



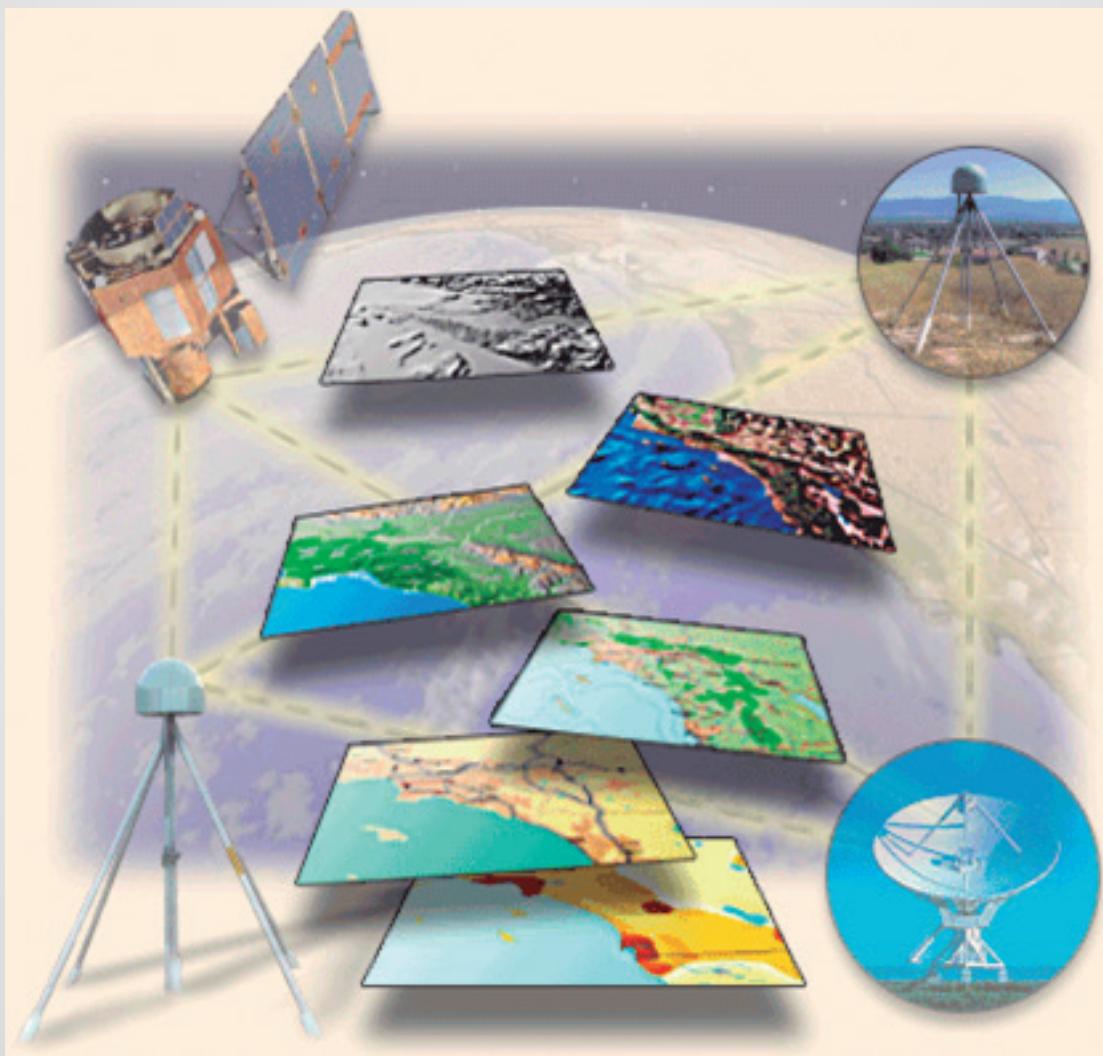
# CARTOGRAFÍA BÁSICA Y DIGITAL CON ÉNFASIS EN RECURSOS NATURALES

HUGO LADINO VARGAS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

# Cartografía básica y digital con énfasis en recursos naturales



Fuente: <http://geoinnova.org/mapas-a-la-carta-y-sistemas-de-informacion-geografica/>

# CARTOGRAFÍA BÁSICA Y DIGITAL CON ÉNFASIS EN RECURSOS NATURALES

Hugo Ladino Vargas



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA

Ladino Vargas, Hugo

Cartografía básica y digital con énfasis en recursos naturales / Hugo Ladino Vargas – Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2016.

74 páginas, ilustraciones, mapas, gráficas.

Incluye referencias bibliográficas y glosario

ISBN 978-958-631-950-8

1. Cartografía 2. Cartografía -- Enseñanza 3. Mapas -- Proyecciones 4. Distancias-mediciones I. Universidad Santo Tomás (Colombia).

CDD 526

Co-BoUST



© Hugo Ladino Vargas

© Universidad Santo Tomás

Ediciones USTA

Carrera 9 No.51-11

Edificio Luis J. Torres sótano 1

Bogotá D.C., Colombia

Teléfono: (+571) 5878797, ext. 2991

editorial@usantotomas.edu.co

<http://ediciones.usta.edu.co>

Dirección editorial: Matilde Salazar Ospina

Coordinación de libros: Karen Grisales Velosa

Asistente editorial: Andrés Felipe Andrade

Corrección de estilo: Fredy Javier Ordóñez Arboleda

Diagramación: Emilio Simmonds

Hecho el depósito que establece la ley

ISBN: 978-958-631-950-8

Primera edición: 2016

Todos los derechos reservados

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra,  
por cualquier medio, sin la autorización previa por  
escrito de los titulares.

# Contenido

Introducción	6
UNIDAD 1	
Cartografía básica	8
CAPÍTULO 1. Forma de la Tierra y la cartografía	9
CAPÍTULO 2. Sistema de proyecciones, sistema magna-sirgas y mapas	26
UNIDAD 2	
Cartográfico digital	44
CAPÍTULO 1. Proceso de la cartografía digital	45
UNIDAD 3	
Aplicabilidad de la cartografía digital en los recursos naturales	55
GLOSARIO	59
LINK VIDEOS	68
WEBGRAFÍA	69
GLOSARIO DE MAPAS	70
BIBLIOGRAFÍA	71

# Introducción

---

A lo largo de la historia hemos visto cómo la evolución del ser humano ha traído como consecuencia la aplicación de técnicas que buscan mejorar la calidad de vida, minimizando los tiempos invertidos en diferentes labores. Cuando se trataba de supervivencia, el hombre realizaba pequeños trazos para identificar su hábitat y con esto los lugares en donde encontraba alimento, zonas de caza y agua; de esta forma, las representaciones fueron avanzando sin una buena metodología científica. Luego cuando la concepción del mundo cambió, se empezaron a hacer representaciones cartográficas más precisas.

En el siglo XXI la aplicación de la tecnología a esta disciplina se ha convertido en una parte fundamental, ya que ha optimizado procesos y mejorado la calidad del producto final. Esta herramienta es primordial porque nos provee información que puede afectar a múltiples disciplinas, y si bien ayuda en la parte de ubicación espacial, también puede mostrar el impacto antrópico y natural a lo largo del

tiempo sobre un recurso y permite la ordenación del territorio, dando soluciones oportunas a diferentes problemáticas. El objetivo es reunir, procesar y analizar información geográfica espacial, gracias a la intervención de profesionales con conocimientos sobre la Tierra que velan para que todos los elementos sean entendibles y claros por medio de mapas (que son la expresión resultante de los conocimientos geográficos y es la herramienta con la que se describe la Tierra y todo lo que está contenido en ella).

La cartografía digital abre la puerta para que en Colombia se trabaje de manera avanzada sobre su territorio y suministre el conocimiento cartográfico a todo aquel que requiera de este. En la actualidad es más importante el análisis espacial, que permite la solución a conflictos por uso del suelo, invasión del territorio, ordenación de cuencas, delimitación de poblaciones, impacto de un proyecto en general, etc. De esta manera, la correcta aplicación de esta ciencia se convierte en insumo fundamental para el desarrollo del país.

En este módulo se tratan los siguientes temas:

- Cartografía básica
- Proceso de cartografía digital
- Aplicabilidad de la cartografía básica y digital en los recursos naturales.

# Introduction

---

Throughout history we have seen how human evolution has resulted in the application of techniques seeking to improve the quality of life, minimizing the time spent on different tasks. When it is about survival, man has performed small strokes to identify his habitat and with it the places where finding food, hunting zones and water. In this way the former Representations were advancing without a good scientific methodology. Then when the world view began to change, more accurate cartographic representations were developed.

In the XXI century the Application of Technology in This discipline has become a fundamental part, optimizing processes and improving the quality of basic final product. This tool is essential because it provides information that can affect multiple disciplines, making possible the spatial location as well as Showing

The anthropic and natural resources impact through the time, allowing Planning and Giving Different appropriate problem solutions. The goal is to gather, process and analyze spatial • geographic Information Where Earth expert professionals are involved ensuring that all elements are understandable and clear through maps, which are the expression of geographical knowledge and the tool to describe the Earth and everything that is contained in it.

Digital mapping opens the door for Colombia advance work over its territory through simple and accurate mapping providing Information to facilitate the cartographic knowledge to everyone who requires it. Nowadays spatial analysis has become determining at local, regional and national level allowing the Solution of land Use Conflicts, invasion, watershed management, delimitation of populations, and impact Projects in general; turning this science into an essential input for the development of the country since its right application leads to its Improvement.

In itself, this module covers the following topics:

- Basic cartography
- Digital mapping process
- Applicability of basic and digital mapping Natural Resources.

## UNIDAD 1

# Cartografía básica



Fuente: <http://doctor-bastida-blog.blogspot.com/2013/08/la-bitacora.html>

# CAPÍTULO 1

## Forma de la Tierra y la cartografía

### Sumario

#### Conocimiento previo

- 1.1 Aspectos generales de la historia de la cartografía  
(Anexo No. 1. Línea del tiempo- Historia de la Cartografía, Archivo en pdf).
- 1.2 Definiciones de la cartografía
- 1.3 Forma de la tierra
- 1.4 Sistema de coordenadas geográficas
- 1.5 Sistema de coordenadas planas
- 1.6 Relación entre husos horarios y longitud
- 1.7 Definición de escala
- 1.8 Ejercicios prácticos

# Conocimiento previo

A modo de autoevaluación, responda las siguientes preguntas para verificar su conocimiento previo sobre el tema.

1. ¿Diferencia entre geoide y elipsoide?
2. ¿Qué son coordenadas geográficas y coordenadas planas?
3. ¿Qué es escala?
4. Las coordenadas \_\_\_\_\_ son medidas en grados, minutos y segundos.

# Soluciones

1. La diferencia entre geoide y elipsoide es que el primero es la superficie física de la Tierra que se define mediante la gravedad; por otra parte aunque el elipsoide presenta el mismo tamaño, este último está definido por el radio ecuatorial y polar.
2. Las coordenadas geográficas son una red de líneas imaginarias que facilitan la ubicación o el posicionamiento de un punto sobre la superficie de la Tierra.  
Las coordenadas planas permiten ubicar un punto sobre un plano y están compuestas por una serie de líneas verticales y horizontales que se intersectan.
3. La escala es la relación que existe entre la medida de un mapa y el terreno, conociendo la medida de uno se conocerá su correspondiente en el otro.
4. Las coordenadas *geográficas* son medidas en grados, minutos y segundos.

## 1.1 Aspectos generales de la historia de la cartografía

El hombre necesitaba plasmar su entorno identificando los puntos que eran vitales para su supervivencia. Con el paso del tiempo las técnicas utilizadas mejoran, y esto permite construir herramientas cada vez más precisas. Hace 4500 años un río era representado sobre una placa de barro por los babilonios, luego China inició las representaciones cartográficas con criterios matemáticos, los griegos representaban su territorio y los incas guardan en su historia mapas de relieve hechos en lodo.

Al tratar de representar la superficie de la Tierra, el hombre se preguntó: ¿Qué es lo que tengo que representar realmente? Se encontró con que la Tierra no era cuadrada, como muchos llegaron a afirmar, sino que tenía una forma redonda o esférica. Con el tiempo se encontró que la Tierra no adoptaba la forma exacta de una esfera, sino que tenía una forma especial y única, achatada hacia la zona polar; a esta se le dio el nombre de *geoide* en 1687 por Isaac Newton.

La cartografía ha ajustado sus técnicas y ha logrado representar la realidad en tres dimensiones con base en aerofotografías e imágenes satelitales; esta representación de la superficie terrestre sobre un plano sintetiza el quehacer de la cartografía<sup>1</sup>.

Colombia no ha sido ajena a los nuevos progresos cartográficos y hoy se ufana de tener un instituto en donde la elaboración de las cartas geográficas está a la altura de las más avanzadas naciones; un ejemplo de esto es el avance de las técnicas cartográficas con base en la fotografía aérea y en los aparatos para la interpretación y restitución de las fotografías.

Para ampliación del tema, está el material audiovisual número 1.1 Historia de la cartografía que se encuentra en la webgrafía.

Ver Anexo 1. Línea del tiempo. Historia de la Cartografía (archivo en pdf).

## 1.2 Definición de la cartografía

Es la representación gráfica de elementos espaciales, plasmados sobre un plano, utilizando un sistema de proyección y una relación proporcionalada entre el terreno y un mapa. La preparación va desde la planeación

<sup>1</sup> Información tomada del material audiovisual producción cartográfica (IGAC, 2009).

hasta su impresión manejando la información de forma estructurada y precisa. la siguiente figura:

**Figura 1.1. Elementos de la cartografía**



Fuente: <http://www.euskonews.com/0254zbk/gaia25404es.html>

Amplía esta información con el material audiovisual número 1.2 Definición cartografía.

### 1.3 Forma de la Tierra

En la Antigüedad se creía que la Tierra tenía la forma de un bloque que flotaba en el agua; sin embargo, esta percepción ha cambiado. Se dijo luego que era un cuerpo redondo como una naranja, una esfera, un cuerpo ovalado en el ecuador achataido<sup>2</sup> en los polos, un cuerpo en forma de pera, e incluso se llegó a comparar con la forma amorfa de una papa.

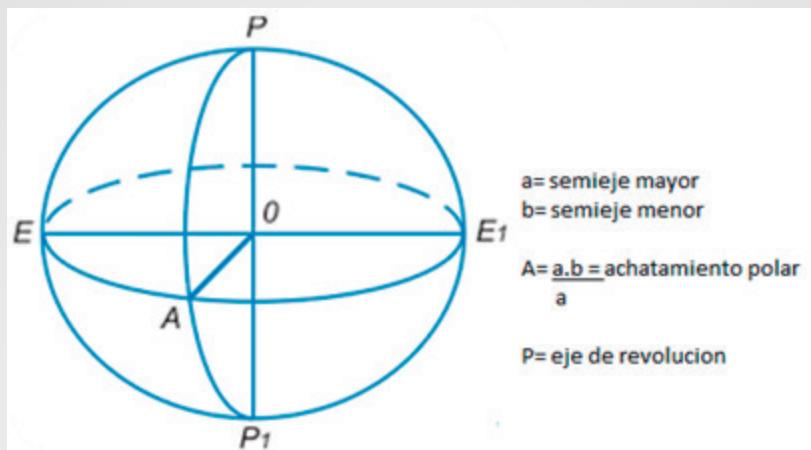
De acuerdo con lo anterior, la Tierra se comporta como un cuerpo cuasiesférico no rígido y su forma se renueva imperceptiblemente de manera dinámica por la acción de fuerzas internas y externas de las que resultan una serie de irregularidades en la superficie; por lo tanto, no es una figura modelable matemáticamente (teniendo en cuenta que la Tierra tiene accidentes). Se ha aceptado que la figura geométrica que se aproxima a la verdadera forma de la Tierra es el *elipsoide*<sup>3</sup> de revolución, figura que permite calcular dimensiones y realizar mediciones sobre esta, tal como se muestra en la figura 1.2.

<sup>2</sup> Achatamiento: está definido por  $f=(a-b)/a$  donde  $a$  y  $b$  son los semiejes mayor y menor respectivamente. Ver la figura 1.2.

<sup>3</sup> Elipsoide: se obtiene al girar una elipse en torno al semieje menor.

Ahora bien, el concepto de la forma de la Tierra ha evolucionado a través de los años y se ha acercado cada vez más a la realidad con la invención del Sistema Global de Navegación Satelital (GNSS) (concepto en el que más adelante profundizaremos).

**Figura 1.2. Elipsoide de revolución**



Fuente: [www.preceden.com/timelines/16727-historia-de-la-geodesia](http://www.preceden.com/timelines/16727-historia-de-la-geodesia) [en la imagen, revolución]. Para mayor comprensión del tema, por favor ver material audiovisual número 1.3 mapa terrestre gravitacional.

## 1.4 Sistema de coordenadas geográficas

Un principio fundamental de la cartografía es la determinación de un sistema de coordenadas geográficas (líneas imaginarias de referencia; latitud o paralelos y longitud o meridianos), con el objeto de determinar la ubicación o localización de un punto sobre la superficie terrestre.

**LATITUD:** Es una distancia que se mide en el sistema sexagesimal<sup>4</sup> (grados, minutos y segundos), a un lugar cualquiera de la superficie terrestre a partir de la línea del ecuador. Por lo tanto se habla de latitud norte (N) o latitud sur (S).

**LONGITUD:** Es la distancia medida en el sistema sexagesimal (grados, minutos y segundos), desde el meridiano de Greenwich, que fue denominado como punto o meridiano cero, a un lugar cualquiera de la superficie terrestre. Por lo tanto se habla de longitud oeste (W) y longitud este (E).

<sup>4</sup> Sistema sexagesimal: sistema de medida en base 60, es decir, cada medida se divide en sesenta subunidades, aplicable para uso de ángulos y tiempo.

Para determinar la posición de un lugar específico, es necesario conocer la longitud y latitud del punto de interés. Para este caso se ubicó el Parque Nacional Natural Tayrona, cuyas coordenadas son norte (N)  $11^{\circ} 19' 26''$  oeste (W)  $74^{\circ} 11' 60''$  como se muestra en la figura 1.3.

**Figura 1.3. Ubicación Parque Nacional Natural Tayrona**



Fuente: Google Earth, [www.turiscolombia.com](http://www.turiscolombia.com). En el link número 1.1 encontrará un enlace para verificar las coordenadas del Parque Nacional Natural Tayrona

**ALTITUD:** Es la distancia vertical de un punto que se puede medir sobre el elipsoide o geoide y que determina los metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.).

**HUSOS HORARIOS:** Existían múltiples meridianos de referencia, como el de España (San Fernando), Lisboa y París. Esta situación representaba inconvenientes para las personas que viajaban y, con el desarrollo de los sistemas de transporte, la problemática se agudizó. En 1884 Estados Unidos organizó la Conferencia Internacional del Meridiano, donde las potencias escogieron el observatorio de Greenwich como Meridiano Cero Oficial, se dividió la Tierra en veinticuatro (24) husos horarios, que al dividirse en  $360^{\circ}$  da como resultado  $15^{\circ}$  para cada huso. Estos se emplean para señalar la diversidad de horario en diferentes sitios de la Tierra, tal como se muestra en la figura siguiente.

**Figura 1.4. Husos horarios**



Fuente: Las historias de Doncel.

Para ampliar la información, revise el material audiovisual 1.4 Husos horarios.

## 1.5 Sistema de coordenadas planas

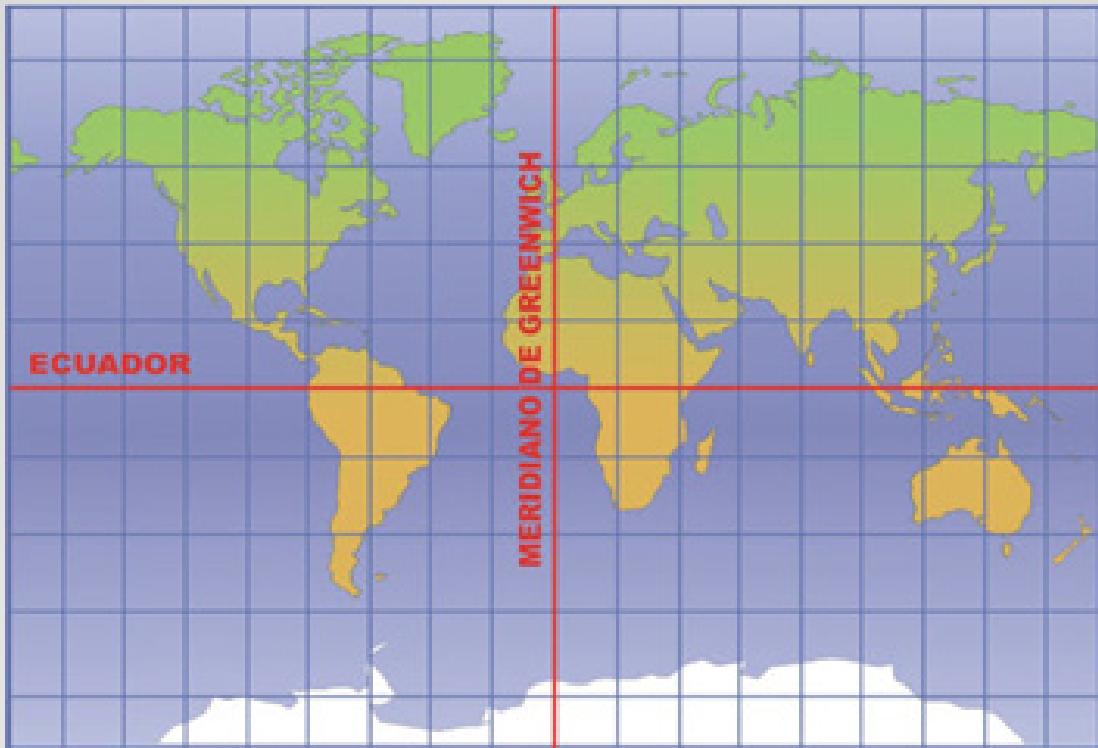
Representar a la Tierra o parte de ella en un *plano*<sup>5</sup> es complejo. Para esto es necesario utilizar un sistema de *proyección*<sup>6</sup> que permita hacer otro tipo

de coordenadas diferentes a las geográficas; estas son las coordenadas planas, las cuales están constituidas por una serie de líneas verticales —latitud norte (N) y latitud sur (S)— y horizontales —longitud este (E) y longitud oeste (W)—, que se cruzan, formando una cuadricula, y permiten definir la posición de un punto sobre el mapa, como se muestra en la figura 1.5.

<sup>5</sup> Plano: herramienta utilizada para representar superficies de menor escala.

<sup>6</sup> Proyección: transformación realizada para representar al globo en un plano.

**Figura 1.5. Representación de coordenadas planas**



Fuente: Blog magister XXI.

Para el caso de Colombia, los orígenes de las coordenadas geográficas son  $74^{\circ} 04'51''$  30 de longitud oeste (W) de Greenwich (Gr) y el paralelo  $4^{\circ} 35' 56''$  57 de latitud norte (N); para estas referencias se han adoptado tanto en sentido longitudinal ( $Y = 1.000.000$  m), como en el sentido latitudinal ( $X = 1.000.000$  m), que corresponde a las coordenadas geográficas del Observatorio Astronómico Nacional (según la proyección conforme de Gauss, término que se amplía en la unidad 2).

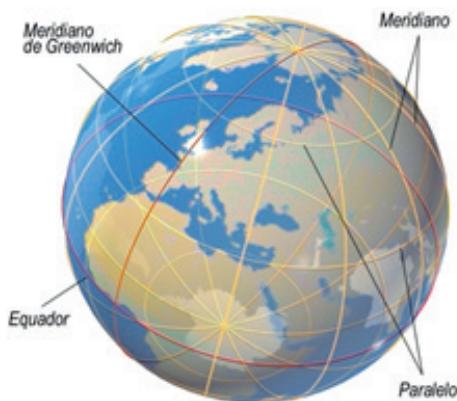
## 1.6 Relación entre husos horarios y longitud

La tierra es una esfera en continuo movimiento: gira sobre su eje dando una vuelta 24 horas; da una vuelta alrededor del Sol en un lapso muy cercano a los 365 días y tiene un movimiento que hace junto con el sol y los demás planetas del Sistema Solar.

Los lugares ubicados sobre un mismo meridiano tienen igual hora y los que se encuentran en diferente meridiano presentan una hora diferente.

La longitud no solo se utiliza para determinar distancias, también es fundamental para formulación de los husos horarios, ya que está estrechamente relacionada con el tiempo debido a la rotación de la Tierra. Por ejemplo, en Venezuela es más tarde que en Colombia debido a que esta pasa primero frente al sol, tal como se muestra en la figura 1.6 de meridianos y paralelos y como en el material audiovisual número 1.5 Coordenadas geográficas que encontrara en la webgrafía.

**Figura 1.6. Esfera terrestre**



Fuente: [www.keywordpicture.com](http://www.keywordpicture.com).

## 1.7 Definición de escala

La escala es la relación que existe entre la distancia real de un terreno y su correspondiente representación en el mapa. Es uno de los componentes fundamentales en un mapa, ya que está directamente relacionado con el contenido, propósito, uso, dimensiones y precisión de este, así:

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D}$$

- 1 = La unidad adimensional (no tiene medida).
- E = Las veces en que se ha reducido una distancia para ser representada en el mapa.
- d = Distancia correspondiente en el mapa.
- D = Distancia correspondiente en el terreno.

$$\text{Escala} = \frac{1}{E} = \frac{\text{Distancia sobre el mapa}}{\text{Distancia sobre el terreno}}$$

La escala se escribe en forma de razón, donde el antecedente indica el valor del plano, y el consecuente, el valor de la realidad. Por ejemplo la escala 1:50 significa que 1 es lo que representa y el número 50 es lo que representa en la realidad; por lo tanto, la escala es una expresión que no presenta unidad.

Es importante aclarar que, en la escala de un mapa, el numerador indica la unidad y el denominador, las veces que se ha reducido la unidad de distancia en el terreno para lograr plasmarla en el mapa —como se explicó antes en la fórmula—. Por lo tanto, cuanto más grande sea el denominador, la cobertura del terreno será mayor, y, por el contrario, cuanto menor sea el denominador, más detallados se verán los elementos geográficos del mapa. Dicho de nuevo: cuanto mayor sea la escala, usted observará más elementos geográficos en el mapa (mayor extensión del terreno), y, a menor escala, se observarán con mayor detalle los elementos geográficos espaciales (menor resolución); los elementos serán más claros, pero la información espacial disminuirá. En la figura 1.7 se presenta un ejemplo de la misma zona en diferentes escalas.

**Figura 1.7. Zona a diferentes escalas**



Fuente: <http://www.claseshistoria.com>

En la figura 1.8 se presenta un ejemplo de escala en el mapa y en el terreno, en donde se observa la distancia (D) entre la laguna (a) y el casco urbano (b). Se sabe que la distancia sobre el terreno son 5 kilómetros (km), y en el mapa es de 9,7 centímetros (cm). Calcular la escala del mapa.

Lo primero que se debe realizar es unificar unidades:

$$1. \ 5 \text{ km} \rightarrow \text{m}$$

$$D = 5 \cancel{\text{ km}} \times \frac{1.000 \cancel{\text{ m}}}{1 \cancel{\text{ km}}}$$

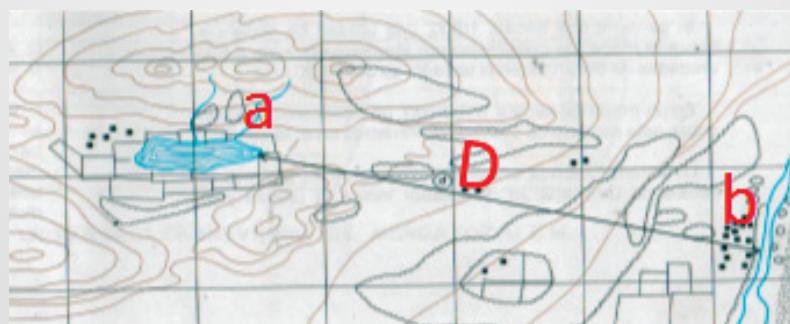
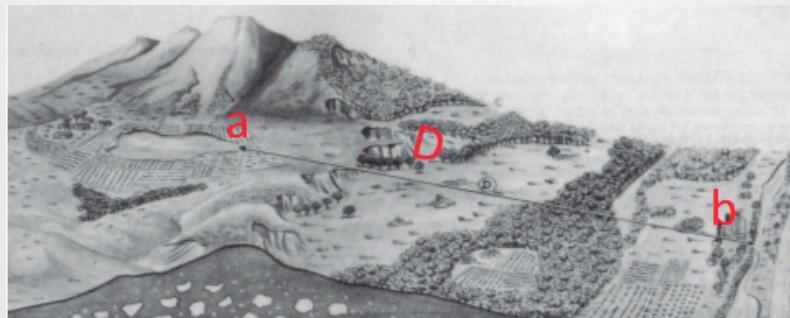
$$D = 5.000 \text{ metros (m)}$$

$$2. \ 5.000 \cancel{\text{ m}} \rightarrow \text{cm}$$

$$D = 5.000 \text{ m} \times \frac{100 \cancel{\text{ cm}}}{1 \cancel{\text{ m}}}$$

$$D = 500.000 \text{ centímetros (cm)}$$

**Figura 1.8. Ejercicio de escala**



Fuente: *El uso de mapas y fotografías aéreas* (IGAC).

La distancia (D) entre la laguna (a) y el casco urbano (b) es de 500.000 centímetros (cm) en el terreno. Entonces la solución del ejercicio es la siguiente:

$$\frac{1}{E} = \frac{9.7 \text{ cm}}{500.000 \text{ cm}}$$

$$E = 51.546$$

La escala de la imagen es de 1:51.546.

## Representación de escalas

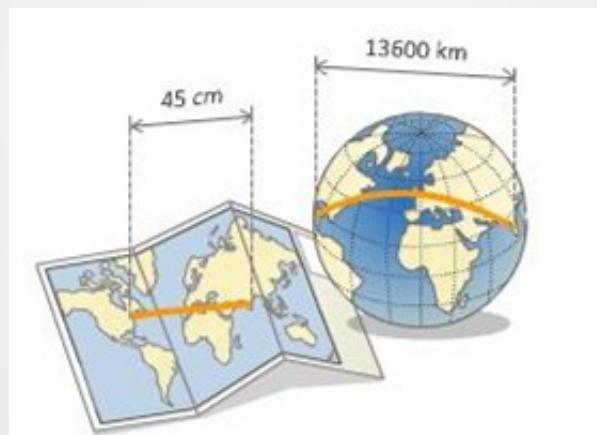
La escala de los mapas puede ser representada de tres maneras:

### a. Escala numérica

Relación entre representación y medida real.

Determina la relación entre las distancias reales y las medidas del plano o mapa, como lo muestra la figura 1.9 del mapa de Colombia:

**Figura 1.9. Escala numérica**



Fuente: <http://geohistorias.wikispaces.com/>

En la imagen la escala se puede hallar de la siguiente forma:

$$D = 13.600 \text{ km (kilómetros)}$$

$$d = 45 \text{ cm (centímetros)}$$

$$E = ?$$

1. Convertir  $\text{km} \rightarrow \text{m (metros)}$

$$E = 13.600 \text{ km} \times \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}}$$

$$E = 13.600.000 \text{ m}$$

2. Convertir  $m \rightarrow cm$  (centímetros)

$$E = 13.600.000 \cancel{m} \times \frac{100 \cancel{cm}}{1 \cancel{m}}$$

$$E = 1.360.000.000 \text{ cm}$$

$$E = \frac{1.360.000.000 \cancel{\text{cm}}}{45 \cancel{\text{cm}}}$$

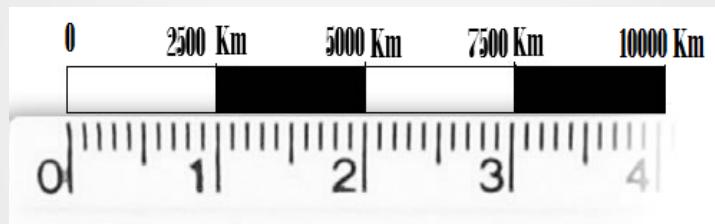
$$E = 30.222.222$$

La escala de la imagen es 1:30.222.222.

### a. Escala gráfica

Indica que un centímetro en el mapa representa 2500 kilómetros en terreno, así como se ve en la figura 1.10.

**Figura 1.10. Escala gráfica**



Fuente: Elaboración del autor.

### Ejemplos

- Una escala 1/10 significa que una unidad de distancia medida sobre un mapa representa 10 unidades de distancia centímetro sobre el terreno; por ejemplo, un centímetro en el mapa corresponde a 10 centímetros en el terreno.
- Si se tiene una escala 1/100.000, un centímetro medido sobre el mapa representa cien mil centímetros en el terreno.
- Si se tiene una escala 1/500, una unidad de distancia sobre el mapa (un centímetro por ejemplo) equivale a 500 unidades de distancia en el terreno —es decir 500 centímetros—<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Información obtenida de *Fundamentos de cartografía en los recursos naturales*.

## Aclaración

### Conversión de unidades

Para hacer una conversión, el punto de partida son las unidades que se tienen y lo que solicitan (factores de conversión), como se desarrolla en el siguiente ejercicio:

a.  $3\text{ m}(\text{metros}) \rightarrow \text{km}(\text{kilómetros})$

$$3\cancel{\text{m}} \times \frac{1\cancel{\text{km}}}{1.000 \cancel{\text{m}}} = 0,003 \text{ km}$$

En el ejercicio se tomó como valor 1.000 metros (m), que equivalen a 1 kilómetro (km); en este caso se convirtió una unidad menor a una mayor. Ahora se planteará un caso diferente en el siguiente ejemplo:

b.  $1.285\text{ m}(\text{metros}) \rightarrow \text{mm}(\text{milímetros})$

$$1.285\cancel{\text{m}} \times \frac{1.000\cancel{\text{mm}}}{1\cancel{\text{m}}} = 285.000 \text{ mm}$$

Para el ejercicio anterior se inicia conociendo cuál es la equivalencia de 1 metro (m) en milímetros (mm): 1000 milímetros (mm); entonces se multiplica y así finaliza la conversión. De estos dos ejercicios se puede concluir que, al convertir una unidad mayor a una menor, se debe multiplicar; para el caso contrario (una unidad menor a una mayor), se debe dividir.

Para mayor comprensión del tema, ver el material audiovisual número 1.6 Conversión de unidades de longitud.

### Tener en cuenta:

Para despejar una variable, se deben tener en cuenta tres reglas:

1. El coeficiente de la variable es 1.
2. El exponente de la variable debe ser 1.
3. La variable debe estar con signo positivo.

Un ejemplo de lo explicado anteriormente es el siguiente:

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D}$$

Se quiere despejar la variable D, que está en el denominador; se pasa a multiplicar, entonces quedaría:

$$D = d \times E$$

Otro método para despejar la ecuación es multiplicar en los dos lados de la variable d, así:

$$E \times d = \frac{D \times d}{d}$$

Al multiplicar por la variable d, se puede simplificar de la siguiente manera:

$$E \times d = D$$

A continuación se plantean ejercicios de escala para un mejor entendimiento del tema:

## 1.8 Ejercicios prácticos

Problema 1: ¿A cuánto equivalen 2.000 metros (m) del terreno en distancia sobre el mapa, si la escala es 1: 25.000?

Verificación

$$E = 25.000$$

$$D = 2.000 \text{ m}$$

$$d = ?$$

$$\text{Luego } d = \frac{D}{E}$$

$$d = \frac{200.000 \text{ cm}}{25.000} = 8 \text{ cm}$$

Los 8 centímetros (cm) en el mapa, en escala 1: 25.000, equivalen a 2.000 metros (m) en el terreno.

Problema 2: En un mapa de escala 1: 10.000 la separación entre dos municipios, A y B, es de 11 centímetros (cm); ¿a qué distancia se hallan dichos lugares en el terreno?

### Verificación

$$E = 10.000$$

$$d = 11 \text{ cm}$$

$$D = ?$$

Luego  $D = E \times d$

$$D = 10.000 \times 11 \text{ cm} = 110 \text{ m}$$

$$D = 1,1 \text{ km}$$

Los dos municipios se encuentran a una distancia de 1,1 kilómetros (km).

Problema 3: ¿Qué distancia en kilómetros (km) existe entre dos ciudades que están separadas por 50 centímetros (cm) en un mapa escala 1:500.000?

### Verificación

$$E = 500.000$$

$$d = 50 \text{ cm}$$

$$D = ?$$

Luego  $D = E \times d$

$$D = 500.000 \times 50 \text{ cm} = 25.000.000 \text{ m}$$

$$D = 25 \text{ km}$$

Las dos ciudades están separadas por una distancia de 25 kilómetros (km).

# Resumen del capítulo

El objetivo de la cartografía es la representación gráfica de la superficie terrestre o parte de ella. Para comenzar, es fundamental conocer y entender términos como latitud, longitud (coordenadas geográficas), paralelos y meridianos (coordenadas planas), siendo esta la base para la comprensión de dicha disciplina.

Por otra parte se explica cómo se plasma una porción de terreno sobre una superficie plana, profundizando en los sistemas de proyección que se utilizan para esta finalidad, enfatizando en la metodología que se debe utilizar dependiendo del caso al que se vaya a aplicar; de esta manera, se busca elaborar mapas que contribuyan a satisfacer determinadas necesidades y darles un buen uso a las herramientas que nos permiten trabajar con mayor asertividad distancias en el plano.

# CAPÍTULO 2

## Sistema de proyecciones, sistema Magna-Sirgas y mapas

### Sumario

#### Conocimiento previo

- 2.1 Proyección cartográfica
- 2.2 Deformaciones
- 2.3 Clasificación sistema de proyección
- 2.4 Sistema Magnas-Sirgas
- 2.5 Definición de mapa

# Conocimiento previo

A modo de autoevaluación, responda las siguientes preguntas para verificar su conocimiento previo sobre este contexto.

1. \_\_\_\_\_: representación en un plano de la superficie terrestre
2. Indique tres sistemas de proyecciones
3. ¿Qué es un sistema de referencia geocéntrico?

# Solución conocimiento previo

1. Mapa: Representación en un plano de la superficie terrestre
2. *Proyección equivalente*  
*Proyección equidistante*  
*Proyección conforme*
3. El sistema de referencia geocéntrico es el datum que se utiliza para América Latina y el Caribe, coordina las acciones requeridas para medir una red geodésica precisa y el análisis de coordenadas por efectos de deformaciones.

## 2.1 Proyección cartográfica

Se llama proyección a la representación de una superficie curva sobre un plano. Se refiere a plasmar una parte de la superficie terrestre que debe transformarse en una superficie plana sin ningún tipo de distorsión. Esta proyección del mapa trae implícito un centro de proyección y un haz de rayos perspectivos; para este proceso se utilizan cámaras fotogramétricas con lente de alta distorsión, como se observa en la figura 2.1.

**Figura 2.1. Proyección ortogonal**



Fuente: [www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es).

Para mayor información, ver el material audiovisual 2.1 Proyección cartográfica.

## 2.2 Deformaciones

Toda representación plana de una superficie curva altera en mayor o menor grado sus elementos: distancias, ángulos, áreas o formas. De acuerdo con el tipo de proyección escogida, algunos elementos sufrirán mayores alteraciones que otros, pero todo sistema de proyección altera toda o parte de la superficie representada.

Conociendo las características del mapa a producir, se podrá escoger el sistema de proyección más adecuado. Para decidir qué sistema de proyección conviene emplear, es necesario conocer el objeto a que se destina el mapa y, lo que es más importante, las condiciones que debe satisfacer.

## 2.3 Clasificación de los sistemas de proyecciones

### Clasificación determinada por las cualidades métricas

La representación del globo al plano trae como consecuencia modificaciones en las propiedades geométricas: ángulos, superficies y distancias se verán afectadas. Las proyecciones se clasifican según la calidad que conservan:

- **Proyecciones conformes**

Conservan la forma. Describen las relaciones espaciales, representan las líneas perpendiculares de la cuadrícula con intersecciones en ángulos de 90 grados en el mapa y mantienen todos los ángulos. La desventaja es que el área delimitada por una serie de arcos puede distorsionarse. Ver la siguiente figura:

**Figura 2.2. Proyección conforme**



Fuente: [http://www.ign.es/ign/resources/cartografiaensenanza/conceptoscarto/descargas/conceptos\\_cartograficos\\_def.pdf](http://www.ign.es/ign/resources/cartografiaensenanza/conceptoscarto/descargas/conceptos_cartograficos_def.pdf)

## ● Proyecciones equivalentes

Mantienen el área de las entidades expuestas. Se distorsionan las siguientes propiedades: forma, ángulo y escala. En mapas de áreas pequeñas, la distorsión de las formas no es obvia y resulta difícil distinguirla. Ver figura 2.3.

**Figura 2.3. Proyección equiárea o equivalente**



Fuente: [http://www.ign.es/ign/resources/cartografiaensenanza/conceptoscarto/descargas/conceptos\\_cartograficos\\_def.pdf](http://www.ign.es/ign/resources/cartografiaensenanza/conceptoscarto/descargas/conceptos_cartograficos_def.pdf)

## ● Proyecciones equidistantes

Conservan las distancias a partir del centro de la proyección, pero no la forma ni las dimensiones. Ver figura 2.4.

**Figura 2.4. Proyección equidistante**



Fuente: [http://www.ign.es/ign/resources/cartografiaensenaza/conceptoscarto/descargas/conceptos\\_cartograficos\\_def.pdf](http://www.ign.es/ign/resources/cartografiaensenanza/conceptoscarto/descargas/conceptos_cartograficos_def.pdf)

## Clasificación determinada por la forma en la que se basa la proyección

A continuación se muestran tres tipos de proyecciones según la figura sobre la que se proyecta.

**Tabla 1. Proyecciones**

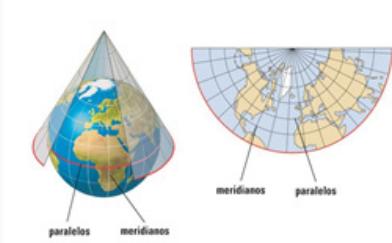
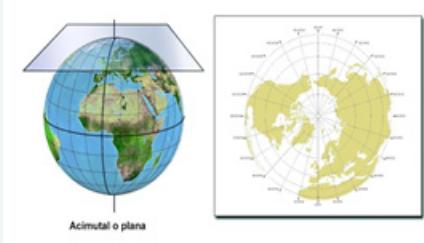
Imagen	Proyecciones cartográficas	Características
 Fuente: Blog geografía unida	Proyección cónica	<p>Representa uno de los dos hemisferios sur o norte. Se coloca un cono en uno de los extremos del planeta, y, en el mapa que resulta, los paralelos se representan por medio de arcos concéntricos y los meridianos son radios que parten del polo.</p> <p><b>Proyección cónica de Lambert:</b> se utiliza para hacer la cartografía de continentes pequeños. <i>Conserva las áreas pero no los ángulos.</i></p>
 Fuente: Universidad Nacional Abierta y a Distancia Elementos cartográficos básicos.	Proyección azimutal o plana	<p>Resulta al proyectar el globo terráqueo sobre una hoja de papel que estuviera en contacto con la superficie de dicho globo en un solo punto. Una ventaja de esta proyección es que <i>muestra la verdadera dirección entre dos puntos</i>; resulta útil para la navegación aérea.</p>

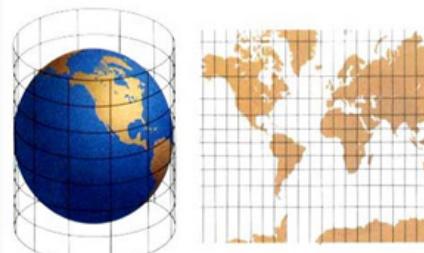
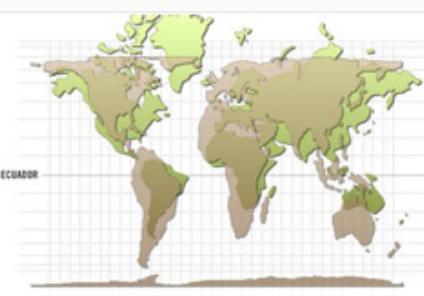
Imagen	Proyecciones cartográficas	Características
 <p>Fuente: Rincón del saber.</p>	Proyección cilíndrica	<p>Considera la superficie del mapa como un cilindro que rodea la Tierra tocándola en la parte del ecuador. Los paralelos y meridianos son líneas que se cortan perpendicularmente como si fuera un plano cartesiano. Esta proyección no se utiliza para regiones que están más allá de los 40° de latitud norte o latitud sur. Es muy exacta en las zonas ecuatoriales. <i>Mantiene la forma original del área representada, pero su tamaño y la distancia entre los objetos no corresponden a los reales.</i></p>
 <p>Fuente: Blog universitarios por los pueblos</p>	Proyección de Mercator	<p>Las áreas cercanas al ecuador no tienen deformaciones pero en las latitudes medias y altas el tamaño de los continentes aumenta. Fue ideada principalmente para la construcción de cartas marinas y en campo es la más usada. De gran importancia para generar un mapa continuo y conforme del mundo.</p>
 <p>Fuente: <a href="http://blogdegeografiadejuan.blogspot.com">http://blogdegeografiadejuan.blogspot.com</a></p>	Proyección de Peters	<p>El objetivo es representar el área con la máxima exactitud aunque las masas estén distorsionadas. En este caso, la extensión del continente europeo se ve más grande que en la realidad, ya que en la época de la conquista los europeos establecieron esta visión del mundo.</p>

Imagen	Proyecciones cartográficas	Características
 <p>Fuente: <a href="http://blogdegeografiadejuan.blogspot.com/">http://blogdegeografiadejuan.blogspot.com/</a></p>	Comparación entre proyección de Mercator y de Peters	

## 2.4 Elección del sistema de proyección

Depende de la forma, ubicación y extensión de la superficie que se quiere representar y del objetivo del mapa; por ejemplo, para los mapas de suelo o vegetación, es aconsejable que la proyección mantenga las áreas, y para los mapas geológicos, es importante que se conserven las direcciones de modo que se representen bien las grandes alineaciones de la Tierra, plegamientos, fallas, etc.

Al plasmar una porción de terreno sobre un plano, se debe realizar la conversión de coordenadas geográficas a planas o viceversa; para esto se utiliza el software Beta Magna Pro 3, una herramienta para manejo y conversión de coordenadas (para descargarlo por favor ingrese al link 1.2).

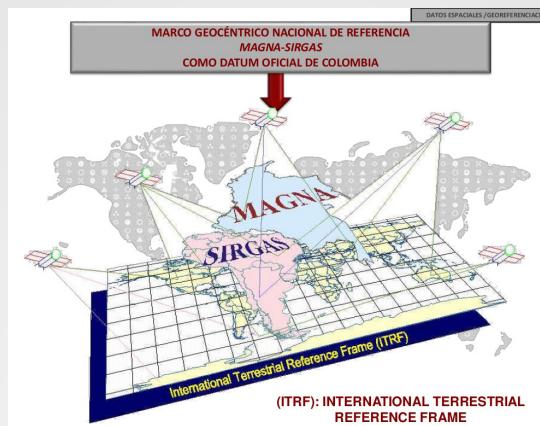
## 2.5 Sistema Magna-Sirgas

Con la llegada de las nuevas tecnologías de información (TIC), los satélites, el GPS y los computadores, la precisión en la captura de datos debe ser mayor (pues determinar una ubicación con el anterior Datum de Bogotá resultaba impreciso en la generación de las coordenadas y la navegación). Se implementó entonces el nuevo sistema de referencia geocéntrico en el país denominado Magna-Sirgas (Marco Geocéntrico Nacional de referencia global).

El Sistema Magna-Sirgas se oficializó en 2004 y proporciona coordenadas más exactas y datos más precisos. Surgió a partir del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, y se densificó del marco

de referencia global (ITRF: International Terrestrial Reference Frame). El elipsoide asociado corresponde con el GRS80<sup>1</sup> (Global Reference System 1980), equivalente al WGS84 (World Geodetic System 1984): la siguiente figura:

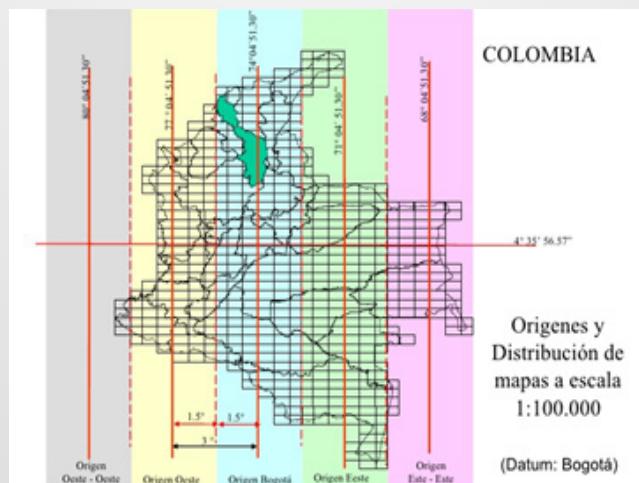
**Figura 2.5. Marco Geocéntrico de Referencia**



Fuente: <http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/4b831c00469f7616afeebf923ecdf8fe/adopcion.pdf?MOD=AJPERES>

Colombia tiene cinco orígenes planimétricos, uno de estos se encuentra en Bogotá. En 1941 se manejó el Datum Bogotá como sistema de referencia oficial y desde el 2005 se acogió el Datum Magna-Sirgas o Marco Geocéntrico Nacional de Referencia (ver figura 2.6)

**Figura 2.6. Orígenes planimétricos en Colombia**



Fuente: es.slideshare.net/andrespintocalderin/cartografia-basica.

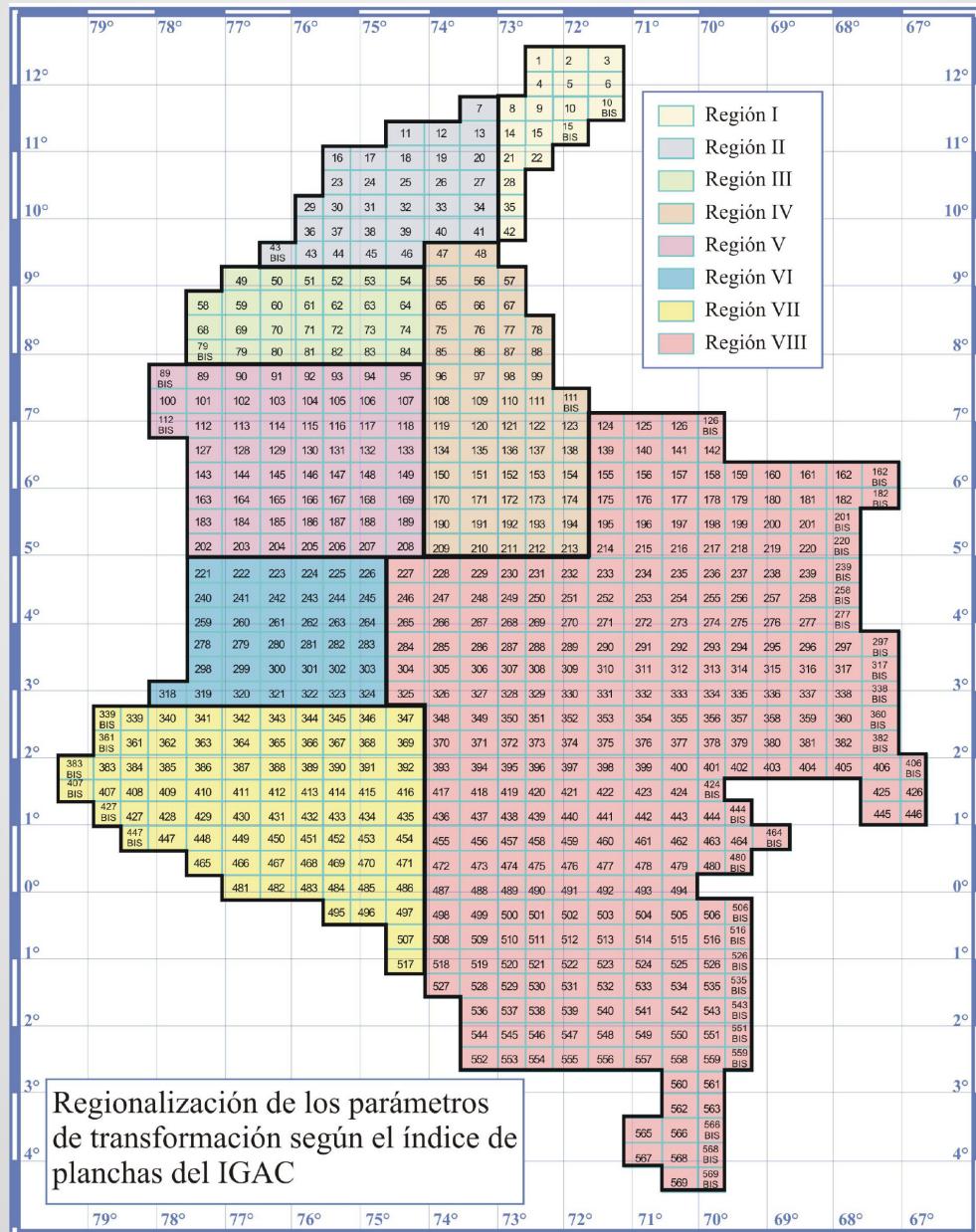
<sup>1</sup> Georreferenciación: localización en un mapa de un punto o lugar de la superficie terrestre por medio de un sistema de coordenadas.

Para el origen central las coordenadas geodésicas son:

- En Datum Bogotá: N  $4^{\circ}35' 56.57''$  W  $74^{\circ}04'51.30''$
- En Magna-Sirgas: N  $4^{\circ}35'46.3215''$  W  $74^{\circ}04' 39.0285''$

El sistema de Coordenadas para Magna divide al país en ocho regiones para efecto de transformaciones respecto al antiguo sistema, como se ve en la figura 2.7:

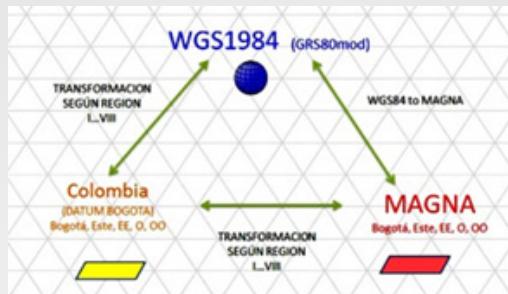
**Figura 2.7. División del país según Magna**



Fuente: IGAC (2004).

Cuando se proyectan datos entre el sistema clásico y el Magna se requiere aplicar una transformación según la región; entre el sistema Magna y el WGS84 la transformación es única, como se observa en la figura 2.8.

**Figura 2.8. Transformación sistema clásico a MAGNA**



Fuente: IGAC (2004).

Cada ciudad principal adopta un sistema cartesiano de coordenadas. Bogotá, por ejemplo, utiliza un sistema de coordenadas cartesianas con origen en 92334,879E y 109320,965N, que corresponde al cruce del siguiente meridiano y latitud de referencia que generan los ejes del plano de proyección a una altura sobre el elipsoide de 2550 metros:

**Tabla 2. Coordenadas cartesianas**

Coordenadas cartesianas	Datum Bogotá	Datum Magna
92334,879 E (meridiano central)	-74°09'00,00" W	-74° 08'47,7" W
109320,965 N (latitud de referencia)	4°41'00,00" N	4° 40'49,8" N

Fuente: IGAC

En este sistema de coordenadas, el origen central para Colombia (1'000.000 N, 1'000.000 E) está muy cerca del 100.000 N y 100.000 E, tanto en Datum Bogotá como en Magna, así:

**Tabla 3. Coordenadas planas Gauss Kruger**

Coordenadas planas Gauss- Kruger	Coordenadas cartesianas Datum Bogotá	Coordenadas cartesianas Datum Magna
1'000.000 E	100003,97 E	100003,5 E
1'000.000 N	99996,98 N	99997,2 N

Fuente: IGAC.

Las principales diferencias entre el Datum Bogotá y Magna-Sirgas son:

**Tabla 4. Información obtenida del Instituto Geográfico Agustín Codazzi**

Sistema geodésico local: Datum Bogotá	Sistema Magna-Sirgas
El Datum Bogotá presenta un error de aproximadamente 500 metros, ya que el origen se desplaza 530 metros.	Cumple con los índices de precisión exigidos por la administración digital de datos espaciales.
Es un marco bidimensional en donde se utilizan coordenadas bidimensionales, se disponen coordenadas curvilíneas y altura sobre el nivel del mar. No se conoce altura con respecto al elipsoide.	Es un sistema de referencia tridimensional, con respecto a la misma superficie de referencia.
Las posiciones definidas sobre este Datum aparecen trasladadas.	Las coordenadas determinadas entre puntos son entre cien y mil veces mejores.
Precisión 30 cm-3 m	2 mm-7 mm
Exactitud 500 m	2 cm-6 cm

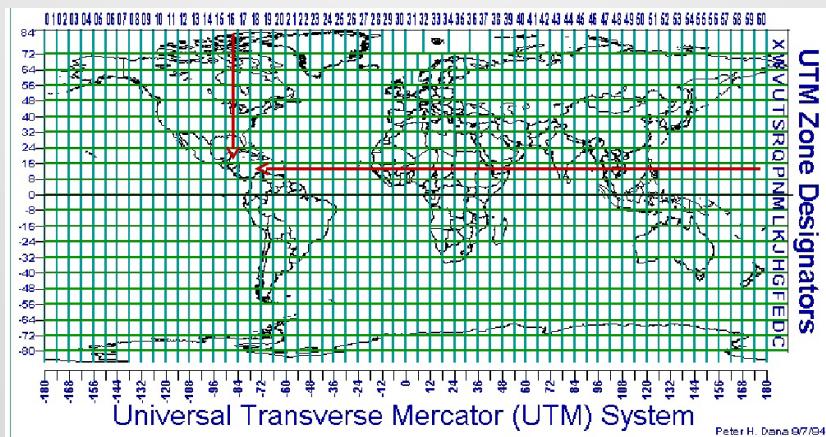
Los marcos de referencia para Sistemas de Coordenadas (CRS) en Colombia por la European Petroleum Surveyor Group (EPSG) se presentan en la tabla 5:

**Tabla 5. Marcos de referencia para Colombia**

Código EPSG	Descripción Zona
► 3114	► Magna-Sirgas / Colombia Far West zone
► 3115	► Magna-Sirgas / Colombia West zone
► 3116	► Magna-Sirgas / Colombia Bogotá zone
► 3117	► Magna-Sirgas / Colombia East Central zone
► 3118	► Magna-Sirgas / Colombia East zone
► 21891	► Bogotá 1975 / Colombia West zone
► 21892	► Bogotá 1975 / Colombia Bogotá zone
► 21893	► Bogotá 1975 / Colombia East Central zone
► 21894	► Bogotá 1975 / Colombia East
► 21896	► Bogotá 1975 / Colombia West zone
► 21897	► Bogotá 1975 / Colombia Bogotá zone
► 21898	► Bogotá 1975 / Colombia East Central zone
► 21899	► Bogotá 1975 / Colombia East

Fuente: IGAC.

Para tener en cuenta: uno de los sistemas globales más comunes es el UTM (Universal Transversal Mercator), que divide el globo en 36 zonas de  $6^{\circ}$  de amplitud; en este, Colombia se ubica en las zonas 18 y 19 (ver figura 2.9).

**Figura 2.9. Husos y zonas UTM**

Fuente: [es.slideshare.net/sigcredia/presentacion-cartografia-basica](http://es.slideshare.net/sigcredia/presentacion-cartografia-basica).

## 2.6 Mapas

Es una representación a escala en un plano de la superficie terrestre (proyección ortogonal), generada a partir de datos reales. Puede incluir información que contribuya a la ubicación y análisis de tipo social, político, administrativo o natural. Algunos tipos de mapas son:

**Mapa topográfico:** es una representación de la superficie de la Tierra tomando el relieve (curvas de nivel) tan fehacientemente como sea posible, dentro de las limitaciones impuestas por la escala; incluye un cuadro de convenciones, la escala, las coordenadas planas y geográficas, un símbolo de orientación norte. Un ejemplo es el mapa que se presenta a continuación (figura 2.10).

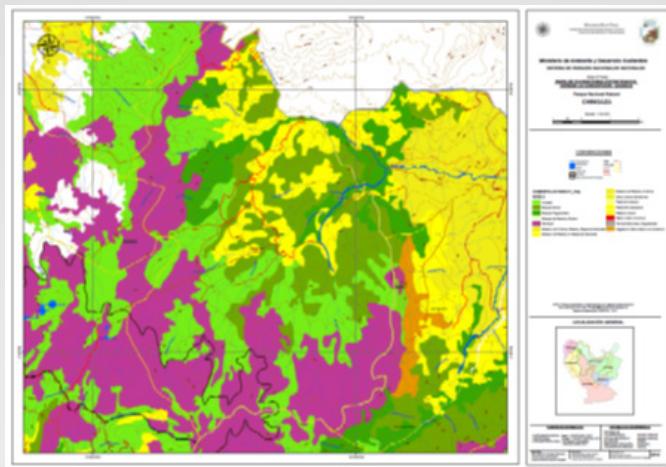
**Figura 2.10. Mapa Parques Nacionales Naturales**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible  
y Sistema de Parques Nacionales Naturales.

**Mapa temático:** está diseñado para mostrar ciertas características particulares y su distribución en la superficie terrestre; puede ser de suelos, de vegetación, de catastros, ecológicos, históricos o climatológicos. Un ejemplo es el de la figura 2.11.

**Figura 2.11. Mapa de Ecosistemas Estratégicos  
Vereda La Concepción - Guasca**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Sistema de Parques Nacionales Naturales.

**Ortofotomapas:** es un fotomapa producido por rectificación diferencial de una o varias fotografías a fin de eliminar las deformaciones de la proyección central y convertirla en una proyección ortogonal<sup>2</sup> (ver figura 2.12).

**Figura 2.12. Ortofotomapas de Barranquilla, Atlántico**



Fuente: IGAC.

## 2.7 Componentes para la elaboración de un mapa

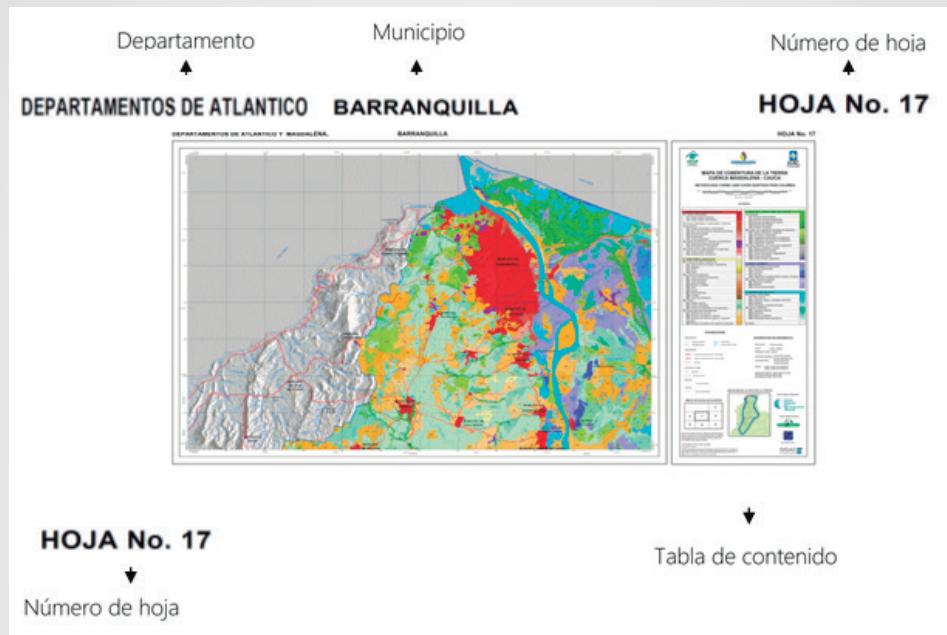
### Mapa escala 1:100.000

A la hora de realizar un mapa se debe recordar que la cartografía requiere un sentido de la estética, que conserve un equilibrio en las formas, líneas y colores (variables visuales) y así se facilite su comprensión.

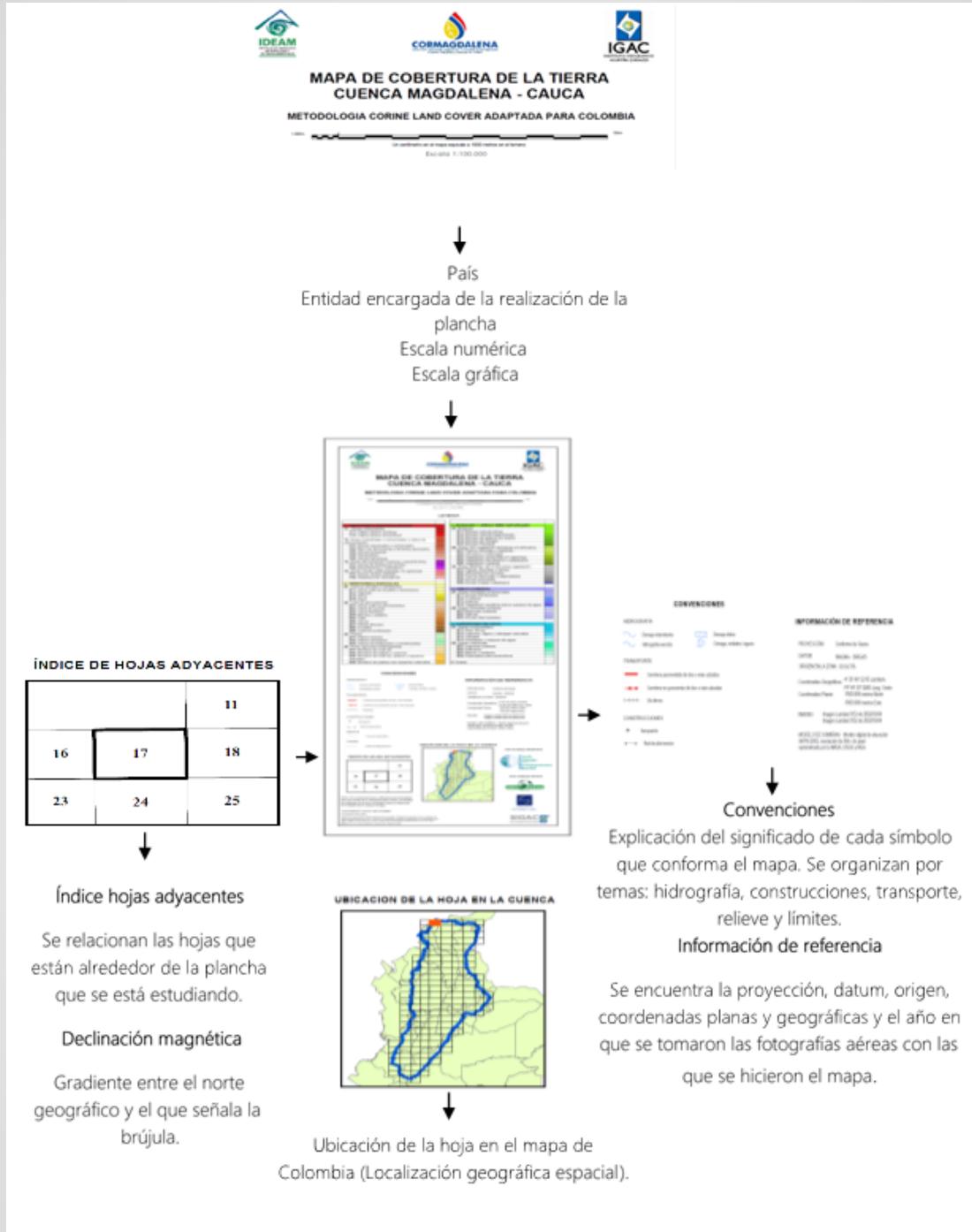
<sup>2</sup> En una proyección ortogonal las rectas son proyectadas perpendicularmente al plano de proyección.

Es importante incluir en un mapa elementos como la escala (gráfica y numérica), la leyenda (que explica el significado de los símbolos) y las abreviaturas presentes en el mapa; además se debe incluir un título y su localización geográfica espacial (como se muestra en la figura 2.13).

**Figura 2.13. Mapa escala 1:100.000 Cuenca Magdalena - Cauca**



Fuente: IGAC.

**Figura 2.14. Tabla de contenido mapa escala 1:100.000**

Fuente: IGAC.

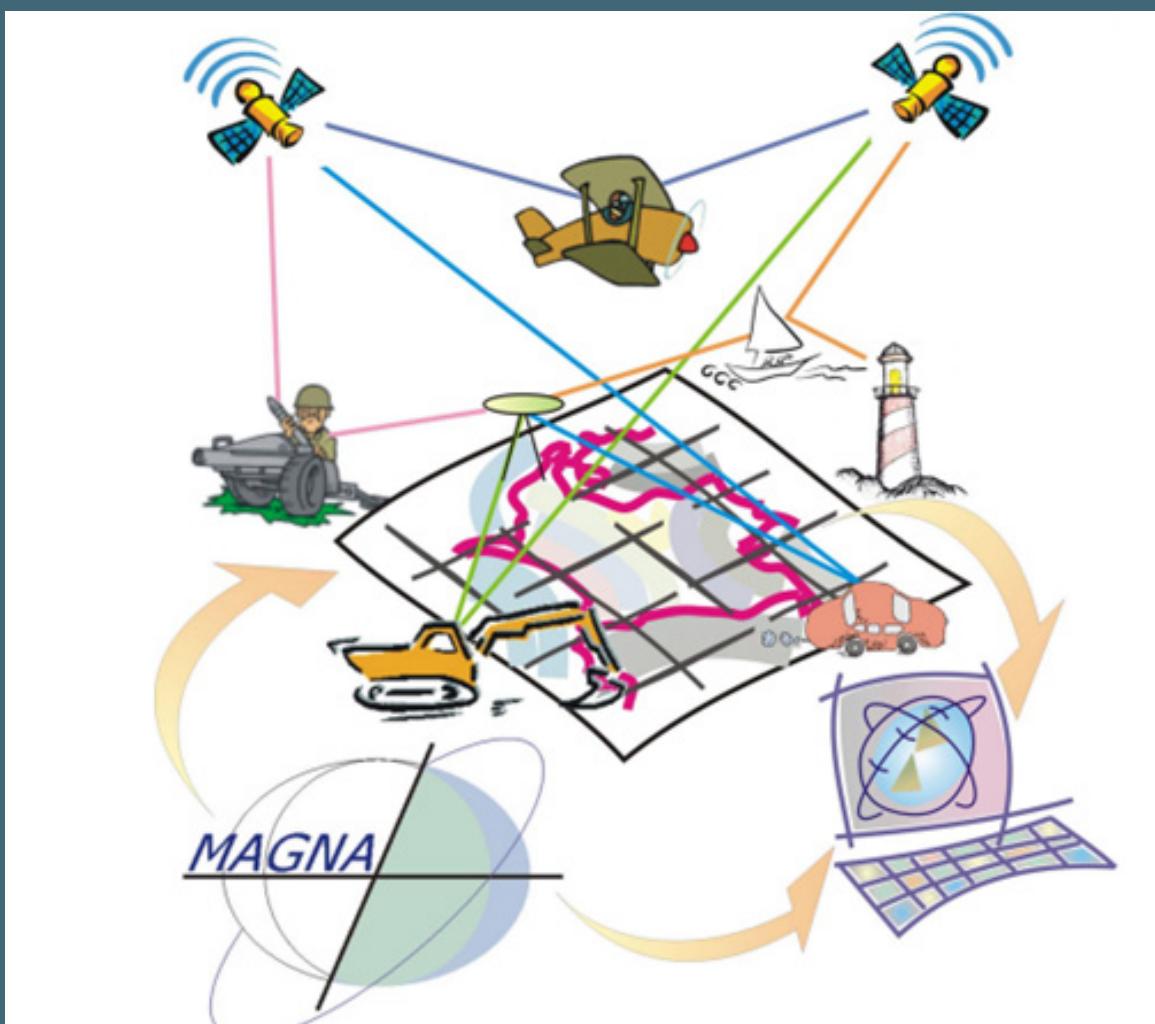
# Resumen del capítulo

Un mapa consiste en una representación de un terreno lo más fiel posible a la realidad. Para esto se usan proyecciones cartográficas, por lo cual y de acuerdo con el objetivo del mapa, se selecciona la proyección que se debe utilizar.

El sistema de referencia que se maneja en Colombia es el Magna-Sirgas, apoya la cartografía básica y digital, ya que es compatible con los sistemas mundiales de navegación, y permite la representación de la cartografía temática (mapas geológicos, sociales, políticos y económicos) con alta precisión. Sin embargo en la realización de estos mapas se debe tener en cuenta cada uno de los componentes que integran dicho mapa, como la escala, la leyenda y la localización geográfica, entre otros.

## UNIDAD II

# Cartografía digital



Fuente: IGAC

# CAPÍTULO 1

## Proceso de la cartografía digital

### Sumario

#### Conocimiento previo

- 3.1 Proceso cartográfico digital
- 3.2 Adquisición cartográfica
- 3.3 Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)
- 3.4 Componentes de un SIG

## Conocimiento previo

A modo de autoevaluación responda las siguientes preguntas para verificar su conocimiento previo sobre este contexto.

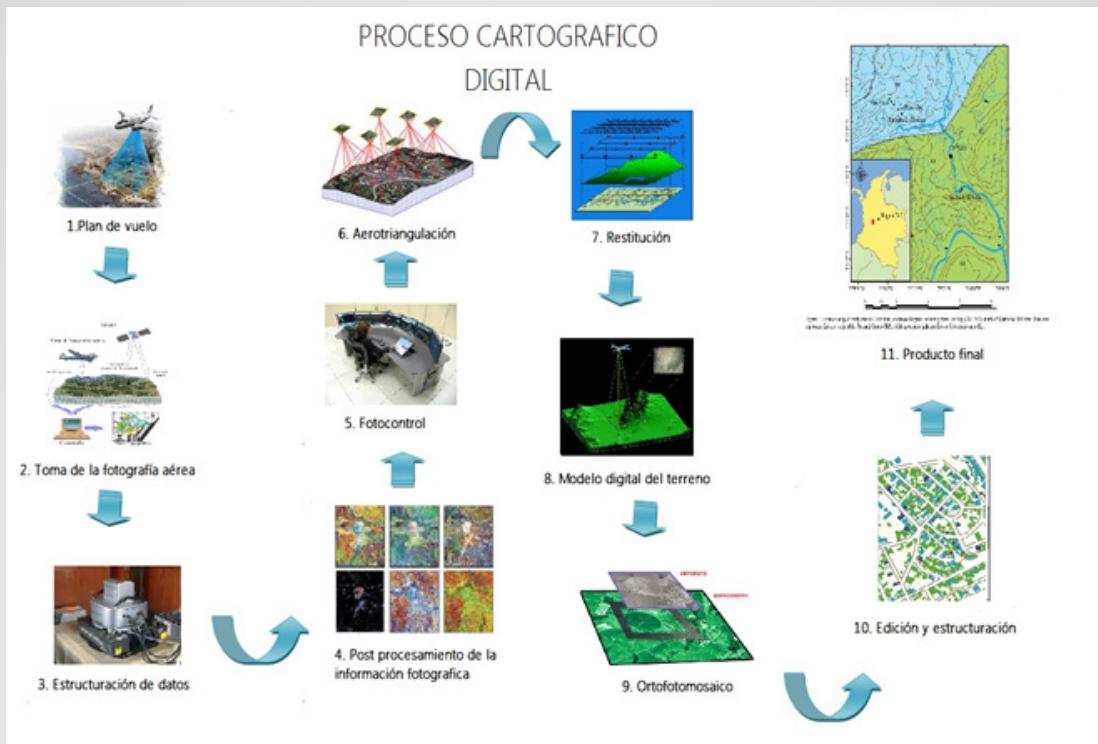
1. ¿Qué sabe usted del proceso cartográfico digital?
2. ¿Cuál es el significado de la sigla SIG?
3. ¿Cuáles son los componentes de un SIG?

## Solución conocimiento previo

1. Un proceso cartográfico digital es la metodología que genera una matriz de información, donde cada uno de sus insumos son digitales (no tangibles) y se manejan con herramientas y software con capacidad para almacenar y manejar dichos datos.
2. Sistemas de información geográfica.
3. Los componentes de un SIG son hardware, software, recurso humano, datos o información y la parte administrativa.

## 3.1 Procesos de la cartografía digital

Figura 3.1 Proceso cartográfico digital

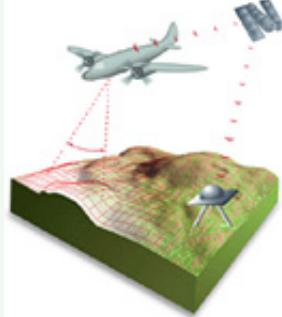
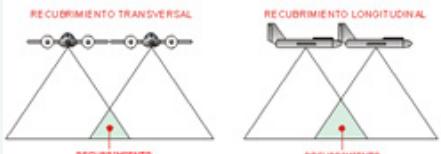
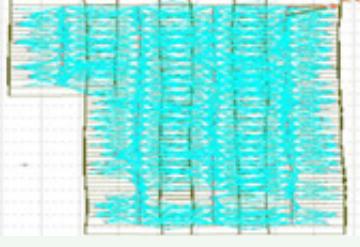


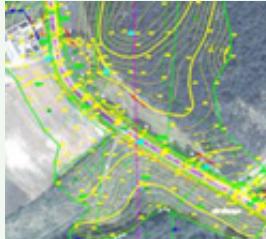
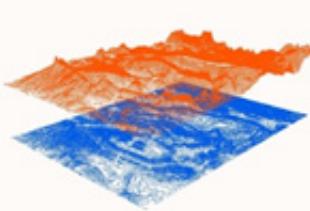
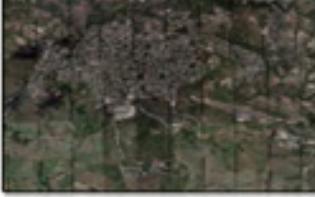
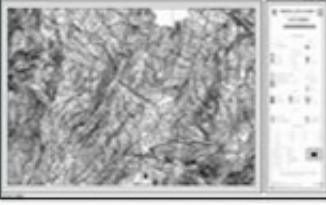
Fuente: IGAC.

La cartografía digital es eficiente ya que permite el manejo de la información de forma ágil y organizada. Para elaborar un mapa, es indispensable seguir un proceso, en el que participen profesionales en geografía, ingenieros, cartógrafos y geodestas.

A continuación se explican los pasos de dicho proceso:

Proceso	Imagen
<p>1. <b>Definir el objeto</b> que se busca con la realización del proyecto, establecer un plan de trabajo y un presupuesto que cubra imprevistos. Luego se hace un cronograma que indique los tiempos para cada etapa. Finalmente se asignan los recursos tecnológicos y humanos.</p>	<p>Fuente: <a href="https://elartederdepalacio.wordpress.com/2012/01/26/el-arte-de-discutir-y-su-influencia-en-las-reuniones/">https://elartederdepalacio.wordpress.com/2012/01/26/el-arte-de-discutir-y-su-influencia-en-las-reuniones/</a></p>

Proceso	Imagen
<p>2. <b>Crear un plan de vuelo:</b> es decir trazar una línea de vuelo sobre un mapa cuyas fotografías tengan áreas en común, marcando las zonas transversales y longitudinales del recorrido, y señalando la altura que debe llevar el avión.</p>	 <p>Fuente : IGAC</p>
<p>3. <b>Toma fotografías aéreas:</b> siguiendo el plan de vuelo se capturan imágenes desde el avión con un equipo compuesto por una cámara digital, una base geoestabilizada y un GPS: la cámara toma tres tipos de fotografías (verdadero color, pancromático e infrarrojo), que se revisan de manera digital para asegurar la calidad requerida. Estas fotografías son el principal insumo para la producción de los mapas, ya que nos da una visión actual de todos los elementos del terreno.</p>	 <p>Fuente : <a href="http://blog.sigrid.es/wp-content/flagallery/estereoscopia-basica/recubrimiento.gif">http://blog.sigrid.es/wp-content/flagallery/estereoscopia-basica/recubrimiento.gif</a></p>  <p>Fuente : <a href="http://www.catalonia.org/cartografia/Clase_07_Fotogrametria/Fotogrametria_index.html">http://www.catalonia.org/cartografia/Clase_07_Fotogrametria/Fotogrametria_index.html</a></p>
<p>4. <b>Fotocontrol:</b> se generan coordenadas en X, Y, Z, a partir de los puntos recopilados previamente en campo con un GPS, identificables en las fotografías aéreas.</p>	 <p>Fuente : IGAC.</p>
<p>5. <b>Aerotriangulación:</b> se identifican y asignan coordenadas a los elementos del terreno que se encuentran en la fotografía, corrigiendo la orientación de esta.</p>	 <p>Fuente :IGAC.</p>

Proceso	Imagen
<p>6. <b>Restitución fotogramétrica digital:</b> con esta información, se pueden visualizar en 3D las imágenes fotográficas, que se van convirtiendo en un mapa a través de vectores que integran códigos temáticos específicos, capturando elementos como drenajes, vías, sitios de interés, construcciones, etc.</p>	 <p>Fuente : IGAC.</p>
<p>7. <b>Modelo digital de terreno:</b> es decir, elaborar una representación espacial (coordenadas X, Y,Z) de la topografía de una zona.</p>	 <p>Fuente: <a href="http://www.mendiak.net/Portada/KTDEM_Rev_1_1.htm">http://www.mendiak.net/Portada/KTDEM_Rev_1_1.htm</a></p>
<p>8. <b>Generar un ortomosaico (orthoimagen):</b> a continuación se corrigen y georreferencian las imágenes capturadas y se forma una imagen continua; con este ajuste y empalme, es posible visualizar todo el terreno con características de imagen fotográfica cumpliendo con las precisiones de un mapa convencional.</p>	 <p>Fuente: IGAC.</p>
<p>9. <b>Editar y estructurar:</b> se asignan símbolos y topónimos<sup>10</sup> de manera estereoscópica y digital a cada uno de los elementos que componen el mapa final; además se incorporan coordenadas y convenciones que facilitan la lectura de este, asegurando la calidad gráfica.</p>	 <p>Fuente IGAC</p>
<p>10. <b>Se hace un control digital:</b> se verifica y evalúa la calidad del mapa a través de pautas y modelos establecidos en cada proceso, cumpliendo con las expectativas de los usuarios, entidades públicas y privadas que soliciten la información.</p>	 <p>Fuente: IGAC.</p>

<sup>10</sup> Toponimia: disciplina encargada del estudio del origen de los nombres de puntos o lugares específicos.

Proceso	Imagen
11. <b>Se elaboran las salidas finales:</b> es decir los mapas tipo análogo o digital que se entregan al usuario final.	 <small>Fuente: IGAC.</small>

Para complementar esta información ingresar al material audiovisual.

### 3.2 Adquisición cartográfica

Como usuario, al solicitar información cartográfica básica y digital debe tener en cuenta lo siguiente:

- Ubicación de la zona de estudio.
- Definir la escala en la que se requiere la plancha y el tipo de formato.
- Establecer el tipo de mapa (topográfico o temático) que se requiere según la necesidad del usuario.
- Identificar la entidad de acuerdo a su disciplina y la necesidad del proyecto.

Una vez se suministra la información solicitada, esta se entrega en versión análoga (en papel) o digital (en un CD o una USB); además se pueden entregar en distintos formatos (TIFF, JPG, PDF), que se pueden visualizar en software con licencias públicas y privadas. Un ejemplo de estos software son los siguientes:

- Software libre:
  - ▶ gvSIG
  - ▶ GRASS GIS
  - ▶ Atlas GIS 2.1

En la webgrafía, encontrará el link 3.1 para descargar los software mencionados anteriormente.

- Software privado: una persona o entidad posee los derechos de autor sobre este y tiene la posibilidad de controlar y restringir su distribución (únicamente se puede utilizar bajo licencias autorizadas).
  - ▶ ArcGIS (Software oficial)

### 3.3 Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

#### Sistema de Información Geográfica (SIG)

Es un conjunto de métodos y herramientas de la tecnología de la información computacional (TIC), para capturar, almacenar y generar bases de datos espaciales (datos georreferenciados), teniendo como insumo principal el mundo real, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones y, en el caso de las ciencias ambientales, realizar una buena planeación y administración de cada uno de los recursos naturales (ver figura 3.2).

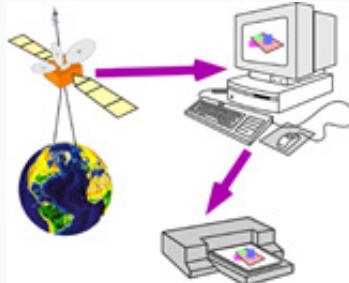
**Figura 3.2 Componentes SIG**



Fuente: *Pensando en el SIG*.

### 3.4 Componentes de un SIG

Recurso	Descripción	Imagen
Administrativo	<p>La implementación del SIG debe realizarse mediante una planeación que permita conocer con lo que se cuenta dentro de la empresa o entidad (misión y visión), y lo que se necesita para lograr una ejecución exitosa, además de la tecnología, las limitaciones presupuestarias y administrativas, y el cronograma del proyecto.</p>	 <p>Fuente : <a href="http://briggitterebecadelgadogomez.blogspot.com/">http://briggitterebecadelgadogomez.blogspot.com/</a></p>

Recurso	Descripción	Imagen
Técnico	<p><i>Hardware:</i> es el soporte físico del SIG, y comprende las computadoras robustas o estaciones de computación donde se realizan las tareas de administración y operación del sistema, los servidores donde se almacenan los datos y realizan algunos procesos periféricos de entrada (como los scanner fotogramétricos) y de salida (como los monitores, impresoras, plotter, etc.) y los componentes de la red informática.</p>	 <p>Fuente : <a href="http://www.kartenn.es/easysig-gvsig-marzo2012/">http://www.kartenn.es/easysig-gvsig-marzo2012/</a></p>
	<p><i>Software:</i> es el soporte lógico del SIG y está conformado por los sistemas operativos, los sistemas de administración de bases de datos (RDBMS), los lenguajes de programación que son necesarios para el mantenimiento y demás aplicaciones y programas especializados para el procesamiento de imágenes, los programas estadísticos, etc.</p>	 <p>Fuente : <a href="http://www.kartenn.es/easysig-gvsig-marzo2012">http://www.kartenn.es/easysig-gvsig-marzo2012</a></p>
Humano	<p>Es clave para la implementación; se necesita de un grupo interdisciplinario, que decidirá si la planeación, la organización, el análisis, la operatividad del mismo SIG es potencialmente eficiente a las necesidades del cliente y/o entidad.</p>	 <p><a href="https://lasempresasylastics.wikispaces.com/">https://lasempresasylastics.wikispaces.com/</a></p>

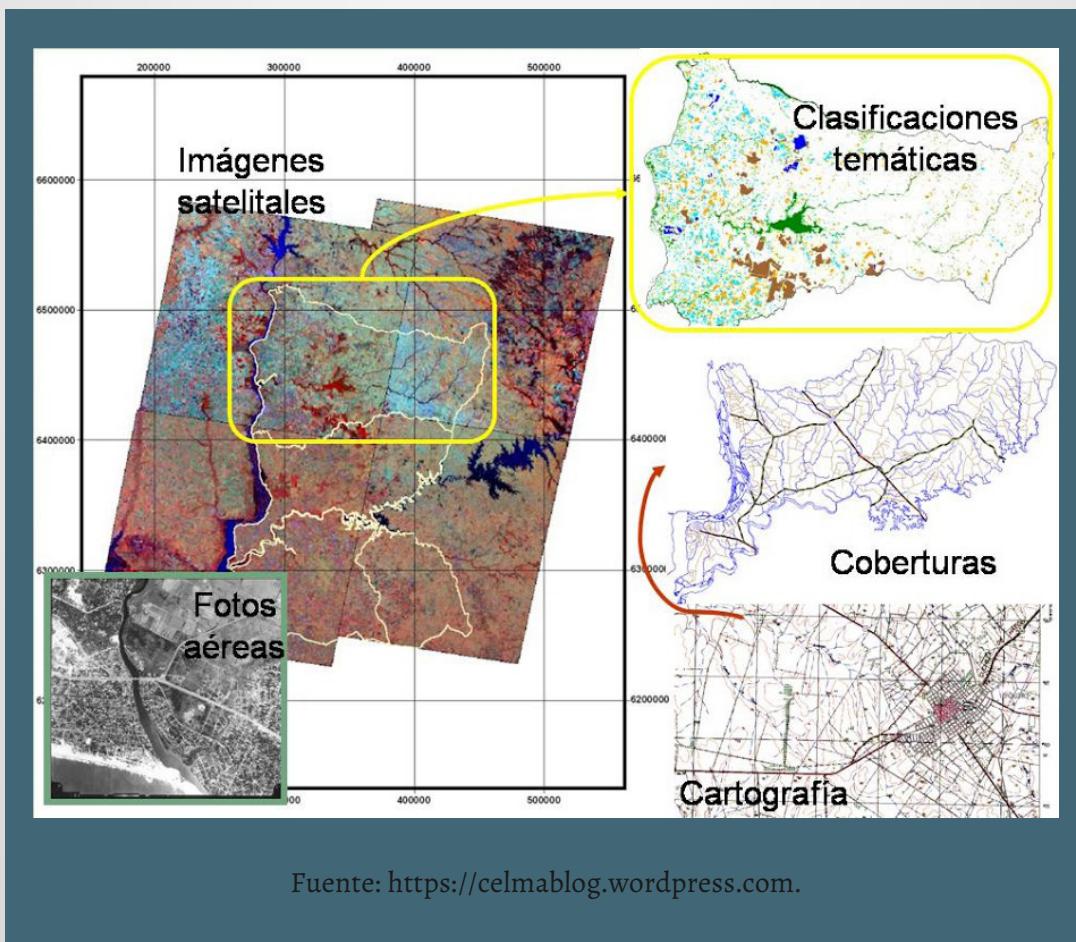
Recurso	Descripción	Imagen
Datos o información	<p>El mundo real (el espacio geográfico) queda representado en una base de datos especializada, a través de un modelo conformado por elementos geográficos y sus atributos (características de las entidades). Asimismo, el mundo queda representado por coordenadas geográficas o proyectadas en un sistema real, y su relación con otros elementos (topología).</p> <p>Es así como el usuario puede visualizar por capas la información de las diferentes temáticas (vías, ríos, usos del suelo, etc.), para su respectivo análisis.</p> <p>Los objetos se almacenan en los equipos en dos tipos de estructuras:</p> <p><b>Estructura vectorial:</b> almacena estructuras representadas por puntos, líneas o polígonos tales como postes, alcantarillas, ríos, lagos; se almacena la información exacta sobre tamaño, forma y localización de cada objeto.</p> <p><b>Estructura ráster:</b> almacena la información por medio de celdas; cada una contiene información del objeto representado..</p>	<p>Estructura vectorial</p> <p>Fuente: <a href="http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Tipos_datos.html">http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Tipos_datos.html</a></p> <p>Estructura ráster</p> <p>Fuente: <a href="http://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node25_ct.html">http://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node25_ct.html</a></p> <p>Modelos ráster y vectorial</p> <p>Fuente: <a href="http://geoservice.igac.gov.co">http://geoservice.igac.gov.co</a></p>

## Resumen del capítulo

En la actualidad la innovación y el desarrollo de tecnologías juegan un papel importante en un mundo globalizado, de modo que día a día se mejora para lograr tener la información de forma rápida, precisa y con calidad en el campo de la ciencia de la geomática; Los sistemas de información geográfica (SIG) permiten y dan apoyo en la toma de decisiones en todo los campos y disciplinas, y cada vez son más eficientes y eficaces los procesos cartográficos digitales, generando y contribuyendo a la calidad de documentos y productos para las diferentes profesiones, la academia y usuarios en general.

## UNIDAD III

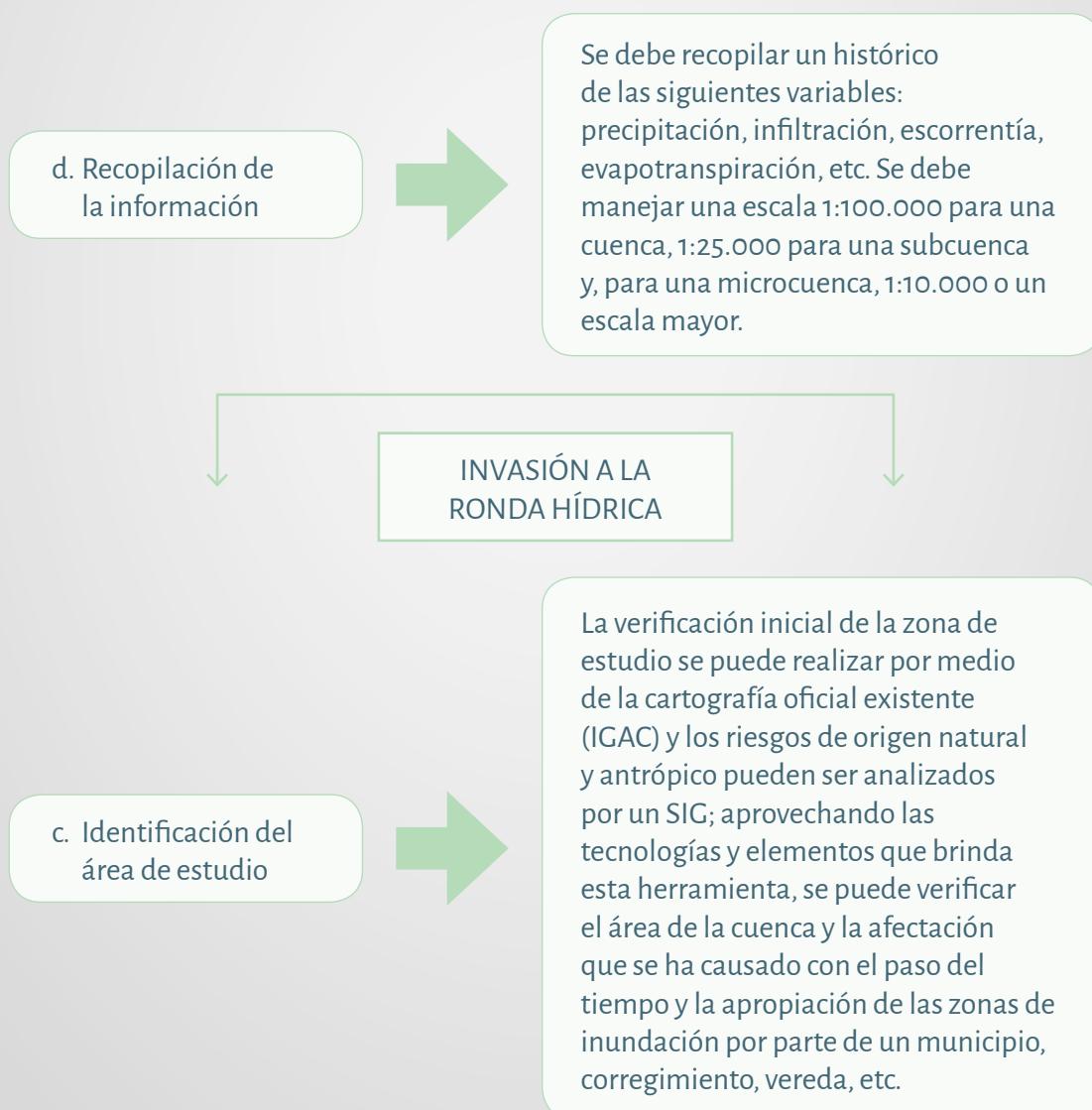
# Aplicabilidad de la cartografía en los recursos naturales

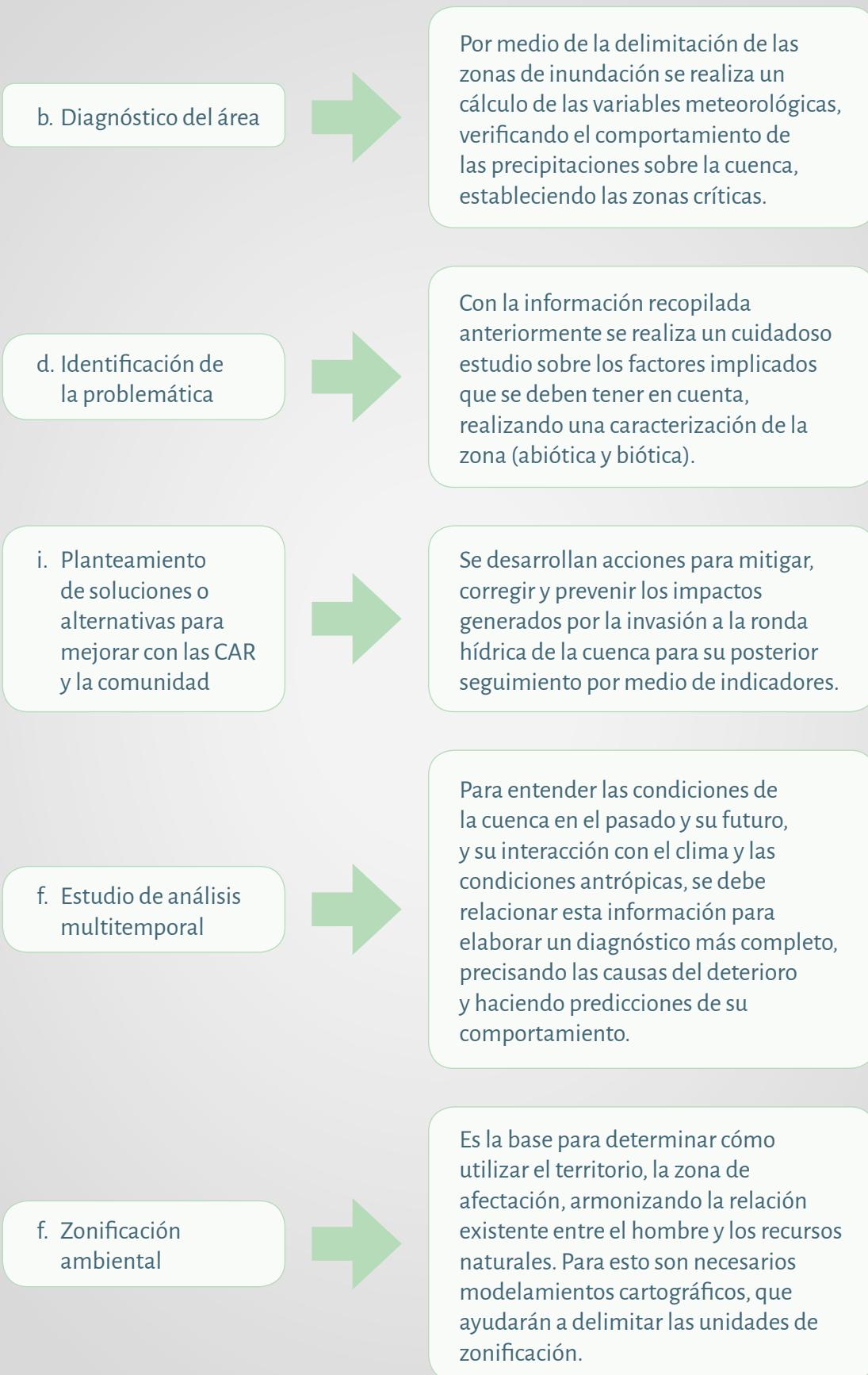


El profesional ambiental y especialista en recursos naturales necesita conocer y manejar las técnicas cartográficas para recopilar, procesar y analizar información que le permita tomar decisiones. Así mismo, debe desarrollar la competencia de análisis a través de documentos digitales tipo vector y ráster como fotografías aéreas, imágenes satelitales, mapas, ortofotomapas, etc.

A continuación se presentan dos casos para que tome las decisiones que considere pertinentes según sea el caso:

1. Se presenta una cuenca hidrográfica con problemas de *invasión a la ronda hídrica* por parte de la comunidad. Los lineamientos generales que se deben seguir para realizar un plan de ordenamiento son:





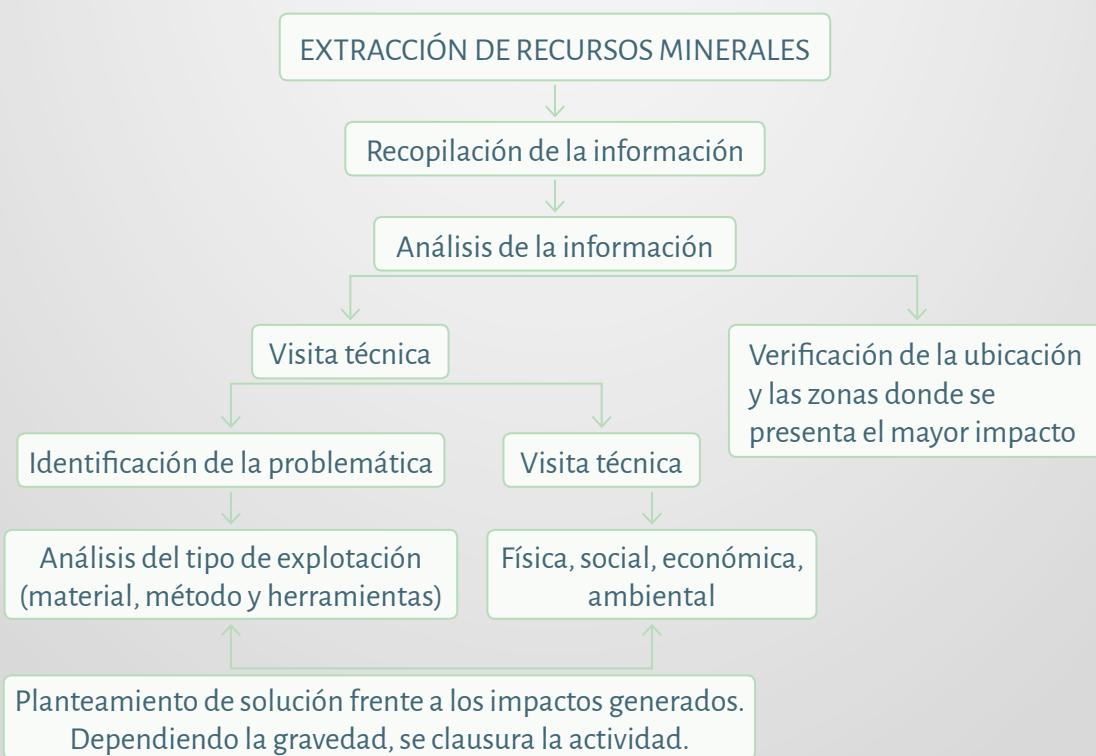
g. Reconocimiento del terreno

La información recopilada y analizada en la zona de estudio en los ámbitos físicos, sociales, económicos y ambientales se debe tener en cuenta, ya que el comportamiento de la cuenca depende de cómo se relacionan estos factores con esta.

h. Trabajo interdisciplinario

Para realizar un trabajo adecuado y pertinente de análisis de los recursos naturales en la zona de estudio, el apoyo de ciencias como la geología (subsuelo), pedología (suelo), fitología (vegetación), hidrografía (recurso hídrico), meteorología (recursos atmosféricos) y geomática, etc., es determinante para dar un planteamiento integral de soluciones.

2. Se presenta un sector en donde se extraen recursos minerales a cielo abierto causando problemas al ecosistema. Los lineamientos generales para realizar un seguimiento a la problemática son:



# GLOSARIO

---

## Aerotriangulación

Técnica fotogramétrica que, a partir de un mínimo número de puntos de apoyo y mediante mediciones en los fotogramas, permite determinar las coordenadas de los puntos de enlace y los parámetros de orientación externa que permitirán realizar la fase de orientación exterior de cada uno de los fotogramas individuales.

## Análisis multitemporal

Herramienta para la recolección, procesamiento y despliegue de información de carácter ambiental, y específicamente para el monitoreo de los recursos naturales a través del tiempo.

## Antrópico

Sinónimo de humanizado. La palabra *antropos* significa “hombre” en griego. Un paisaje antrópico, por lo tanto, es un paisaje creado o transformado por el ser humano, que es capaz darle unas características propias.

## Atributo

Propiedad o característica de las entidades de una base de datos.

## Azimut

Ángulo horizontal que forma una línea con la dirección geográfica norte-sur medido en el sentido de las agujas del reloj. Nota: El valor de un azimut (o acimut) está comprendido entre  $0^{\circ}$  y  $400^{\circ}$  (grados centesimales),  $0^{\circ}$  y  $360^{\circ}$  (grados sexagesimales) o 0 y 2 veces el número pi radianes.

## Bases de datos

Técnica fotogramétrica que, a partir de un mínimo número de puntos de apoyo y mediante mediciones en los fotogramas, permite determinar las coordenadas de los puntos de enlace y los parámetros de orientación externa que permitirá realizar la fase de orientación exterior de cada uno de los fotogramas individuales.

## CAR

Acrónimo de Corporaciones Autónomas Regionales, entidades que tienen por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

## Cartografía

Arte de trazar mapas geográficos. Ciencia que estudia los mapas.

## Catastro

Es el inventario o censo, debidamente actualizado y clasificado, de los bienes inmuebles pertenecientes al Estado y a los particulares, con el objeto de lograr su correcta identificación física, jurídica, fiscal y económica.

## Conversión

Cambio de un conjunto de coordenadas de una proyección cartográfica a otra.

## Coordenadas geográficas

Valores de latitud y longitud que indican la situación de un punto sobre la superficie terrestre.

## Cuenca hidrográfica

Área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor y, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.

## Curva de nivel

Línea imaginaria en el terreno cuyos puntos están a igual altitud sobre o bajo el nivel de superficie de referencia, generalmente el nivel medio del mar.

## Datum

Conjunto de parámetros que define la posición del origen, escala y orientación de un sistema de coordenadas [ISO 19111]. Nota: Habitualmente estos parámetros son: los semiejes  $a$  y  $b$  de un elipsoide de referencia, las coordenadas de un punto fundamental sobre la superficie terrestre, en el que la normal al geoide coincide con la normal al elipsoide, y la orientación de una dirección.

## Digitalización

Es el proceso por el cual se hace el traslado de los datos contenidos en un mapa análogo (papel) o escaneado a un formato comprensible por el computador (digital), dando origen a una base de datos espacial en dos dimensiones.

## Empalme

Verificación y conectividad de elementos entre planchas adyacentes.

## Escala

La relación entre la distancia en la fotografía, carta o mapa u otro elemento gráfico, y su distancia correspondiente en el terreno.

## Escala gráfica

Representación gráfica de la escala en un mapa en forma de línea graduada que representa distancias en el terreno.

## Estructuración

Proceso mediante el cual se le asigna la geometría y atributos de acuerdo a un modelo de datos según la escala.

## Fotografía aérea

Fotografía de una parte de la superficie terrestre obtenida desde un avión.

## Fotointerpretación

Procedimiento que consiste en identificar e interpretar los fenómenos que aparecen en la fotografía.

## Fotomosaico

Unión de copias fotográficas obtenidas directamente del negativo en la que se intenta tener una menor deformación de escala por medio del ajuste de cada una con las inmediatas.

## Geología

Ciencia natural que estudia la composición, estructura e historia del desarrollo de la corteza terrestre y sus capas más profundas.

## Globo terráqueo

Mapa en el que la representación de la Tierra se realiza sobre una superficie esférica.

## Greenwich

Lugar de Inglaterra donde se ubica el observatorio por donde pasa el meridiano cero u origen de longitudes geográficas.

## GNSS

Acrónimo en inglés de Sistema Global de Navegación Satelital.

## GPS

Acrónimo en inglés de Sistema de Posicionamiento Global.

## Hoja cartográfica

Mapa que compone una serie cartográfica.

## Huso

En la proyección UTM, un huso es el área situada entre dos meridianos separados por una longitud de  $6^{\circ}$  sexagesimales, lo que da lugar a un total de 60 husos para toda la Tierra. Nota: España está comprendida en tres husos distintos: 28 para las Islas Canarias, 29, 30 y 31 para la Península y Baleares.

## Huso horario

Porción de la superficie terrestre limitada por dos meridianos separados  $15^{\circ}$  de longitud. La Tierra, entonces, está dividida en 24 husos horarios.

## Imagen digital

Representación gráfica de un objeto mediante una matriz regular que recoge valores de reflectancia.

## Indicador

Medida estadística de un aspecto determinado de la realidad, ya que expresa las propiedades de un fenómeno o situación del que interesa conocer el estado en que se encuentra. El indicador, por tanto, es un referente de aquello que será medido bajo la consideración de varias escalas o dimensiones y, por definición, resulta de relacionar dos o más datos significativos que contribuyen a la realización del seguimiento o evaluación de una situación o fenómeno señalado.

## ITRF

Acrónimo en inglés de Marco de Referencia Terrestre Internacional, sistema de referencia global obtenido por el Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS) a partir de una solución combinada que incluye observaciones captadas por diversas técnicas espaciales.

## Latitud

Ángulo medido sobre un arco de meridiano que hay entre un punto de la superficie terrestre y el Ecuador.

## Longitud

Distancia angular, medida sobre un arco de paralelo, que hay entre un punto de la superficie terrestre y un meridiano tomado como origen.

## Mapa de suelo

Representación gráfica a escala de la distribución de los suelos en un área determinada.

## Meridianos

Círculos máximos de la esfera terrestre que pasan por los polos. Lugar geométrico de los puntos de la superficie terrestre de igual longitud.

## Metadato

Conjunto de información sobre datos previamente levantados que buscan establecer un lenguaje común y concreto que describa un dato. Es decir, se refiere a toda información descriptiva sobre el contexto, la calidad, la condición o las características de un recurso, dato u objeto que tiene la finalidad de facilitar su recuperación, autentificación, evaluación, preservación e interoperabilidad.

## Ortofotomapas

Mapa realizado a partir de una fotografía aérea, digitalizada por medio de un scanner, a la cual se le incluye la planimetría y diversos atributos; es como una fotografía convertida en mapa o un producto georreferenciado obtenido a partir de fotografías áreas digitales, es decir trabajado en tres dimensiones, que puede ser utilizado para realizar mediciones de precisión.

## Ortofotomosaico

Representación continua y uniforme de un área de la superficie de la Tierra, por medio de la unión de imágenes aerofotográficas y un proceso de ortorrectificación y georreferenciación, cuyas distorsiones han sido corregidas debido al relieve y a la inclinación al momento de la captura. Se genera una proyección ortogonal (perpendicular) al terreno (al igual que en el mapa tradicional), permitiendo mantener toda la información de la imagen original con las propiedades geométricas de un plano cartográfico.

## Paralelo

Circunferencia menor de la esfera terrestre que es el lugar geométrico de los puntos que tienen una determinada latitud.

## Pendiente

Ángulo entre la línea normal a la superficie del terreno y la vertical.

## Plano

Mapa realizado a una escala suficientemente grande como para que no sea necesario tener en consideración la curvatura terrestre.

## Precisión

Medida de la dispersión de un conjunto de medida.

## Proyección

Conjunto de operaciones matemáticas definidas para representar la superficie de la Tierra sobre un plano.

## Ráster

Modelo de datos en el que el mundo real se representa mediante un conjunto de píxeles elementales caracterizados por uno o más atributos que forman un mosaico regular.

## Rectificación

Conjunto de técnicas destinadas a eliminar errores en los datos; debe utilizarse para corregir distorsiones en las fotografías aéreas, imágenes de satélite o errores en mapas analógicos.

## Rosa de los vientos

Círculo que tiene marcados alrededor los 32 rumbos en los que se divide la vuelta de horizonte.

## Simbolización

Elección y determinación de símbolos.

## Símbolo cartográfico

Representación de un fenómeno geográfico por una letra, número o signo convencional.

## Sistema geodésico de referencia

Conjunto de valores numéricos y de constantes geométricas y físicas que define en forma única un marco matemático sobre el cual se va a determinar la forma y tamaño de la Tierra, o parte de ella, incluyendo

su campo gravitacional. Puede tener una concepción global o absoluta y regional o continental. Sistema de coordenadas ligado a la Tierra por un datum.

### Superficie de aplanamiento

Relieve complejo resultante del aplanamiento relativo de anteriores cordilleras y serranías, determinado por un trabajo prolongado y con frecuencia policíclico de los agentes degradacionales.

### Superficie de presión

Superficie en el suelo, suavizada, que tiene mayor densidad que el suelo contiguo, originada por presión; puede subsistir a lo largo de varios ciclos de secado y humedecimiento.

### Superficie de rocas aborregadas

Superficie rocosa descubierta por un glaciar, caracterizada por una topografía irregular, ondulada y afloramiento de cabezas de roca pulida y estriada.

### Superficie estructural

Dorso de una capa dura desmantelada por la erosión de las capas más blandas que la recubrían.

## Topografía

Ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales. Nota: viene del griego *topo*, lugar, y *grafos*, dibujo.

## Toponimia

1. Ciencia que estudia los nombres de los fenómenos geográficos.
2. Conjunto de los nombres de fenómeno de una determinada región

## Topónimo

Nombre propio con el que se designa un fenómeno.

## Transformación

Cambio de un conjunto de coordenadas de un sistema de referencia por coordenadas a otro.

## Triangulación

Creación de una red articulada de líneas que forman triángulos y que luego permiten adoptarlas como base para fijar la posición de los puntos claves (vértices).

## Vectorial

Estructura de datos que se basa en la descripción de la geometría de los fenómenos mediante las coordenadas de los vértices de las primitivas geométricas que los describen

## Vectorizar

Transformación de una estructura ráster en una vectorial.

## WGS - 84

Elipsoide matemático utilizado por el GPS.

# MATERIAL AUDIOVISUAL

---

## 1.1 Historia de la cartografía

<https://www.youtube.com/watch?v=KkCjINzKgis>

## 1.2 Definición de cartografía

<https://www.youtube.com/watch?v=Yvjobva55Hes>

## 1.3 Mapa terrestre gravitacional

[https://www.youtube.com/watch?v=l5PoLnpK\\_aw](https://www.youtube.com/watch?v=l5PoLnpK_aw)

## 1.4 Husos horarios

<https://www.youtube.com/watch?v=pzpCKuOP3d4>

## 1.5 Coordenadas geográficas

<https://www.youtube.com/watch?v=c8fwqRgSZv8>

## 1.6 Conversión de unidades de longitud

<https://www.youtube.com/watch?v=tlgBQjOFtsM>

## 2.1 Proyección cartográfica

[https://www.youtube.com/watch?v=Kj5VVjLh\\_xo](https://www.youtube.com/watch?v=Kj5VVjLh_xo)

## 3.1 ¿Cómo se hace la cartografía oficial en Bogotá?

<https://www.youtube.com/watch?v=W6HuQ1VcVO8>

# WEBGRAFÍA

---

## 1.1 Google Earth

<https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

## 1.2 Conversor de coordenadas

[http://www2.igac.gov.co/igac\\_web/faqs\\_user/faqs.jsp?id\\_categoria=24](http://www2.igac.gov.co/igac_web/faqs_user/faqs.jsp?id_categoria=24)

## 3.1 Descargar software

<http://www.cartoeduca.cl/software-libre.html>

## Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

[https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Gu%C3%ADa\\_POMCAs/1.\\_Gu%C3%A1a\\_T%C3%A9cnica\\_pomcas.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Gu%C3%ADa_POMCAs/1._Gu%C3%A1a_T%C3%A9cnica_pomcas.pdf)

# GLOSARIO DE MAPAS

---

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi es la entidad oficial encargada de la actualización y publicación de la cartografía en Colombia. A continuación se relacionan algunos mapas que se pueden encontrar en su página web:

## 1. Mapas nacionales

<http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Mapas/Nacionales>

## 2. Mapas departamentales

<http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Mapas/Departamentales>

## 3. Mapas turísticos

<http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Mapas/Turisticos>

## 4. Mapas topográficos

Escala 1:100.000

<http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Mapas/Topograficos/1:100.000>

Escala 1:500.000

<http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Mapas/Topograficos/1:500.000>

## 5. Mapas suelos

<http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Mapas/Suelos>

## 6. Mapas catastrales

<http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Mapas/Catastro>

## 7. Mapas geodésicos

<http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Mapas/Geodesicos>

## 8. Mapas históricos

<http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Mapas/Historicos>

## 9. Mapas temáticos

<http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Mapas/Tematicos>

# BIBLIOGRAFÍA

---

- Avellaneda Cusaría, A. (2008). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Bogotá D.C. Universidad del Bosque.
- Cebrián, J. (1992). *Información Geográfica y Sistemas de Información Geográfica*. Cantabria, España. Ediciones DIDOT, S.A.
- Cerneros F.E, Muñoz A.E. (1999). *Geografía General*. México. D.F. Editores Mc.Graw-Hil.
- Gómez, Jorge. H., y Quiroga, Vanessa.M. (2005). *Sistemas de información Geográfica*. Bucaramanga, Colombia. Ediciones UIS.
- Henao Sarmiento, J. E. (2003). *Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Bogotá, Colombia, Ediciones USTA.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1986). *El uso de mapas y fotografías aéreas*. Bogotá, Colombia. Imprenta IGAC.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1995), *Conceptos básicos sobre sistemas de información geográfica y aplicaciones en Latinoamérica*. Bogotá, Colombia. Editorial Graficas Colorama.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1998). *Principios básicos de cartografía temática*. Bogotá, Colombia. Imprenta Nacional.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2011). *Geografía de Colombia*. Bogotá, Colombia, Imprenta Nacional de Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2007a). *Cartografía Digital. Revista Análisis Geográficos*, No, 36. Bogotá, Colombia. Editorial Imprenta Nacional de Colombia, pp. 45-46.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2007b) *Geomática y Gestión ambiental. Revista Análisis Geográficos*, No, 38. Bogotá, Colombia. Editorial Imprenta Nacional de Colombia
- Jiménez, A. M. (2007). *Sistemas y Análisis de la Información Geográfica*. México. Editorial Alfaomega.
- Labrandero, J.L., y Martínez, J. (1998) *Sistemas de Información Geográfica en la Planificación Ambiental de Áreas de Montaña*. Madrid, España. Editorial EBCOMP, S.A.
- Muñoz, M.E. (1998). *Zonificación Ambiental de una Cuenca Hidrográfica*. Santa Fe de Bogotá, D.C., Publicaciones Sena.
- Olaya, V. (2011). *Sistemas de información Geográfica*. España. Edición, licencia de distribución Creative Commons Atribución.
- Plata Rodríguez, E. (2013). *Fundamentos de cartografía en los recursos naturales*. Bogotá, Colombia. Ediciones USTA.
- Romero, J. A. (2005) *Módulo de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Bogotá D.C Ediciones USTA.
- Tomlinson, R. (2007) *Pensando en el SIG*. California, E.U. Editorial Transatlantic Publishers Group Ltd. Tercera Edición. 2007.