construcción de caminos rurales, de embalses, abancalamientos, nivelaciones de campos, etc.

## **1.2 RELACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CON OTRAS CIENCIAS**

Resulta difícil separar la Topografía de otras ciencias con las que guarda estrecha relación y que forman un ente necesario para el estudio de la misma.

La Geodesia, cuyo objeto es el estudio de la forma y dimensiones de la Tierra, viene a ser el complemento obligado de la Topografía, ya que es la que determina las coordenadas de toda una red de puntos, señalados de forma permanente sobre el terreno, denominados vértices geodésicos, dentro de los cuales debemos encajar los planos topográficos.

Cuando se trata de levantamientos que alcanzan una zona de gran extensión, dado que la Tierra constituye una superficie curva y las representaciones en Topografía se realizan por planos, habrá de apoyarse en la Cartografía, la cual estudia las transformaciones de superficies no desarrollables y las deformaciones que se producen. La base matemática sobre la que se fundamenta la topografía es la geometría y la trigonometría plana.

Diremos, pues, que la Topografía tiene relación directa con la Geometría, Trigonometría, Geodesia y Cartografía. Indirectamente existen numerosas disciplinas estrechamente ligadas con la topografía:

Para la construcción de los instrumentos intervienen conocimientos de Óptica, Mecánica y Electrónica. Para la recepción de datos y el posterior tratamiento de la información, la Informática ha adquirido un lugar preponderante.

La Fotogrametría, que consiste en el tratamiento de la información tridimensional del terreno a partir de fotografías aéreas, sustituye a la topografía clásica en levantamientos a partir de cierta escala. El empleo de la fotogrametría terrestre en la Arquitectura cada vez está más extendido.

No hay que olvidar la Fotointerpretación, basada también en la toma de imágenes fotográficas aéreas, muy útil en el reconocimiento de la superficie terrestre y con especial relevancia en el campo de la agricultura. Al igual que la teledetección, basada en el tratamiento de la información en formato digital de las imágenes obtenidas por satélites, que permite actuaciones, entre otras, en temas medio ambientales y cartográficos a determinadas escalas.

### 1.3 CARTAS, MAPAS Y PLANOS

El sistema más perfecto para representar el terreno sería mediante la utilización de globos, es decir, esferas sobre las que se dibujasen los mares y continentes con sus elevaciones y depresiones, reproduciendo una figura semejante a la que se trata de reflejar. Sin embargo, por razones de tamaño y por el incómodo manejo que supondría, debemos recurrir a representaciones planas sobre papel. El paso de la superficie del terreno, próxima al elipsoide, a una superficie plana en la representación requiere la utilización de sistemas especiales de transformación propios de la Cartografía.

Mapa, en general, es la representación gráfica de fenómenos, concretos o abstractos, localizados en la tierra o el universo. Así se distinguen:

**Mapas temáticos:** De producciones agrícolas, de vegetación, mapas de población, meteorológicos, estadísticos, etc.

**Mapas Cartográficos:** que describen los accidentes naturales y artificiales del terreno, definiéndolos como una superficie plana de toda o parte de la tierra.

Un mapa que abarca la totalidad del globo se denomina *planisferio* y si su representación se realiza por medio de dos hemisferios, entonces, se llama *mapamundi*.

Si el mapa representa una superficie marina, se denomina *Carta*. Las *Cartas de navegación* o *derrota*, indican con todo detalle los accidentes de las costas, faros, boyas, etc., o características físicas del mar, como profundidades corrientes, etc.

En la actualidad están adquiriendo gran importancia los *Sistemas de Información Geográfica* (S.I.G.) en la producción, tratamiento, gestión y almacenamiento de la información cartográfica. Un S.I.G. consiste en incorporar a la representación gráfica del terreno gran cantidad de información de todo tipo, asociada a una potente base de datos.

Los mapas que representan una gran superficie, como una nación o un continente, se denominan mapas geográficos; los que alcanzan una superficie menor y, por tanto, son más detallados, reciben el nombre de mapas topográficos. Éstos últimos son la representación más perfecta de la superficie terrestre.

El plano, en general, es una representación a escala de un objeto, y, en sentido topográfico, un plano es la representación gráfica de una extensión de terreno lo suficientemente limitada como para poder prescindir de la curvatura de la tierra.

En resumen, toda representación plana de una parte de la superficie terrestre, que por su extensión necesita de sistemas cartográficos de transformación, se denomina *Mapa*. Si, por el contrario, la zona que alcanza es lo suficientemente pequeña como para poder prescindir en su representación de los sistemas cartográficos, al resultado gráfico se denomina *Plano*.

## 1.4 ESCALAS

Evidentemente, la extensión de un terreno a representar es siempre muy superior a la del papel en la que ha de ser representado, por lo que todas las medidas que se efectúen en el terreno han de sufrir una reducción para poderlas llevar al soporte de la representación. Éste coeficiente de reducción, constante para cada plano, se denomina escala y no es más que la relación de semejanza entre la magnitud del objeto que representa el plano y su correspondiente medida en el terreno. Las escalas pueden ser gráficas o numéricas.

### 1.4.1 Escala numérica

La escala numérica expresa el coeficiente de reducción que transforma una medida del terreno en la correspondiente del plano.

$$Escala = \frac{Plano}{Terreno}$$

El valor de las escalas utilizado es, por comodidad, aquellas cuyo numerador es la

unidad y el denominador un número terminado en cero.

$$Escala = \frac{1}{m}$$

siendo m el factor de escala

Las escalas más frecuentes son:

Planos de detalle: 1:50, 1:100

Planos topográficos: 1:500, 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000

Mapas: 1:10.000, 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000

La escala elegida, para un determinado trabajo, depende de la superficie a representar y del grado de detalle exigido, ya que, al realizar una reducción de las magnitudes del terreno existirían algunas que no tendrían representación gráfica.

Las magnitudes que sobre un plano puede llegar a distinguir la vista humana normal (límite de percepción visual) son de 1/4 de milímetro, con error inferior al 1/5 de milímetro. Esto quiere decir que por mucho cuidado que se ponga al efectuar una medida sobre un plano, siempre estará afectada de un cierto error, que, como máximo, puede valorarse en 0.2 mm. Este error, traducido a terreno, tendrá diferentes valores según la escala a la que esté representado. Este hecho nos lleva a la siguiente conclusión: "la longitud real de terreno que carece de representación en el plano equivale al resultado de multiplicar 0.2 mm por el denominador de la escala del plano".

De este hecho se deduce la necesidad de conocer la escala a representar un plano antes de iniciarlo, para, mediante un pequeño cálculo, conocer la distancia terreno que por no tener representación se podrá prescindir de tomar evitando, de esta forma, pérdidas de trabajo y tiempo innecesarios.

Supongamos el caso de tener que confeccionar un plano a escala 1/10000; detalles inferiores a 2 metros pueden pasarse por alto ya que no se podrán representar. Así, por ejemplo, una línea quebrada con amplitud de 4 metros, puede ser sustituida por su recta intermedia sin que se detecte defecto alguno en el plano. Sin embargo, en un plano a escala 1/500 solamente se pueden despreciar detalles inferiores a 10 cm. El factor escala influye, pues, de forma importante en el número de puntos a tomar.

Por otra parte, cuando la vista humana, a la distancia de la visión distinta, trata de distinguir la coincidencia entre dos líneas en prolongación, las ve bajo ángulo, alcanzando a apreciar 30", lo que significa detectar desplazamientos de hasta:

Manual de Topografía en Ingeniería

$$d = \frac{250 \text{ mm} \cdot 30''}{206265''} = 0.036 \text{ mm}$$

## 1.4.2 Escala gráfica

Es la representación geométrica de la escala numérica. Consiste en una recta que a partir de un punto, tomado como origen, se divide en partes iguales. Cada uno de estos segmentos representa un número determinado de metros, figura 1.1.

Es conveniente añadir a los planos una escala gráfica con el fin de facilitar la medición de distancias en casos de ampliaciones o reducciones evitando los problemas de deformaciones

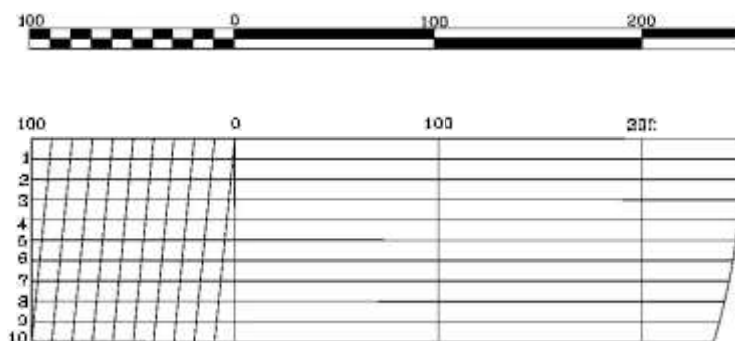


Fig. 1.1. Escala gráfica

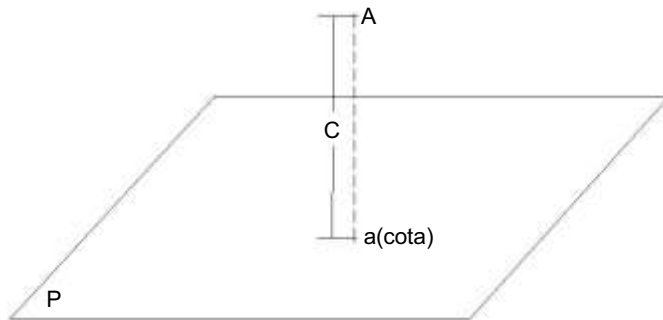
## 1.5 SISTEMA DE REPRESENTACIÓN UTILIZADO EN TOPOGRAFÍA

El problema que se plantea en Topografía es la representación de puntos del terreno, que tienen tres dimensiones, en un plano que solo tiene dos. Dicho problema lo resuelve la Geometría Descriptiva eligiendo el Sistema Acotado, como el más adecuado de entre los distintos sistemas de representación.

El sistema acotado, a diferencia de otros sistemas de la geometría descriptiva no cambia las dimensiones de las figuras, y permite una lectura clara de la posición de los puntos. Consiste, sencillamente, en proyectar ortogonalmente los puntos significativos que definen el terreno sobre un plano horizontal, elegido arbitrariamente, llamado de comparación o de referencia. La posición de un punto además de la proyección sobre el

plano de referencia (situación planimétrica) requiere la distancia entre el punto y dicha proyección. Esta distancia se denomina cota y nos proporciona la situación altimétrica del punto, figura 1.2.

La cota se representa, escribiéndola entre paréntesis junto a la situación planimétrica del punto. Es conveniente situar el plano de comparación lo suficientemente bajo para que todas las cotas resulten positivas.



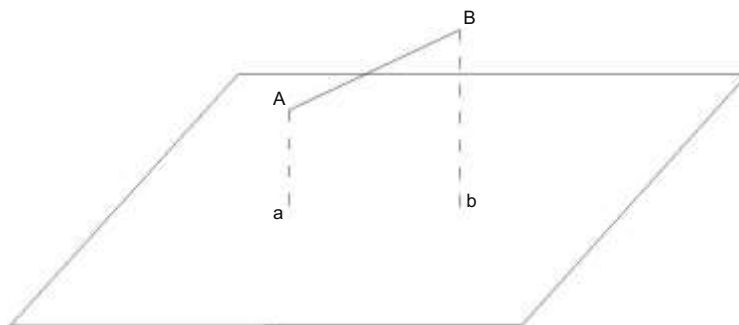
*Fig. 1.2. Representación de un punto en el sistema acotado*

## 1.6 DISTANCIA NATURAL, REDUCIDA Y DESNIVEL

La distancia real que separa dos puntos del terreno se denomina distancia natural, quedando determinada por la recta que los une. Al representar en sistema acotado cada uno de los puntos, resulta una recta horizontal, proyección sobre el plano de referencia, normalmente, menor que la correspondiente del terreno, que llamamos distancia reducida.

En la figura 1.3, los puntos A y B corresponden al terreno, determinando una recta. Su representación sobre el plano es la recta ab. Se denomina distancia natural a la distancia AB, mientras que la distancia ab que representa su proyección es la distancia reducida.





**Fig. 1.3. Representación de una recta en sistema acotado**

El desnivel es la diferencia de cotas entre dos puntos, pudiendo resultar positivo, nulo o negativo según la posición relativa entre los mismos.

La distancia natural, la reducida y el desnivel quedan relacionados geoméricamente

por las fórmulas del triángulo rectángulo  $Dr = Dn \cdot \cos \alpha$  de la forma siguiente:

$$\Delta z_A^B = Dr \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$Dn = \sqrt{Dr^2 + \Delta z_A^B^2}$$

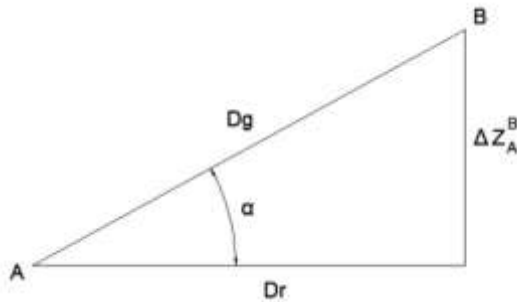
Llamando:

$Dr$  a la distancia reducida (cateto inferior)

$Dn$  a la distancia natural (hipotenusa)

$\Delta z_A^B$  al desnivel (el otro cateto)

$\alpha$  al ángulo que forma la recta AB con la horizontal

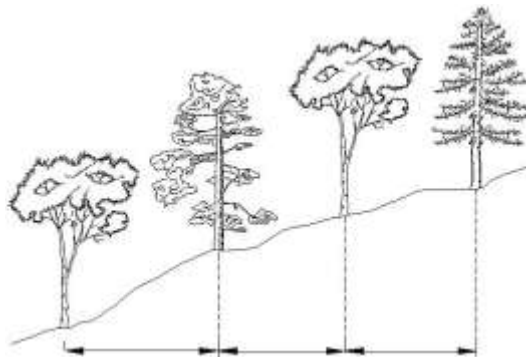


*Fig. 1.4. Distancia natural, reducida y desnivel*

## 1.7 SUPERFICIE AGRARIA

Igual que ocurre con las distancias al representarlas en el plano, sucede con las superficies. La superficie natural del terreno se transforma en otra, proyección sobre el plano de comparación de la anterior, normalmente, más pequeña. Esta recibe el nombre de superficie agraria.

Realmente, la capacidad productiva es la que de verdad cuenta a la hora de evaluar una superficie, figura 1.5, y ya que las plantas crecen en dirección vertical, la verdadera separación entre las mismas es la distancia horizontal o reducida, y la superficie aprovechable la proyectada horizontalmente. De igual forma, a la hora de establecer una edificación la superficie que vale es la horizontal, independientemente de la natural del terreno.



*Fig. 1.5. Superficie agraria*

**Para seguir leyendo haga click aquí**