



Net Zero Deforestation - NZD



Conservando la naturaleza.  
Protegiendo la vida.

Capacitación y fortalecimiento de las aptitudes técnicas del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Sucumbíos (GADPS) y de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) locales y organizaciones de la provincia.

## MANUAL DE CARTOGRAFÍA BÁSICA



**JULIO - 2013**

La presente publicación se elaboró para ser revisada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). La misma fue preparada por: Ing. Diego Fernando Pérez Vasco.

# Capacitación y fortalecimiento de las aptitudes técnicas del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Sucumbíos (GADPS) y de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) locales y organizaciones de la provincia.

## MANUAL DE CARTOGRAFÍA BÁSICA

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo brindado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional en Colombia, Ecuador y Perú, bajo los términos del **contrato No. AM ANDINA 00280/2013**.

Net Zero Deforestation-NZD es implementado por un consorcio de empresas y organizaciones como: Amazon Conservation Team (ACT); Coordinadora de las Organizaciones Indígenas de la Cuenca Amazónica (COICA); Centro de Conservación, Investigación y Manejo de Áreas Naturales (CIMA); Federación Indígena de la Nacionalidad Cofán del Ecuador (FEINCE) y El Gobierno Provincial de Sucumbíos (GADPS).

### **Descargo de Responsabilidad**

Los contenidos y opiniones expresadas en este documento pertenecen al autor y no reflejan necesariamente las opiniones de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), el Gobierno de los Estados Unidos de América o TNC.

## Tabla de Contenidos

1.	INTRODUCCIÓN A LA CARTOGRAFÍA BÁSICA.....	1
1.1	Concepto de Cartografía.....	1
1.2.	La forma de la Tierra.....	2
1.3.	El geoide.....	4
1.4.	El elipsoide.....	4
1.5.	Datums geodésicos .....	6
1.5.1.	Datum geocéntrico .....	7
1.5.2.	Datum local .....	7
2.	GEOREFERENCIACIÓN Y SISTEMAS DE COORDENADAS.....	9
2.1.	La Georreferenciación.....	9
2.2.	Sistemas de coordenadas.....	10
2.2.1.	Coordenadas esféricas .....	11
2.2.2.	Coordenadas geográficas: paralelos y meridianos .....	11
2.2.3.	Coordenadas cartesianas o rectangulares .....	12
2.2.4.	El mejor sistema de coordenadas.....	12
2.3.	Proyecciones.....	13
2.3.1.	Principios básicos de la proyección cartográfica .....	14
2.3.2.	Clasificación de las proyecciones.....	15
2.3.3.	Escoger la proyección adecuada.....	16
2.3.4.	Proyección Mercator (UTM).....	16
2.3.4.1.	Características de las coordenadas UTM y descripción de este tipo de coordenadas.....	18
2.3.4.1.1.	Características de las zonas UTM. ....	18
2.3.4.1.2.	Descripción de las coordenadas UTM.....	18
2.3.4.2	SORPRESAS. ¿Por qué he hecho tanto énfasis en señalar "el ecuador" en estas discusiones?.....	21
2.3.4.3	Las coordenadas UTM no corresponden a un punto, sino a un cuadrado	21
3	MAPAS CARTOGRÁFICOS.....	24
3.1	Naturaleza de los Mapas .....	25
3.2	Clasificación de los mapas.....	26
3.2.1	Clasificación por la escala .....	26
3.2.2	Clasificación por nivel de información.....	27

3.2.3	Clasificación por el sistema de producción .....	28
3.2.4	Clasificación por el propósito del mapa .....	30
3.2.5	Clasificación conforme a la precisión .....	30
3.2.6	Clasificación de acuerdo al origen .....	31
3.2.7	Clasificación por la forma de presentación.....	31
3.2.8	Clasificación por el tipo de información.....	32
3.3	Escala.....	35
3.3.1	Fracción representativa .....	36
3.3.2	Escala Gráfica.....	38
3.3.3	Escala Declarada .....	38
4	PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA.....	40
4.1	Diseño Cartográfico.....	40
5	CARTOGRAFÍA DIGITAL.....	41
5.1	Ventajas.....	42
5.2	Desventajas.....	42
6	LECTURA DE CARTAS TOPOGRÁFICAS.....	43
6.1	Cuidado de las Cartas .....	44
6.2	Categorías de usos de las Cartas Topográficas .....	44
6.3	Información marginal.....	45
6.4	Escala .....	45
6.4.1	Escala Numérica .....	46
6.4.2	Escala Gráfica.....	46
6.5	Direcciones Base .....	47
6.6	Símbolos topográficos.....	48
6.7	Direcciones .....	48
	<i>Referencias:</i> .....	50
	<i>Glosario de términos:</i> .....	50
	ANEXOS.....	54
	<i>Anexo I</i> .....	55
	<i>Anexo II</i> .....	56
	<i>Anexo III</i> .....	57
	<i>Anexo VI</i> .....	58
	<i>Anexo V</i> .....	59

## MANEJO DE CARTOGRAFÍA BÁSICA

### 1. INTRODUCCIÓN A LA CARTOGRAFÍA BÁSICA

El hombre siempre ha tenido la necesidad de conocer su entorno, para adaptarse mejor al medio en que vive y aprovecharlo adecuadamente; es así que ha tratado de representar la Tierra y sus accidentes geográficos. Esta ciencia se ha desarrollado a través del tiempo, convirtiendo a los productos cartográficos en instrumentos básicos para el diagnóstico y predicción, dentro de un proceso de planificación.

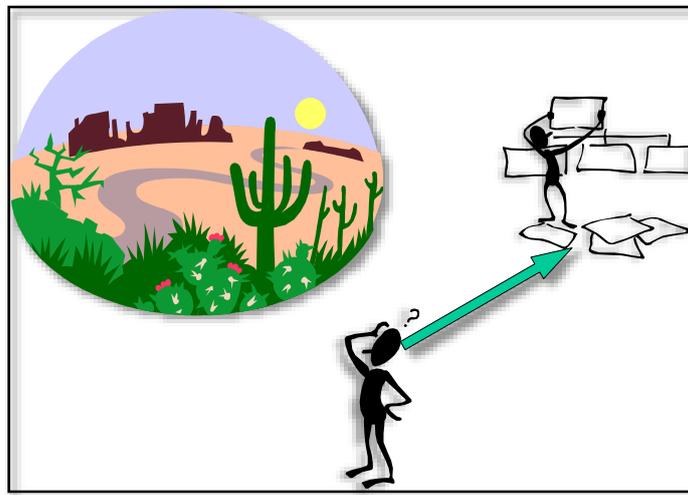


Fig. 1.1 Manejo de Cartografía

#### 1.1 Concepto de Cartografía

Cartografía es la ciencia que se ocupa del estudio y representación de la superficie de la Tierra. Esto lo hace mediante el uso de proyecciones, astronomía, geodesia, topografía, técnicas de color, símbolos, textos, etc. Se la puede definir también como un conjunto de estudios y operaciones, técnicas y científicas que intervienen en la elaboración de documentos que permiten representar la tierra o una porción de esta.

Pero la cartografía debe cumplir con comunicar a usuarios de diversos campos la realidad que se presenta en un sitio determinado, y en un tiempo específico. Para esquematizar este hecho, a continuación se presenta el modelo de Murialdo, el mismo que sintetiza los elementos que configuran la elaboración de un mapa. En este modelo se puede observar que la cartografía tiene como objetivo que el ángulo A, sea lo más pequeño posible (Clarke, K. C.; 1997).

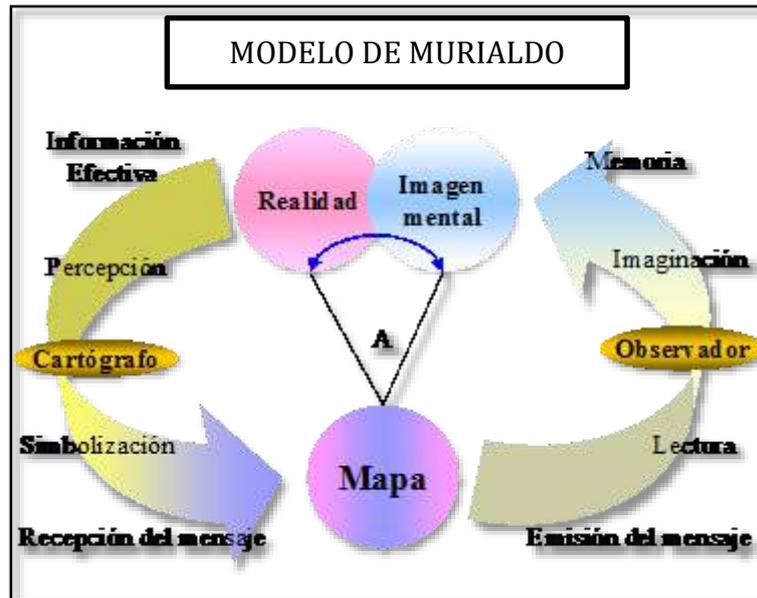


Fig. 1.2: Modelo de Murialdo

El origen de las representaciones geográficas es muy lejano, movido por las necesidades de comunicación de antiguas sociedades. Las primeras representaciones geográficas debieron ser hechas directamente sobre la tierra o en las paredes de las cuevas, antes que el lenguaje fuera lo bastante sofisticado como para indicar con eficacia la localización de un elemento en algún lugar.

La aparición de la imprenta en el siglo XV marcó un punto de inflexión en la representación de la información, y sobre todo en su distribución. Por primera vez, gracias a la impresión en papel, podía imaginarse que toda la humanidad tenía acceso a la misma información. El papel demostraba ser muy efectivo; es altamente resistente, flexible, barato y fácil de transportar.

Pero había una restricción: el formato impreso obligaba a que la representación fuera plana, en dos dimensiones.

La era de los descubrimientos fue uno de los periodos más importantes para la representación geográfica. Los mapas se convirtieron en el medio más utilizado para compartir información de las expediciones, los nuevos territorios descubiertos, o la administración de colonias. La creación de mapas, su propagación y compartir información precisa es lo que diferencia este periodo de los previos en la historia de la humanidad (sin ignorar los efectos negativos que conllevó) (Cupler 1990).

## 1.2. La forma de la Tierra

Durante miles de años la humanidad ha imaginado que el mundo tenía diferentes formas. En la civilización griega se creía que la Tierra era como un disco plano rodeado por un río, el océano. Por razones filosóficas se empezó a pensar que la Tierra era una esfera perfecta.

Pero fue Aristóteles quien, observando los eclipses de Luna, evidenció que la sombra de nuestro planeta era circular.

En la Edad Media se empieza a cuestionar la forma esférica de la Tierra. Durante los siglos XVII y XVIII algunos científicos, entre ellos Isaac Newton, razonaron que la Tierra debía ser achatada en los polos, debido a las fuerzas rotacionales, y propusieron que el elipsoide modelaba mejor la Tierra. Pero reflexionemos un poco a cerca de la evolución de este pensamiento.

Si pensamos en la Tierra como una esfera perfecta, las irregularidades que en ella pudieran aparecer (continentes, montañas, etc.) representarían de hecho irregularidades insignificantes respecto a la esfericidad de la Tierra y teniendo en cuenta su gran tamaño.

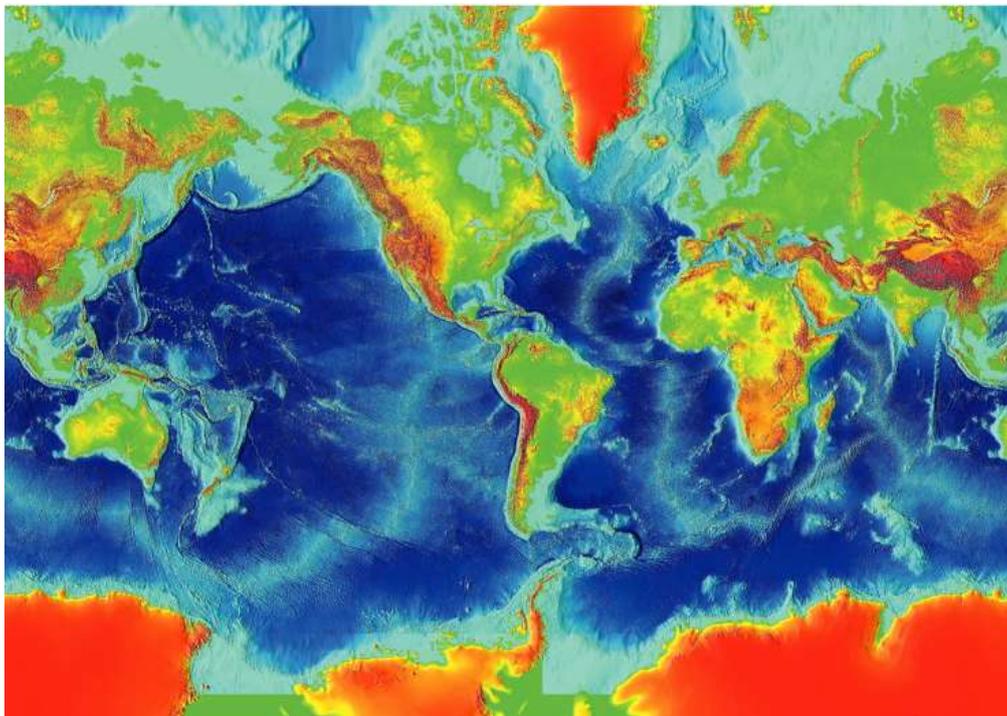


Fig. 1.3 Relieve de la Tierra. Fuente: NOAA

Pero aun teniendo en cuenta que estas desviaciones pudieran ser relativamente pequeñas, son importantes en el proceso de elaboración y transferencia de los datos terrestres a representaciones de estos que puedan hacerse en un mapa, por ejemplo de superficie plana.

Así, pues, cabe tener en cuenta algunos factores en la representación de la Tierra en cuanto a su forma:

- La forma de **esferoide** irregular que considera las anomalías de la gravedad se denomina **geoide**

- Para la elaboración de mapas, las observaciones realizadas sobre el geoide deberán transferirse a una superficie de referencia geométrica regular, denominada **elipsoide**, que incorpora el achatamiento y se aproxima muchísimo al geoide.
- Las relaciones geográficas tridimensionales del elipsoide deberán transformarse al plano bidimensional del mapa por medio de diversos procedimientos denominados **proyecciones cartográficas** (GISdevelopment, 2006).

### 1.3. El geoide

El geoide es una superficie equipotencial dentro del campo gravitacional terrestre, es decir, aquella donde la dirección de la gravedad es perpendicular en todos los lugares.

Gráficamente el geoide se puede definir como la superficie promedio de las grandes masas de agua, que al ser fluidos en equilibrio definen una superficie equipotencial. Se excluyen del cálculo los fenómenos orogénicos, por lo que en los continentes el geoide se define de forma indirecta. La distancia que separa un punto de la superficie terrestre al geoide determina su altitud por encima del nivel del mar.

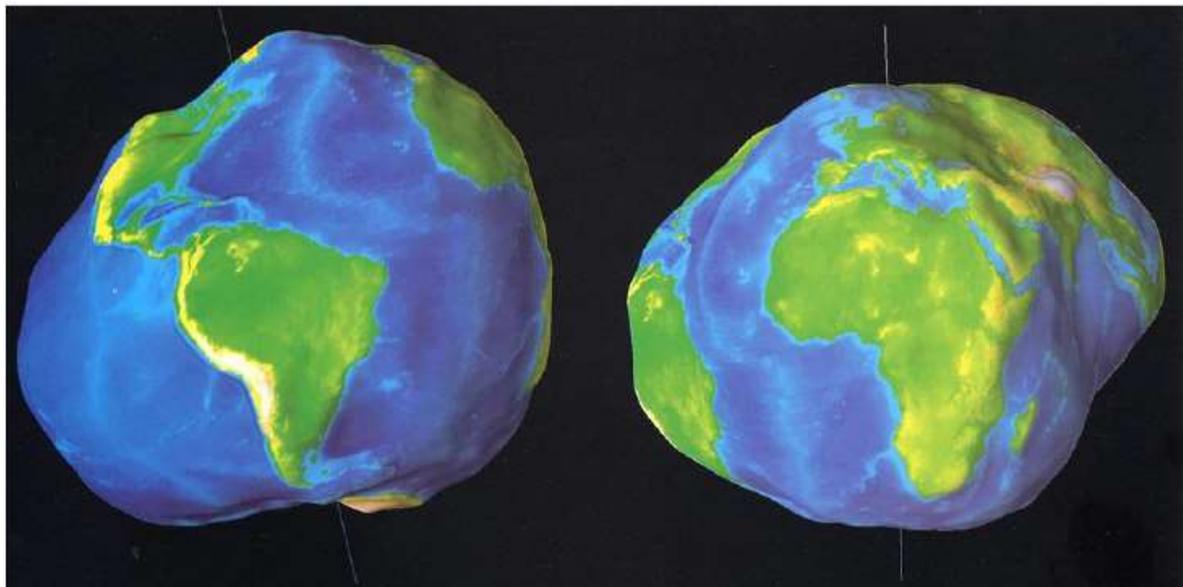


Fig. 1.4 Representación exagerada de la forma de la Tierra según su campo gravitacional (Geoide). Fuente: [www.geomatikk.ntnu.no](http://www.geomatikk.ntnu.no)

### 1.4. El elipsoide

El geoide está también deformado por la rotación de la Tierra. Ya que esta gira sobre un eje, el geoide bombea un poco en la región ecuatorial, y se achata en la regiones polares.

Para elaborar los mapas con precisión se deberá utilizar una superficie de referencia geométrica regular. Las observaciones sobre el geoide se transfieren a la figura regular que más se aproxima a él. Esta es un **elipsoide de revolución**.

El elipsoide es una esfera ligeramente achatada, dando una diferencia de 43 km entre las circunferencias ecuatorial y polar.

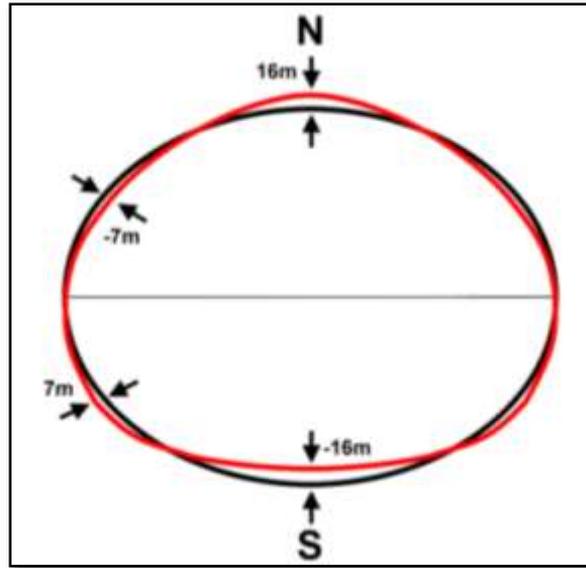


Fig. 1.5 Desviación media del geoide respecto del elipsoide de revolución. Fuente: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Es imposible identificar el geoide terrestre con una figura geoméricamente sencilla, por lo que se suele utilizar una aproximación esferoide -. Este se obtiene haciendo girar la Tierra (GISdevelopment, 2006)..

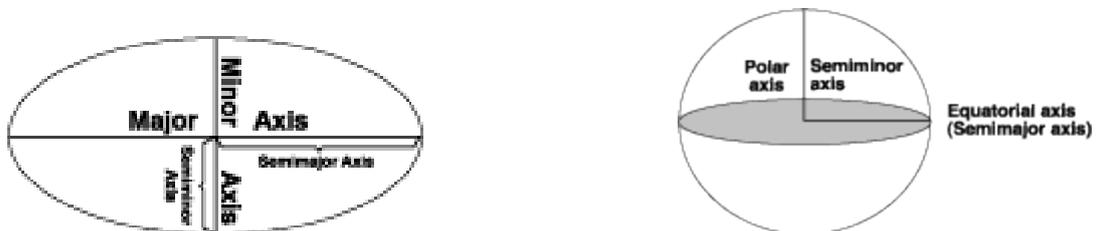


Fig. 1.6 Eje mayor y menor de elipsoide de revolución o esferoide. Fuente: ESRI

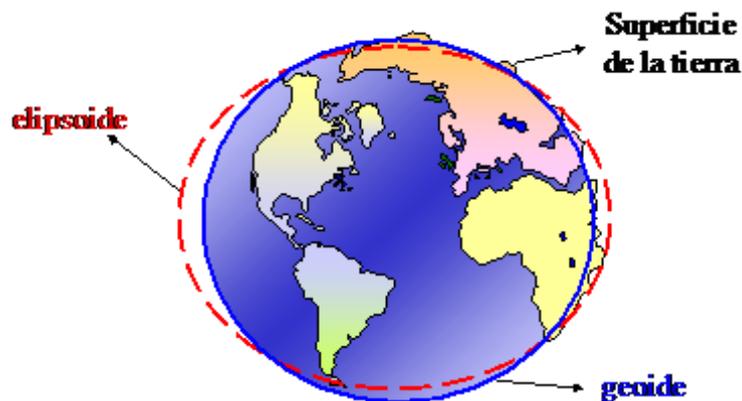


Fig. 1.7 Diferencia elipsoide, geoide y la superficie terrestre.

Durante el siglo XIX y XX fueron adoptados diferentes elipsoides para definir la superficie de la Tierra en diferentes territorios. Durante los últimos 200 años se ha hecho un gran esfuerzo para encontrar el elipsoide que más se aproximaba a la superficie del planeta, con la finalidad que las agencias cartográficas nacionales pudieran generar mapas de gran precisión.

Es a partir de esta búsqueda que se genera un sistema de referencia geodésica. Actualmente se utiliza por consenso el elipsoide WGS84 (World Geodetic System) dimensiones de la Tierra útiles en cartografía.

#### Elipsoides de referencia:

- Clarke 1866, basado en mediciones realizadas en Europa, India, Perú, Rusia y Sudáfrica. Usado en Norteamérica.
- Hayford 1909, adoptado luego como Internacional 1924. También se le denomina
- Internacional 1909. De uso común en América del Sur.
- Suramericano 1969. Perfeccionamiento del de Hayford.
- WGS 72 y WGS 84, basados en datos orbitales de satélites. El último es usado por los sistemas de posicionamiento global (GPS).

### 1.5. Datums geodésicos

Mientras que el elipsoide se aproxima a la forma de la Tierra, el datum esferoide relativa al centro de la Tierra. El datum provee la forma de referencia para las mediciones de localización en la superficie terrestre. Esto define el origen y la orientación de las líneas de latitud y longitud (Information Geographic Sciences, 2004).

El datum se define como el punto tangente (coincidente) al elipsoide y al geoide. Cada datum estaría formado por:

- un elipsoide de referencia
- el punto donde el elipsoide y la Tierra son tangentes

### 1.5.1. Datum geocéntrico

En los últimos años, los datos obtenidos de los satélites han permitido a los científicos definir elipsoides más ajustados a la superficie terrestre, relacionando las coordenadas con el centro de masa del planeta. Un datum geocéntrico es el que utiliza el centro de la Tierra como punto de origen. El datum WGS 1984, el último datum desarrollado, es ampliamente usado y sirve como base para las medidas de posición en el mundo entero (Information Geographic Sciences, 2004)..

### 1.5.2. Datum local

El datum local, por su parte, alinea el elipsoide de la superficie terrestre a partir de la posición de un punto concreto de la Tierra. Un punto en la superficie del elipsoide es asociado a una posición particular en la superficie terrestre. Este punto es conocido como el origen del datum. Las coordenadas del punto de origen son fijas, y el resto de puntos son calculados a partir de esta. El origen del sistema de coordenadas de un datum local no es pues el centro de la Tierra, sino que se encuentra desplazado.

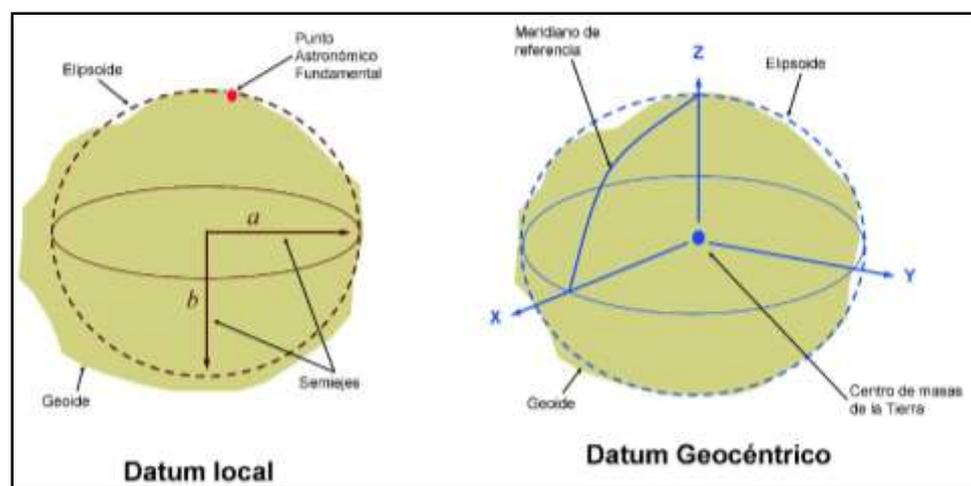


Fig. 1.8 Sistemas de referencia. Fuente: Atlas Global de la Región de Murcia.

A continuación apuntamos algunos de los datums locales o regionales que más se han venido utilizando, así como el elipsoide que se ha tomado como referencia

Datum	Elipsoide de referencia
Australian Geodetic 1984	Australian National
El Cabo - Suráfrica	Clarke 1880
Cabo Cañaveral, Florida	Clarke 1866
Europeo 1950 - España, Portugal	International 1924
Europeo 1950 - Tunez	International 1924
Indio - India, Nepal	Everest 1956
Norte América 1927 - Centro América	Clarke 1866
Norte América 1927 - Este del Mississippi	Clarke 1866
Norte América 1927 - Méjico	Clarke 1866
Norte América 1927 - Oeste del Mississippi	Clarke 1866
Norte América 1983 - Centro América, Méjico	GRS 1980
Pico de las Nieves - Islas Canarias	International 1924
SGS 85 - Soviet Geodetic System 1985	S85
Sur América 1969 - Argentina	South American 1969
Sur América 1969 - Brasil	South American 1969
Sur América 1969 - Venezuela	South American 1969
Tokio - Japón	Bessel 1841
Definición Global WGS 1984	WGS 84

Fig. 1.9 Algunos de los datums más utilizados y el elipsoide que se toma de referencia. Fuente: Salazar (2006)

Tengamos presente pues que siempre que cambiemos de datum, o más concretamente, de sistema de georreferenciación, los valores de coordenadas de nuestros datos van a modificarse (Information Geographic Sciences, 2004)..

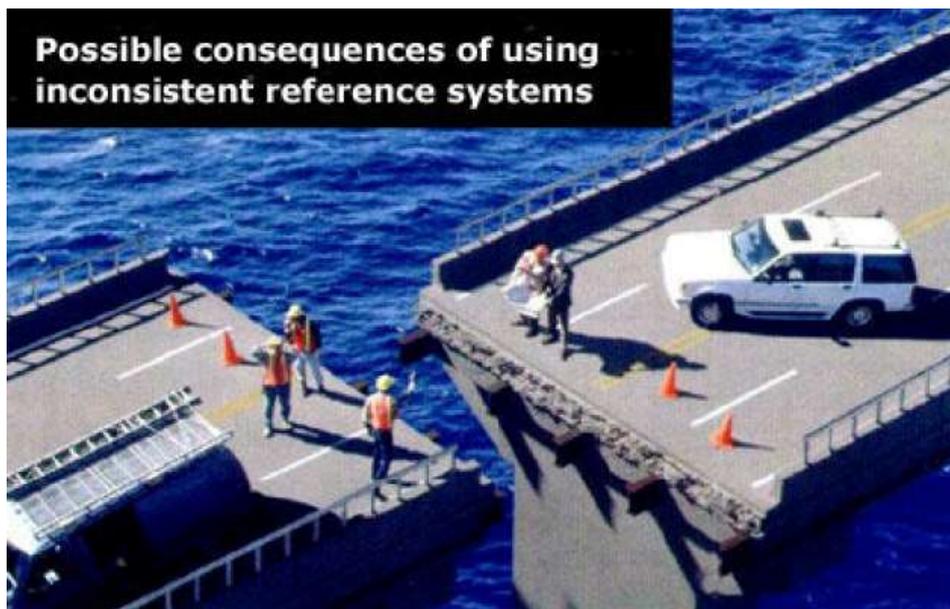


Gráfico 1.10 Posibles consecuencias de usar sistemas de referencia inconsistentes.

## Resumen

La Tierra puede ser modelada como esfera, elipsoide o geoide. A lo largo de la historia, y en diferentes países, han sido calculados diferentes elipsoides y se han generado diferentes mapas basados en ellos. El reto sigue existiendo: encontrar la forma más fiable de representar la Tierra teniendo en cuenta todos los condicionantes que esto supone: forma, fuerza de gravedad, orografía, etc. Como expertos en SIG deberemos tener en cuenta las aproximaciones a la realidad que manejamos cuando tratamos nuestros datos geográficos.

## 2. GEOREFERENCIACIÓN Y SISTEMAS DE COORDENADAS

### 2.1. La Georreferenciación

La humanidad ha desarrollado varias técnicas a lo largo de las últimas centurias a cerca de las bases sobre la georreferenciación. Pero aún queda camino para tener éxito en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), por lo que sigue siendo un campo activo en su desarrollo.

La georreferenciación (geolocalización o geocodificación) es la asignación de la localización a porciones del territorio, y se caracteriza por ser única, persistente en el tiempo y asociada a una determinada resolución.



Fig. 2.1 Trabajos de georreferenciación en el polo norte magnético. Fuente: [www.ipgp.jussieu.fr](http://www.ipgp.jussieu.fr)

La georreferenciación nos permite la manipulación de datos de diferente naturaleza en un mismo sistema, ponerlos en el mismo plano y poder analizarlos, porque se refieren a un mismo lugar.

Un ejemplo de georreferenciación son los nombres de los lugares o topónimos. El hecho de dar nombres a los diferentes lugares es una de las formas más simples

de localización. Los topónimos no suelen variar en largos periodos de tiempo, y son únicos en una región determinada, por ejemplo, en un municipio.

Pero, ¿Cuántos municipios tienen una vía llamada Calle Amazonas? ¿Cuál es el nombre de la montaña más alta del planeta: Mt. Everest según occidente, Sagarmatha según los nepalíes o Chomolungma según los tibetanos? Los topónimos tienen limitaciones debido a que dependen del contexto en que se encuentran, pueden perderse a lo largo del tiempo y su utilidad depende de la resolución. Por ejemplo, nadie sabrá localizarnos si decimos simplemente que nos encontramos en Lago Agrio provincia de Sucumbíos.

A partir del siglo XIX se han venido utilizando las direcciones y códigos postales para concretar la posición en los procesos de envío. Las direcciones postales son únicas (en un país, ciudad, municipio, calle, número, bloque, puerta y piso), con lo que son ideales para definir espacios urbanizados, la localización y el reparto de correo, pero no para definir la posición de territorios o elementos naturales.

El catastro, diseñado como un mapa de unidades de propiedad en un área de territorio, con finalidades de recaudación de impuestos, utiliza la codificación de cada parcela y subparcela para su localización. Cada unidad del territorio tiene un código único, por lo que es un buen sistema de georreferenciación, pero éste normalmente es utilizado solamente por las administraciones oficiales.

En la actualidad existen dos sistemas de georreferenciación que se han venido consolidando hasta ser de uso generalizado:

- Sistema de coordenadas geográficas que utiliza la latitud y la longitud
- Sistema de coordenadas planas, o coordenadas cartesianas como modernamente ha venido evolucionando.
- El método de georreferenciación más preciso es el **sistema de coordenadas geográfica (SGC)**, que consiste en la definición de dos puntos, latitud y longitud, y está basado en el centro de masa rotacional de la Tierra. (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D. W.; 2001 Geographic).

Pero veamos estos y otros sistemas de coordenadas y en que se fundamentan.

## 2.2. Sistemas de coordenadas

Existen diferentes sistemas de coordenadas, que permiten la representación de puntos en el espacio. La primera introducción a los sistemas de coordenadas fue descrita por René Descartes, en el siglo XVII, basándose en coordenadas ortogonales.

Un sistema de coordenadas es un conjunto de valores que permiten definir de forma inequívoca la posición de cualquier punto. El sistema toma como

referencia un punto de origen (en base a un elipsoide de referencia o datum) y un conjunto de ejes perpendiculares que definen unas coordenadas cartesianas. (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D. W.; 2001 Geographic).

### 2.2.1. Coordenadas esféricas

Las coordenadas esféricas, llamadas también coordenadas esféricas polares, es un sistema de coordenadas curvilíneas que son naturales para describir la posición en una esfera o esferoide.

Las coordenadas esféricas permiten localizar la posición de un elemento espacial mediante la distancia y dos ángulos. A menudo son definidas en grados, minutos y segundos (por ejemplo:  $N43^{\circ} 35' 20''$ ), aunque también pueden expresarse en decimales. (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D. W.; 2001 Geographic).

### 2.2.2. Coordenadas geográficas: paralelos y meridianos

El Sistema de Coordenadas Geográficas utiliza la superficie esférica en tres dimensiones y se basa en el eje de rotación de la Tierra para definir las posiciones en esta.

A veces se confunde sistema de coordenadas con datum, pero debemos tener en cuenta que el datum pertenece al sistema de coordenadas. El sistema de coordenadas geográfico incluye una unidad de medida angular, un meridiano principal y un datum (basado en un elipsoide de referencia).

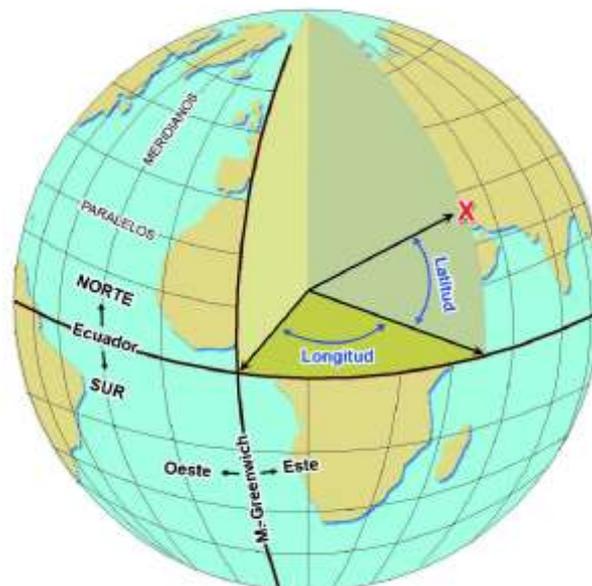


Fig. 2.2 Representación coordenadas geográficas. Fuente: ESRI.

Un punto es referenciado por sus valores de longitud y latitud. La longitud y la latitud son ángulos medidos desde el centro de la Tierra a la superficie terrestre. Estos ángulos son medidos normalmente en grados.

En el sistema esférico, las líneas horizontales (o de este a oeste) son líneas de igual latitud, o paralelos y toman como línea de origen la del Ecuador. Las líneas verticales (o de norte a sur) son líneas de igual longitud, o meridianos que en este caso toman como punto de origen el meridiano de Greenwich. (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D. W.; 2001 Geographic).

### 2.2.3. Coordenadas cartesianas o rectangulares

El sistema de coordenadas cartesianas toma como referencia la situación sobre la superficie de un plano asignando dos coordenadas a cada punto. El plano es dividido en una cuadrícula mediante un número infinito de líneas separadas por espacios iguales, paralelas a cada eje. La localización de un punto se mediará desde un origen paralelo a dos ejes dibujados en ángulo recto. Normalmente se habla de dos ejes, el x (o abscisa) y el y (u ordenada)

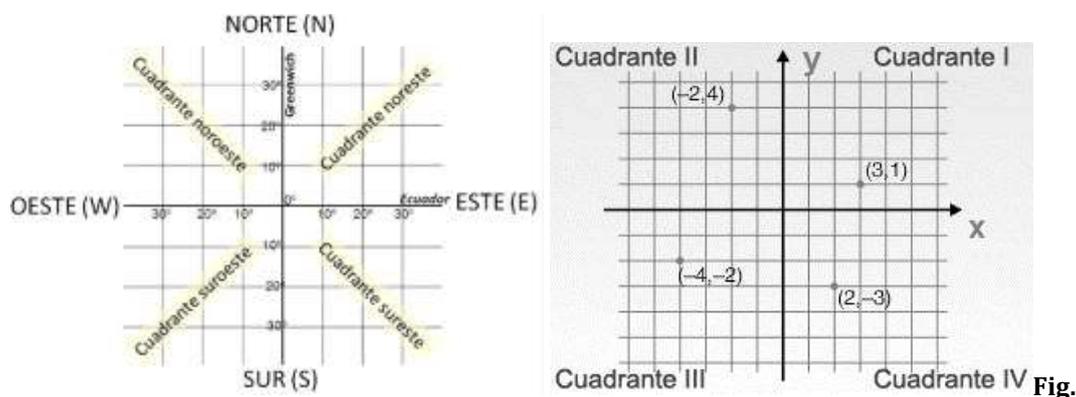


Fig 2.3 Representación coordenadas cartesianas. Fuente: ESRI.

### 2.2.4. El mejor sistema de coordenadas

Los mejores **sistemas de georreferenciación** son los que ofrecen el potencial para la mayor resolución, que permiten calcular distancias entre pares de posiciones y que permiten otros tipos de análisis espacial.

Aunque el sistema de coordenadas geográficas es muy útil para gran precisión de la medición de las distancias en grados, minutos y segundos es difícil de mejorar, lo cierto es que a menudo no resulta cómoda.

Las fórmulas de la geometría plana son más sencillas que las de la geometría esférica, pero que a lo largo del siglo XX (y en manos de los estrategas de entreguerras) muchas fueron las naciones que desarrollaron sistemas de coordenadas rectangulares, llegando a ser hoy en día de uso universal. (Robinson, et al. 1987).

Para fines prácticos se considera generalmente que la tierra es una esfera y, por tanto, se toman los paralelos exactamente equidistantes, por ejemplo: cada  $10^\circ$ .

La medida de un grado de latitud es casi igual a la de un grado de longitud en el ecuador, ligeramente superior a 111 km., por lo que normalmente puede utilizarse esta cifra.

Para ser muy precisos y tener en cuenta el achatamiento de la tierra, hay que percatarse que un grado de latitud en el ecuador es de 110,569 km. y en los polos 111,700 km. Esta diferencia debe tomarse en cuenta en mapas de gran escala.

La latitud de un lugar puede definirse como el arco de meridiano, medido en grados, entre el lugar indicado y el ecuador; por lo tanto, la latitud puede oscilar entre  $0^\circ$  en el ecuador hasta  $90^\circ$  Norte o Sur en los polos.

Ejemplo: la latitud que se escribe  $1^\circ 10' 30''$ , debe leerse: "latitud 1 grado, 10 minutos, 30 segundos Norte".

La medida de un grado de longitud varía entre 111.322km en el ecuador y 0,00km en los polos, a causa de la rápida convergencia de los meridianos a medida que se desplaza hacia el Norte o el Sur.

Todos los planos que pasan por el eje terrestre se denominan meridianos, los mismos que cortan a la superficie terrestre en dos partes iguales. La longitud de un lugar puede definirse como el ángulo medido entre el primer meridiano origen "Greenwich" y el meridiano de un punto determinado en sentido Este-Oeste a través de  $180^\circ$ .

A pesar que cada país haya podido desarrollar su propio sistema de coordenadas, lo cierto es que el sistema de cuadrícula **Universal Transverse Mercator (UTM)** es el más utilizado. Se trata de un sistema reticulado y basado en la proyección de Mercator (esto último ha hecho que a menudo se le considere también un tipo de proyección). (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D. W.; 2001 Geographic).

### 2.3. Proyecciones

Como ya hemos visto, es imposible representar con completa exactitud la superficie esférica de la Tierra en un mapa de superficie plana. Mientras que una esfera (el mapa en forma de globo, por ejemplo) puede representar con precisión el planeta, una esfera suficientemente grande como para visualizar muchas de las

características de la Tierra sería demasiado grande para ser útil, por eso usamos los mapas. Imagina que pelamos una naranja y apretamos la pela encima de la mesa, la pela se rompería, porque no se puede transformar fácilmente de esférico a plano. Lo mismo pasa con la superficie terrestre, y por eso usamos las proyecciones.

### 2.3.1. Principios básicos de la proyección cartográfica

El sistema de transformación de una superficie denomina proyección.

Dicha definición hace referencia a cualquier objeto por lo que afectará también a fotografías, imágenes de satélite, imágenes de radar o mapas en el ordenador (teniendo en cuenta que la imagen que aparece en una pantalla de un monitor es plana).

El concepto de proyección de un mapa puede imaginarse como una proyección de luz. Si pusiéramos una bombilla emitiendo luz en un globo translúcido y proyectáramos la imagen en una pared, obtendríamos una proyección del mapa. Y así, en lugar de proyectar una luz, los cartógrafos utilizan las fórmulas matemáticas para crear las proyecciones. (Robinson, et al.; 1987).

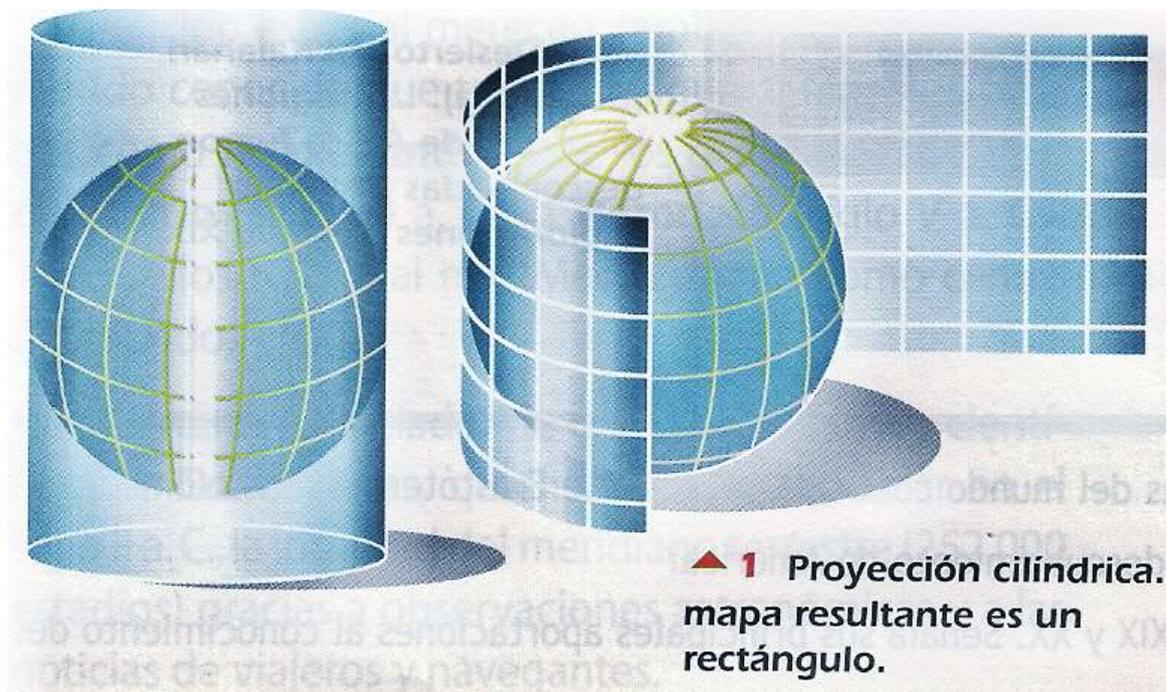


Fig. 2.4 Representación del concepto de proyección. Fuente: ESRI.

La transformación que supone la proyección de una superficie esférica a una de plana sin duda provoca de algún modo una modificación en la geometría y por lo tanto alguna distorsión respecto a la realidad.

### 2.3.2. Clasificación de las proyecciones

Proyecciones diferentes causan tipos diferentes de distorsiones. Algunas proyecciones son diseñadas para reducir al mínimo la distorsión de una o dos de las características de los datos. Una proyección podría mantener el área de un elemento, pero cambiar su forma. En el siguiente gráfico, los datos próximos a los laterales son estirados, los rasgos tridimensionales son comprimidos para caber en una superficie plana.

Las proyecciones de mapa son diseñadas con objetivos específicos. Una proyección de mapa podría ser usada para datos en gran escala en un área limitada, mientras otra sería usada para un mapa en pequeña escala del mundo.

Las distorsiones son inevitables cuando creamos mapas planos. Los elementos del mundo tienen una posición encorvada, siguiendo la superficie esférica de la superficie terrestre. Por ello, al representarlo en un mapa, algunas porciones deberán ser estiradas o comprimidas, para encajar en el espacio.

De esa forma, dependiendo de las propiedades de la proyección, la distorsión será de área, de capa temática, de tamaño, de distancia, de dirección o escala. No existe una proyección que no conlleve distorsión, pero cada tipo de proyección contiene solamente algún tipo de distorsión. El cartógrafo o editor debe seleccionar una proyección en que se minimice la distorsión en relación al tema o al objetivo del mapa, la cantidad de territorio, o la porción de superficie terrestre representada en el mapa. (Robinson, et al.; 1987).

Según las distorsiones que provocan, las proyecciones se pueden clasificar en:

- Proyecciones conformes: mantienen las formas
- De área equivalente: se mantienen las áreas
- Equidistantes: se mantienen las distancias
- De dirección verdadera: el ángulo se mantiene

Otra forma de clasificar las proyecciones de los mapas es teniendo en cuenta cómo están relacionadas la posición de un punto en la superficie del mapa y la posición en la curva terrestre. Según esto la proyección será:

- Cilíndrica: proyectando la superficie esférica en un cilindro.
- Azimutal o Plana: proyectando la superficie en un plano
- Cónica: proyectando la superficie esférica en un cono.



Fig. 2.5 Tipos de Proyecciones

### 2.3.3. Escoger la proyección adecuada

Hemos visto que existen diferentes tipos de proyecciones, todas con el mismo objetivo, representar el mundo. De todas estas proyecciones, algunas de las más utilizadas son:

- Albers Conical equal area
- Lambert Conformal Conic
- Azimuthal Equidistante
- Berhmann
- Cylindrical
- Universal Transverse Mercator (UTM)
- Mollweide
- Sinusoidal
- Eckert I
- Peters

Al escoger la proyección del mapa, debemos considerar el objetivo que deseamos obtener. Las diferentes proyecciones tienen sus propias propiedades específicas, y cada propiedad no es exclusiva, puede ser común en algunas de ellas.

Además de la elección de la proyección deberemos conocer los parámetros de la proyección cartográfica. Cada proyección tiene al menos un parámetro que controla cómo se transforman las coordenadas geográficas a coordenadas planas. Algunas proyecciones son fijas, y aparte del vector de la orientación y del factor de escala nominal, no hay otros parámetros que el usuario pueda modificar, ya que al hacerlo destruiría la definición de la proyección. En general, las proyecciones tienen parámetros severos que no pueden ser modificados. (Robinson, et al.; 1987).

### 2.3.4. Proyección Mercator (UTM)

Esta proyección es probablemente la más famosa de todas las proyecciones, y toma el nombre de su creador, que lo creó en 1569. Es una proyección cilíndrica

que carece de distorsiones en la zona del Ecuador. Una de las características de esta proyección es que la representación de una línea con un azimut (dirección) constante se dibuja completamente recta. Esta línea se llama línea de rumbo o loxódromo. De esta forma, para navegar de un sitio a otro, sólo hay que conectar los puntos de salida y destino con una línea recta, lo que permite mantener el curso constante durante todo el viaje. Esta Proyección se usa extensivamente para representar los mapas mundiales, pero las distorsiones que crea en las regiones polares son bastantes grandes, dando la falsa impresión de que Groenlandia y la antigua Unión Soviética son más grandes que África y Sudamérica.

El sistema de coordenadas UTM divide la Tierra en 60 zonas. A cada zona se le llama huso.

Al mismo tiempo, cada zona UTM está dividida en 20 bandas, desde C hasta la X.

- Las bandas C a M están en el hemisferio sur
- Las bandas N a X están en el hemisferio norte.

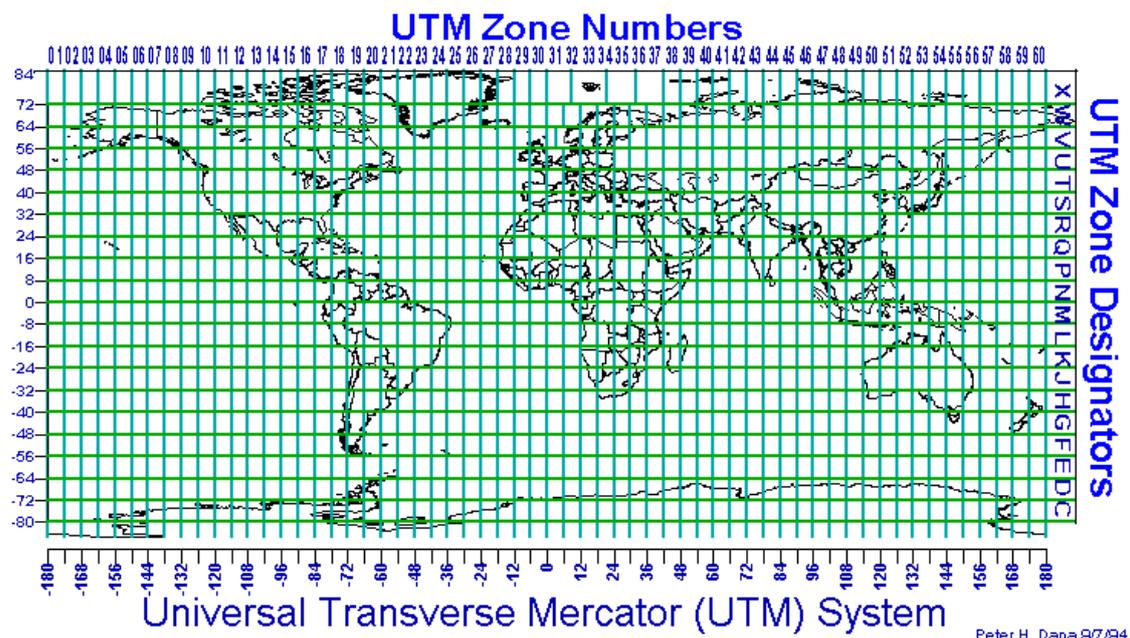


Fig. 2.6. Representación coordenada UTM y distribución de las zonas o husos. Fuente: Peter H. Dana <http://www.colorado.edu/>

Si se conoce las coordenadas geográficas de un punto, es decir, su latitud y longitud, se pueden obtener coordenadas universales, obtenidas a través de la proyección de dicha longitud y latitud sobre un plano.

Los 90° de latitud, ubicados al sur del ecuador, representan 0 m, mientras que los 0° de latitud, en la línea ecuador, corresponden a 10'000.000, volviendo a tomar el valor de 0 m hasta retomar 10'000.000 en el polo norte.

En cuanto a longitud se refiere, existen zonas que van de 6° en 6°, teniendo un meridiano central equivalente a 500.000 en coordenadas UTM.

### **2.3.4.1. Características de las coordenadas UTM y descripción de este tipo de coordenadas**

#### **2.3.4.1.1. Características de las zonas UTM.**

- Aquí se tiene una representación de las 60 zonas UTM de la Tierra. Dibujo realizado por Peter H. Dana, de la Universidad de Texas. Es importante destacar aquí que a las zonas, también se les llama husos. Por lo que podemos decir que la Tierra está dividida en 60 husos, y podemos hablar del huso 17, del huso 18, etc.
- Cada zona UTM está dividida en 20 bandas (desde la C hasta la X)
  - Las bandas C a M están en el hemisferio sur
  - Las bandas N a X están en el hemisferio norte.
- Una regla útil es acordarse de que cualquier banda que esté por encima de N (de norte) está en el hemisferio norte.
- Las primeras 19 bandas (C a W) están separadas o tienen una altura de 8° cada una. La banda 20 o X tiene una altura de 12°
- **Ecuador está incluida en las zonas/husos 15 (Islas Galapagos), 17 (Costa, Sierra), 18 (Oriente).**
- También se puede destacar que en el gráfico 2.4, y por razones didácticas y por simplificación, se representa cada huso

#### **2.3.4.1.2. Descripción de las coordenadas UTM**

- Por definición, cada zona UTM tiene como bordes o tiene como límites dos meridianos separados 6°.
- Esto crea una relación entre las coordenadas geodésicas angulares tradicionales (longitud y latitud medida en grados) y las rectangulares UTM (medidas en metros) y permite el diseño de fórmulas de conversión entre estos dos tipos de coordenadas.
- La línea central de una zona UTM siempre se hace coincidir con un meridiano del sistema geodésico tradicional, al que se llama MERIDIANO CENTRAL. Este meridiano central define el origen de la zona UTM (ver adelante).
- En realidad, este esquema no está dibujado a escala. La altura de una zona UTM es 20 veces la distancia cubierta por la escala horizontal. Se ha dibujado así por razones de espacio.

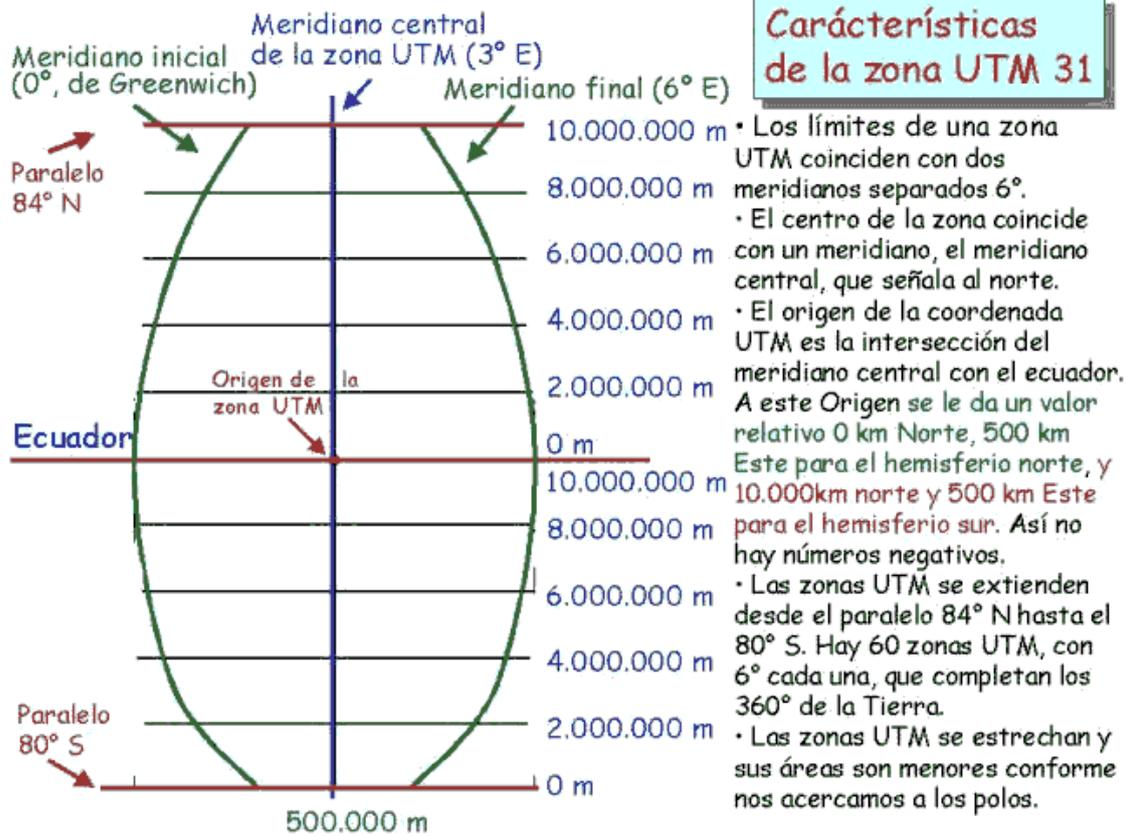


Fig. 2.7 Ejemplo de Proyección UTM

- Por tanto, los límites este-oeste de una zona UTM está comprendida en una región que está 3° al Oeste y 3° al Este de este meridiano central. Los meridianos centrales están también separados por 6° de longitud.
- Los límites Norte-Sur de una zona UTM es aquella comprendida entre la latitud 84° N, y la latitud 80° S. El resto de las zonas de la Tierra (las zonas polares) están abarcadas por las coordenadas UPS (Universal Polar Stereographic).

Cuando se considera la orientación norte-sur, una línea de una zona UTM coincide con los meridianos de las coordenadas angulares SÓLO en el meridiano central.

- En el resto de la zona no coinciden las líneas de la zona UTM (el grid) con los meridianos. Estas diferencias se acentúan en los extremos derecho e izquierdo de la zona UTM, y se hacen mayores conforme nos alejamos del meridiano central.
- Por esta razón, en una zona UTM, la ÚNICA línea (de grid) que señala al verdadero norte es aquella que coincide con el meridiano central. Las demás líneas de grid en dirección norte-sur se desvían de la dirección del polo norte verdadero. El valor de esta desviación la llaman CONVERGENCIA DE CUADRÍCULA. Los mapas topográficos de cierta calidad suelen incluir esta información referenciándola con el centro del mapa. La declinación en el hemisferio norte es Oeste cuando el valor de

Easting es inferior a 500.000 metros, y es Este cuando es mayor de 500.000 metros. Ver el esquema de arriba para verlo mejor.

- Puesto que un sistema de coordenadas rectangulares como el sistema UTM no es capaz de representar una superficie curva, existe cierta distorsión. Considerando las 60 zonas UTM por separado, esta distorsión es inferior al 0,04%.
- Cuando se considera la orientación este-oeste, sucede un fenómeno parecido. Una línea UTM coincide con una sola línea de latitud: la correspondiente al ecuador. Las líneas de grid de la zona UTM se curvan hacia abajo conforme nos movemos al norte y nos alejamos del meridiano central, Y NO coinciden con las líneas de los paralelos. Esto se debe a que las líneas de latitud son paralelas al ecuador en una superficie curva, pero las líneas horizontales UTM son paralelas al ecuador en una superficie plana.
- Una zona UTM siempre comprende una región cuya distancia horizontal al Este (Easting) es siempre inferior a 1.000.000 metros (*de hecho, la "anchura" máxima de una zona UTM tiene lugar en el ecuador y corresponde aproximadamente a 668 km, ver adelante*). Por eso siempre se usa un valor de Easting de no más de 6 dígitos cuando se expresa en metros.
- Para cada hemisferio, una zona UTM siempre comprende una región cuya distancia vertical (Northing) es inferior a 10.000.000 metros (*realmente algo más de 9.329.000 metros en la latitud 84° N*). Por eso siempre se usa un valor de Northing de no más de 7 dígitos cuando se expresa en metros.
- Por esta razón siempre se usa un dígito más para expresar la distancia al norte (Northing) que la distancia al este (Easting).
- Por convenio, se considera EL ORIGEN de una zona UTM al punto donde se cruzan el meridiano central de la zona con el ecuador. A este origen se le define:
  - con un valor de 500 km ESTE, y 0 km norte cuando consideramos el hemisferio norte.
  - con un valor de 500 km ESTE y 10.000 km norte cuando consideramos el hemisferio sur.
- *OJO. Eso significa que los extremos izquierdos y derecho de la zona UTM no corresponden nunca a las distancias 0 y 1000 km, respectivamente. Eso es así porque la zona UTM nunca tiene un ancho de 10.000 km. Recordar que 6° de longitud equivalen a una distancia aproximada de 668 km en el ecuador, y se hace menor conforme aumenta la latitud hacia ambos polos, porque la Tierra es casi una esfera.*
- Al dar al origen (puntos medios de la zona) un valor de 500 km, decimos que estamos dando un FALSO ORIGEN, y además, UN FALSO EASTING y un FALSO NORTHING. Se pretende de esta forma que nunca se usen valores negativos.

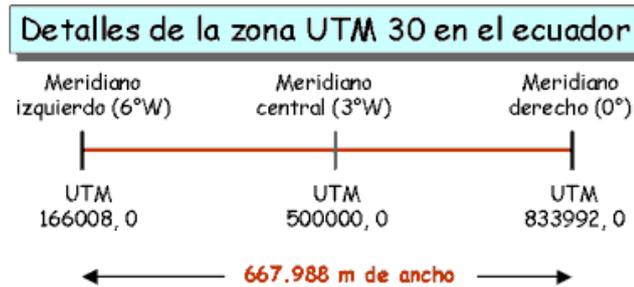


Fig. 2.8 Detalles de la zona UTM

### 2.3.4.2 SORPRESAS. ¿Por qué he hecho tanto énfasis en señalar "el ecuador" en estas discusiones?

La razón estriba en que las bandas UTM NO TIENEN LA MISMA ANCHURA y, por ende, el misma área. La anchura de una zona UTM es máxima en el ecuador, pero va disminuyendo conforme nos vamos acercando a los polos en ambos hemisferios por igual. No puede ser de otra forma, ya que la Tierra es (casi) una esfera, donde las distancias de los meridianos se estrechan cuando nos acercamos a los polos (de hecho, en los polos, el valor de longitud de los meridianos es cero).

### 2.3.4.3 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.

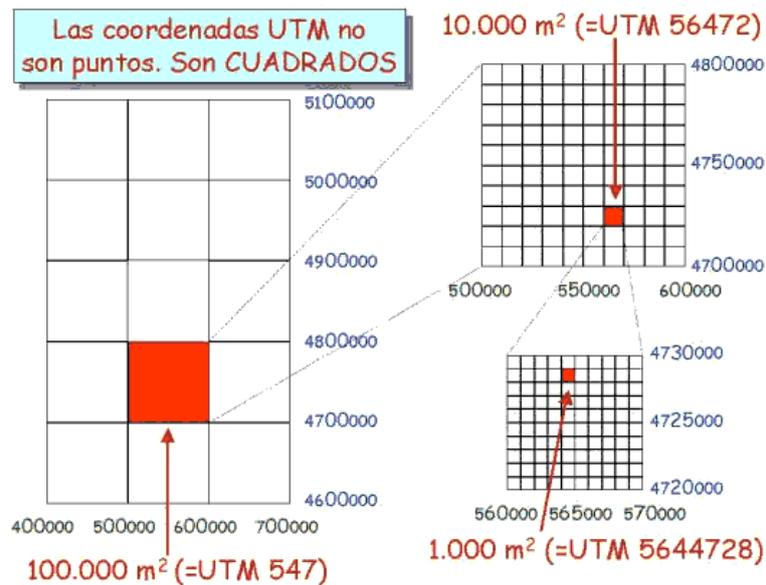


Fig. 2.9 Las coordenadas UTM no son puntos.

- 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 tenemos 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 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>.

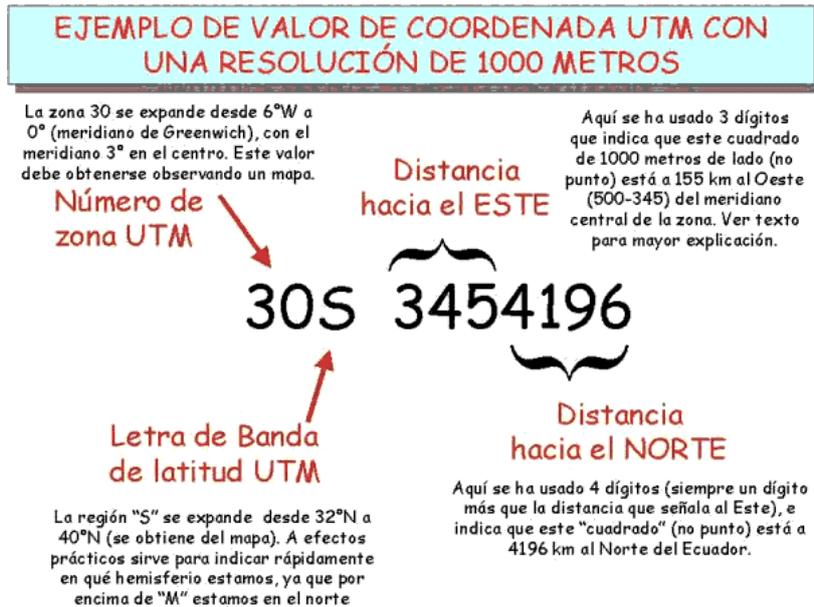


Fig. 2.10 Ejemplo de valor de coordenadas UTM

- En esta tabla tenemos 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

Fig. 2.11 Coordenadas UTM Resolución determina el número de dígitos

## Resumen

Las coordenadas geográficas definen la latitud y longitud del sistema. Un sistema de coordenadas cartesiano define la posición en términos de dos distancias medidas desde el punto de origen. Es importante conocer la variedad de sistemas de coordenadas que se están utilizando para la representación de los elementos en la superficie de la Tierra. Cada zona UTM está dividida en 20 bandas (desde la C hasta la X), las bandas C a M están en el hemisferio sur, las bandas N a X están en el hemisferio norte. Una regla útil es acordarse de que cualquier banda que esté por encima de N (de norte) está en el hemisferio norte. Las primeras 19 bandas (C a W) están separadas o tienen una altura de 8° cada una. La banda 20 o X tiene una altura de 12°. Ecuador está incluida en las zonas/husos 15 (Islas Galápagos), 17 (Costa, Sierra), 18 (Oriente).

***Ejercicios ir Anexo I y III.***

## 3 MAPAS CARTOGRÁFICOS

Documentos de información gráfica relativa a toda o una parte de una superficie real o ideal, que contiene información seleccionada, generalizada v simbolizada, sobre una cierta distribución espacial de un área grande; usualmente, la superficie terrestre. La información es de carácter general v se presenta en escalas relativamente reducidas con referencia a un sistema de coordenadas universal. (Salazar, D.; 2006 La Tierra).

- Contienen información general
- Son de escalas relativamente chicas
- Están en un sistema universal de coordenadas
- Cubren áreas grandes
- Consideran la curvatura terrestre

- Procesos múltiples y bastante complicados
- Requiere de un sistema complejo de administración

### **3.1 Naturaleza de los Mapas**

Los mapas son los productos cartográficos por excelencia. Volvamos por un momento a la definición expresada en párrafos anteriores, la cual requiere de cierta discusión con el objeto de captar a cabalidad la naturaleza de los mapas.

En primer lugar, los mapas son descripciones, o documentos de información gráfica, lo que los distingue de cualquier otro tipo de descripción, escrita, verbal o de otra naturaleza.

La información representada se refiere a toda o a una porción de una superficie física, real o ideal. Esto indica que los mapas no están limitados a la representación de la superficie terrestre, que en este caso es una superficie física real, sino que su acción se extiende a la representación de superficies ideales. Las cartas socioeconómicas por ejemplo, aun cuando están sobre una base cartográfica de referencia, representan información intangible, fenómenos sociales y económicos que por sí mismos no tienen forma o color, pero que en la carta lo adquieren. Otro ejemplo puede ser el de las canas geomagnéticas en las que se representan uno o varios parámetros del magnetismo terrestre; intensidad del campo, declinación e inclinación magnéticas. Todo-s ellos son parte de un fenómeno que no se ve o se siente directamente, pero que son susceptibles de medida, análisis y representación gráfica. Así, los mapas de isogonas (mapas de declinación magnética), conforman una superficie ideal representativa del fenómeno de interés.

En términos generales, puede decirse que cualquier elemento o conjunto de elementos de información que sean susceptibles de ser representados gráficamente, pueden dar origen a un mapa. Siendo tan extensa la diversidad de fenómenos, la variedad de mapas es prácticamente inagotable y está limitada solamente por la imaginación.

Los mapas contienen información selectiva, generalizada y simbolizada. A reserva de discutir estos aspectos con mayor extensión, baste decir por ahora que en lo que respecta a selección, la información por mostrar es discriminada con el objeto de que en el mapa aparezca solamente aquella que es necesaria e importante para los propósitos del mismo. En relación con la generalización, la información se presenta conforme a las limitaciones impuestas por la escala, lo que quiere decir que las formas reales de los detalles son imposibles de reproducir con toda fidelidad, por lo que se hace necesario generalizadas. Finalmente, el uso de símbolos es característico de los mapas, debido a que para efectos de presentación, interpretabilidad y uniformidad, todos aquellos detalles que tienen características comunes, aunque posean diferencias individuales menores en cuanto a forma y dimensiones, son englobados en una

forma única e ideal de representación, constituida por un símbolo. (University of California; 2003).

La información representada corresponde en los mapas a una distribución espacial de los detalles (en dos o tres dimensiones), sobre un área relativamente extensa. Esta área es muy frecuentemente la superficie terrestre, aunque ya hay mapas de la superficie lunar y de algunos planetas. Esta superficie es la base sobre la cual se ubican en posición los diferentes detalles de información.

Cuando se dice que la información es de carácter general, significa que corresponde a un cierto nivel de detalle concordante con la escala y con los criterios definidos en el diseño. Esto quiere decir que los mapas tienen limitaciones en cuanto al volumen de información representada, la que en toda instancia es aquella que según el diseño constituye lo fundamental e importante para los propósitos del mapa.

La presentación de los mapas se hace en escalas relativamente reducidas, lo que representa una necesidad obvia. La reducción en escala permite la observación inmediata de grandes extensiones sin mayor esfuerzo, y facilita -el uso y manejo de la información.

Los mapas están usualmente referidos a un sistema universal de coordenadas, lo que se hace para efectos de ubicación y darles características métricas a los mismos.

### **3.2 Clasificación de los mapas.**

Los mapas pueden ser clasificados con muy diversos criterios, de acuerdo con el interés particular que se tenga sobre ellos. En este apartado se incluyen ocho tipos de clasificación, en función de:

- La escala,
- El nivel de información,
- El sistema de producción,
- El propósito del mapa,
- La precisión del mapa,
- El origen del mapa,
- La forma de presentación,
- El tipo de información

#### **3.2.1 Clasificación por la escala**

De acuerdo con la escala, los mapas se clasifican en mapas de escala grande, mediana y chica (algunos autores agregan las escalas superchicas). Esto depende

del valor del denominador de la escala en la fracción representativa. Más adelante se verá esto con detalle. En términos generales y para efectos de esta discusión, la escala es la relación que existe entre las distancias obtenidas en el mapa con respecto a las correspondientes distancias en el terreno. Una escala es grande cuando el denominador de la fracción que representa esta relación es pequeño y viceversa. En cuanto a valores numéricos que definan los límites en la clasificación, no parece haber un acuerdo universal. Un esquema de los más usuales es el siguiente:

Mapas de escala grande	Escalas hasta 1 :50,000
Mapas de escala mediana	Escalas entre 1 :50,000 y 1 :250,000
Mapas de escala chica	Escalas de 1 :250,000 y menores

Conforme a lo anterior, el grupo de cartas del INEGI en las escalas de 1:50,000 y 1:250,000, se ubica dentro del grupo de escalas medias, los fotomapas en la escala de 1:20,000 son de escala grande y el mapa de la República Mexicana en la escala de 1:1,000,000 es un mapa de escala chica.

Otro rango de niveles es el siguiente:

Escalas grandes	Denominadores menores que 250,000
Escalas medianas	Denominadores entre 250,000 y 1,000,000
Escalas chicas	Denominadores mayores que 1,000,000

Lo anterior es indicativo de la falta de acuerdo universal y hace que cualquier clasificación conforme a este parámetro caiga en el terreno de lo subjetivo. Para efectos prácticos, se pueden adoptar los rangos inicialmente expresados. Se reitera el hecho de que el calificativo de la escala es inverso al valor del denominador en la fracción representativa, o lo que es lo mismo, directo con el valor numérico de dicha fracción. Así, por ejemplo, entre las escalas de 1:10,000 y 1:50,000, la más grande es la primera; esto es:

Escala grande	1:10,000 (o lo que es lo mismo, 1/10,000)
Escala menos grande	1:50,000 (o lo que es lo mismo, 1/50,000)

Ya que  $1/10,000 = 0.0001$  es mayor que  $1/50,000 = 0.00002$

### **3.2.2 Clasificación por nivel de información**

De acuerdo con este criterio, los mapas se clasifican conforme a la densidad de información contenida, en la forma siguiente:

- Esquemas básicos de campo,
- Mapas de reconocimiento general,
- Mapas semidetallados,
- Mapas de detallados,

## - Mapas de gran detalle

Los esquemas básicos de campo son documentos rápidamente preparados, en extensiones hasta donde alcanza la vista, sin mayor precisión, muy generalizados y sin más detalle que el estrictamente necesario, con el propósito de dar distancias y direcciones aproximadas, así como la ubicación relativa de detalles de interés.

Los mapas de reconocimiento general son un poco más formales y en un nivel superior al puramente esquemático; contienen información que muestra el carácter regional a gran visión en escalas relativamente pequeñas, sin mayor precisión. Por ejemplo, un mapa calcado de un mosaico fotográfico no rectificado, que contiene los detalles de información más relevantes, es de este tipo. Su objetivo es el de proporcionar información de primera mano de un área grande, con propósitos de reconocimiento, de ubicación general, para estudios muy preliminares y planeación a grandes rasgos.

En cuanto al resto, la densidad que aparezca en cada caso depende de las necesidades previstas en el diseño. Lo mismo que en el caso de clasificación por escala, no existen límites numéricos precisos que permitan separar por ejemplo el nivel de detalle del de semidetalle; el criterio es más bien subjetivo y dado por la experiencia. En términos generales, hay una relación con la escala y los mapas más detallados corresponden a las mayores escalas y viceversa. Para un mismo formato y escala, el mapa más detallado es el que contiene mayor densidad de información. Cabe señalar que existe un límite práctico dado por la experiencia para el gran detalle, con el propósito de no incurrir en congestión de la información, ya que el detalle en exceso es nocivo para el mejor uso del mapa. (University of California; 2003).

### **3.2.3 Clasificación por el sistema de producción**

De acuerdo con el sistema empleado para producir los mapas, estos pueden ser:

- Mapas preparados a base de esquemas de campo,
- Mapas preparados con base en levantamientos de campo,
- Mapas fotográficos,
- Mapas fotogramétricos,
- Mapas automatizados, con base en sistemas digitales

Los primeros no son objeto de mayor discusión; son hechos sobre la base de esquemas y descripciones elaboradas en el campo, normalmente a mano alzada.

Los mapas elaborados con base en levantamientos de campo fueron los tradicionales antes del advenimiento de la fotogrametría. En su producción intervienen levantamientos masivos de campo, básicamente triangulaciones y poligonales, nivelaciones de detalle, levantamientos con plancheta y mucho uso

de los principios de intersección y resección para la ubicación de detalles. Las operaciones incluyen el levantamiento de información toponímica y de clasificación de la información, así como la edición por técnicas de dibujo a mano.

Los mapas fotográficos se apoyan en la fotografía aérea, sin mucho tratamiento numérico. Dentro de las posibles variedades se cuentan:

- Mosaicos fotográficos simplemente ensamblados, sin control, y mapas calcados sobre la base de este mosaico.
- Mosaicos fotográficos semirectificados, en los que se han reducido algunas de las distorsiones propias de las fotografías, y mapas calcados sobre tal base.
- Mosaicos fotográficos rectificados, en lo que se ha logrado un máximo de eliminación de distorsiones fotográficas, y mapas elaborados sobre esta base.
- Fotomapas elaborados sobre la base de mosaicos rectificados, con información toponímica y referencia a un sistema de coordenadas.
- Pictomapas, que son foto mapas en los que se ha incluido un proceso de artes gráficas para mejoramiento de imágenes fotográficas y separación de colores en tonos continuos.

Los mapas fotogramétricos tienen también una base fotográfica, pero requieren de un proceso mucho más elaborado, con mucho apoyo numérico y el empleo de técnicas especiales. En su producción intervienen levantamientos de campo, pero éstos son los mínimos y necesarios para apoyar los procesos fotogramétricos. Normalmente y debido a la alta precisión relativa de estos procesos, las operaciones de producción asociadas (edición y reproducción), tienen que ajustarse a dicha precisión. Dentro de sus variedades están incluidos:

- Mapas elaborados a base de técnicas de triangulación radial.
- Mapas restituidos, con sistemas de ajuste gráfico.
- Mapas restituidos, con sistemas de ajuste numérico.
- Mapas de alta rectificación u ortofotomapas.

Estos pueden caer dentro de la clasificación de fotográficos, pero dominan en ellos las técnicas fotogramétricas complicadas y de muy alta precisión, con el empleo de aparatos sumamente sofisticados.

Cabe mencionar que con el avance tecnológico de la época los sistemas fotogramétricos han experimentado un alto desarrollo que en la actualidad se traduce en el empleo de sistemas de base digital que han hecho caer en obsolescencia los tipos de mapas y procesos señalados inicialmente en la relación de las líneas anteriores. (University of California; 2003).

Los mapas automatizados resultan del empleo de nuevas técnicas en las que intervienen la digitalización de la información, su almacenamiento en bases de datos, el manejo en computadoras de alta capacidad y la utilización de graficadores automáticos de alta resolución, todo dentro del entorno de la cartografía automatizada o cartografía asistida por computadora.

### **3.2.4 Clasificación por el propósito del mapa**

De acuerdo con su propósito, los mapas pueden ser muy variados, pero en términos generales se podría mencionar la siguiente clasificación:

- Mapas murales, pictóricos o decorativos,
- Mapas de ubicación e información general,
- Mapas para planeación,
- Mapas de estudios o proyectos específicos

Los mapas murales sirven más que todo para decorar paredes, oficinas o escritorios; su presentación y colores son atractivos y normalmente son mapamundis, mapas de todo un continente, un país, o de una cierta unidad administrativa.

Los mapas de ubicación e información general son ya documentos de consulta y trabajo; no son muy detallados y normalmente están en escalas chicas de presentación.

Los mapas para planeación son documentos de trabajo, contienen información cuidadosamente elegida para el propósito y para satisfacer las necesidades de los planificadores, la que es susceptible de cuantificación y análisis para la elaboración de anteproyectos; usualmente se presentan en escalas medias con un nivel de información que va del semidetalle al detalle.

Los mapas de estudios o para proyectos específicos son resultantes en lo general del trabajo de planeación ejecutado con los anteriores, cuando existen. Presentan resultados y conclusiones de los estudios, junto con las propuestas específicas de planeación y sus alternativas, a escalas grandes y a nivel de detalle. (University of California; 2003).

### **3.2.5 Clasificación conforme a la precisión**

De acuerdo con su precisión, los mapas se clasifican en términos del grado de conformidad que tengan con respecto a las especificaciones adoptadas en el diseño. Por ejemplo, para mapas de planeación, se pueden establecer las siguientes especificaciones:

Para planimetría (detalles en el plano), en un sistema de evaluación o de control de calidad, no más del 10% de los puntos probados que no estén desplazados por simbolización u otras necesidades, podrán tener errores en posición mayores que 0.3 mm a la escala de publicación.

Para altimetría (alturas), no más del 10% de los puntos probados podrán tener errores en elevación superiores a media equidistancia básica (la equidistancia es la separación vertical uniforme entre curvas de nivel vecinas).

Para la información complementaria (toponimia y clasificación de detalles), no más del 10% de los detalles de información pueden estar en error.

Conforme a las especificaciones adoptadas, los mapas se pueden clasificar, de acuerdo con su precisión en la forma siguiente:

- Tipo A Adecuados Los que cumplen cabalmente con las normas  
Tipo B Utilizables Los que las cumplen parcialmente  
Tipo C Inadecuados Los que apenas cumplen con las especificaciones

Los mapas que no cumplan del todo con las normas son inútiles, de muy baja calidad, deben ser retirados de la circulación y hechos de nuevo.

Al lado de cada clasificación A, B o C se pueden dar niveles, por ejemplo, de 1 a 4, relacionados con la especificación complementaria, definiéndose con las calidades de excelente, buena, regular y mala. (University of California; 2003).

### **3.2.6 Clasificación de acuerdo al origen**

En relación con el origen, los mapas son dos tipos:

- Mapas básicos; mapas nuevos cuyas fuentes de información son primarias y como su nombre lo indica, sirven como base sobre la cual se puede agregar o sobreponer la información para otros mapas. Son mapas originales en el sentido de que se elaboran normalmente donde antes no había cartografía, comúnmente se les considera como la cartografía fundamental de un país y en relación con otra cartografía, constituyen las llamadas bases cartográficas.
- Mapas derivados. Son los que emplean fuentes de información secundaria para su elaboración.

### **3.2.7 Clasificación por la forma de presentación**

En este contexto, se puede hacer una clasificación en dos grandes grupos:

- Mapas analógicos, que son los normalmente conocidos, impresos en papel o representados en cualquier medio físico: En la jerga moderna se les llama productos de copia dura (hardcopy).
- Mapas digitales, que son los que existen en los archivos de bases de datos en forma de un conjunto de puntos, líneas y áreas, los que se presentan en las pantallas de computadoras y de los que se dice que tienen vida efímera, y los contenidos en medios tales como cintas magnéticas y discos ópticos. A los mapas que se despliegan como imágenes electrónicas se les da en llamar productos de copia suave (softcopy).

Los mapas planos, como su nombre lo indica se presentan sobre una superficie plana que normalmente es una hoja de papel y comprenden los denominados mapas a línea y mapas de tonos continuos.

En el caso de mapas a línea, los detalles se presentan con formas geométricas definidas y precisas; puntos, líneas y áreas; hay contraste marcado entre los colores, los mapas son dibujados o se emplean técnicas de grabado y separación de colores. En el entorno moderno a esto se le dice que está en formato vectorial.

Los mapas de tonos continuos contienen información a línea sobre una base fotográfica, que es esencialmente de tonos continuos, en una escala de grises como en los fotomapas, o de colores como pueden ser los pictomapas. La continuidad tonal está asociada a lo que se denomina el formato ráster.

En todos los casos de mapas planos, la presentación puede ser en blanco y negro o bien a color; asimismo, la vista puede ser vertical (la más usual), en perspectiva (poco frecuente) o de vista horizontal (muy rara).

Los mapas volumétricos, constituidos por maquetas, modelos tridimensionales y globos son poco usuales, requieren de técnicas especiales para su elaboración y no se discutirán aquí. (University of California; 2003).

### **3.2.8 Clasificación por el tipo de información**

De acuerdo con el tipo de información presentada, los mapas se pueden clasificar como se indica en el siguiente cuadro:

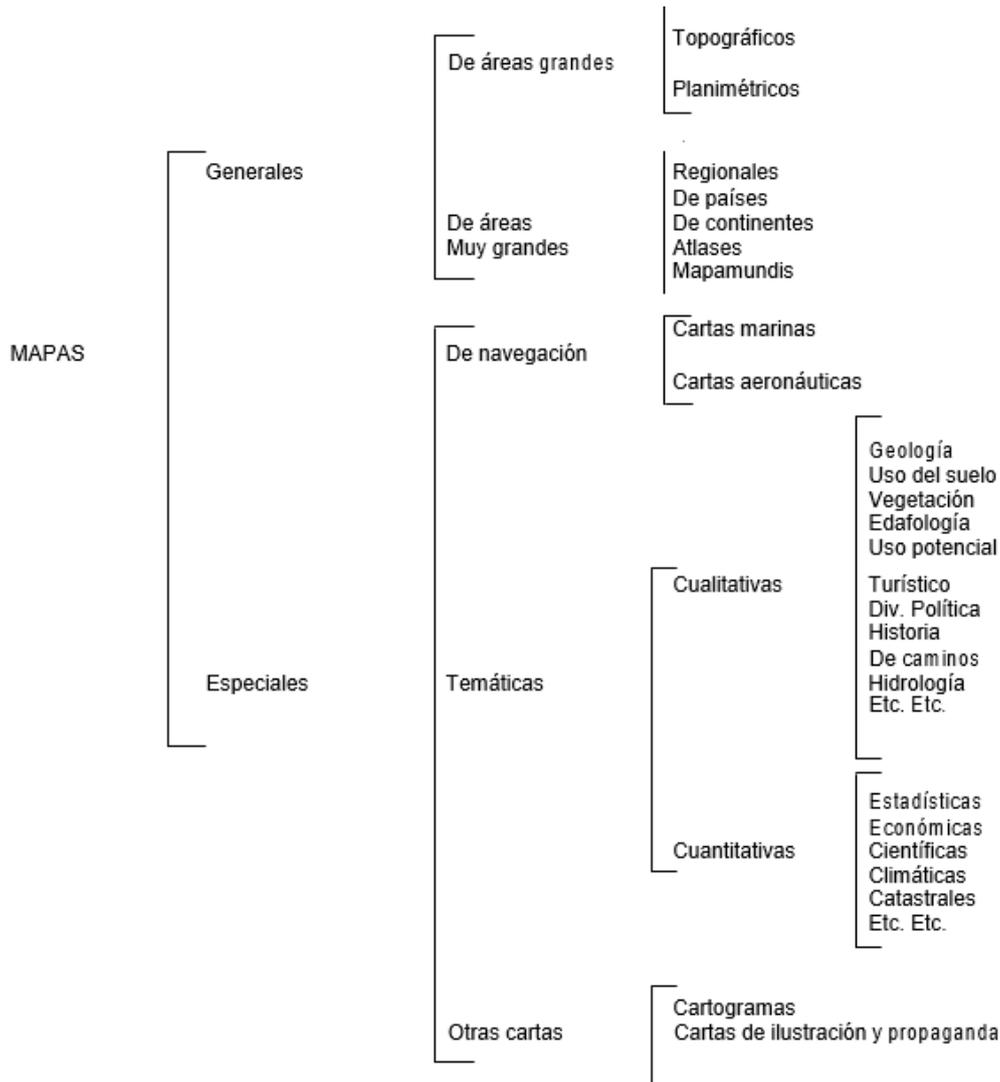


Fig. 3.1. Clasificación según el tipo de información

En el primer nivel de la clasificación se encuentran los mapas de información general, orientados a satisfacer las necesidades de la mayoría de los usuarios. Esto debe ser racional, ya que tratar de satisfacerlos a todos es prácticamente imposible y puede conducir a problemas de congestionamiento de la información o a tratar de emplear escalas de presentación más grandes, lo que a menudo incide fuertemente en los costos. Este problema debe resolverse en la etapa de diseño, y lo que conviene hacer es prever las necesidades con auxilio de encuestas entre los posibles usuarios. De esto puede resultar una amplia gama de elementos de información supuestamente necesarios, los que hay que juzgar en función de su frecuencia y utilidad. Por ejemplo, si resulta que el 95% de los posibles usuarios requiere de información altimétrica cuantitativa, se decide incluida en forma de curvas de nivel; si el 50% de los usuarios pide información sobre líneas de transmisión, también se puede incluir este tipo de información, pero si solamente unos cuantos usuarios requieren que los símbolos que representan estaciones de poligonal vayan en color rojo, no se atenderá la

petición, debido a que para satisfacerla es necesario aumentar un color o lo que es lo mismo, una placa de impresión adicional y una corrida más de impresión, con el consiguiente aumento en el costo para un requerimiento que no es de trascendencia.

Dentro de los mapas de información general, se hace una subdivisión en mapas de áreas grandes (escalas grandes y medianas) y mapas de áreas muy grandes (escalas chicas). Con relación a los primeros se mencionan los mapas topográficos, entendidos como aquellos que llevan información altimétrica, de preferencia cuantitativa, y los mapas planimétricos o "mapas planos" que no incluyen tal información y por lo tanto no tienen representada la tercera dimensión (alturas del terreno).

En relación con los mapas especiales, a los cuales genéricamente se les llama "cartas" (de ahí el término cartografía), la información contenida está orientada a satisfacer las necesidades de ciertos usuarios, por lo que su utilidad pierde la generalidad característica del grupo anterior. Se puede decir que las cartas o mapas de información especial están orientados a representar información para usuarios específicos dentro de una cierta disciplina de interés.

Un grupo importante de los mapas especiales está constituido por las cartas de navegación, ya sean marinas o aeronáuticas, las que contienen información que facilita el trabajo de navegantes en el mar o en el aire. Así, en el caso de las cartas marinas se da información relativa a la ubicación de puertos, profundidades marinas, localización de boyas y faros, escollos, bancos de arena, naufragios ocultos, canales de navegación, dirección y velocidad de las corrientes, etc. En las cartas aeronáuticas la información es sobre ubicación de aeropuertos y sus características, información geográfica generalizada que pueda ser reconocida desde el aire, altimetría semi- cuantitativa con énfasis en alturas máximas o que puedan ser peligrosas, zonas restringidas al tráfico aéreo, localización de estaciones de radio-ayuda, etc. En general, en ambos tipos de carta, la información es sobre ayudas y obstáculos para la navegación.

Otro grupo muy importante de las cartas especiales es el que engloba a las cartas temáticas, referidas a un solo tema o factor de información, a veces muy específico. Dicho factor o tema puede ser de orden cualitativo cuando la información es predominantemente de orden descriptivo, sin que se puedan obtener relaciones numéricas directas de inmediato, y cuantitativas en el caso contrario, cuando los elementos de información contienen datos numéricos explícitos. Así por ejemplo, una carta geológica que contiene información sobre la distribución de los diferentes tipos de rocas (litología), localización de fallas, fracturas, alineamientos, ejes de anticlinales y sinclinales, etc. (Estructuras) y ubicación de minas, bancos de material, pozos, etc., (geología económica), es estrictamente cualitativa, mientras que las cartas de precipitación o temperaturas con isoyetas o isotermas (curvas de igual precipitación o temperatura) , son predominantemente de orden cuantitativo, por cuanto de ellas se puede extraer información numérica de inmediato. Es evidente que habrá cartas que participen de ambas características, cualitativas y cuantitativas,

pero el orden a que pertenecen será el predominante en la carta. (University of California; 2003).

En ambos casos, se han incluido en el cuadro de la figura 13 algunos ejemplos de cartas temáticas, en el entendido de que la lista puede ser mucho más extensa, dependiendo del tema. De acuerdo con esto, las posibilidades son prácticamente inagotables y nuevamente, se recalca el hecho de que el límite no está más que en la imaginación de los interesados y que para cualquier tema de información, en tanto que sea susceptible de un análisis que conduzca a posibilidades de expresión gráfica en una distribución espacial definida, se puede hacer una carta.

Un tercer grupo de cartas, menos significativo, incluye los cartogramas (diagramas cartográficos) que son representaciones muy simbolizadas referidas a datos geográficos estadísticos, y las canas de ilustración y propaganda, en las cuales dominan los aspectos de generalización y simbolización con el objeto de llamar la atención sobre algún evento o producto. En general, son cartas para publicidad.

Con esto se concluye el tema relativo a la clasificación de mapas, en el entendido de que los diversos enfoques no están necesariamente agotados. Cualquier mapa cae dentro de todas las clasificaciones indicadas y así por ejemplo, la carta topográfica de la DGG-INEGI a la escala de 1:50,000 se puede definir:

- Conforme a la escala, como un mapa de escala media,
- Por el nivel de información, como un mapa de semidetalle,
- Según el sistema de producción, como un mapa fotogramétrico, restituído, con un sistema de ajuste numérico. Las versiones más recientes constituyen productos digitales obtenidos a partir de la modernización del sistema de producción,
- Por el propósito, como un mapa para planeación y más estrictamente, para planeación regional a nivel de anteproyecto,
- Por su precisión, es un mapa clase A-1,
- Por su origen, se cataloga como un mapa básico (de hecho es el mapa básico nacional),
- Por su forma de presentación, es un mapa plano a línea, y
- Por el tipo de información, es un mapa de información general, sobre un área grande (aproximadamente 1,000 km cuadrados) y de tipo topográfico.

### ***Ejercicios ir Anexo II.***

### **3.3 Escala**

Todo mapa está necesariamente a una cierta escala, que como ya se mencionó, se define en la etapa de diseño. El propósito de la escala es el de permitir la representación de áreas grandes en un documento manejable de pequeñas

dimensiones, de modo que la escala se define como una relación lineal de las dimensiones del mapa con respecto a las dimensiones reales en el terreno, o bien, como la relación entre una medida de distancia en el mapa con la correspondiente medida en el terreno.



Fig. 3.1 Escala

En términos cartográficos, la escala tiene tres formas de enunciación o representación:

- a) Por la fracción representativa,
- b) Por la escala gráfica,
- c) Por la escala declarada.

### 3.3.1 Fracción representativa

Es una expresión numérica dada en forma de fracción como  $1/50,000$ , ó de relación como  $1:50,000$ , en la que el numerador representa una unidad de medida en el mapa y el denominador indica el correspondiente número de unidades de medida en el terreno. Las unidades empleadas pueden ser cualesquiera, pero uniformes, tanto para el numerador como para el denominador; es decir, si la escala es de  $1:50,000$ :

1 cm en el mapa	equivale a	50,000 cm en el terreno
1 mm en el mapa	equivale a	50,000 mm en el terreno,
1 pulgada en el mapa	equivale a	50,000 pulgadas en el terreno,

Y así sucesivamente para cualquier unidad de medida.

Su uso es sencillo; para obtener la distancia entre dos puntos en el terreno, hay que medir la distancia en el mapa con ayuda de una regla o escalímetro, multiplicar el resultado de la medida por el denominador de la escala y hacer las reducciones necesarias para tener la distancia en la unidad de medida deseada.

Por ejemplo, si en el mapa a la escala de 1:50,000 se midió entre dos puntos una distancia de 11.86 cm, la correspondiente medida en el terreno es:

$$11.86 \times 50,000 = 893,000 \text{ cm ;}$$

Corriendo dos decimales, distancia en el terreno:

$$8,930 \text{ m ó bien, } 8.93 \text{ km}$$

Si se trata de un área, hay que multiplicar por el cuadrado del denominador de la escala. Ejemplo, si un área medida en el mapa, con planímetro o por cualquier otro medio, resultó de 27.36 cm<sup>2</sup>:

Cuadrado del denominador de la escala:

$$(5 \times 10^4)^2 = 25 \times 10^8$$

Entonces:

$$27.36 \times (25 \times 10^8) = 684 \times 10^8 \text{ cm}^2$$

Para obtener el área en metros cuadrados, hay que dividir por 10,000 = 10<sup>4</sup>, lo

que da: Área en el terreno = 684 x 10<sup>4</sup> m<sup>2</sup> = 6,840,000 m<sup>2</sup>

O si se quiere en hectáreas:

Área en el terreno = 684 Ha, ó bien, en kilómetros cuadrados: 6.84 km<sup>2</sup>

Si se trata de obtener un volumen, por ejemplo el volumen del embalse de una presa, el proceso se basa en la determinación de las áreas encerradas por las curvas de nivel hasta la boquilla y la obtención de los volúmenes parciales, conociendo la equidistancia entre curvas (en lo general 10 metros para las cartas topo gráficas del INEGI-DGG en la escala de 1:50,000). Los volúmenes parciales se obtienen con la siguiente expresión:

Volumen entre dos curvas sucesivas = 0.5i(A<sub>n</sub> + A<sub>n+1</sub>)

En donde  $A_n$  es el área encerrada por una curva de nivel,  
 $A_{n+1}$  es el área encerrada por la siguiente curva, e  
 $i$  es la equidistancia entre curvas

Al final se hace la sumatoria de los volúmenes parciales encontrados y se lleva a efecto la reducción de los decimales para obtener el resultado en las unidades deseadas. A continuación se hará un ejemplo en el que las áreas se dan en kilómetros cuadrados y la equidistancia está en metros. A fin de mantener consistentes la unidades, si  $i = 10\text{m}$ , hay que multiplicar

por  $10/1,000=0.01$ . (Information Geographic Sciences; 2004).

n	$A_n$	$A_{n+1}$	$0.5x(A_n + A_{n+1})$	$0.51x(A_n + A_{n+1})$
1	6.84	5.76	6.300	0.06300
2	5.76	4.39	5.075	0.05075
3	4.39	4.03	4.210	0.04210
4	4.03	3.50	3.765	0.03765
5	3.50	0.00	1.750	0.01750
<b>SUMA</b>				0.21100 Km <sup>3</sup>

**VOLUMEN = 211,000,000 m<sup>3</sup>**

### 3.3.2 Escala Gráfica

Esta es un dibujo en forma de barra semejante al de la figura 14, en la que se han hecho divisiones correspondientes al equivalente de una cierta unidad de medida en el terreno, con la adición de una parte subdividida en la unidad inmediata inferior.

Este tipo de escala se utiliza tomando la distancia en el mapa, sin medida, y trasladándola al diagrama o escala gráfica, donde se lee la distancia. Se puede usar un compás de puntas secas, una tira de papel, el borde de una hoja, o un trozo de hilo (muy útil para distancias en curva). Si la distancia por medir es mayor que la longitud de la escala, simplemente se van tomando y sumando las partes enteras de la escala hasta llegar a la parte fraccional (semejante a lo que hacen los dependientes en las tiendas de venta de tela).

### 3.3.3 Escala Declarada

Esta es una expresión, una frase, una declaración, que indica las relaciones de distancia entre mapa y realidad en unidades diferentes de medida. No es muy usual en el medio nacional, pero sí frecuente en países de habla inglesa. Por ejemplo, en Inglaterra se habla de la serie de mapas "one inch to the mile", o mapas de una pulgada por milla, queriendo decir con esto que una pulgada medida en el mapa equivale a una milla medida en el terreno. Como puede verse, a diferencia de la fracción representativa, las unidades son distintas.

En el caso de Ecuador, la escala declarada no se emplea explícitamente, pero puede formularse una con facilidad. Por ejemplo, para el caso de la escala de 1:50,000:

Se sabe que 1 cm en el mapa equivale a 50,000 cm en el terreno, o bien, 500 metros.

Si se multiplica por dos esta relación:

2 cm en el terreno equivalen a 1,000 metros, o lo que es lo mismo, 1 kilómetro.

Por lo tanto, una escala declarada para esta cartografía es de *2 centímetros por kilómetro*. Aunque esta escala no es explícita, puede ser de utilidad, sobre todo si se considera que las cartas en la escala de 1 :50,000 tienen una cuadrícula trazada en cuadros de 2 cm, o un kilómetro por lado, de modo que cada cuadro representa un kilómetro cuadrado en área. Es evidente que el conocimiento de la relación expuesta y su expresión gráfica pueden ser de mucha utilidad para determinaciones rápidas de distancia y estimación de áreas (contando el número de cuadros y fracciones).

De los tres tipos de escala indicados, la escala gráfica es obligatoria, mientras que las otras dos son opcionales y podrían no aparecer del todo en el mapa. Lo normal es que en los mapas se indiquen tanto la fracción representativa como la escala gráfica.

La razón de la obligatoriedad respecto a la escala gráfica se debe a que el papel en que se imprimen los mapas puede sufrir cambios dimensionales debidos a efectos de temperatura, humedad o manejo. Cuando esto ocurre, de inmediato queda alterada la fracción representativa y ya no es válida para determinaciones que requieren cierta exactitud. Véase el siguiente ejemplo:

Supóngase que un mapa a la escala de 1:50,000 sufre una deformación por cualquier causa, tal que en 50 cm en una cierta dirección es 2 mm más largo, o sea que en realidad tiene ahora 50.2 cm. Esto quiere decir que la escala ya no es 1:50,000, sino que tiene un valor más grande, que puede determinarse con una simple operación de regla de tres:

$$\begin{array}{l} 50 \text{ cm} \text{ son a } 1/50,000 \text{ como} \\ 50.2 \text{ cm} \text{ son a } 1/X \end{array}$$

Haciendo operaciones, resulta

$$X = (50 \times 50,000) / 50.2 = 49,801$$

De modo que la nueva escala es de 1:49,801

Si la distancia de 17.86 cm medida en el ejemplo anterior está afectada por este cambio, significa que en lugar de la distancia de 8,930 m que se había calculado, se tiene ahora:

$$17.86 \times 49,801 = 889,446 \text{ cm} = 8,894.46 \text{ m},$$

Lo que significa un error de

$$8894.46 - 8,930.00 = -35.54 \text{ m}$$

que en determinadas circunstancias podría ser inadmisibles.

Lo mismo ocurriría en el caso de la escala declarada. Con respecto a la escala gráfica, si el papel se deforma, también lo hace la escala, generalmente en la misma proporción, y aun cuando se pierda la escala original en términos numéricos, la relación mapa-terreno se mantiene razonablemente. Es por esta razón que la escala gráfica es mandatoria.

Por otra parte, cuando se hacen reducciones o ampliaciones fotográficas de los mapas, ocurre lo mismo; la escala numérica se pierde, pero se mantiene la escala gráfica, debido a que esta ha sufrido la misma proporción de reducción o ampliación. Una nota de advertencia: en estos casos se reproduce fotográficamente la escala dada por la fracción representativa, lo cual induce a error si no se tiene en consideración el proceso.

### ***Ejercicios ir Anexo IV.***

## **4 PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA**

La producción cartográfica tiene como objetivo fundamental transmitir información geográfica, en un documento, y es el resultado de los procesos de colección, compilación y ordenación de datos.

### **4.1 Diseño Cartográfico**

Es una parte vital dentro de la cartografía ya que para comunicar efectivamente se requiere de líneas, tonos, colores, rótulos, elegidos cuidadosamente y que en su conjunto se presenten en armonía. Existen muchas formas de simbolizar los datos geográficos con elementos gráficos (puntos, líneas, zonas (polígonos) y textos (toponimia)) y elementos visuales (color, brillo, forma, tamaño, orientación, ubicación, etc.).

**Símbolos tipo Punto:** Signos que se utilizan para representar datos posicionales o de lugar que no pueden ser representados en su dimensión real por la escala del mapa.

**Símbolos lineales:** Se utilizan para representar carreteras, ríos, y más datos geográficos con realidad lineal; las curvas de nivel identifican puntos con igual elevación.

**Símbolos zonales (polígonos):** Dividen al mapa en zonas con el fin de indicar que una porción determinada de éste tiene un atributo común, por ejemplo, cuerpos de agua, jurisdicciones administrativas, tipos de vegetación, etc.

**Textos:** Además de tener una labor informativa, pueden mediante su diversa tipografía dar a los elementos valores cualitativos o cuantitativos, por ejemplo,

según el tamaño de la letra se puede representar el número de habitantes de una población.

Color: Es de gran importancia, y es una combinación de tres cualidades que son:

- **Tono:** Asocia las diferentes longitudes de onda.
- **Luminosidad:** Nos da la sensación de claridad u oscuridad de un tono uniforme.
- **Saturación:** Relaciona la cantidad de blanco o gris que se mezcla en un determinado tono, es la intensidad o viveza de un color.
- **Brillo:** Como cualidad gráfica referente a la oscuridad o claridad de un signo.
- **Tamaño:** Generalmente se asocia con la mayor o menor importancia del elemento representado.

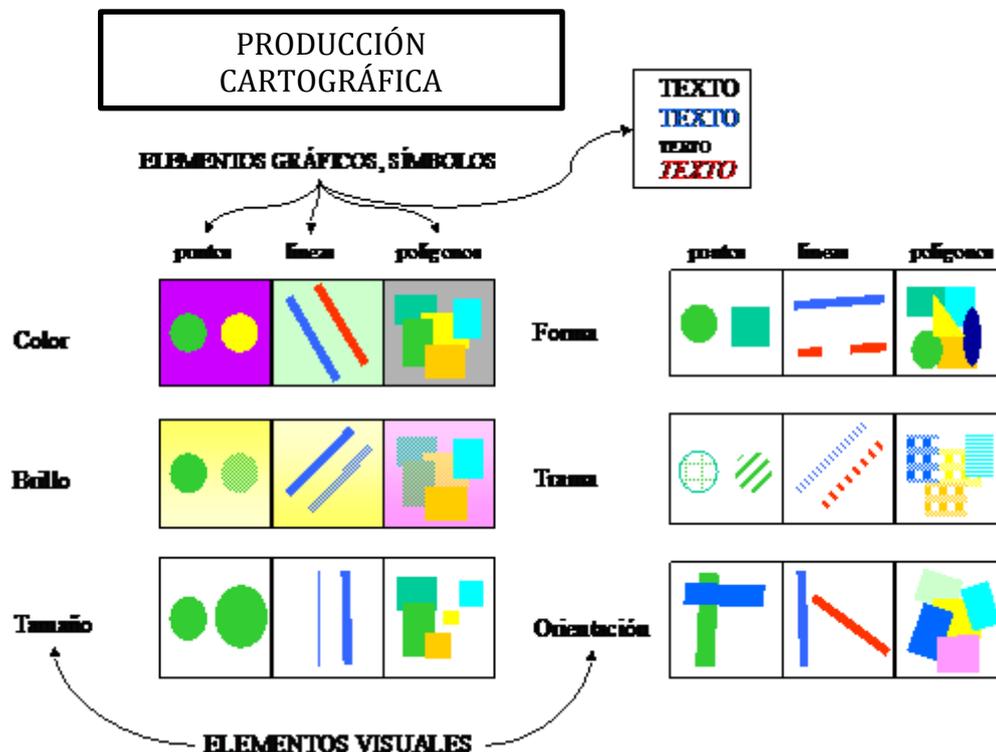


Fig. 4.1 Producción cartográfica

## 5 CARTOGRAFÍA DIGITAL

Es necesario para el desarrollo de este tema, entender claramente que la cartografía analógica, agrupa a todos los mapas que se obtienen mediante procedimientos gráficos, cualesquiera que éstos sean. Cualquier modificación de estos documentos se realiza sobre los documentos gráficos que tienen la

información. La cartografía digital, en cambio, es el conjunto de operaciones, que partiendo de datos numéricos obtenidos por cualquier procedimiento, elaboran mapas trabajando sobre un ordenador.

### **5.1 Ventajas**

- Eliminación de procesos
- Redacción de proyectos, actualizaciones, modificaciones, etc., ágiles
- Velocidad de ejecución
- Fácil manipulación
- Los mapas no se deforman
- Fácil tratamiento geométrico de la información
- Posibilidad de uso selectivo de la información
- Fácil paso a sistemas de representación cartográfica
- Fácil almacenamiento
- Posibilidad de traspaso a un SIG

### **5.2 Desventajas**

- Costo de equipos informáticos
- Necesidad de software
- Operadores especializados

Para la elaboración de un mapa “digital” debe seguirse el siguiente proceso general:

#### **a) Captura de información:**

Importación de datos contenidos en soportes magnéticos (restitución, sensores remotos, levantamientos); Captura de información analógica (Escaneo o digitalización)

#### **b) Formación del mapa**

Comprende la elaboración del mapa “borrador” que servirá como base para los diferentes trabajos de campo donde se verificarán características y clarifican dudas sobre la información original, en esta etapa se actualizan rasgos y toponimia.

#### **c) Edición del mapa**

En esta etapa se incluye el ordenar la información de manera que tengan un mismo sistema de coordenadas, depurar el número de puntos por elemento, asignación de códigos cartográficos, definición de la simbología a ser utilizada (automáticamente), generación de grillas, marcos, leyendas, rotulación, etc.

## 6 LECTURA DE CARTAS TOPOGRÁFICAS

¿Qué es una Carta topográfica?

Es una representación gráfica de la tierra o de una porción de ésta, a escala sobre un plano, en el cual las características o accidentes artificiales y naturales están descritos por medio de símbolos que pueden ser: puntos, líneas y polígonos.

¿Por qué son importantes las cartas?

Debido a que la información que se obtiene usándola correctamente, es una herramienta muy útil a la hora de tomar decisiones.

A través de una carta podemos conocer distancias, ubicaciones, alturas, y otras características importantes del terreno.

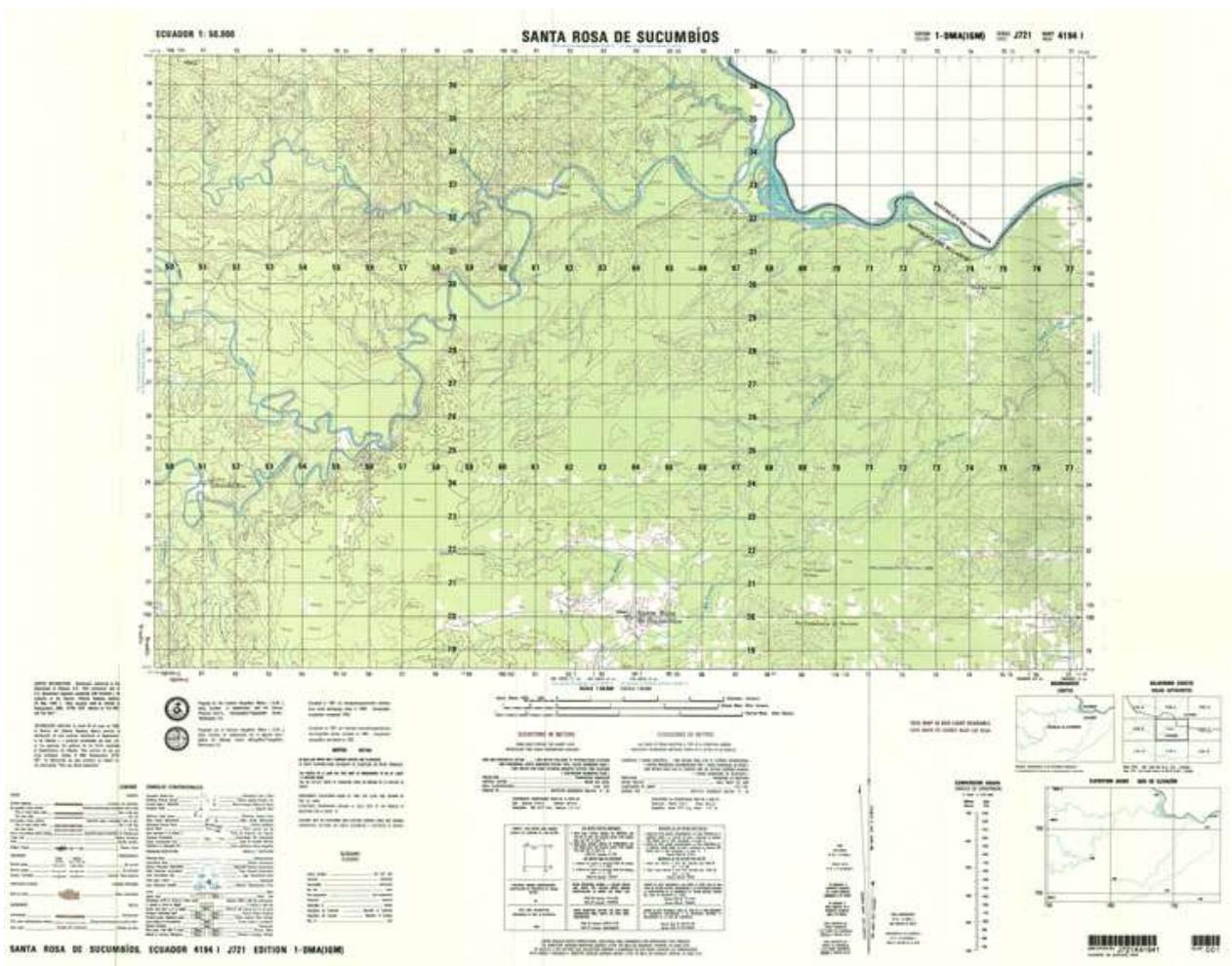


Fig. 6.1 Carta Topográfica

## 6.1 Cuidado de las Cartas

Es un documento cartográfico de suma importancia, por lo que, se hace necesario tomar en cuenta algunos aspectos con el fin de conservarla en buen estado.

- ✓ Dependiendo del espacio físico y las condiciones de movilización que se tenga, es preferible no doblar ni enrollar con el fin de que no se produzcan dobleces.
- ✓ En caso que sea necesario doblar la hoja (para salidas al campo especialmente) se lo debe hacer de manera tal que su transporte sea fácil y a su vez permita su utilización sin necesidad de abrirla completamente.
- ✓ En el caso que se deba escribir notas o hacer marcas sobre la carta hay que procurar hacerlas con lápiz y de manera tenue.

## 6.2 Categorías de usos de las Cartas Topográficas

El término Carta Topográfica no incluye las Cartas Aeronáuticas e Hidrográficas. Las Cartas generalmente se clasifican de acuerdo con la escala, lo cual puede limitar la cantidad de detalles mostrados en dicha carta; y por el tipo, basado en la forma y el contenido.

### a) Por la Escala

#### 1. *Escala Pequeña*

Cartas a escala pequeña 1:600000 y escalas menores. Estas se usan para estudios a nivel nacional, para el planeamiento general y para los estudios estratégicos.

#### 2. *Escala Mediana*

Cartas a escalas mayores que 1:600000, pero menores que 1:75000. Estas se usan para realizar estudios regionales, operaciones de planeación, movimiento y concentración de tropas y abastecimientos.

#### 3. *Escala Grande*

Cartas a escalas 1:75000 y mayores. Estas se usan para realizar estudios locales mucho más detallados.

Cuando hablamos de escalas, hablamos de fracciones, entonces es evidente que  $1/600000$  parte de algo es más pequeño que  $1/75.000$  parte del mismo objeto. Por lo tanto mientras mayor sea el número que va luego del 1, menor será la escala.

## **b) Por el Tipo**

### **1. Carta Planimétrica**

Es una Carta que muestra solamente la planimetría.

### **2. Carta Topográfica**

Es una Carta bidimensional que muestra el relieve y la planimetría en una forma que pueda medirse.

### **3. Cartas Temáticas o Especiales**

Son cartas elaboradas para un propósito específico, tales como cartas viales, cartas turísticas, etc.

## **6.3 Información marginal**

Para un uso adecuado de la carta es necesario analizar su información marginal que contiene:

### **a) Nombre de la Carta**

El nombre de la carta se encuentra en el centro del margen superior, corresponde a una característica cultural o geográfica sobresaliente. Cuando sea posible, se usará el nombre de la ciudad o pueblo más grande que consta en la carta.

### **b) Nominativo de la Carta**

Se encuentra en el margen superior derecho, consiste en un conjunto de siglas que identifican a cada carta, en el conjunto de series que tiene cada país.

### **c) Número de la Serie**

Aparece en el margen superior derecho y en el margen inferior izquierdo. Frecuentemente hay más de una serie de cartas abarcando la misma área y por esta razón a cada serie se le da un número de identificación. Este número generalmente consta de una letra y tres números.

### **d) Número de Edición**

Se encuentra en el margen superior e inferior. Señala cuantas impresiones se han realizado de la misma carta.

### **e) Escala Numérica y Escala Gráfica**

Se encuentran ubicadas en el margen inferior y al centro de la carta.

## **6.4 Escala**

Es la relación fija que existe entre una distancia medida en la Carta y su correspondiente en el terreno.

### 6.4.1 Escala Numérica

Escrita como una fracción, en cuyo numerador se expresa la unidad (1) y en su correspondiente denominador está denotado el valor que representa el nivel de reducción del objeto graficado.

El valor verdadero de dicho objeto se obtendrá aumentando el valor del gráfico cuantas veces indique el valor del denominador de la escala.

La escala no tiene unidades fijas, pero deben ser las mismas tanto para el numerador como para el denominador, es decir, si tenemos una escala 1:50000, significa que un metro en una carta representa 50000 metros en la realidad o que un cm. en la carta representa 50000cm. en la realidad.

**Ejemplo:**

Distancia medida en la carta	=5 unidades
Escala Numérica	=1:50000
Distancia en el terreno	=5x50000
	=250000unidades

### 6.4.2 Escala Gráfica

La mayoría de las cartas topográficas permiten un método más práctico para determinar la distancia terrestre, o verdadera, mediante el uso de las escalas gráficas. Una escala gráfica es una regla impresa en la carta por medio de la cual puede medirse las distancias. (Information Geographic Sciences; 2004).

A la derecha del cero se encuentra la escala principal y está dividida en múltiplos de unidades. A la izquierda del cero se encuentra el talón de escala donde se aprecian las subunidades.



**Talón de Escala    Escala Principal**  
11metros.

Gráfico 6.2 Escala Gráfica

Para obtener la dimensión real de una distancia por ejemplo, se mide en la carta y se la sobrepone en dicha escala gráfica a fin de saber a cuantas unidades y subunidades le corresponde.

Por ejemplo, una distancia que en la carta mide aproximadamente unos 3 cm. al sobreponerla sobre la escala gráfica nos muestra que el valor real de dicha distancia es de 11 metros.

- a) **Índice de Hojas Adyacentes**  
Aparece en el margen inferior. Este indica las cartas que circundan la carta que se utiliza.
- b) **Nota de Proyección**  
Está ubicada en el margen inferior y al centro. Indica el método o tipo de proyección usado para representar el área de la carta.
- c) **Diagrama de Declinación**  
Está ubicado en el margen inferior e indica la relación entre el norte verdadero, el norte de cuadrícula y el norte magnético.

## 6.5 Direcciones Base

Existen tres direcciones base, es decir tres líneas imaginarias tomadas como referencia para fijar una dirección y son:

- Norte Verdadero o Geográfico
  - Norte de Cuadrícula
  - Norte Magnético
- **Norte Verdadero o Geográfico**  
Es aquel determinado por el polo norte. El símbolo que lo representa es una estrella.
  - **Norte de Cuadrícula**  
Es la dirección Norte-Sur de cuadrícula, expresado por las líneas del cuadrículado. El símbolo que lo representa son las letras mayúsculas NC.
  - **Norte Magnético**  
Es la dirección en la cual apunta la aguja magnética de la brújula. El símbolo que lo representa es una media flecha.
- a) **Nota de Intervalo**  
Aparece en el margen inferior indicando la distancia vertical o equidistancia entre las curvas de nivel.
  - b) **Nota de Jurisdicción Administrativa**  
Ubicada en el margen derecho, contiene el nombre de la Hoja, de la Provincia y del país al que pertenece la carta.
  - c) **Notas Especiales**

En ciertas cartas pueden agregarse notas especiales a la información marginal para ayudar al usuario de cartas.

## 6.6 Símbolos topográficos

Para facilitar la identificación de las características en la carta, proporcionando una apariencia más natural y un contraste, identificando cada color, una clase de características. La significación de cada color es la siguiente:

- a) Negro** La mayoría de las características artificiales.
- b) Azul** Características hidrográficas tales como lagos, ríos y pantanos.
- c) Verde** Vegetación tales como bosques, huertos y viñas.
- d) Café** Todas las características de relieve como contornos, cortes y terraplenes.
- e) Rojo** Carreteras principales, áreas urbanizadas y características especiales.
- f) Otros** Ocasionalmente pueden usarse otros colores para mostrar información especial y, por regla general, serán indicados en la información marginal.

## 6.7 Direcciones

Una dirección es definida como una línea recta imaginaria sobre la carta o sobre el terreno y generalmente se la conoce como azimut o rumbo.

### Azimut

Es un ángulo horizontal medido en el sentido de las agujas del reloj, a partir de una dirección base que coincide con el norte, es decir, el punto  $0^\circ$  coincide con el norte, los  $90^\circ$  coinciden con el Este, los  $180^\circ$  con el Sur, los  $270^\circ$  con el Oeste y los  $360^\circ$  vuelven a coincidir con el norte o valor  $0^\circ$ . El azimut puede variar, entonces, de  $0^\circ$  a  $360^\circ$

### Rumbo

Es un ángulo horizontal medido a partir de la línea base Norte-Sur en dirección Este u Oeste, según el caso, esto es, el punto  $0^\circ$  coincide con el norte o con el Sur y en este caso se denomina norte franco y sur franco, respectivamente. Este rumbo varía entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ .

Si el azimut del ángulo está entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ , el rumbo tendrá una dirección Nor-Este; si el azimut está entre  $90^\circ$  y  $180^\circ$ , el rumbo tendrá una dirección Sur-Este; si el azimut está entre  $180^\circ$  y  $270^\circ$ , el rumbo tendrá una dirección Sur-Oeste y si

el azimut de dicho ángulo está comprendido entre  $270^\circ$  y  $360^\circ$ , su rumbo tendrá una dirección Nor-Oeste.

***Ejercicios ir Anexo V.***

## Referencias:

- Clarke, K. C.; 1997. Getting started with GIS. Prentice Hall, Inc.
- Cupler 1990. Version, Unit 23. Santa Barbara: National Center of Geographic.
- ESRI, 2003 ArcGIS Desktop Help.
- EUROGI, [www.eurogi.org](http://www.eurogi.org)
- GISdevelopment, 2006. Mapping GIS Milestones [online]. Available from:
- Goodchild M. F. and Kemp, K. K., eds., 1990. History of GIS [online]. NCGIA Core.
- Goodchild, M. F.; (2003) Finding the Mainstream [online].
- <http://www.gisdevelopment.net/history/1960-1970.htm>
- <http://www.scangis.org/scangis2003/papers/goodchild.pdf>
- University of California; 2003, Santa Barbara Information and Analysis.
- Information Geographic Sciences; 2004. Vol. 10.
- Information Systems and Science; . John Wiley & Sons
- Inspire, 2003 [www.ec-gis.org/inspire](http://www.ec-gis.org/inspire).
- Jiang, B., Zipf, A.; 2004. An Introduction to the Special Issue on LBS and GIS. Geographic
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D. W.; 2001 Geographic
- Open Geospatial Consortium [www.opengeospatial.org](http://www.opengeospatial.org) Bolstad, P.; 2006 GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems, 2nd edition [online]. Capítulo 3: Geodesy, Datums, and Map Projections. [http://www.paulbolstad.net/2nd\\_edition/chapter\\_figures/chapt3\\_gisfund.pdf](http://www.paulbolstad.net/2nd_edition/chapter_figures/chapt3_gisfund.pdf).
- Robinson, et al.; 1987 Elementos de Cartografía. Ed. Omega, Barcelona
- Salazar, D.; 2006 La Tierra. <http://gage1.upc.es/>

## Glosario de términos:

**AZIMUT:** Ángulo que con el meridiano forma el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo.

**CARTA TOPOGRAFICA:** Representación impresa o digital de la forma de la superficie terrestre, donde aparecen los elementos naturales del relieve y las construcciones o intervenciones del hombre (presas, zonas agrícolas, carreteras, caminos, acueductos u oleoductos, etc.), ubicados con exactitud por sus coordenadas geográficas (latitud, longitud y altitud).

**CARTESIANA:** Cada una de las rectas que son paralelas a cada uno de los dos ejes de referencia, trazados sobre un plano, o a alguna de las intersecciones de tres planos, con respecto a los cuales se determina la posición de un punto del espacio por las longitudes de dichas rectas, contadas desde los ejes o planos no paralelos a ellas.

**CATASTRO:** Censo y padrón estadístico de las fincas rústicas y urbanas. Contribución real que pagaban nobles y plebeyos, y se imponía sobre todas las rentas fijas y posesiones que producían frutos anuales, fijos o eventuales, como los censos, las hierbas, las bellotas, los molinos, las casas, los ganados, etc.

**CONICA:** Pertenciente o relativo al cono. De forma de cono. Techo cónico Bala cónica. Cada una de las curvas que resultan de la intersección de un plano con un cono circular recto, lo que origina una elipse, una parábola o una hipérbola.

**COORDENADA POLAR:** Cada una de las que determinan la posición de un punto cualquiera sobre un plano, es decir, la longitud del radio vector comprendida entre el punto y el polo, y el ángulo formado por dicho radio con la línea recta llamada eje polar.

**COORDENADA:** Se dice de las líneas que sirven para determinar la posición de un punto, y de los ejes o planos a que se refieren aquellas líneas.

**DATUM GEODESICO:** Un datum geodésico es una referencia de las medidas tomadas. En geodesia un datum es un conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre en base a los cuales las medidas de la posición son tomadas y un modelo asociado de la forma de la tierra (elipsoide de referencia) para definir el sistema de coordenadas geográfico. Datums horizontales son utilizados para describir un punto sobre la superficie terrestre. Datums verticales miden elevaciones o profundidades. En ingeniería y drafting, un datum es un punto de referencia, superficie o ejes sobre un objeto con los cuales las medidas son tomadas.

**ESCALA (cartográfica):** Es la relación matemática que existe entre las dimensiones reales y las del dibujo que representa la realidad sobre un plano o un mapa. Es la relación de proporción que existe entre las medidas de un mapa con las originales.

**ESFERA:** Sólido terminado por una superficie curva cuyos puntos equidistan todos de otro interior llamado centro. Superficie de este sólido. Círculo en que giran las manecillas del reloj. Clase o condición de una persona. Fulano es hombre de alta esfera. Salirse de su esfera. Ámbito, espacio a que se extiende o alcanza la virtud de un agente, las facultades y cometido de una persona, etc.

**GEOCENTRICO:** Pertenciente o relativo al centro de la Tierra. Pertenciente o relativo al geocentrismo. Se dice de la latitud y longitud de un planeta visto desde la Tierra.

**GEOREFERENCIACION:** Es un neologismo que refiere al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado. Este proceso es utilizado frecuentemente en los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

**LATITUD:** Dimensión menor de las dos principales que tienen las cosas o figuras planas, en contraposición a la mayor o longitud. Extensión de un reino, provincia o distrito. Distancia, contada en grados, que hay desde la Eclíptica a cualquier punto considerado en la esfera celeste hacia uno de los polos. Distancia que hay desde un punto de la superficie terrestre al Ecuador, contada en grados de meridiano.

**LONGITUD:** Magnitud física que expresa la distancia entre dos puntos. Su unidad en el Sistema Internacional es el metro. Mayor dimensión lineal de una superficie plana. Arco de la Eclíptica, contando de Occidente a Oriente y comprendido entre el punto equinoccial de la constelación de Aries y el círculo perpendicular a ella, que pasa por un punto de la esfera. Distancia expresada en grados, entre el meridiano de un punto y otro tomado como referencia en el Ecuador.

**MAPA:** Es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio generalmente sobre una superficie bidimensional, pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos. El que el mapa tenga propiedades métricas significa que ha de ser posible tomar medidas de distancias, ángulos o superficies sobre él, y obtener un resultado lo más exacto posible.

**MERIDIANO:** Pertenciente o relativo a la hora del mediodía. Clarísimo, luminosísimo. Luz meridiana. Círculo máximo de la esfera celeste, que pasa por los polos del mundo y por el cenit y nadir del punto de la Tierra a que se refiere. Cada uno de los círculos máximos de la esfera terrestre que pasan por los dos polos. Cada uno de los semicírculos de la esfera terrestre que van de polo a polo. Línea de intersección de una superficie de revolución con un plano que pasa por su eje. Especie de sofá sin respaldo ni brazos, que se utiliza como asiento y también para tenderse en él.

**NORTE MAGNETICO:** Es la dirección que señala la aguja imantada de una brújula, la del polo norte magnético, dirección que no coincide con la del Polo Norte geográfico, excepto en los puntos del hemisferio norte situados en el mismo meridiano que el norte magnético.

**NORTE VERDADERO:** Es un término de navegación que se refiere a la dirección del Polo Norte en relación con la posición del navegante. Este concepto fue descubierto y reportado por el chino Shen Kuo en el siglo XI.

**ORTOFOGRAFÍA:** (del griego Orthós: correcto, exacto) es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico.

**PARALELO:** Dicho de dos o más líneas o planos: Equidistantes entre sí y que por más que se prolonguen no pueden encontrarse. Correspondiente o semejante. Cotejo o comparación de una cosa con otra. Comparación de una persona con otra, por escrito o de palabra. Cada uno de los círculos menores paralelos al Ecuador, que se suponen descritos en el globo terráqueo y que sirven para determinar la latitud de cualquiera de sus puntos o lugares. Cada uno de los círculos que en una superficie de revolución resultan de cortarla por planos perpendiculares a su eje. Trincheras con parapeto, que abre el sitiador paralelamente a las defensas de una plaza.

**POLAR:** Pertenciente o relativo a los polos.

**PROYECCIÓN CARTOGRAFICA:** Es un sistema de representación gráfico que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana (mapa). Estos puntos se localizan auxiliándose en una red de meridianos y paralelos, en forma de malla. La única forma de evitar las distorsiones de esta proyección sería usando un mapa esférico pero, en la mayoría de los casos, sería demasiado grande para que resultase útil.

**RUMBO:** Dirección considerada o trazada en el plano del horizonte, y principalmente cualquiera de las comprendidas en la rosa náutica. Camino y senda que alguien se propone seguir en lo que intenta o procura. Losange con un agujero redondo en el centro. Agujero que se hace o se produce en el casco de la nave. Pedazo de tabla que se echa en el costado o en la cubierta de la nave cuando se ve que aquella parte no es capaz de recibir estopa.

**SIG:** Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés Geographic Information System) es una integración organizada de hardware, software y datos

geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica.

**TOPONIMO:** Es una disciplina de la onomástica que consiste en el estudio etimológico de los nombres propios de un lugar. El término «toponimia» deriva etimológicamente del griego τόπος (tópos, «lugar») y ὄνομα (ónoma, «nombre»).

**ANEXOS**

## Anexo I

### CARTOGRAFIA PARTICIPATIVA

#### -OSM OpenStreetMap-

El objetivo de este ejercicio es participar en una iniciativa de levantar cartografía en el colaborativo de usuarios en línea.

**OpenStreetMap** (también conocido como OSM) es un proyecto colaborativo para crear mapas libres y editables. Para completar este ejercicio tiene que hacer mínimo 3 recopilaciones de datos en un lugar que conozca bien personalmente. Para completar el ejercicio tiene que entregar capturas de pantallas de los sitios antes y después de la recopilación de sus datos.

- Dirigirse a la página de OpenStreetMap <http://www.openstreetmap.org>
- Crear una nueva cuenta usuario (o usar la que ya tiene)
- Click en acceder (log in) a la pagina
- Leer el Guia del principiante.
- Usar la búsqueda para dirigirse a su ciudad o comunidad residencial
- Cambiar al registro “editar” (edit)
- Buscar en el mapa con las herramientas de navegación pan y zoom un sitio donde falta información cartográfica (vías, sitios de interés,...) y donde existe buena cobertura de imágenes satelitales.
- Tomar una captura de pantalla antes de hacer cambios.
- Sobre la imagen de satélite ahora puede o capturar nueva información (vía o sitio de interés) o Corregir un error
- Para finalizar toma captura de la pantalla del cambio y guarda el resultado.
- Cambiar al registro a crónica y ver los cambios en el diario (changeset)

## Anexo II

### CRÍTICA DE MAPAS

#### Indicaciones:

1. En la carpeta facilitada contiene 9 mapas.
2. Analice cada uno de estos mapas, para cada uno, explique qué opina en términos de calidad, contestando como guía las siguientes preguntas:
  - a) ¿Qué tal está la calidad general del mapa?
  - b) ¿cuál es el mensaje? ¿Está bien transmitido?
  - c) ¿Está toda la información que permite entenderlo?
  - d) ¿Están presentes todos los elementos básicos de un mapa (orientación, leyenda?
  - e) ¿qué le parece la elección de los símbolos y colores?
  - f) ¿Qué tal la presentación general? ¿La estética?
  - g) ¿Cómo se podría mejorar el mapa? Si considera que se puede mejorar...
  - h) Otros aspectos que considere importantes.
3. Adicionalmente, investigue en Internet, en su base de datos personal o en colecciones de mapas y seleccione un mapa que considere de buena calidad y adjunte un recorte de pantalla del mismo. Explique en menos de **500 palabras** el por qué le parece de buena calidad.

### Anexo III

## CARTOGRAFÍA VECTORIZACIÓN SEMIAUTOMÁTICA

En el marco de esta tarea, usted va a vectorizar datos raster semiautomáticamente con la ayuda de un software de conversión. A través de varios conjuntos de datos de ejemplo usted se enfrentará con diferentes propiedades de imágenes.

### Objetivo

Después de la elaboración del ejercicio, usted debería estar capacitado para explicar cuáles propiedades son útiles y cuáles son un impedimento para la vectorización semiautomática.

El siguiente ejercicio fue desarrollado con la versión libre de WinTopo (bajar de internet). Esta Shareware Tool, referido a su volumen de funciones, se encuentra más bien en el extremo inferior de los productos actuales raster-a-vector (=R2V) presentes en el mercado.

### Descripción del ejercicio

Usted tiene que vectorizar las estructuras lineales de las imágenes METALAND.TIF, CONTOUR.TIF, SRILANKA.TIF usando WinTopo. El proceso de la vectorización está descrito para el imagen SRILANKA.TIF:

1. Abre el imagen SRILANKA.TIF (File/Open Image) en WinTopo.
2. Elimina todos los rótulos (Eraser o Erase by Rectangle Selection)
3. Corre el proceso de la vectorización (Vector/One-Touch Vectorization).
4. Explore las diferentes opciones de ajuste en los valores de tolerancia (Vector/Set One-Touch Options)!
5. Identifique áreas en las que el resultado de la vectorización no es limpio (líneas interrumpidas, líneas dobladas, etc.)
6. Prepare la imagen lo mejor posible: Filtre elementos de pixels irritantes ( Image/Thinning Methods...), elimine las informaciones no necesarias (Eraser) y agregue información donde falta (Draw Pixels with Pen). Aviso: Usa la herramienta de Zoom para identificar estas áreas. No se espera un resultado "perfecto"!
7. Adapte las opciones de ajuste (Vector/Set One-Touch Options) si es necesario y corre la vectorización otra vez.
8. Exporte el resultado como shapefile (File/Save Vector as ...)

Ahora describa su procedimiento en la vectorización para los demás imágenes METALAND.TIF y CONTOUR.TIF.

## Anexo IV

### ESCALAS CARTOGRÁFICAS

La escala es una fracción, cuyo numerador es la unidad y el denominador una cifra que da nombre a la escala e indica las veces que debe repetirse el numerador. Para obtener la representación.

#### Ejemplo:

$$1:1000000; 1/100000 \text{ ó } \frac{1}{100000}$$

El ejemplo indica que un cm. en el papel nos representaría un millón de cm. en un terreno.

#### Ejercicios:

- 1 ¿Qué distancia real medida en kilómetros hay entre dos ciudades que están separadas por 40 cm en un mapa a escala 1:500.000?
- 2 ¿A cuántos kilómetros corresponden 15 centímetros en un mapa a escala 1:50.000?
- 3 ¿Si en un mapa a escala 1: 50.000 dos puntos están separados por 20 cm, ¿cuántos cm los separarán en un mapa a escala 1:100.000?
- 4 Construir la escala gráfica de un mapa cuya escala numérica es 1:25.000.
- 5 Si en la escala gráfica de un mapa 1 kilómetro equivale a 4 centímetros, ¿cuál es la escala numérica de ese mapa?
- 6 ¿Cuál es la escala en la que está construido un mapa sabiendo que 80 km en la realidad vienen representados por 2 cm en el mapa?
- 7 La escala a la que está construido un mapa es 3:700.000 ¿Cuál será la separación real existente entre dos puntos que en el mapa distan 12 cm?
- 8 Dos personas se hallan separadas por una distancia de 1500m ¿Cuál sería la distancia a la que habría que dibujarlas en un mapa a escala 1:6000?
- 9 ¿A qué escala está construido un mapa sabiendo que 900 hm en la realidad vienen representados por 5 cm en el mapa?
- 10 ¿A qué escala está dibujado el plano de la fachada de un edificio de 30 metros de altura, si en el dibujo mide 15 cm? Si dibujo el plano del mismo edificio a escala 1:100 ¿el dibujo será mayor o menor que el anterior? ¿por qué?
- 11 En un plano a escala 1:120 la superficie de un piso es de 75 cm<sup>2</sup>. ¿Cuántos metros cuadrados tiene el piso en la realidad? Si la cocina, que es rectangular, mide (en el plano) 3 cm de ancho y 6 cm de largo. ¿Cuál es su superficie real?

## Anexo V

### RUMBO Y AZIMUT

1. Grafique los siguientes rumbos:

- Rumbo OA N 25° 30' W
- Rumbo OB S 85° 00' W
- Rumbo OC S 00° 30' E
- Rumbo OD S 30° 30' E
- Rumbo OE N 45° 00' E
- Rumbo OF N 90° 00' W
- Rumbo OG N 90° 00' E
- Rumbo OH S 45° 00' E
- Rumbo OI N 60° 30' E
- Rumbo OJ S 30° 00' W

2. Grafique los siguientes Azimutes:

- $AZ_{OA} = 00^{\circ} 30'$
- $AZ_{OB} = 30^{\circ} 30'$
- $AZ_{OC} = 60^{\circ} 00'$
- $AZ_{OD} = 90^{\circ} 30'$
- $AZ_{OE} = 70^{\circ} 00'$
- $AZ_{OF} = 120^{\circ} 00'$
- $AZ_{OG} = 190^{\circ} 30'$
- $AZ_{OH} = 200^{\circ} 00'$
- $AZ_{OI} = 300^{\circ} 30'$
- $AZ_{OJ} = 350^{\circ} 00'$