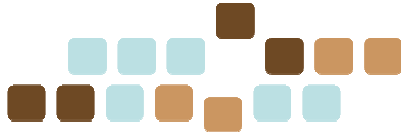




# **DIBUJO TÉCNICO Y TOPOGRAFÍA (Nivel 1)**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### **INTRODUCCIÓN A LA COMPETENCIA DEFINIDA COMO DIBUJO TÉCNICO Y TOPOGRAFÍA**

#### **1. INTRODUCCIÓN A LA TOPOGRAFÍA**

#### **2. PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS**

- **Proyección UTM**
- **Representación e interpretación del relieve**

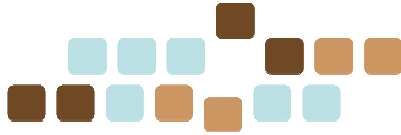
#### **3. METODOS TOPOGRAFICOS. CONCEPTOS GENERALES: NIVELACIÓN, PLANIMETRÍA, TAQUIMETRÍA**

- **Métodos altimétricos**
- **Métodos planimétricos**
- **Métodos taquimétricos**
- **Métodos de triangulación**

#### **4. EL CONCEPTO DE ESCALA**

- **Las formas de escala**

#### **5. LAS TÉCNICAS DE DIBUJO TÉCNICO DE PERSPECTIVAS, SECCIONES Y ESTRUCTURA**



- **Vistas**
- **Perspectiva**
- **Cortes, secciones y rotura**

## **7. INTRODUCCIÓN AL DIBUJO CARTOGRÁFICO**

- **Elementos de un mapa**

## **8. SIMBOLOGÍA NORMALIZADA, NORMALIZACIÓN: NORMAS FUNDAMENTALES UNE, UNE-EN-ISO**

- **Relación de términos y definiciones de la ISO 19111**
- **Relación de acrónimos**

## **9. LOS INSTRUMENTOS DE TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA**

- **Instrumentos topográficos**
- **Elementos de los instrumentos topográficos**
- **Esquema general de un goniómetro**
- **Elementos accesorios y fundamentales de un goniómetro**
- **Instrumentos de batimetría**

## **10. MAPA CONCEPTUAL**

## **11. BIBLIOGRAFÍA**



## INTRODUCCIÓN A LA COMPETENCIA DEFINIDA COMO DIBUJO TÉCNICO Y TOPOGRAFÍA

---

### **Definición de la competencia:**

Conjunto de conocimientos técnicos para la producción de planos de proyectos, obras y otros estudios así como para la representación gráfica de una superficie terrestre o marina.

### **Conocimientos y Capacidades definidas para esta competencia:**

Conocer la terminología asociada al ámbito del dibujo técnico (vistas, perspectivas, cortes, secciones y rotura) y la topografía (proyecciones cartográficas, métodos cartográficos, métodos topográficos e instrumentos de topografía).

### **Objetivos de aprendizaje. ¿Qué conocimientos y capacidades vas a alcanzar una vez estudiado el contenido del manual?**

- Conocerás los conceptos básicos sobre topografía y dibujo técnico.
- Obtendrás conocimiento de los diferentes métodos topográficos y las diferentes técnicas de dibujo técnico de perspectivas.
- Aprenderás a identificar los diferentes elementos de un mapa y los instrumentos de topografía y batimetría.



## **Resumen de los contenidos del manual**

En este manual vas a encontrar la información básica necesaria relacionada con la topografía y el dibujo técnico.

En primer lugar nos dedicaremos a la introducción a la topografía a las proyecciones cartográficas y a los diferentes métodos topográficos.

En segundo lugar nos referiremos al concepto de escala y a las técnicas del dibujo técnico de perspectivas, secciones y estructura.

La tercera parte estará dedicada al conocimiento de la simbología normalizada (normas fundamentales, UNE, UNE-EN-ISO)

En la parte cuarta definiremos los instrumentos de topografía y batimetría (Instrumentos topográficos e Instrumentos de Batimetría).



## INTRODUCCIÓN A LA TOPOGRAFÍA

---

La topografía tiene por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre con sus formas y detalles.

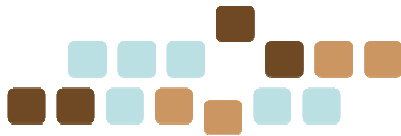
En los últimos años y debido a los avances informáticos y a la electrónica, ha hecho posible que la unión entre equipos informáticos e instrumentos topográficos dé lugar a la utilización generalizada de estaciones totales que permiten la toma de datos automática.

La topografía se centra en el estudio de superficies de extensión limitada (1 ó 2 Kms.) de manera que sea posible prescindir de la esfericidad terrestre sin cometer errores apreciables. Este tipo de representaciones se denomina **plano**. Cuando queremos representar mayores extensiones de terreno debemos usar proyecciones para disminuir las deformaciones de la curvatura de la tierra y las representaciones se denominan **mapas**.

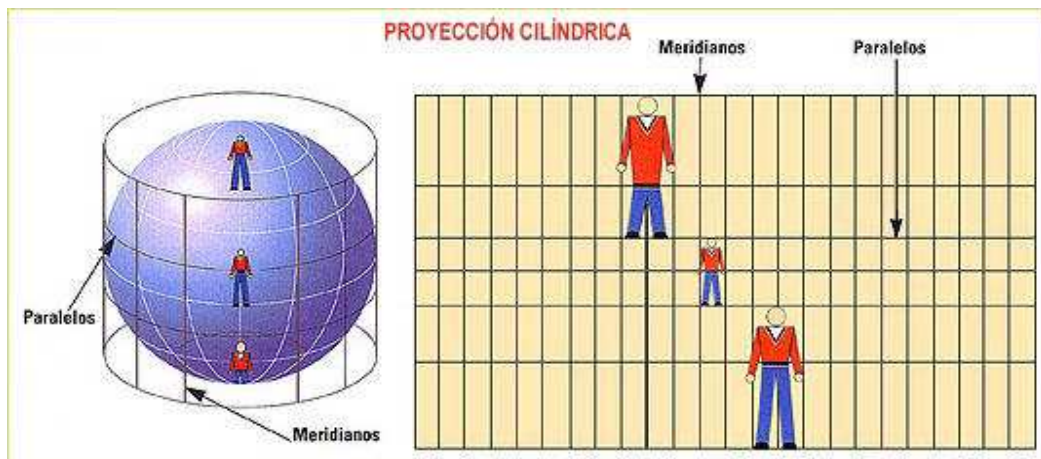
## PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

---

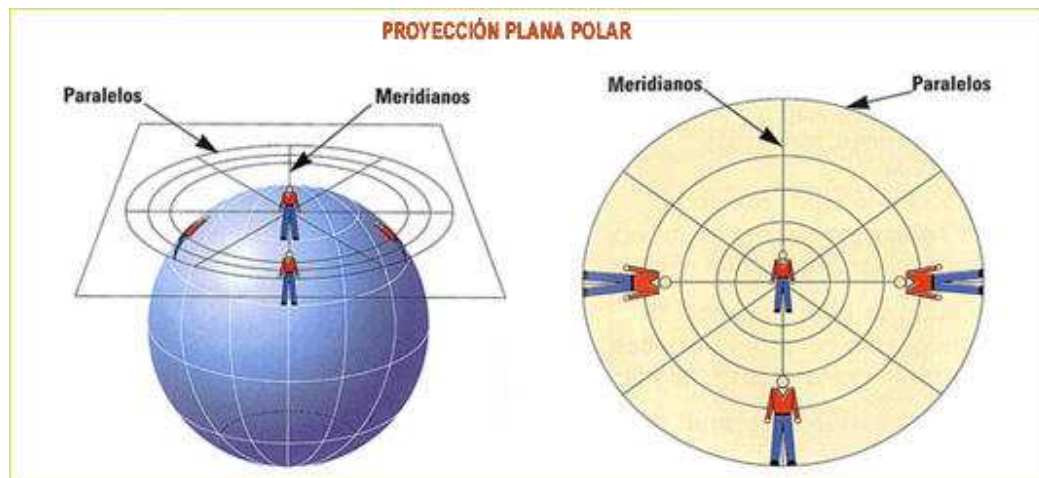
Son una serie de cálculos matemáticos que nos van a permitir transformar la esfera terrestre en un plano. Hay tres tipos:



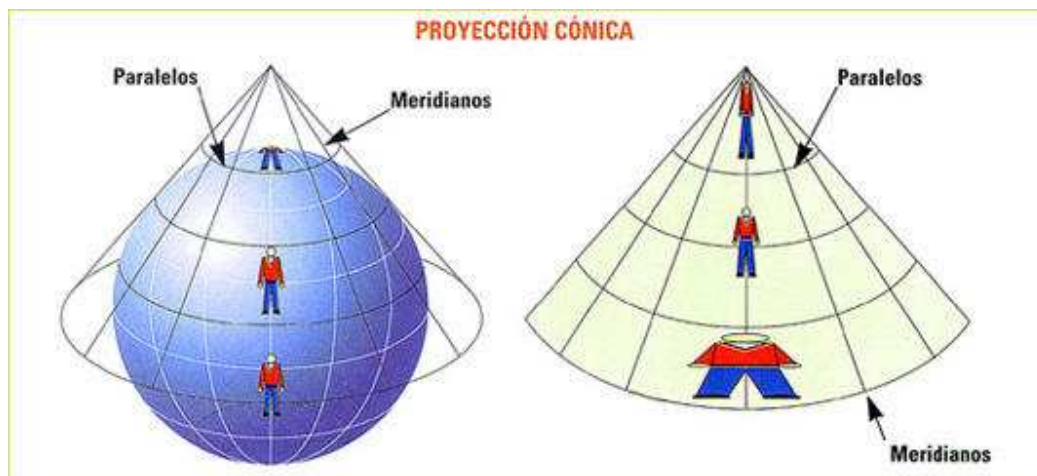
**Cilíndrica:** Proyección construida a partir de un cilindro: paralelos y meridianos son rectos. Permiten representar toda la superficie de la Tierra. El sector con menos deformación es la línea ecuatorial.



**Plana:** Proyección construida a partir de un plano. Representan un hemisferio y su línea externa es un círculo. Estas pueden ser polares, si uno de los polos está en el centro de la proyección; el sector más preciso es alrededor del polo. También las proyecciones planas pueden ser ecuatoriales u oblicuas; en el primer caso un punto de la línea ecuatorial ocupa el centro de la proyección y, en las oblicuas, el centro corresponde a un punto intermedio, entre un polo y el ecuador.



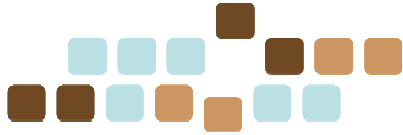
**Cónica:** Proyección construida a partir de un cono: los meridianos se juntan en un punto y los paralelos son curvos. Es útil para representar latitudes medias. A lo largo del paralelo que toca el cono (tangente) se encuentra el sector con menos deformación.



## PROYECCIÓN U.T.M

Entre las proyecciones existentes, la que se ha definido como Universal para

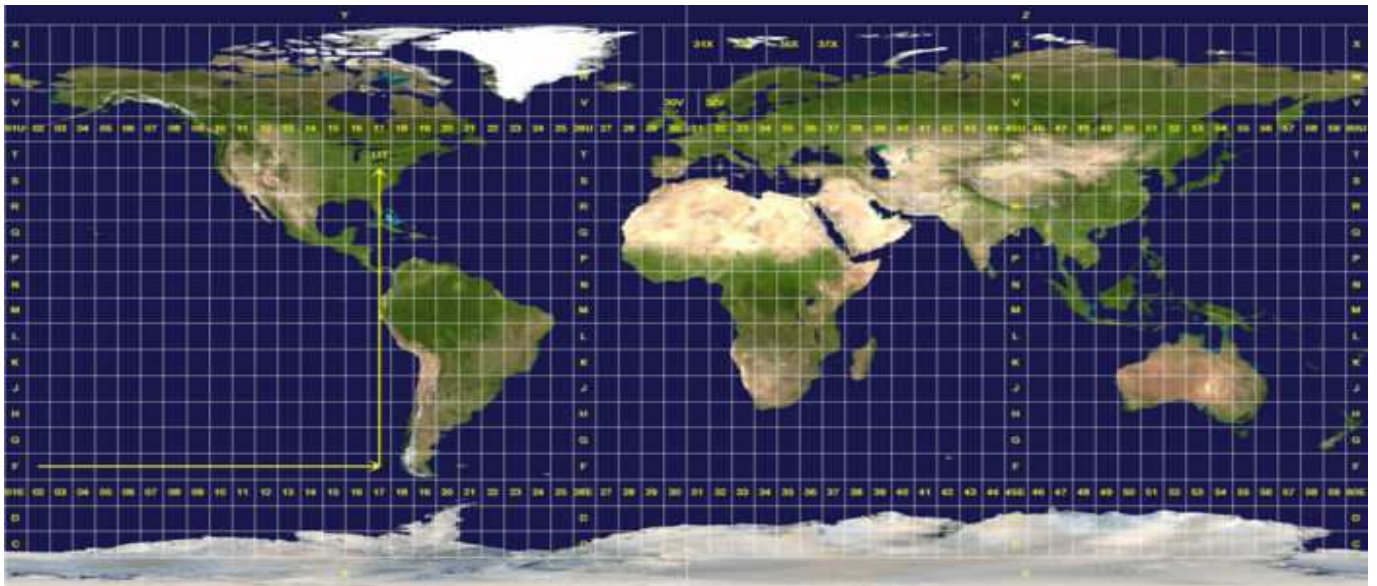


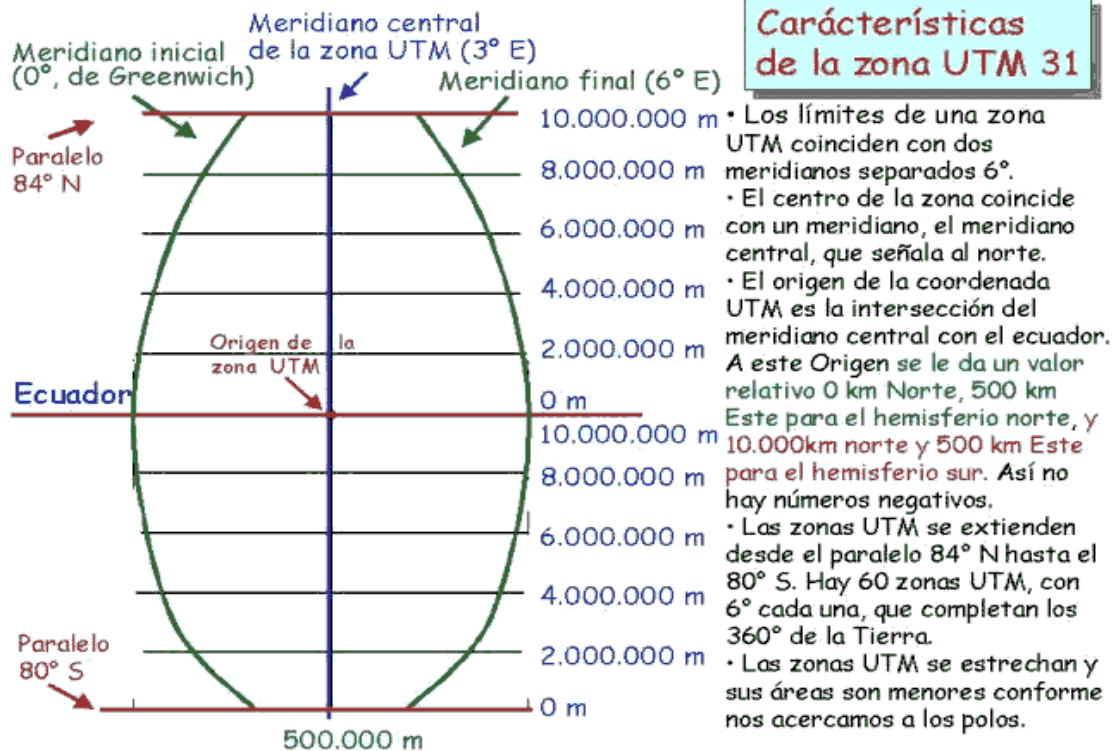
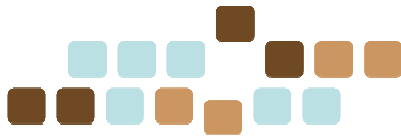


Puertos del Estado

todos los países es la U.T.M. (Universal Transverse Mercator). Es la transformación cilíndrica. Todos los mapas del I.G.G. (Instituto Geográfico Nacional) y del Ejército Español están en esta proyección.

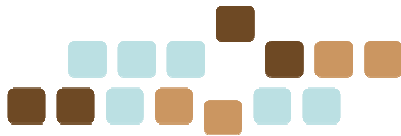
El globo terráqueo se ha dividido en 60 husos de  $6^\circ$  de amplitud cada uno, a partir del antimeridiano de Greenwich que se enumeran del 1 al 60 de oeste a este.





## Husos UTM

Se divide la Tierra en 60 husos de  $6^\circ$  de longitud, la zona de proyección de la UTM se define entre los paralelos  $80^\circ$  S y  $84^\circ$  N. Cada Huso se numera con un número entre el 1 y el 60, estando el primer huso limitado entre las longitudes  $180^\circ$  y  $174^\circ$  W y centrado en el meridiano  $177^\circ$  W. Cada huso tiene asignado un meridiano central, que es donde se sitúa el origen de coordenadas, junto con el ecuador. Los husos se numeran en orden ascendente hacia el este. Por ejemplo, la Península Ibérica está situada en los Husos 31 al 29, y Canarias está situada en el huso 28. En el sistema de coordenadas geográfico, las longitudes se representan tradicionalmente con valores que van desde los  $-180^\circ$  hasta casi  $180^\circ$  (intervalo  $-180^\circ, 180^\circ$ ); el valor de longitud  $180^\circ$  no se corresponde con el huso UTM 60, sino



con el 1, porque en ese sistema  $180^\circ$  equivale a  $-180^\circ$ .

## Zonas UTM

Se divide la Tierra en 20 zonas de **8°** Grados de Latitud, que se denominan con letras desde la **C** hasta la **X** excluyendo las letras "I" y "O", por su parecido con los números uno (1) y cero (0), respectivamente. Puesto que es un sistema norteamericano (estadounidense), tampoco se utiliza la letra "Ñ". La zona C coincide con el intervalo de latitudes que va desde  $80^\circ$  S (o  $-80^\circ$  latitud) hasta  $72^\circ$  S (o  $-72^\circ$  latitud). Las zonas polares no están consideradas en este sistema de referencia. Para definir un punto en cualquiera de los polos, se usa el sistema de coordenadas UPS. Si una zona tiene una letra igual o mayor que la **N**, la zona está en el hemisferio norte, mientras que está en el sur si su letra es menor que la "N".

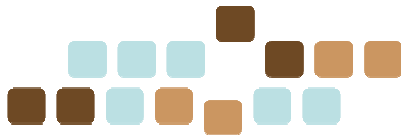
## Notación

Cada cuadrícula UTM se define mediante el número del Huso y la letra de la Zona, por ejemplo la ciudad española de Granada se encuentra en la cuadrícula 30S, y Logroño en la 30T.

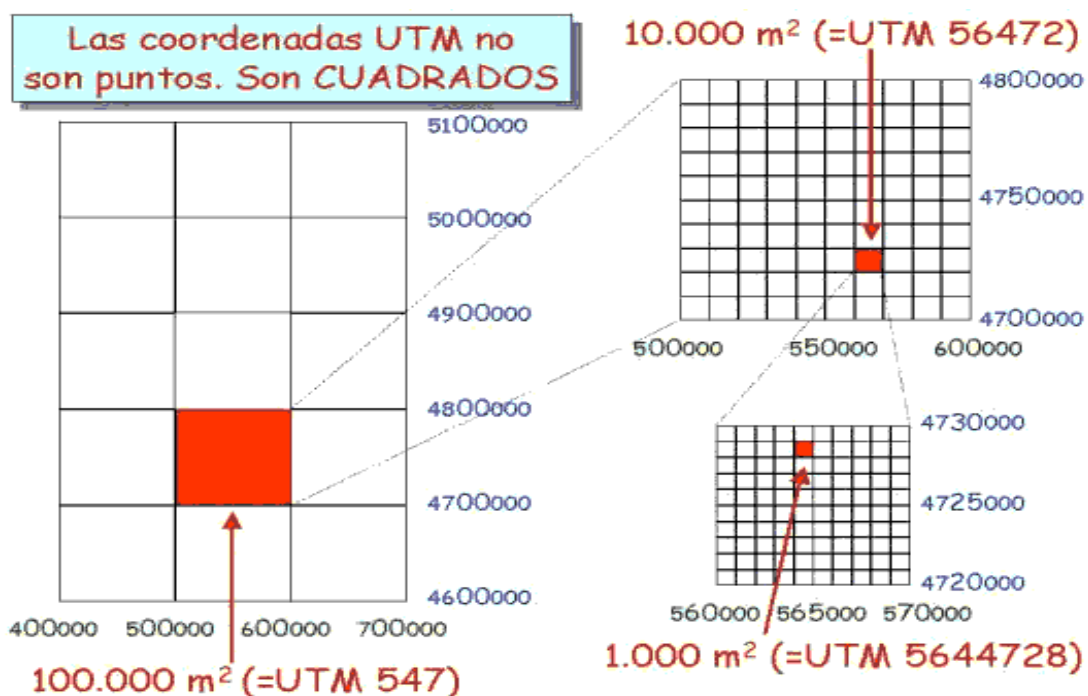
## Excepciones

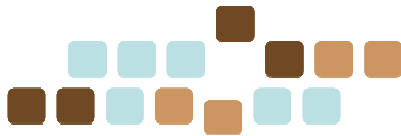
La rejilla es regular salvo en 2 zonas, ambas en el hemisferio norte; la primera es la zona 32V, que contiene el suroeste de Noruega; esta zona fue extendida para que abarcara también la costa occidental de este país, a costa de la zona 31V, que fue acortada. La segunda excepción se encuentra aún más al norte, en la zona que se conoce como Svalbard (ver mapa para notar las diferencias).

Las coordenadas UTM no corresponden a un punto sino a un cuadrado.



- Siempre tendemos a pensar que el valor de una coordenada UTM corresponde a un punto determinado o a una situación geográfica discreta.
- Esto no es verdad. Una coordenada UTM siempre corresponde a un área cuadrada cuyo lado depende del grado de resolución de la coordenada.
- Cualquier punto comprendido dentro de este cuadrado (a esa resolución en particular) tiene el mismo valor de coordenada UTM.
- El valor de referencia definido por la coordenada UTM no está localizado en el centro del cuadrado, sino en la esquina inferior IZQUIERDA de dicho cuadrado.





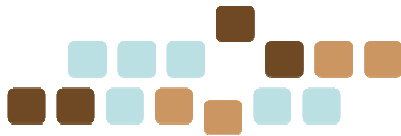
- Una zona UTM, siempre se lee de izquierda a derecha (para dar el valor del Easting), y de arriba a abajo (para dar el valor del Northing). Esto quiere decir:
  - Que el valor del Easting corresponde a la distancia hacia el Este desde la esquina inferior izquierda de la cuadrícula UTM.
  - Que el valor de Northing siempre es la distancia hacia el norte al Ecuador (en el hemisferio norte).
- Mientras mayor sea el número de dígitos que usemos en las coordenadas, menor sea el área representada.

Normalmente, el área que registran los GPS coincide con el valor de un metro cuadrado, ya que usan 6 dígitos para el valor de Easting y 7 dígitos para el Northing.

- Aquí aparece un ejemplo de una coordenada tipo UTM con una baja resolución (comprende un cuadrado con 1000 metros de lado). El primer valor (30S) nos indica la zona y la banda en la que estamos. Como tiene una letra superior a M, nos indica que estamos hablando de una zona en el hemisferio norte. La banda La mejor forma de saber cuál es nuestra zona es mirándola en un mapa que tenga representada la cuadrícula de coordenada UTM.
- Los siguientes dígitos corresponden a las coordenadas en sí. La distancia del Easting siempre ocupa un dígito menos que el de Northing. Como esta coordenada tiene 7 dígitos, el Easting ocupa los 3 primeros valores, y el Northing los 4 últimos.



- Por definición, el valor de Easting del punto central (que coincide con el meridiano central) de la retícula UTM es siempre de 500 km. Cualquier punto a la izquierda de éste meridiano central tendrá un valor inferior a 500, como es este caso (345). Cualquier punto situado a la derecha del meridiano central tendrá un valor superior a 500. Por tanto, estamos alejados a 155 km. (500-345) del meridiano central. También podemos decir que estamos alejados 345 km. hacia el Este desde el margen izquierdo de la zona UTM.
- Los 4 últimos dígitos nos indican que estamos alejados 4196 km. al norte del ecuador.
- Recordar que esta coordenada señala un cuadrado de 1.000 km<sup>2</sup>.



## EJEMPLO DE VALOR DE COORDENADA UTM CON UNA RESOLUCIÓN DE 1000 METROS

La zona 30 se expande desde 6°W a 0° (meridiano de Greenwich), con el meridiano 3° en el centro. Este valor debe obtenerse observando un mapa.

Número de zona UTM

30S

Letra de Banda de latitud UTM

La región "S" se expande desde 32°N a 40°N (se obtiene del mapa). A efectos prácticos sirve para indicar rápidamente en qué hemisferio estamos, ya que por encima de "M" estamos en el norte

Distancia hacia el ESTE



3454196



Distancia hacia el NORTE

Aquí se ha usado 4 dígitos (siempre un dígito más que la distancia que señala al Este), e indica que este "cuadrado" (no punto) está a 4196 km al Norte del Ecuador.

Aquí se ha usado 3 dígitos que indica que este cuadrado de 1000 metros de lado (no punto) está a 155 km al Oeste (500-345) del meridiano central de la zona. Ver texto para mayor explicación.

- En esta tabla aparecen descritas la misma coordenada UTM con diferentes resoluciones, que oscilan desde áreas cuadradas que sólo tienen 1 metro de lado hasta aquella que tiene 100.000 metros.
- No hay límite de resolución en una coordenada UTM. Se pueden definir áreas cuyos lados sean centímetros, milímetros, etc.



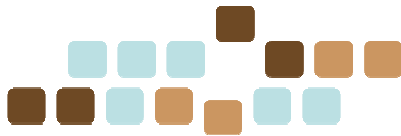
## COORDENADAS UTM: LA RESOLUCIÓN DETERMINA EL NÚMERO DE DÍGITOS.

Coordenadas UTM	Zona y banda		Metros al Este	Metros al Norte	Resolución
30S 3546784891567	30	S	354678	4891567	1 metro
30S 35467489156	30	S	354670	4891560	10 m
30S 354648915	30	S	354600	4891500	100 m
30S 3544891	30	S	354000	4891000	1000 m
30S 35489	30	S	350000	4890000	10.000 m
30S 348	30	S	300000	4800000	100.000 m

El cartógrafo utiliza las proyecciones cartográficas, para presentar la naturaleza tridimensional de la superficie de la Tierra en las dos dimensiones disponibles en un mapa o una carta. A los fines de los gráficos a media y pequeña escala, se puede asumir que la forma básica de la Tierra es esférica. Un área pequeña de un mapa o una carta a gran escala se puede dibujar sin cometer un error apreciable, pero para aquellos productos que muestran grandes áreas, y particularmente para cartografiar en serie, es vital un sistema de proyección.

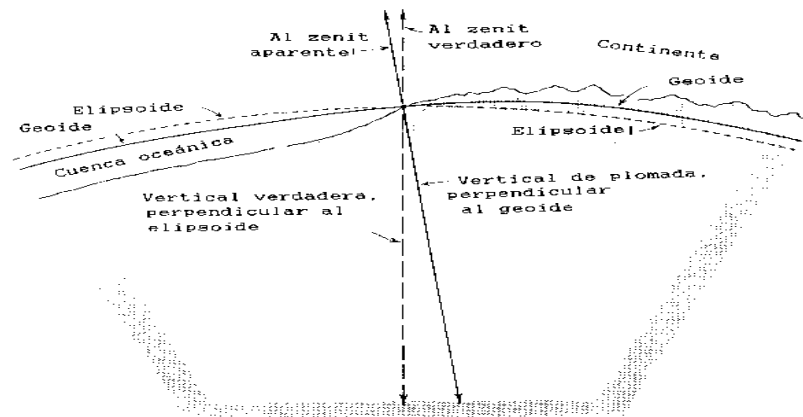
Las proyecciones se pueden crear sólo gráficamente mediante la proyección de la superficie curvada de la Tierra sobre superficies planas o superficies desarrollables, tales como conos o cilindros, que pueden ser aplanados. También





pueden crearse matemáticamente o por una combinación de los dos métodos.

Figura 3.3 La relación entre la superficie del elipsoide regular y la superficie del geoide regular bajo los continentes y sobre las cuencas oceánicas. (según W.A. Heiskanen, 1958).



La proyección ideal debería proporcionar formas correctas, áreas correctas, escalas correctas, rumbos correctos, un buen “ajuste” general y facilidad de construcción. Es imposible conseguir todas o incluso la mayoría de estas propiedades, por lo que el cartógrafo tiene que seleccionar qué aspecto es el más importante para un mapa en particular o elegir una proyección de compromiso, una de las denominadas del tipo, del “mínimo error”.

La forma correcta es una característica de las proyecciones conformes (ortomórficas). Debe advertirse que solo es posible conservar superficies correctas sobre pequeñas áreas. Las proyecciones conformes conservan ángulos verdaderos y una escala constante, en todas las direcciones alrededor de un punto dado, porque los paralelos y meridianos se entrecruzan en ángulos rectos. Esta es una característica esencial de las cartas de navegación. Tanto la Mercator como la Cónica Conforme de Lambert son proyecciones conformes y son ampliamente



utilizadas tanto en cartografía para la navegación marítima como la aérea. Dado que estas proyecciones conservan los ángulos localmente, también pueden ser empleadas para gráficos que presenten datos basados en medidas angulares. Estos pueden incluir corrientes de marea, líneas de gravedad y magnéticas, dirección de corrientes acuáticas superficiales, migraciones y batimetría. La cartografía para la navegación que utiliza las proyecciones conformes se ha realizado desde hace siglos, proporcionando una fuente efectiva de datos para su uso como información básica de mapas. Esto simplifica la labor del cartógrafo.

La igualdad de área también se conoce como equivalencia. Esta propiedad se puede conservar sobre un mapa construido a partir de una proyección como la de Bonne, pero solo a costa de formas distorsionadas. Esta proyección puede ser de gran valor para mostrar relaciones espaciales y distribuciones. Cuando una simbolización cartográfica requiere un símbolo de superficie o cuantitativo, tal como el movimiento de un volumen de agua, se necesita una proyección de igualdad de área.

El alcanzar, por ejemplo, la equidistancia total, la conservación de la escala en todos los puntos sobre una proyección, es imposible. En cualquier proyección la escala real varía continuamente; puede variar de punto a punto y puede también cambiar en distintas direcciones. No obstante, es posible mantener una escala correcta donde una superficie de proyección encuentra a la esfera de donde se deriva. La selección cuidadosa de esos puntos puede reducir al mínimo los errores de escala. La equidistancia se puede conservar en proyecciones cenitales. Las proyecciones equidistantes constituyen un compromiso útil entre las proyecciones conformes y equiáreas, y se emplean frecuentemente para gráficos generales de referencia. Los cambios de escala de superficie sobre las proyecciones de



equidistancia son menos dramáticos que sobre las proyecciones conformes y los errores angulares son inferiores que los de una proyección equiárea.

## REPRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL RELIEVE

La mayoría de la gente piensa en la situación solo en términos horizontales, no cayendo en la cuenta de la importante tercera dimensión de nuestro medio ambiente - la vertical. Para ciertas aplicaciones, la dimensión vertical es un factor importante, y en ocasiones crítico, que los cartógrafos tienen que reflejar dentro de sus gráficos bidimensionales. En el medio marino, buques enormes y pesados tienen que maniobrar a escasos metros sobre un fondo invisible y potencialmente letal. Una carta náutica actualizada mostrará al navegante la topografía del fondo del océano, de tal forma que pueda navegar con seguridad por los valles y crestas submarinos.

### Valores puntuales

La representación más sencilla de la elevación del terreno es el empleo de valores puntuales para indicar la medida de la altura o de la profundidad que corresponde a ese punto en particular. El lugar se representa mediante un pequeño símbolo puntual con un número a su lado que indica la altura o la profundidad por encima o por debajo de un valor de referencia o plano de referencia. En planos topográficos y cartas aeronáuticas la medida de la altura está relacionada con el Nivel Medio del Mar; sobre cartas marinas, las elevaciones y profundidades están en relación con el plano de referencia de la carta.

Sobre los mapas topográficos, los valores puntuales conocidos como cotas, se muestran mediante puntos topográficos físicamente contruidos sobre el terreno. A



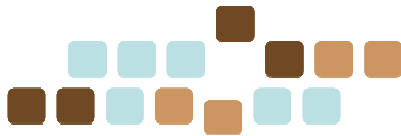
otros accidentes significativos tales como cimas de colinas, pasos de montaña e intersecciones de carreteras también se les coloca cotas (Figura 4.9). Sobre las cartas náuticas, las sondas son valores puntuales que muestran la profundidad del agua (Figura 4.10). Las cotas y las sondas son muy simples y exactas para el punto específico elegido. No obstante, no proporcionan un efecto gráfico de forma, ni indican los valores situados entre los puntos. Debido a esta limitación, el observador del mapa no puede visualizar fácilmente las características de la superficie que se está mostrando. Las cotas y las sondas se utilizan más frecuentemente como un suplemento de información a alguna otra técnica para mostrar el relieve.

## Isolíneas

Las curvas de nivel, o isolíneas, son con mucho el método más ampliamente utilizado para reflejar el relieve o las profundidades sobre mapas y cartas (Figura 4.9). Pueden definirse como líneas de elevación o profundidad constantes; son imaginarias pero aparecen en el mapa como líneas reales.

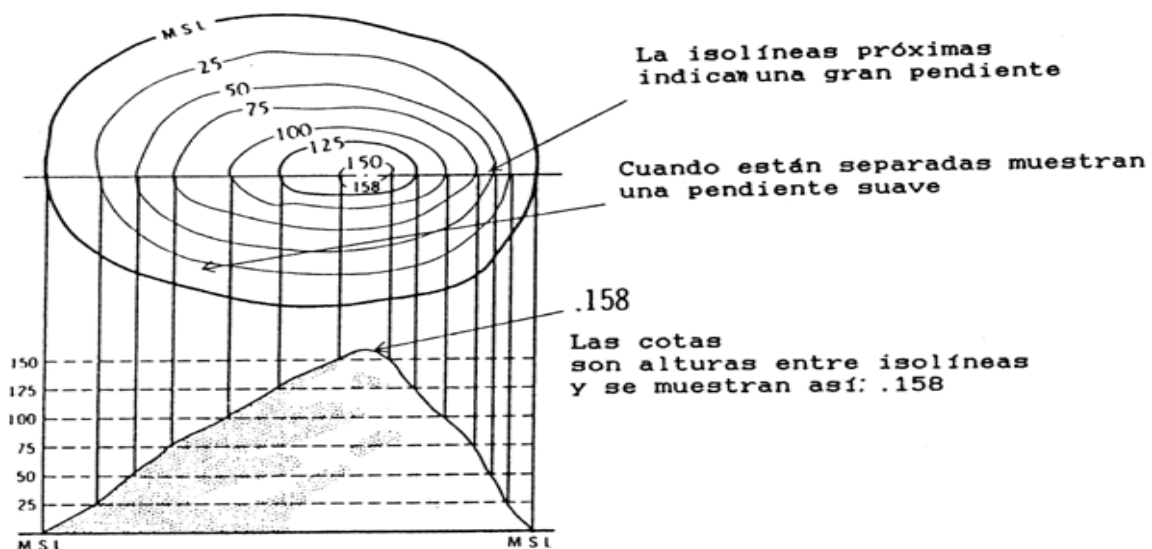
Las curvas de nivel pueden obtenerse de diversas maneras, incluyendo:

I)	técnicas tradicionales de prospección;
II)	prospecciones hidrográficas;
III)	interpolación a partir de cotas o sondas;
IV)	trazado fotogramétrico;
V)	técnicas de plomada en ortofotoproducción;
VI)	Conversión a partir de otros mapas.



Desafortunadamente, en raras ocasiones es posible determinar el origen y la naturaleza de las curvas de nivel sobre un mapa dado. En particular, la fiabilidad de las curvas de nivel interpoladas o dibujadas variará de mapa y con la pericia del cartógrafo. Las curvas de nivel de muchos mapas viejos deben ser tratadas con precaución, a menos que proporcionen detalles sobre la exactitud. El obtener isolíneas exactas por medio de métodos tradicionales de prospección es tedioso y frecuentemente duplicará el coste de una prospección dada. De aquí que muchas curvas de nivel han sido interpoladas a partir de un mínimo de datos de prospección. En general, las isolíneas modernas dibujadas fotogramétricamente están delineadas con un gran detalle y, por ello, su exactitud revelará frecuentemente los errores existentes en mapas más antiguos.

Figura 4.9 El relieve retratado por las curvas de nivel. (Según Department of Energy, Mines and Resources, Canadá, n.d.)

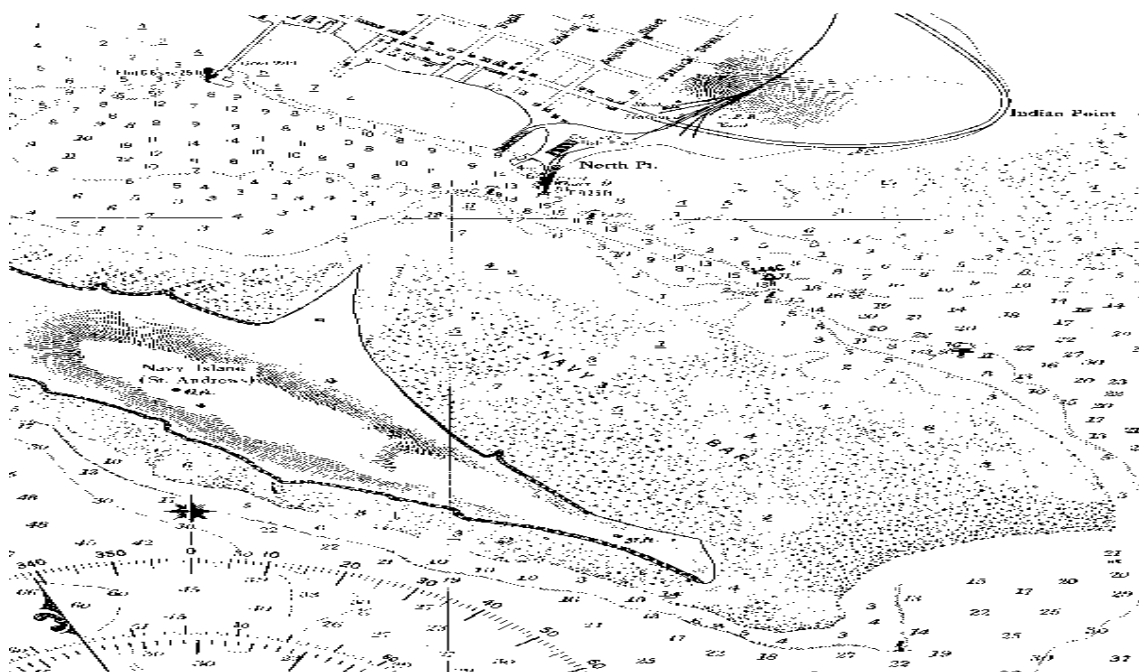




## Isobatas

La prospección del fondo del océano está aún sujeta a una considerable dificultad, ya que los barcos y la superficie del agua están normalmente en movimiento durante la prospección. La exactitud de las situaciones en el mar, hasta la llegada de los satélites, dependía de la distancia a tierra. La situación en alta mar dependió históricamente de las observaciones astronómicas utilizando sextantes, que no se destacaban por su exactitud.

Figura 4.10 Carta náutica mostrando las profundidades. (Canadian Hydrographic service, Chart no. 4332)



Las medidas de profundidad se toman en relación con un plano de referencia artificial, debido a que el nivel real del mar está continuamente fluctuando. Hay



también varios otros planos de referencia en uso, por ejemplo, aquellos que utilizan Gran Bretaña y Francia varían en 0.6 metros. Por razones de seguridad, los franceses utilizan el Nivel Aproximado de Máxima Bajamar, mientras que Gran Bretaña ha empleado uno que está 0.6 metros por debajo de la Media de la Bajamar Equinoccial de Primavera.

La mayoría de las cartas náuticas se destacan por la densidad de las sondas, pero estas no están uniformemente distribuidas, concentrándose a lo largo de las rutas de navegación, desembocaduras de ríos y aguas someras (Figura 4.10).

Es importante señalar que las cartas hidrográficas, diseñadas para la navegación, y las cartas batimétricas, diseñadas para representar la topografía marina, se perfilarán diferentemente utilizando los mismos datos. Las cartas hidrográficas destacan las zonas de aguas poco profundas, como un factor deliberado de seguridad. Las cartas batimétricas son el equivalente marino de los mapas topográficos; la interpolación de isolíneas está basada estrictamente en las sondas locales y la distancia entre ellas.

Las normas de exactitud para la cartografía marina son aún más variables que las de las cartografías terrestres. En general, las plataformas continentales del mundos. En Canadá, por ejemplo, sólo el 50% de aquellas áreas que soportan el tráfico marítimo comercial están de acuerdo con normas modernas de cartografía, y en aguas Árticas es inferior al 20%

## **CURVAS DE NIVÉL**

Se denominan curvas de nivel a las líneas que marcadas sobre el terreno desarrollan una trayectoria que es horizontal. Por lo tanto podemos definir que una



línea de nivel representa la intersección de una superficie de nivel con el terreno. En un plano las curvas de nivel se dibujan para representar intervalos de altura que son equidistantes sobre un plano de referencia.

Esta diferencia de altura entre curvas recibe la denominación de "equidistancia"

De la definición de las curvas podemos citar las siguientes características:

1. Las curvas de nivel no se cruzan entre si.
2. Deben ser líneas cerradas, aunque esto no suceda dentro de las líneas del dibujo.
3. Cuando se acercan entre si indican un declive más pronunciado y viceversa.
4. La dirección de máxima pendiente del terreno queda en el ángulo recto con la curva de nivel

### **Tipos de curva de nivel.**

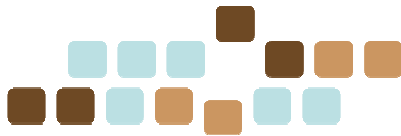
**Curva clinográfica:** Diagrama de curvas que representa el valor medio de las pendientes en los diferentes puntos de un terreno en función de las alturas correspondientes.

**Curva de configuración:** Cada una de las líneas utilizadas para dar una idea aproximada de las formas del relieve sin indicación numérica de altitud ya que no tienen el soporte de las medidas precisas.

**Curva de depresión:** Curva de nivel que mediante líneas discontinuas o pequeñas normales es utilizada para señalar las áreas de depresión topográfica.

**Curva de nivel:** Línea que, en un mapa o plano, une todos los puntos de igual distancia vertical, altitud o cota. Sinónimo: isohipsa.





**Curva de pendiente general:** Diagrama de curvas que representa la inclinación de un terreno a partir de las distancias entre las curvas de nivel.

**Curva hipsométrica:** Diagrama de curvas utilizado para indicar la proporción de superficie con relación a la altitud. Sinónimo complementario: curva hipsográfica.  
Nota: El eje vertical representa las altitudes y el eje horizontal las superficies o sus porcentajes de superficie.

**Curva intercalada:** Curva de nivel que se añade entre dos curvas de nivel normales cuando la separación entre éstas es muy grande para una representación cartográfica clara. Nota: Se suele representar con una línea más fina o discontinua.

**Curva maestra:** Curva de nivel en la que las cotas de la misma son múltiples de la equidistancia.

## **METODOS TOPOGRAFICOS. CONCEPTOS GENERALES: NIVELACIÓN, PLANIMETRÍA, TAQUIMETRÍA**

---

Se definen como métodos topográficos al conjunto de técnicas de instrumentación y operación, en la toma de medidas tanto lineales como angulares, y así mismo la gestión o tratamiento de estos datos en el proceso de la realización de un trabajo topográfico.

La modelización del terreno es la representación obtenida del relieve del terreno como consecuencia de una medición realizada sobre él, y que permite conocer la forma sinuosa o quebrada de dicha superficie.



La división más usual de los métodos topográficos es:

**Métodos alimétricos**, también denominados de nivelación de un terreno, tienen por objeto determinar la altura de sus puntos característicos sobre una superficie de nivel que se toma como superficie de comparación; puede ser ésta cualquiera, elegida arbitrariamente, sin más condición que la de estar más baja que el punto de menor altura de todos los que hayan de levantarse.

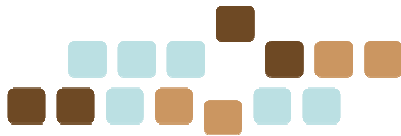
Las alturas de estos puntos, sobre la superficie de comparación, se denominan cotas que, con la condición antes indicada, serán todas positivas.

**Métodos planimétricos**, de la misma forma que se registran y calculan los datos correspondientes a altimetría, en cuanto a la planimetría también podemos registrarlos en un cuadrante en el que señalar las operaciones que se realizan, una vez calculada las coordenadas parciales, en los itinerarios cerrados y encuadrados analizar el error de cierre y si procede compensarlos en este caso se realiza un reparto proporcional al valor de cada ordenada o abscisa, una vez compensados se les lleva a su valor al origen tanto de estaciones como de puntos radiados.

Si bien este procedimiento no es el más exacto matemáticamente, sí es el más usado cuando se realizan los cálculos de forma manual.

**Métodos taquimétricos**, del griego "taqui" (rápido) y "metria" (medida), consiste en la determinación a la vez de la altimetría y planimetría, mediante observación al mismo tiempo de distancias y ángulos.

Su aplicación más cercana es el desarrollo topográfico en el ámbito de la ingeniería civil y obra de construcción de arquitectura. Complementa a los trabajos topográficos de primer orden, alcanzando el detalle sensible preciso para el



desarrollo del proceso constructivo.

La característica principal del sistema es el uso del aparato denominado taquímetro, con capacidad de medir la distancia entre el eje de giro del anteojo y el punto observado. Esta medición de distancia se realiza bien por un procedimiento estadimétrico, infrarrojos o láser en el proceso indirecto, en el directo que sería con el empleo de una cinta métrica.

**Métodos de triangulación**, son los métodos que localizan o determinan posiciones relativas de los puntos mediante mediciones angulares a partir de una base.

## EL CONCEPTO DE ESCALA

Todos los mapas, fotografías aéreas e imágenes de satélites son una pequeña representación de una porción de la superficie de la Tierra. Su tamaño, inferior al de la realidad, es el responsable de su conveniencia como método para ilustrar el mundo. Para que estos productos sean útiles tiene que conocerse la relación entre el tamaño del gráfico y el tamaño real de la misma región de la tierra. Este concepto fundamental, conocido como escala, es una de las más importantes consideraciones del diseño en el campo de la cartografía.

El establecer la escala para un mapa es una importante decisión de diseño. La escala controla, entre otros aspectos, los siguientes temas:



I)	la cantidad de datos o el detalle que puede mostrarse;
II)	el tamaño del gráfico y su comodidad para la producción usando los materiales y el equipo disponible;
III)	el coste de reproducción;
IV)	la legibilidad de cualquier producto que es una ampliación o reducción de un mapa existente;
V)	la extensión regional de la información presentada;
VI)	el grado y naturaleza de la generalización llevada a cabo (ver Sección 7);
VII)	la idoneidad de una base disponible para un fin específico;
VIII)	la facilidad de uso por el mercado al que se dirige;
IX)	la cantidad de tiempo que un cartógrafo tiene que invertir en un proyecto.

Concretamente, la escala es la razón entre la distancia en el mapa y la distancia sobre el terreno, y su elección depende principalmente del propósito del mapa. El cartógrafo tiene también que considerar conveniencia y economía, acordando un equilibrio entre el área cubierta, el tamaño del mapa y la magnitud del detalle requerido. Las escalas son frecuentemente un compromiso.

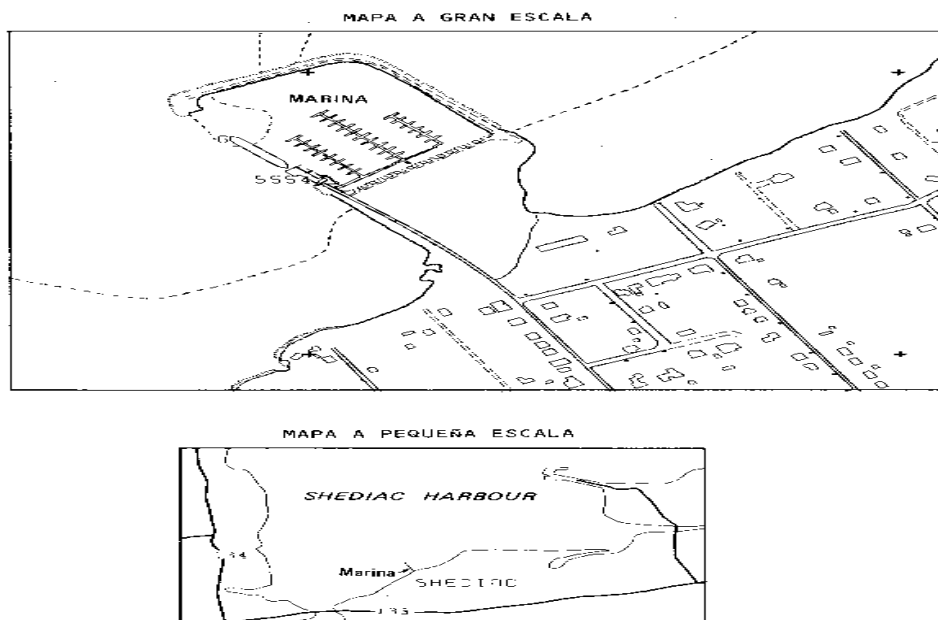
El empleo de los términos relativos gran escala y pequeña escala puede producir una considerable confusión y tienen que ser cuidadosamente tratados. Para



comprender claramente el concepto, compare dos mapas de la misma área pero de escalas significativamente diferentes. Elija un rasgo común tal como un aeropuerto, una bahía o una isla. El mapa que muestre el rasgo dibujado relativamente grande es el mapa a gran escala. Por contraste, el mapa que muestra el mismo rasgo distintivamente pequeño es, por definición, el mapa a pequeña escala (Figura 3.1).

Los mapas a pequeña escala cubren amplias áreas con poco detalle, mientras que los mapas a gran escala muestran un gran detalle y solamente cubren un área pequeña. La mayoría de los mapas constituirán un compromiso entre el detalle requerido y el área de cobertura. En ocasiones las necesidades son incompatibles, tal como cuando una gran área tiene que ser cubierta pero algunas partes requieren un gran detalle. Esto se puede solucionar produciendo más de un mapa o utilizando partes del mapa como inserciones a mayores escalas. Esta última solución permite una variación en las escalas y un mayor detalle en áreas críticas.

Figura 3.1 Una comparación de un mapa a gran y a pequeña escala.





## **LAS FORMAS DE ESCALA**

Generalmente, una vez que ha sido calculada, la escala de un mapa puede presentarse en tres formas normalizadas distintas. Estas son la escala numérica, la expresión verbal y la escala gráfica o lineal. En ocasiones se usan otras variantes de escala, además de las formas normalizadas.

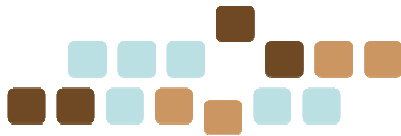
### **Escala numérica**

Las escalas numéricas (E), también conocidas como razones de escala, relacionan el tamaño del mapa, o una parte de él, con su tamaño real sobre el terreno. Así, una E de 1:10.000 significa que una unidad sobre el mapa es equivalente a 10.000 unidades sobre el terreno. Una importante ventaja de este sistema es que no está ligado a un sistema de medidas específico; la fracción trabaja tan bien en unidades métricas, como en inglesas, o en cualquier otra unidad conveniente de medida.

Comparativamente, los pequeños valores detrás de los dos puntos se asocian con mapas a gran escala, mientras que los grandes números detrás de los dos puntos están relacionados con mapas a pequeña escala.

La Asociación Cartográfica Internacional, en un intento de normalizar la terminología, ha sugerido lo siguiente:

I)	E. mayor que 1:25.000, p.e. números inferiores a 25.000: mapas a gran escala;
II)	1:50.000 a 1:100.000: mapas a media escala



III)	E. inferior a 1:200.000, p.e. números mayores que 200.000: mapas a pequeña escala.
------	--

### Expresión de escala

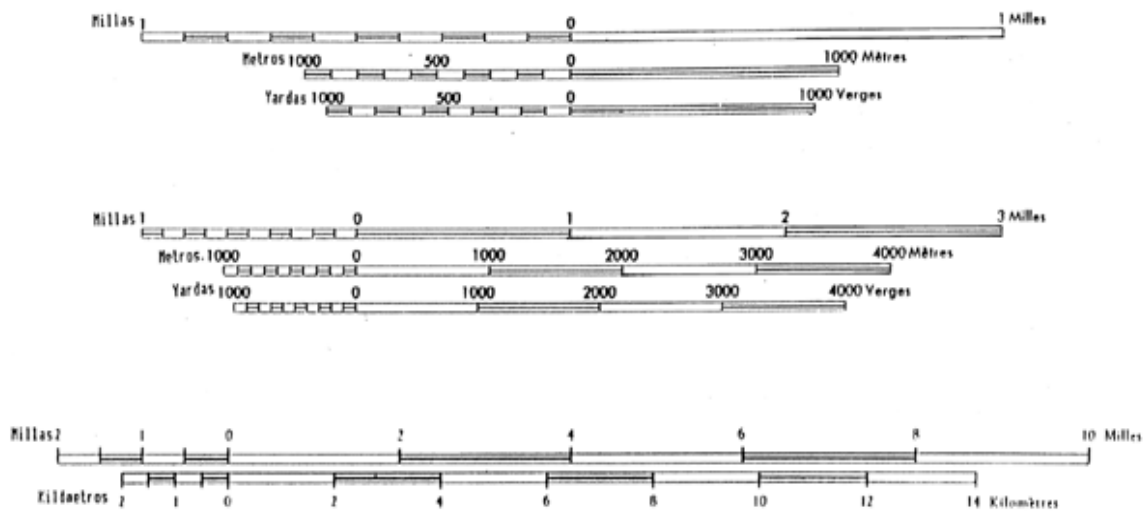
Esta es una expresión escrita de la distancia en el mapa en relación con la distancia en la Tierra, por ejemplo, 1 pulgada igual a 1 milla, o 1 centímetro igual a 1 kilómetro. Una E. podría ser también considerada una expresión de escala desde que, por ejemplo, 1:1.000.000 podría ser escrito como 1 centímetro igual a 10 kilómetros o 1 milímetro igual a 1 kilómetro. Si se elige esta versión de una escala, evite la confusión no mezclando unidades métricas e inglesas en una expresión.

### Escala gráfica o lineal

Este instrumento es el método más común y más útil de representar una escala sobre un mapa o una carta. Consiste en uno o más segmentos subdivididos en unidades de la distancia del terreno, o en otra cualquiera que la escala deba mostrar (Figura 3.2). Tiene la considerable ventaja de permanecer exacta incluso si el mapa se amplía o reduce, lo que no es cierto para los otros tipos de escala, la E. y la expresión de escala.



Figura 3.2 Ejemplos de escalas gráficas o lineales.



## LAS TÉCNICAS DE DIBUJO TÉCNICO DE PERSPECTIVAS, SECCIONES Y ESTRUCTURA.

### VISTAS

Cuando elaboramos planos tenemos que representar objetos de la vida real; los objetos de la vida real tienen tres dimensiones mientras que en el papel solo disponemos de dos. Las vistas son proyecciones perpendiculares u ortogonales de una pieza sobre planos de proyección. Una vez proyectadas las vistas, desplegamos los planos, el inferior hacia bajo del posterior y los perfiles hacia la izquierda y la derecha del posterior. En este apartado y en los siguientes consideraremos el sistema europeo de representación de vistas. Todas las piezas y objetos tienen seis





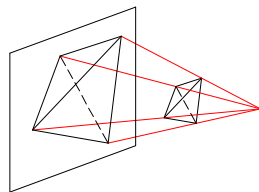
vistas diferentes: Alzado (figura vista de frente). Planta (figura vista desde arriba), Lateral o perfil derecho, Lateral o perfil izquierdo, Vista posterior (figura vista desde la parte de atrás) y Vista inferior (figura vista desde abajo). Aunque generalmente no es necesario dibujar todas las vistas para definir completamente la pieza.

## PERSPECTIVAS

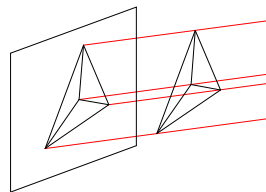
Ya conocemos una de las estrategias, dibujar vistas, de forma que en cada vista solo representamos dos de las tres dimensiones. Otras de las formas de hacerlo es dibujar en perspectiva, empleando líneas oblicuas para una o varias de las dimensiones. La representación de las piezas en el sistema diédrico, por sus vistas de frente, superior, lateral, etc. Es lo más usual en Dibujo Técnico. Pero no todas las personas son capaces de comprender e interpretar un dibujo estudiando las vistas que se emplean corrientemente. Por ello, en ocasiones, interesa mostrar en un solo dibujo la forma general de la pieza, por lo que conviene en este caso acudir a un sistema de representación especial denominados dibujos de perspectivas.

Digamos antes de proseguir, qué es una perspectiva. Es el modo de representar en una superficie plana, los objetos de tres dimensiones. También se dice que es el aspecto que ofrecen los objetos a la vista del observador. Las perspectivas se obtienen por la proyección sobre un solo plano (el del dibujo) del cuerpo, previa la colocación de éste en una posición especial.

Podemos diferenciar dos tipos de proyecciones. Cuando los rayos proyectantes convergen en un punto, estamos ante perspectivas cónicas. Si los rayos proyectantes son paralelos a una dirección, se trata de una proyección paralela.



Proyección cónica



Proyección paralela

Según como sea la inclinación de los rayos proyectantes sobre el plano de proyección, tenemos dos grupos de perspectivas. Las axonométricas, que son las que los rayos proyectantes son perpendiculares al plano de proyección y las oblicuas en las que los rayos proyectantes forman un ángulo cualquiera con el plano de proyección.

La más difundida de estas es la perspectiva caballera.

## PERSPECTIVA CABALLERA

Es la perspectiva oblicua en la que los rayos proyectantes forman un ángulo de  $45^\circ$  con el plano de proyección.

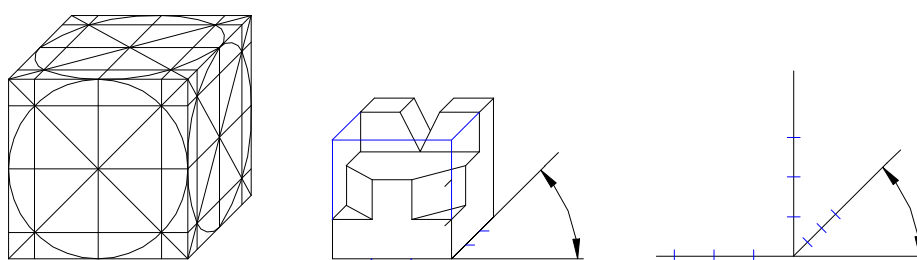
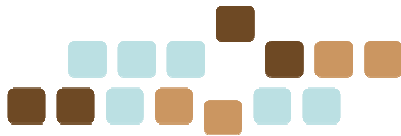


Fig. 3 Perspectiva caballera

En la figura 3 vemos la representación de un cubo, en perspectiva caballera,



el que tiene dibujada en sus caras una circunferencia inscrita. Las aristas verticales y horizontales se representan en su verdadera magnitud. Las perpendiculares al plano del dibujo, se trazan con una inclinación de  $45^\circ$  y reducidas a la mitad de su dimensión. Esto es para evitar el efecto de excesiva profundidad, tan desagradable en este tipo de perspectiva. Esta es una idealización, ya que no es posible ver una de las caras en verdadera magnitud y al mismo tiempo ver las otras dos.

## PERSPECTIVAS ANOXOMÉTRICAS

En ellas las aristas verticales se representan también verticales y con sus medidas reales. Se entiende que por tratarse de representaciones ideales, podemos adoptar infinitas soluciones para la reducción de las aristas horizontales y de las perpendiculares al papel. Lo mismo con respecto a las inclinaciones respecto a la horizontal.

Por ello se consideran tres tipos de proyecciones axonométricas:

- a) **Proyección isométrica**, es la que tiene iguales los ángulos formados entre las aristas del cubo.
- b) **Proyección dimétrica**, es la que tiene dos ángulos iguales y el otro, no.
- c) **Proyección trimétrica**, es la que tiene iguales los tres ángulos diferentes.

### Perspectiva isométrica

Es la perspectiva que se obtiene cuando las dimensiones del cuerpo en las tres



dimensiones principales se dibujan utilizando la misma escala. La figura 4, nos muestra un ejemplo de cómo se ve un cubo en esta representación. Para lograr que el efecto deformatorio, producido por la proyección, sea el mismo para las tres direcciones, se requiere una posición especial del cuerpo con relación al plano de proyección.

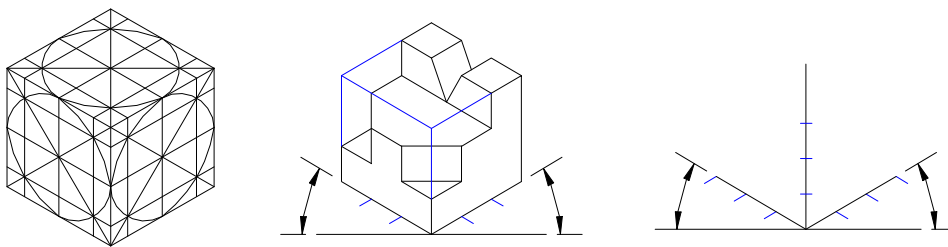


Fig. 4. Perspectiva Isométrica.

## Perspectiva dimétrica

Se denomina perspectiva dimétrica, cuando se emplean dos escalas diferentes para el dibujo de las dimensiones en las tres direcciones principales del cuerpo. Lo que se usa, es dibujar a la misma escala las dimensiones principales y la tercera dirección a escala mitad de la anterior.

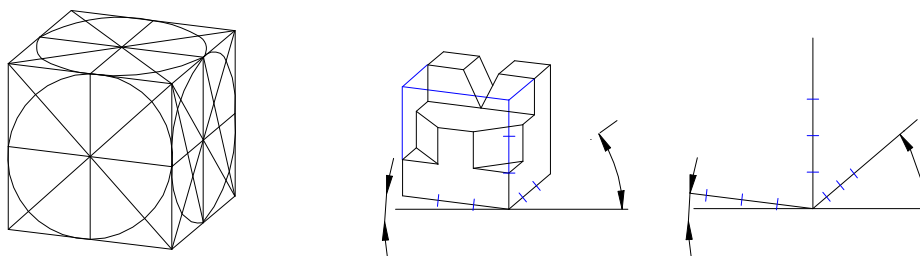


Fig. 5. Perspectiva simétrica



## Perspectiva trimétrica

Tiene un procedimiento constructivo semejante al visto en la perspectiva dimétrica.

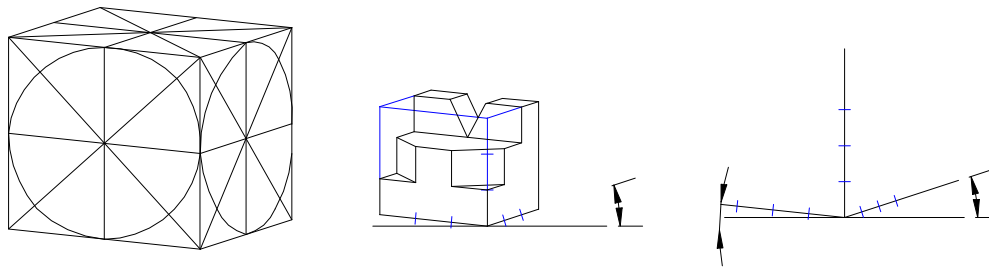


Fig.6. Perspectiva trimétrica

Las proyecciones de las aristas (perpendiculares entre sí en el espacio) formando ángulos de  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $180^\circ$ . En este tipo de perspectiva, se utiliza una escala diferente para cada uno de los ejes principales. Tomamos para las dimensiones verticales la escala natural, para la dimensión horizontal  $9/10$  y para la profundidad (perpendicular al papel)  $1/2$  como en proyección dimétrica. Este tipo de perspectiva, nos da una imagen menos deformada del objeto que las antes comentadas. De todos modos, todas ellas son transgresiones a la verdadera imagen de la pieza, pues al alejarse de nuestra vista, unos puntos del objeto más que otros, las aristas ya no pueden ser paralelas.

La proyección que ofrece menos dificultades para su dibujo es la caballera, aunque es la que más deforma al cuerpo. Luego le sigue la isométrica con una menor distorsión, luego la dimétrica con algo menos de deformación y por último la trimétrica.



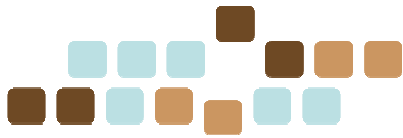
## **CORTES, SECCIONES Y ROTURAS.**

Si disponemos de una pieza con una serie de mecanizados interiores (taladros, vaciados, etc.), nos es imposible penetrar con la mirada en su interior y conocer cuál es su configuración, qué formas presentan, qué posiciones relativas guardan unos con otros, etc. La propia materia del cuerpo nos impide ver lo que alberga en su interior. La utilización de líneas discontinuas de trazos permite representar aristas y contornos que quedan ocultos según un determinado punto de vista.

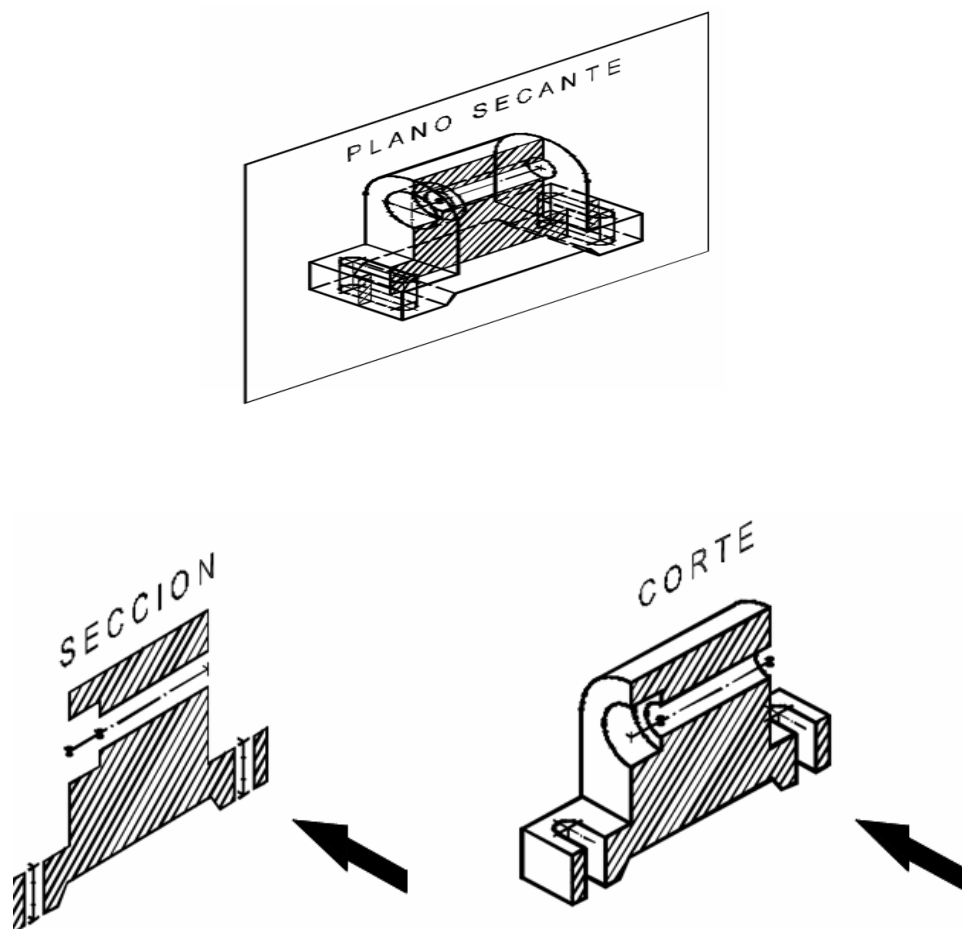
Se podría representar la configuración interior de una pieza aceptando el artificio de utilizar líneas discontinuas de trazos para representar las aristas y contornos ocultos desde el punto de vista que produce la proyección, y de este modo, bastaría con una serie de vistas para que quedara geométricamente definida la pieza. Sin embargo, esto chocaría con la idea que ha de presidir como característica fundamental el dibujo industrial: claridad de expresión y sencillez de ejecución.

Se plantea, pues, la necesidad de arbitrar un medio que facilite conocer la configuración interior de una pieza y que proporcione una manera de expresarla de forma clara, inequívoca y sencilla. Así surge la adopción de un nuevo convencionalismo, aceptado universalmente, cual es el corte de los cuerpos para que al hacer aflorar al exterior su configuración interior, sean de aplicación los convencionalismos establecidos para representar los cuerpos en general.

Cuando una pieza se corta por un plano secante, la superficie así obtenida



se denomina *sección*; es decir, una sección es la superficie resultante de la intersección entre el plano secante y el material de la pieza. En cambio, cuando se suprime la parte de la pieza situada entre el observador y el plano secante, representando únicamente la sección y la parte posterior de la pieza situada detrás de dicho plano, la representación así obtenida se denomina *corte*; es decir, un corte es una sección a la que se le añaden las superficies posteriores de la pieza situadas detrás del plano secante.





Según lo indicado en la introducción, el objeto de los cortes en la representación gráfica de todo tipo de componentes mecánicos (piezas), es proporcionar el exacto conocimiento de aquellas partes internas de los mismos que resultan ocultas por la propia materia que los constituyen, al efectuar su proyección sobre un plano. La sencillez que supone el trazado de los cortes en el dibujo industrial, junto con la claridad y expresividad de los mismos, han hecho de ellos un elemento auxiliar imprescindible y de extraordinario valor.

Los cortes, secciones y roturas pueden ser de diferentes tipos:

### **CORTES:**

- **Totales** - Corte por un plano secante, corte por varios planos secantes independientes entre sí, corte por varios planos secantes sucesivos paralelos, corte por varios planos secantes sucesivos no paralelos, corte auxiliar.
- **Parciales** - Medio corte, corte parcial.

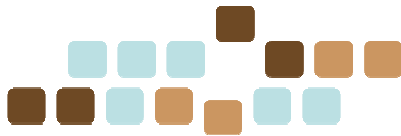
### **SECCIONES:**

- Sección transversal sin desplazamiento.
- Sección transversal con desplazamiento.

### **ROTURAS**

- Rotura parcial.





## INTRODUCCIÓN AL DIBUJO CARTOGRAFICO

---

La definición de dibujo cartográfico es la representación plana de la superficie terrestre, tomando en cuenta su curvatura. La cartografía es la ciencia, arte y tecnología de elaborar mapas, junto con sus estudios.

### ELEMENTOS DE UN MAPA

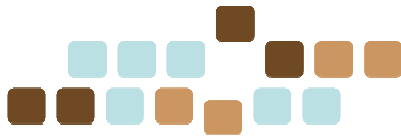
#### Escala:

La escala es la relación entre el tamaño real del objeto y el tamaño del dibujo. Así una escala de 1/100 significa que un centímetro del dibujo representa un metro de medida real. Las escalas pueden ser reales, de reducción o de ampliación.

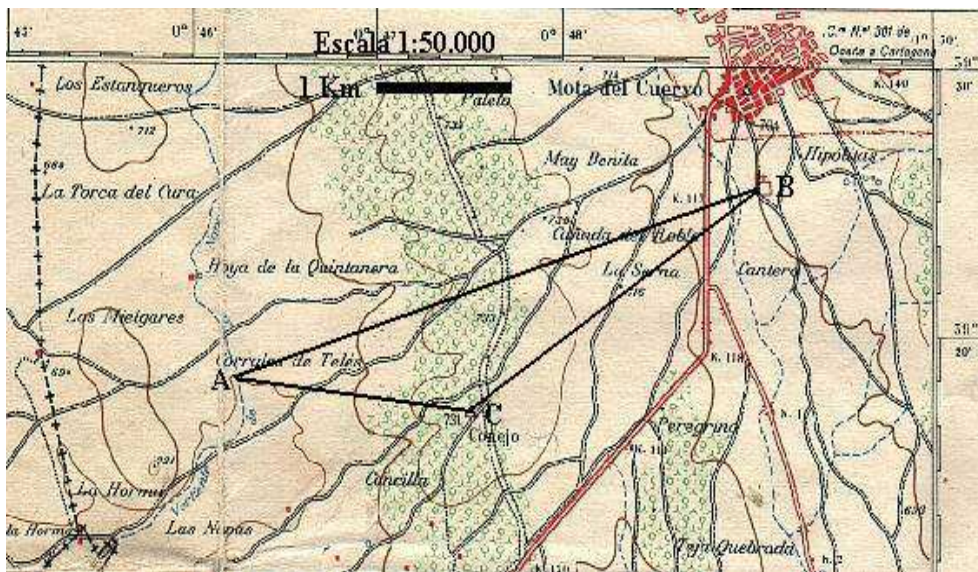
#### Signos convencionales:

En el mapa se utilizan una serie de pequeños que sirven para expresar e indicar los elementos naturales y culturales del terreno, con la ayuda de estos símbolos, denominados símbolos convencionales, el mapa es simplificado y se tiene la posibilidad de hacer distinción entre los diferentes detalles del mismo. Estos símbolos deben ser sencillos, reconocibles, pequeños y fáciles de dibujar. En cartografía se utilizan tres tipos de símbolos.

- Símbolo de punto, usado para indicar objetos discretos o puntuales.
- Símbolo de línea, para indicar detalles continuos, tales como curvas de nivel, ríos, carreteras, etc.
- Símbolo de área, para indicar bosques, lagos, etc.



Todos los símbolos del mapa deben de ser estandarizados y ser explicados en la información marginal (Nombre o título, código numérico, ubicación relativa, escala del mapa, fecha de publicación o edición, restricciones de uso y copiado del mapa, historia del mapa, convergencia de meridianos y declinación magnética, datos horizontales y verticales, leyendas de símbolos convencionales), para su interpretación y comprensión.



## LA SIMBOLOGIA NORMALIZADA. NORMALIZACIÓN: NORMAS FUNDAMENTALES UNE, UNE-EN-ISO

Una Norma es una forma especificada para llevar a cabo una actividad o desarrollar un proceso.

De acuerdo con la ISO la normalización es la actividad que tiene por objeto



establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, Político o económico.

## RELACIÓN DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE LA ISO 19111

La siguiente relación sigue un orden alfabético:

- **Altitud;**  $h$ ,  $H$ : Distancia a un punto desde una superficie de referencia elegida a lo largo de una normal a esa superficie.

NOTA 1.- Véase altitud elipsóidica y altitud relacionada con la gravedad.

NOTA 2.- La altitud de un punto de fuera de la superficie se trata como positiva, a la altitud negativa también se la llama profundidad.

- **Altitud elipsóidica; altitud geodésica;**  $h$ ; Distancia a un punto desde el elipsoide medida a lo largo de la normal al elipsoide por este punto positiva si es ascendente o el punto está fuera del elipsoide.

NOTA.-Solo se usa como parte de un sistema de coordenadas geodésicas tridimensional y nunca en sí misma.

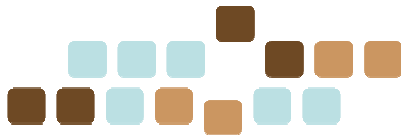
- **Altitud relacionada con la gravedad;**  $H$ : Altitud que depende del campo de gravedad terrestre.

NOTA.- En particular, altitud ortométrica o altitud normal, que son ambas aproximaciones de la distancia de un punto al nivel medio del mar.

- **Aplanamiento;**  $f$ : Razón de la diferencia entre el semieje mayor ( $a$ ) y el semieje menor ( $b$ ) de un elipsoide al semieje mayor:  $f = (a-b)/a$ .

NOTA.- A veces se proporciona la inversa del aplanamiento  $1/f = a/(a-b)$  en lugar del aplanamiento;  $1/f$  es también conocida como aplanamiento recíproco.

- **Conversión de coordenadas:** Cambio de coordenadas basado en una relación



uno a uno, desde un sistema de coordenadas a otro basado en el mismo datum.

EJEMPLO Entre sistemas de coordenadas geodésicas y cartesianas, o entre coordenadas geodésicas y coordenadas proyectadas, o cambios de unidades tales como de radianes a grados o de pies a metros.

NOTA.- Una conversión de coordenadas usa parámetros que tienen valores constantes.

- **Coordenada:** Cualquiera de los  $n$  números de una secuencia que designa la posición de un punto en un sistema  $n$  dimensional.

NOTA 1.- En un sistema de referencia de coordenadas, los números deben ser dados con unidades.

NOTA 2.- Una operación con coordenadas se realiza con las coordenadas en un sistema fuente que produce las coordenadas en el sistema objetivo.

- **Datum:** Parámetro o conjunto de parámetros que sirven como referencia o base para el cálculo de otros parámetros.

NOTA.- Un datum define la posición del origen, la escala y la orientación de los ejes del sistema de coordenadas.

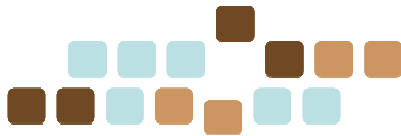
- **Datum geodésico:** Datum que describe la relación de un sistema de coordenadas con la Tierra.

NOTA.- En la mayoría de los casos, el datum geodésico incluye una definición de elipsoide.

- **Datum para ingeniería; datum local:** Datum que describe la relación de un sistema de coordenadas con una referencia local.

NOTA.- Los datums para ingeniería excluyen tanto los datums geodésicos como los verticales.

EJEMPLO Un sistema para identificar posiciones relativas a pocos kilómetros del punto de referencia, por ejemplo, de una obra civil.



- **Datum vertical: Datum** que describe la relación de las altitudes relacionadas con la gravedad con la Tierra.

NOTA.– En la mayoría de los casos los datums verticales estarán referidos a un nivel medio del mar basado en observaciones del nivel de agua en un largo periodo de tiempo.

Las altitudes elipsóidicas son tratadas como relativas a un sistema de coordenadas elipsóidico tridimensional referido a un datum geodésico. Los datums verticales incluyen datums de sondeos (usados para fines hidrográficos), en cuyo caso las altitudes pueden ser negativas o profundidades.

- **Elipsoide:** Superficie engendrada por la rotación de una elipse alrededor de un eje principal.

NOTA.– En esta norma internacional, los elipsoides son siempre achatados en el polo, esto significa que el eje de rotación es siempre el eje menor.

- **Este; E:** Distancia en un sistema de coordenadas, hacia el este (positivo) o hacia el oeste (negativo) desde una línea norte-sur de referencia.

- **Geoide:** Superficie de nivel que mejor ajusta el nivel medio del mar local o globalmente.

NOTA.- “Superficie de nivel” significa una superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre que es perpendicular en todos sus puntos a la dirección de la gravedad.

- **Latitud geodésica; latitud elipsóidica; j:** Ángulo que forma el plano ecuatorial con la **perpendicular al elipsoide desde un punto** dado, se toma positiva hacia el norte.

- **Longitud geodésica; longitud elipsóidica; l:** Ángulo que forma el plano meridiano principal con el plano meridiano de un punto dado, se toma positiva hacia el este.



- **Meridiano:** Intersección de un elipsoide por un plano que contiene el semieje menor del elipsoide.

NOTA.– Este término se usa a menudo para el arco que va de un polo al otro polo más que la figura completa cerrada.

- **Meridiano de Greenwich:** Meridiano que pasa por la posición del Círculo Meridiano de Airy en el Real Observatorio de Greenwich, Reino Unido.

NOTA.– Muchos datums geodésicos usan el meridiano de Greenwich como meridiano principal. Su posición precisa difiere poco entre distintos datums.

- **Meridiano principal; meridiano cero:** Meridiano desde el cual se cuantifican las longitudes de los otros meridianos.

- **Nivel medio del mar:** Nivel medio de la superficie del mar sobre todos los periodos de marea y variaciones estacionales.

NOTA.- Nivel del mar en un contexto local normalmente significa el nivel medio del mar en la región, calculado a partir de las observaciones en uno o más puntos en un periodo de tiempo dado. El nivel medio del mar en un contexto global difiere del geoide pero aproximadamente no más de 2 m.

- **Norte;  $N$ :** Distancia en un sistema de coordenadas, hacia el norte (positivo) o hacia el sur (negativo) desde una línea de referencia este-oeste.

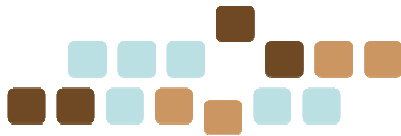
- **Operación de coordenadas:** Cambio de coordenadas, basado en una relación uno a uno, desde un sistema de referencia de coordenadas a otro.

NOTA.- Supertipo de transformación de coordenadas y conversión de coordenadas.

- **Proyección cartográfica:** Conversión de coordenadas desde un sistema de coordenadas geodésicas a uno plano.

- **Referencia espacial:** Descripción de la posición en el mundo real.

NOTA.– Esto puede tomar la forma de una etiqueta, código o conjunto de coordenadas.



- **Semieje mayor;  $a$ :** Radio más largo de un elipsoide de revolución de dos ejes.  
NOTA.— Para un elipsoide que represente a la Tierra, este es el radio del ecuador.
- **Semieje menor;  $b$ :** Radio más corto de un elipsoide de revolución de dos ejes.  
NOTA.— Para un elipsoide que represente a la Tierra, es la distancia desde el centro del elipsoide a cualquiera de los polos.
- **Sistema de coordenadas:** Conjunto de reglas matemáticas que especifican cómo las coordenadas tienen que asignarse a los puntos.
- **Sistema de coordenadas cartesianas:** Sistema de coordenadas que da la posición de puntos respecto de  $n$  ejes mutuamente perpendiculares.  
NOTA  $n$  es 1, 2 ó 3 para los fines de esta norma internacional.
- **Sistema de coordenadas de una proyección:** Sistema de coordenadas bi-dimensional resultante de una proyección cartográfica.
- **Sistema de coordenadas geodésicas; sistema de coordenadas elipsóidicas:** Sistema de coordenadas en el que la posición es especificada, por la latitud geodésica, la longitud geodésica y (en los casos tridimensionales) la altitud elipsóidica.
- **Sistema de coordenadas polares:** Sistema de coordenadas en el que la posición está definida por la dirección y la distancia desde el origen.  
NOTA:- En tres dimensiones también se llama sistema de coordenadas esféricas.
- **Sistema de referencia de coordenadas:** Sistema de coordenadas que está referido al mundo real a través de un datum.  
NOTA.- Para datums geodésicos y verticales, estarán referidos a la Tierra.
- **Sistema de referencia de coordenadas compuesto:** Sistema de referencia de coordenadas que usa otros dos sistemas de referencia de coordenadas independientes para describir una posición.  
EJEMPLO: Un sistema de referencia de coordenadas basado en sistemas de



coordenadas bi o tri-dimensionales y otro sistema de referencia de coordenadas basado en un sistema de altitudes relacionado con a la gravedad.

- **Transformación de coordenadas:** Cambio de coordenadas desde un sistema de referencia de coordenadas a otro sistema de referencia de coordenadas basado en un datum diferente a través de una relación uno a uno.

NOTA-. Una transformación de coordenadas usa parámetros obtenidos empíricamente a partir de un conjunto de puntos con coordenadas conocidas en ambos sistemas de referencia de coordenadas.

## RELACIÓN DE ACRÓNIMOS

CRS.- de Coordinate Reference System

CCRS.- de Compound Coordinate Reference System

GRS.- de Geodetic Reference System

GNSS.- de Global Navigation Satellite System

SGBD.- Sistema Gestor de Base de Datos

BD.- Base de Datos

XML, de eXtensible Markup Language

HTML, de HyperText Markup Language

EPSG, de European Petroleum Survey Group

OGC, de Open Geospatial Consortium

CERCO, Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle

UTM, de Universal Transverse Mercator

ED50, de European Datum 1950

ETRS89, de European Terrestrial Reference System 1989

SIG, de Sistema de Información Geográfico





CAD, de Computer Aided Design  
WMS, de Web Map Service  
CSW, de Catalogue Services for Web  
WFS, de Web Feature Service  
WCS, de Web Coberture Service

## LOS INSTRUMENTOS DE TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA.

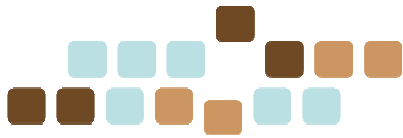
---

Todos los trabajos de campo necesarios para llevar a cabo un levantamiento topográfico, consisten en esencia en la medida de ángulos y distancias.

En ciertos trabajos puede ser suficiente medir sólo ángulos, o sólo distancias, pero en general, suele ser necesario medir ambas magnitudes. En algunas operaciones elementales de agrimensura puede bastar con medir ángulos rectos utilizando las escuadras y las distancias con las cintas métricas, pero en general este tipo de mediciones no tienen la suficiente precisión.

En topografía la medida de ángulos se hace con instrumentos llamados genéricamente goniómetros y la medida de distancias se hace por métodos indirectos (estadimétricos) o más recientemente por métodos electromagnéticos (distanciómetros electrónicos).

Los ángulos a medir, pueden ser horizontales (acimutales), los cuales miden el ángulo de barrido horizontal que describe el aparato entre dos visuales consecutivas o verticales (cenitales), que miden el ángulo de inclinación del anteojo al lanzar una visual a un punto correcto.



## **INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS**

### **Cinta métrica**

Es flexible, sirve para medir distancias, puede ser de lona o metálica, su graduación esta en sistema métrico y al reverso en sistema ingles "pulgada y pies" hechos de fibra sintético que esta cubierto con un estuche de vinilo y en el inicio de la cinta con una argolla metálica; son comúnmente de 20-30-50 metros de longitud.

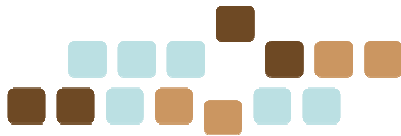


### **Agujas o piquetes**

Son unas varillas de acero, terminadas en punta, de unos 30cm. De longitud, para ir señalando el extremo de la cinta métrica a medida que esta se va extendiendo sucesivamente sobre el terreno para determinar una distancia.

### **Plomada**

Es una pesa metálica terminada en punta y suspendida de una cuerda muy fina, la cuerda sigue la dirección de la gravedad terrestre y sirve para determinar la vertical que pasa por uno de sus puntos.



### Nivel de mano

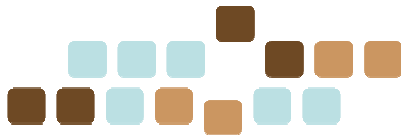
Es un instrumento que se sostiene en la mano y consta de un tubo y nivel de burbuja.



### Nivel o anteojo

Compuesto por un anteojo que lleva unido un nivel tubular de alcohol, cuyo conjunto puede girar alrededor de un eje vertical, y que va montado sobre un trípode. Se emplea para determinar diferencias de alturas (desniveles) y esta operación se llama nivelación.





## Mira

Es una regla graduada de madera, que en unión con el nivel sirve para hacer nivelaciones. La mira esta generalmente graduada en decímetros. Puede ser de una sola pieza, de dos piezas articulares o de dos o mas enchufadas unas en otras. La longitud más corriente de la mira es de 3 a 4 m.

## Brújula

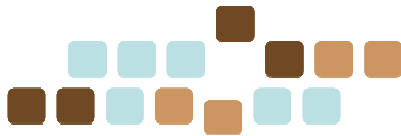
Es un instrumento magnético provisto de visor, sirve para determinar el rumbo de las alineaciones, pueden agruparse en tres clases:

- **Brújula de bolsillo.**- Usualmente se sostiene con la mano para hacer las observaciones.
- **Brújula de agrimensor.**- Va montado sobre un trípode y algunos modelos de un bastón de 1.50 m. de altura; actualmente su uso esta muy restringida, solo se usa en levantamientos de poca precisión:
- **Declinatoria.**- Es una brújula análoga a la de agrimensor, pero de mucho menor tamaño, montado en la plataforma de los teodolitos.

Este equipo esta compuesta de una caja de latón y con un circulo graduado de 0°-360° en las que pueden medir un acimut; un circulo subdividido en cuatro cuadrantes de 90°, cada uno para definir los rumbos.

## Jalón

Es una barra larga. Metálica o de madera pintada en bandas alternadas



blancas y rojas. Se emplea como mira para mediciones lineales o angulares.

### **Teodolito**

Es el instrumento universal y se emplea principalmente para la medición de ángulos horizontales y verticales, para medir distancias con estadía y para prolongar alineaciones. El teodolito lleva un anteojo capaz de girar alrededor de un eje vertical y de otro horizontal. Ordinariamente esta previsto de una brújula magnética y va montado en un trípode.

### **Plancheta**

Consiste en un tablero de dibujo montado sobre un trípode y con alidada o anteojo que puede moverse alrededor del tablero. La plancheta se usa para medir directamente planos topográficos.

### **Clicímetro**

También denominado clinómetro posee un círculo vertical de doble graduación, una en grados sexagesimales de  $0^{\circ}$ - $90^{\circ}$  y otro en porcentaje de 0%-45%. Es utilizado para conocer el Angulo de inclinación o el porcentaje de pendiente.

## **ELEMENTOS DE LOS INSTRUMENTOS TOPOGRAFICOS**

La medida de los ángulos se hace en topografía con unos instrumentos que se llaman genéricamente "goniómetros" (que quiere decir "que mide ángulos"). La mayor parte de los aparatos utilizados se incluyen en esta denominación: teodolito, taquímetro, brújula, estación total... Además de la medida de ángulos acimutales y

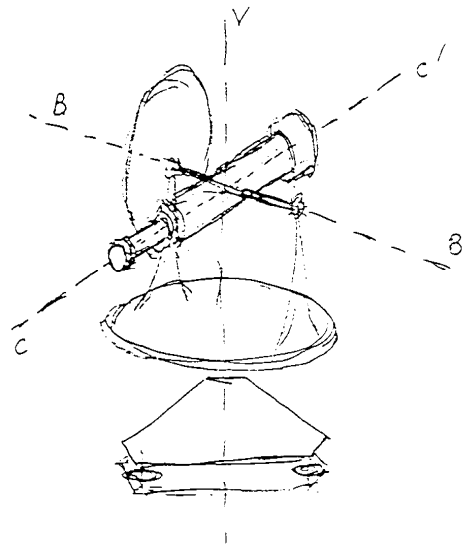


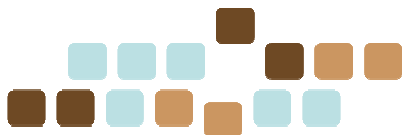
cenitales los goniómetros nos dan casi siempre las distancias calculadas por métodos indirectos.

## ESQUEMA GENERAL DE UN GONIÓMETRO.

Prescindiendo del trípode y fijándonos en el aparato propiamente dicho podemos distinguir una plataforma de nivelación y unión con el trípode por un lado y el cuerpo del aparato por otra, con una parte fija y otra móvil. La parte móvil que gira sobre un eje vertical  $V V'$  se le llama alidada acimutal.

En el cuerpo del aparato están los limbos y un anteojo que báscula sobre un eje  $B B'$ . La plataforma de nivelación realmente es una doble plataforma con tornillos para nivelar ~ medio, 3 en los aparatos europeos y 4 en los aparatos americanos.





En un goniómetro se distinguen 3 ejes:

- Eje vertical o eje de giro  $V V'$ .
- Eje de basculación del anteojo  $B B'$ , también fumado a veces eje de muñones o eje secundario.
- Eje de colimación  $C C'$  -línea que sigue la visual del anteojo.

Para que un aparato esté bien, estos tres ejes deben ser perpendiculares entre sí.

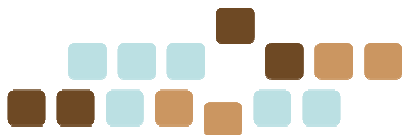
### **ELEMENTOS ACCESORIOS Y FUNDAMENTALES DE UN GONIOMETRO.**

a) Trípodes, es el soporte del aparato, con 3 pies de madera o metálicos, con patas extensibles o telescópicas que terminan en regatones de hierro con estribos para pisar y clavar en el terreno. Deben ser estables y permitir que el aparato quede a la altura de la vista del operador 1'40 - 1'50 m. Son útiles también para aproximar la nivelación del aparato.

La parte superior es una meseta metálica, triangular o circular con un orificio central cuya misión es permitir pequeños desplazamientos para facilitar el estacionamiento sobre un punto.

En esta meseta está la sujeción al aparato que normalmente será un tornillo que se desliza sobre una guía metálica para permitir los desplazamientos del aparato. En la parte inferior de este tornillo estaría la sujeción de la plomada manual.

La meseta o plataforma superior del trípode puede ser plana, convexa en



algunos aparatos y otras veces tiene una forma especial porque utiliza otros modos de sujeción entre trípode: - aparato, por ejemplo en los trípodes de bastón centrador que utilizan una palanca de sujeción.

b) Sistema de sujeción trípode -aparato: tomillo, palanca u otros.

c) Plomada o plomada óptica para el centrado sobre un punto.

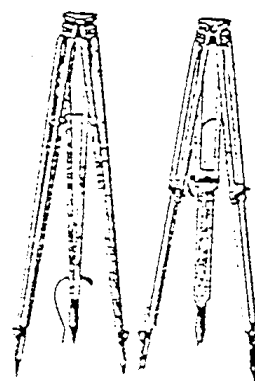
La plomada óptica es un prisma de reflexión con un círculo grabado para la puntería.

d) Elementos de puntería sobre el anteojo para buscar a los portamiras en una primera aproximación.

e) Plataforma de nivelación del aparato y de unión con el trípode de 3 ó 4 tornillos.

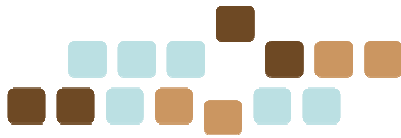
f) Tornillos de presión y de coincidencia, también llamados movimientos rápido y movimiento lento. Por cada movimiento de giro del aparato hay un juego de tornillos de presión y de coincidencia. El primero permite el libre giro o bloquea el movimiento, el segundo una vez que el primero ha bloqueado permite pequeños desplazamientos para atinar la puntería con el retículo del anteojo.

En los aparatos modernos se procura que el tomillo de presión tenga distinta forma que el de coincidencia para evitar confusiones, a veces es una pinza



Trípodes de meseta.





o tiene otras formas.

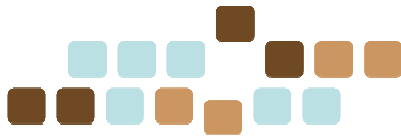
**Nivel**, es otro de los elementos integrantes de los aparatos topográficos y son necesarios para nivelar y poner en estación los aparatos topográficos. Hay de varios tipos.

- Nivel esférico, situado en la base nivelante y que se utiliza para una horizontalización previa de aproximación.
- Nivel tórico, colocado sobre la alidada y que sirve para hacer una nivelación precisa del instrumento. Es un nivel de mucha precisión y suele llevar unas marcas separadas 2 mm. La burbuja debe quedar entre las marcas centrales, admitiéndose que durante un trabajo la burbuja pueda desplazarse hasta una división a derecha o izquierda.

**Prisma**, son espejos formando un triedro que reflejan la señal emitida por el distanciómetro. Se montan sobre los jalones y pueden llevar asociada una señal de puntería.

## **INSTRUMENTOS DE BATIMETRÍA.**

Originalmente, *batimetría* se refería a la medida de la profundidad oceánica. Las primeras técnicas usaban segmentos de longitud conocida de cable o cuerda pesada, descolgadas por el lateral de un barco. La mayor limitación de esta técnica es que mide la profundidad en un solo punto cada vez, por lo que es muy ineficiente. También es muy imprecisa, ya que está sujeta a los movimientos del



barco, las mareas, y las corrientes que puedan afectar al cable.

Actualmente las mediciones son realizadas por GPS diferencial para una posición exacta, y con sondadores hidrográficos mono o multihaz para determinar la profundidad exacta, todo ello se va procesando en un ordenador de abordo para confeccionar la carta batimétrica.

Una Carta batimétrica es un mapa que representa la forma del fondo de un cuerpo de agua, normalmente por medio de líneas de profundidad, llamadas isobatas, que son las líneas que unen una misma profundidad, las líneas isobáticas son los veriles que nos indican la profundidad en las cartas de navegación.

## **Tipos de Sonar**

Existen dos tipos de Sonar: el activo y el pasivo.

Se llama Sonar Activo al equipo que emplea para detectar objetos bajo el agua el eco que devuelve dicho objeto al incidir sobre él las ondas acústicas emitidas por un transmisor. El Sonar Activo es por tanto similar al radar. Empleando el Sonar Activo se emite un tren de ondas acústicas con una determinada potencia al agua. Un objeto sumergido sobre el que incidan estas ondas, reflejará parte de ellas que volverán hacia el foco emisor. La energía recibida proveniente del objeto es solo una muy pequeña parte de la que se emitió y el camino que recorren las ondas es el doble de la distancia entre el emisor y el objeto.

El Sonar Pasivo se limita a escuchar el sonido que proviene de los objetos que se encuentran sumergidos. Estos dispositivos reciben directamente el ruido

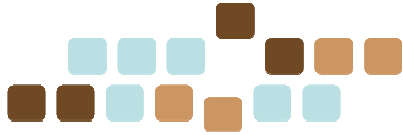


producido por el objeto y el camino que recorre la onda es la distancia existente entre el objeto y el receptor del ruido.

El alcance está limitado por un gran número de factores de factores siendo los más importantes la frecuencia de la onda y la efectividad del medio en el que se propaga la energía. Cuanto más baja es la frecuencia, mayor es el alcance.

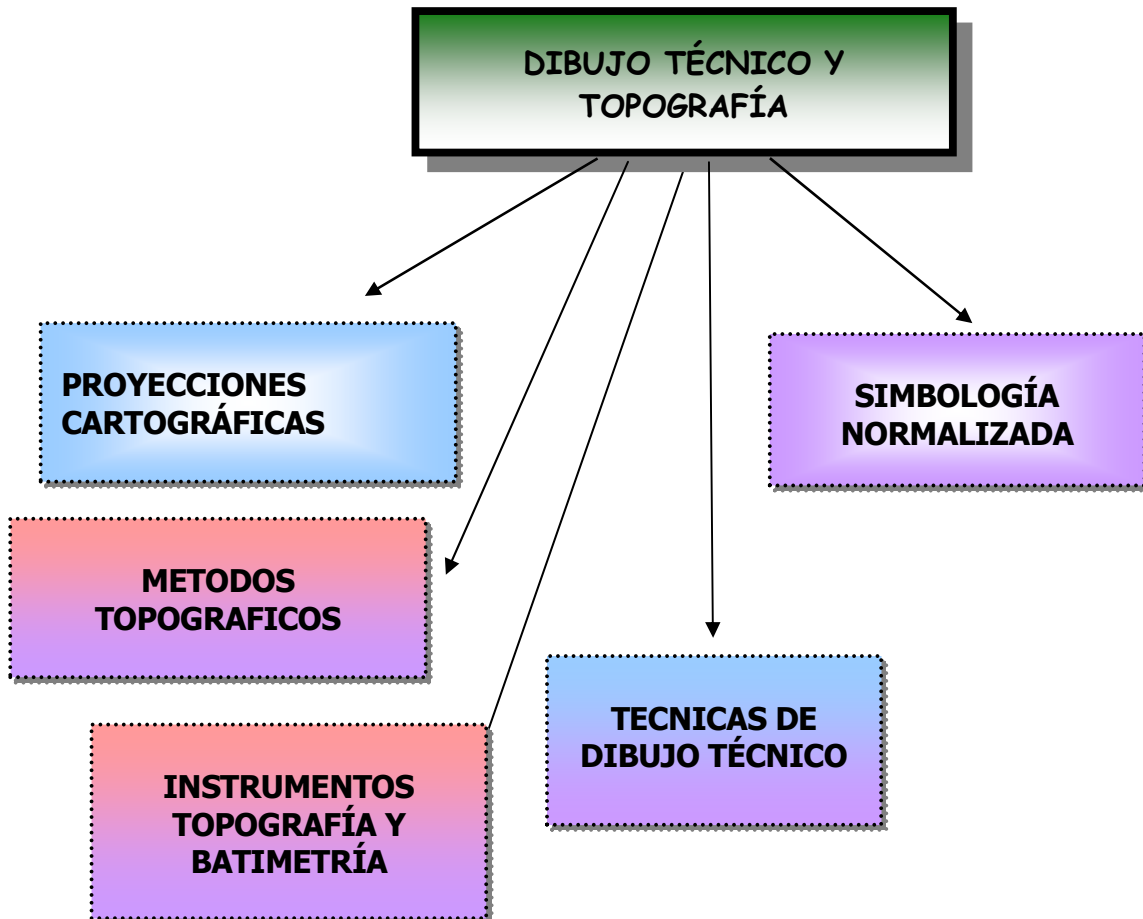
Con ambos tipos es posible determinar la dirección en la que se encuentra el objeto, pero el sonar activo posibilita obtener la distancia midiendo el tiempo que transcurre entre el momento en que se emite la radiación y el instante en que se recibe el eco si se conoce la velocidad a la que el sonido se propaga en el agua. El sonar pasivo no contempla esa posibilidad, aunque en la actualidad existen medios para obtener la distancia a un objeto midiendo la diferencia de fase en la que las ondas llegan a varios receptores separados entre sí, pero son más complejos y menos fiables.

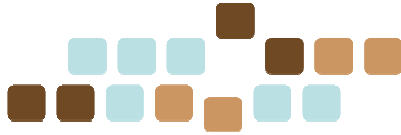
En general el sonar activo y el pasivo se complementan para efectuar la detección y el análisis de objetos sumergidos y tanto los submarinos como los buques de superficie con capacidad antisubmarina emplean ambos tipos de forma conjunta.



## 10. MAPA CONCEPTUAL

---





## 11. BIBLIOGRAFÍA

---

- Jesús Félez Mindán; José María Mascaraque Sanz; María Luisa Martínez "Dibujo Técnico". Ed. Síntesis
- Ferrer Torio, Rafael Piña Paton, Benjamín "Introducción a la topografía".
- Basilio Ramos Barbero y Esteban García Maté. "Dibujo Técnico (2ª edición)". Ediciones AENOR
- Smith. "Álgebra, trigonometría y geometría analítica".
- Carlos Tomás Romeo. "Técnicas de topografía y topografía informática".



Puertos del Estado

