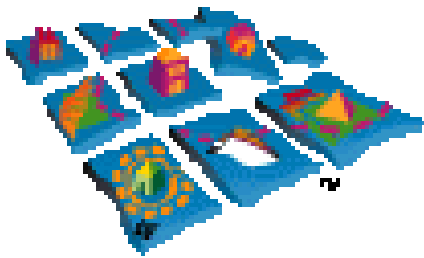


# CAPITULO 6

## 6.GIS (Geographic Information System)

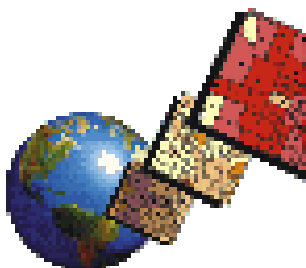
Dentro de lo que es la realización de este proyecto de tesis, hemos creído



conveniente tener en claro los conceptos relacionados a los Sistemas de Información Geográfica, por lo que a continuación se presenta dicha información, que se establece de la siguiente manera: Cartografía, Sistemas de Información, Geografía y GIS.

### 6.1. COMPENDIO HISTORICO

#### 6.1.1. CARTOGRAFIA CLASICA



La recolección de datos espaciales de propiedades significativas de la tierra ha sido por mucho tiempo un aspecto muy importante desde las primeras civilizaciones hasta nuestros días. Originalmente los

mapas fueron utilizados para ayuda de la navegación y para estrategias militares. Durante los últimos doscientos años se ha convertido en una tradición la elaboración de mapas que permanecen hasta nuestros días.

El entendimiento de los recursos naturales, ciencia de la tierra, geología, ecología, etc. Contribuye con nuevo material para la elaboración de mapas: los mapas con este propósito específico son referidos como mapas temáticos.

La información cualitativa y cuantitativa puede ser representada en un choropleth map es decir: áreas de mismo valor separados por fronteras (mapas de suelos, de religiones, etc.) como se trata de representar en la figura 53:

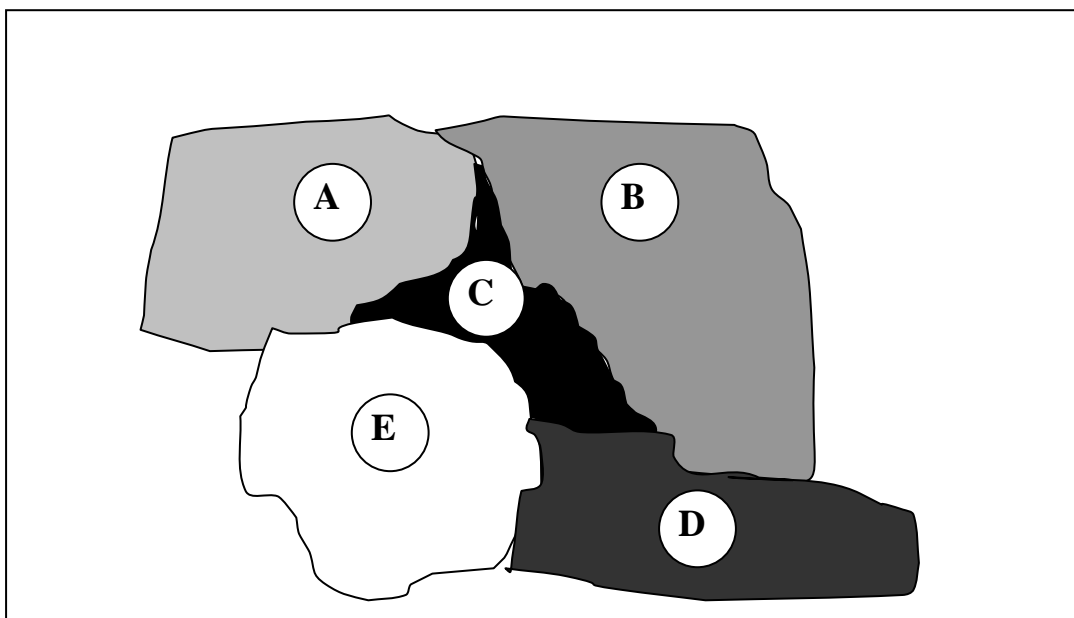
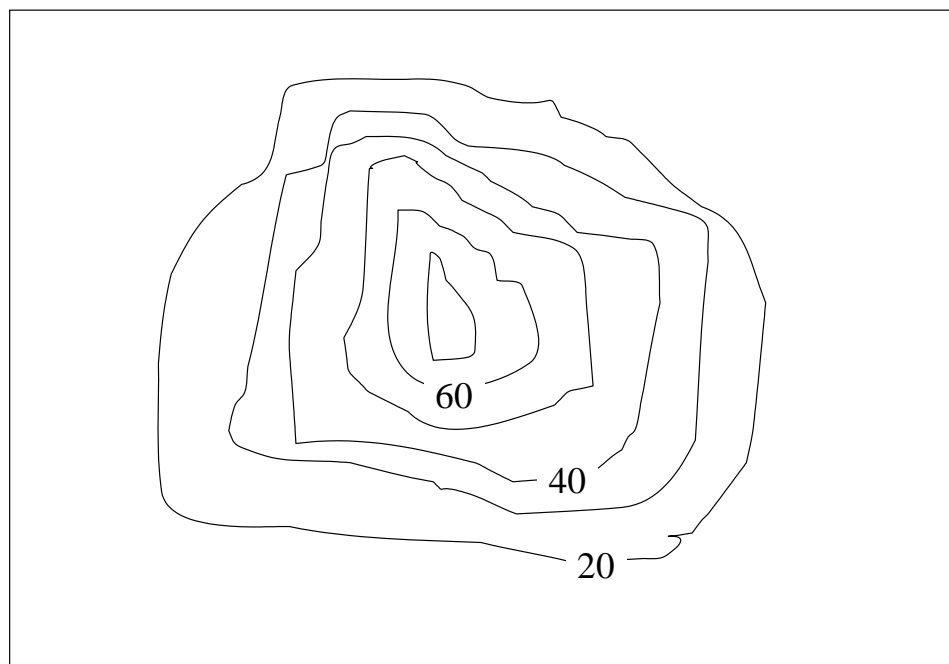


Figura 53

La información cuantitativa puede ser representada en un mapa con isolíneas que conectan los puntos de igual valor (elevaciones en un mapa topográfico, etc.) como se trata de representar en la figura 54:



**Figura 54**

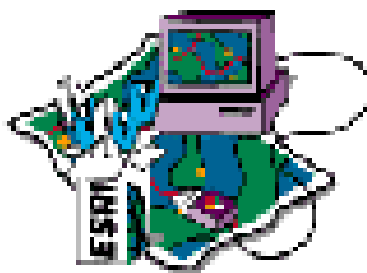
En el siglo 20 la demanda de mapas de topografía y de temas específicos se ha incrementado gradualmente.

Antes de disponer de computadora, la información estaba codificada en forma de puntos, líneas o áreas en un dibujo en un pedazo de papel. Estas entidades geográficas estaban representadas por colores o símbolos cuya explicación se encontraba en la leyenda. El mapa y la leyenda juntos

formaban la base de datos. Estas bases de datos clásicas tienen las siguientes particularidades:

1. Permiten una reproducción fácil de los mapas
2. Pueden contener mucha información compacta y accesible
3. En este caso, sin embargo, se puede perder el sinóptico y el contexto espacial.
4. Datos originales han sido reducidos en volumen o clasificados para hacerlos entendibles y representativos.
5. El volumen completo en escala puede ser representado por número de hojas.
6. El mapa impreso es un documento estático (difícil y costoso para modificar), cualitativo (difícil para realizar análisis cuantitativo) y costoso.

### **6.1.2. CARTOGRAFIA AUTOMATIZADA**



La introducción del computador en la cartografía fue realizada para automatizar la producción de mapas. El sistema consistía en una base de datos con los elementos fenomenológicos y sus identificadores para indicar que símbolos se debían utilizar cuando se los imprimía en el mapa. Tenía la gran ventaja de que la modificación de la base de datos era muy simple, pero no permitía ni análisis ni modelación

espacial que es una de las principales características de sistemas de información geográfica.

En 1963 Howards utiliza un computador para realizar un mapa simple, donde se imprimían valores estadísticos de una rejilla del plano. El primer programa fue SYMAP, entre estos programas estuvieron GRIDEE e IMGRID conocido como celda-rejilla (raster) que permitían la superposición de mapas. Para la cartografía tradicional, la nueva tecnología computacional no ha cambiado de actitud en la elaboración de los mapas, la alta calidad del mapa de papel, resta los logros alcanzados.

En 1977, Rhind presentó una lista de razones para usar computadores en cartografía, la que es:

1. Hacer mapas existentes más rápidamente,
2. Hacer mapas existentes más baratos
3. Hacer mapas de necesidades específicas del usuario
4. Para hacer mapas de situaciones donde la experiencia del personal técnico no está disponible
5. Permitir la experimentación con diferentes representaciones gráficas del mismo dato
6. Facilitar la elaboración y actualización de mapas cuando los datos se encuentren en forma digital.

7. Facilitar el análisis de datos que demandan interacción estadística y cartográfica
8. Minimizar el uso de mapas impresos
9. Crear mapas que son difíciles de realizar a mano
10. Crear mapas en cuyos procedimientos de selección y generalización son definidos explícitamente.
11. Introducir automatización en el proceso completo de elaboración de mapas.

### **6.1.3. GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS, GIS**

En los años 60 y 70, aparecieron nuevas tendencias en la manera en la cual los datos de los mapas están siendo usados para la evaluación de los recursos, tierras, etc. Debido a que diferentes aspectos de la tierra no funcionan independientemente unos de otros. Las personas comenzaron a querer evaluar de una manera integrada.

Se han desarrollado poderosas herramientas para recolectar, almacenar, recuperar transformar, analizar y modelar datos espaciales. Este grupo de herramientas constituye un sistema de información geográfica, GIS.

## **6.2. DEFINICION DE GIS**

### **6.2.1. SISTEMAS DE INFORMACION**

La función de un sistema de información es mejorar las habilidades del individuo y su capacidad en el desarrollo de una acertada toma de decisiones. Un sistema de información es la cadena de operaciones que se toma al planificar la observación y colección de datos, almacenamiento y análisis de los datos, para el uso de la información derivada de algunos procesos y su toma de decisión. Esto nos trae un importante concepto: Un mapa es una clase de sistema de información (Clkins y Tomlinson). Un mapa es una colección de datos, análisis de los datos e información derivada de esta colección es usada en la toma de decisiones de los proyectos. Para ser útil, un mapa debe ser capaz de combinar información en forma clara, directa para usuarios quienes, tienen la intención de hacerlo. Es por esto que la Geografía tiene mucho que ver en este aspecto pues es de ella de donde se pueden determinar los diferentes tipos de mapas de acuerdo a las realidades geográficas existentes en los diferentes lugares a analizar, en la siguiente parte de este capítulo vamos a tratar el tema de la Geografía.

### **6.2.3. EN DEFINITIVA ¿QUÉ ES UN GIS ?**

Un Sistema de Información Geográfico (SIG=GIS (Geographic Information System)) es un sistema de información que es designado para trabajar con datos referenciados por coordenadas espaciales o geográficas. En otras palabras, un SIG es un sistema de base de datos con capacidades

específicas para datos espacialmente geo-referenciados y un grupo de operaciones de trabajo con los datos a ser utilizados.

Otra manera de conceptualizar a un GIS es que se trata de un sistema computarizado que permite la entrada, almacenamiento, manipulación, análisis, modelamiento, representación y salida eficiente de datos espaciales (mapas) y atributos (descripción) de acuerdo a especificaciones y requerimientos concretos.

#### **6.2.4. OBJETIVO**

Análisis espacial georeferenciado de información gráfica como alfanumérica.

### **6.3. ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACION**

La información se organiza por layers, niveles, variables o coberturas, en donde una vista puede estar formada por varias coberturas. Cada cobertura está relacionada con una tabla de datos, uno de los campos de la tabla está reservado para un identificador único , el cual es un número secuencial con el que se enlaza toda la fila de los elementos gráficos , además las coberturas son independientes a excepción de que se encuentran en el mismo espacio geográfico .



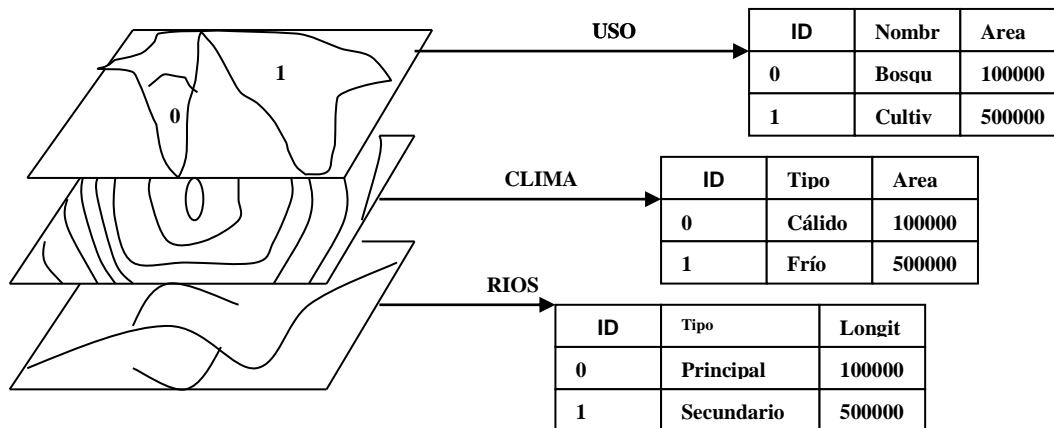


Figura 55

Cabe señalar que se pueden realizar diferentes tipos de operaciones de acuerdo al tipo de estructuras que se utilice en el SIG así tenemos operaciones como: Intersección, unión, álgebra de mapas, etc.

### 6.3.1. TIPO DE ESTRUCTURAS DE DATOS DE UN SIG

Los Sistemas de Información Geográfico manejan los siguientes tipos de información:

- No espacial (datos, atributos de los objetos consignados)
- Espacial (la localización de las entidades sobre la superficie de la tierra, las posibles conexiones topológicas entre las entidades, es decir la especificación de la posición relativa entre ellas).

La diferencia entre los SIG o GIS con los demás sistemas de información (bancarios, inventarios, contables, etc.) es esencialmente el manejo de la información espacial, incluso dentro de lo que es el manejo de mapas existen otros sistemas como AM/FM y Cad que hacen esta manipulación de layers, pero el GIS realiza el análisis espacial que es básicamente la "razón de ser de los GIS", a continuación presentamos un cuadro comparativo entre CAD, AM/FM y GIS:

	<b>CAD</b>	<b>AM/FM</b>	<b>GIS</b>
GRAFICA (GEOREFERNCIADA)	X	X	X
COORDENADAS (por ejemplo: planas X,Y en metros)	X	X	X
COORDENADAS GEODESICAS (Geográficas)		X	X
TABLAS DE DATOS	X	X	X
CONSULTAS	X	X	X
ANALISIS GEOGRAFICO			X

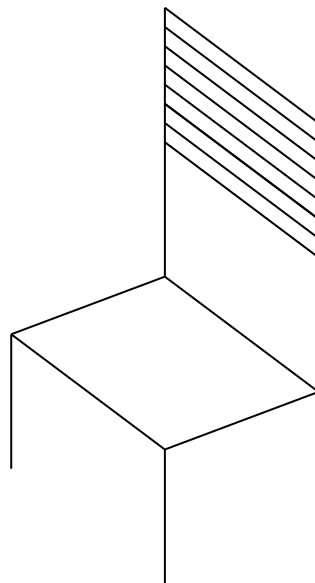
**Tabla 9**

El ojo humano es altamente eficiente para reconocer figuras y formas, pero el computador necesita ser instruido como los modelos espaciales tienen que ser manejados y desplegados. Esencialmente hay dos contrastantes, pero complementarias formas de representación de datos espaciales en el computador a las cuales nos

referimos como formas explícita e implícita de describir entidades espaciales.

Observemos la figura 56:

				C					
				C	C				
				C	C	C			
				C	C	C	C		
				C	C	C	C		
				C		C	C		
				C			C		
			C	C	C		C		
	C	C	C	C	C	C	C		
	C	C	C	C	C	C	C		
	C		C	C	C		C		
	C			C			C		
	C			C			C		
				C					
				C					
				C					



**Figura 56**

Esta nos muestra las dos formas en las cuales una silla puede ser representada explícitamente o implícitamente en un computador. La

representación explícita significa que la forma de la silla está constituida por un conjunto de puntos sobre una cuadrícula o raster. De manera que el computador sabe que este conjunto de puntos representa una silla y no una tabla, a cada celda le da el mismo valor de código C. En la práctica las C no van a ser desplegadas pero están representadas por un valor numérico o un color o una escala de gris. Entonces tenemos la siguiente estructura de datos para la silla:

Atributo silla -- símbolo color -- celda X

La representación implícita hace uso de un conjunto de líneas, definidas por puntos de inicio y de fin y alguna forma de conectividad. Los puntos de inicio y lineales de las líneas definen vectores que representan la forma de la silla; punteros entre las líneas indican al computador cómo las líneas se juntan para formar la silla. La estructura de datos es:

Atributo silla -- conjunto de vectores -- conectividad

La figura 56 nos muestra algunas otras diferencias entre las dos representaciones.

Primero: la representación implícita requiere menos números implicando menor espacio de almacenamiento, para almacenar la información sobre la silla (la representación vectorial usa 11 pares XY y a4 punteros de conexión y la representación raster usa 60 celdas).

Segundo: la representación vectorial es estéticamente más placentera que la imagen raster para producir una resolución equivalente la imagen raster necesita basarse en una cuadrícula de 0,5 mm, requiriendo por ello 170 pares XY.

Tercero: la Información de conectividad permite búsquedas espaciales dirigidas a realizarse sobre la silla. Por otro lado, si la forma o tamaño de la silla se tiene que cambiar , esto puede hacerse más rápido y más fácil en la representación raster que en la vectorial. En una representación raster la actualización de datos simplemente involucra borrar ciertos valores y escribir otros nuevos. En la representación vectorial no solo tienen que actualizarse las coordenadas sino que la conectividad también tiene que reconstruirse.

Existen dos formas fundamentales de representación topológica de datos que pueden ser sintetizadas así:

- Representación raster, conjunto de celdas localizadas por coordenadas; cada celda es direccionada independientemente con el valor de un atributo.
- Representación vectorial, tres entidades geográficas fundamentales, puntos, líneas y áreas, los puntos son similares a las celdas, excepto que no cubre áreas; líneas y áreas son conjuntos de coordenadas interconectados que pueden ser ligados a atributos dados.

### 6.3.1.1. ESTRUCTURAS RASTER (FORMATO RASTER)

Las estructuras de datos más simples consisten de un arreglo de celdas de cuadrícula (algunas veces denominados pixels o elementos de cuadro). Cada celda de la cuadrícula es referenciada por un número de fila y columna y contiene un número que representa el tipo o valor del atributo mapeado. En las estructuras raster no existe la noción de puntos, líneas y áreas extendidas es así que un punto está representado por una celda de la cuadrícula; una línea por un número de celdas vecinas necesarias ensartadas en una dirección dada y un área por una aglomeración de celdas vecinas.

Así el ejemplo de la silla estaría representado en la figura 57:

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	0
0	0	0	0	1	1	1	1	0
0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	0	1	1	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	0	1	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 57

Este tipo de estructuras de datos es fácil de manejar en el computador, debido a la facilidad con que los arreglos de filas y columnas pueden ser almacenados, manipulados y desplegados. Esta estructura de datos también significa que la superficie bidimensional sobre la que se representan los datos geográficos no se representa en forma continua, sino cuantizada, lo que puede tener un efecto importante en la estimación de longitudes y áreas cuando los tamaños de la celda de la cuadrícula son grandes con respecto a las formas que se representan.

La representación raster asume que el espacio geográfico puede ser tratado como si fuera una superficie plana cartesiana. Cada pixel o celda de cuadrícula es entonces asociado por implicación con una parcela cuadrada de tierra. La resolución o escala de los datos raster es entonces la relación entre el tamaño de la celda en la base de datos y el tamaño de la celda en la tierra.

#### **6.3.1.2. ESTRUCTURA VECTORIAL (FORMATO VECTORIAL)**

La representación vectorial de un objeto es un intento de representarlo tan exactamente como sea posible mediante un conjunto de coordenadas.

Tenemos tres tipos de entidades: puntuales, lineales y de áreas. Las entidades puntuales abarcan todas las entidades geográficas que están posicionadas por un par de coordenadas (X,Y) (Figura 58), las entidades lineales son cadenas de coordenadas (X,Y) con punto inicial y final (figura 59) mientras que las áreas de polígonos algunas veces llamadas regiones

son una serie de coordenadas (X,Y) con el mismo punto inicial y final que define el contorno del polígono (figura 60).

Punto = ciudad (10,20) ●

Figura 58

Líneas = carreteras

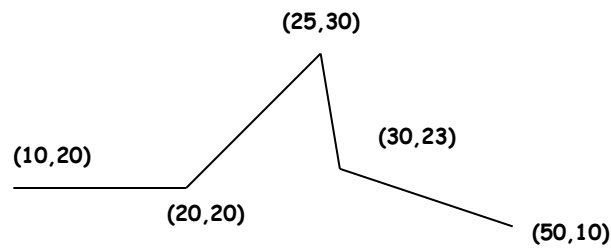


Figura 59

Area = Parque nacional

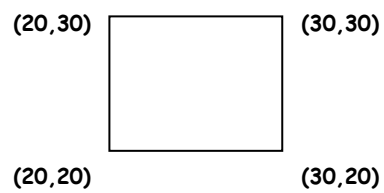


Figura 60

Con este formato existe mayor precisión de la estructura de los mapas para la visualización e impresión, la estructura de datos es compacta.



## 6.4. LOS COMPONENTES DE UN GIS

Un GIS tiene los siguientes componentes principales:

- Hardware del computador
- Software de un conjunto de módulos de aplicación

### 6.4.1. HARDWARE

Los componentes generales de un GIS son: la CPU que está ligada a la unidad de disco, provee espacio para el almacenamiento de datos y programas, el digitalizador o scanner utilizado para entrar y convertir en forma digital los mapas, el plotter u otro dispositivo de impresión y la unidad de cinta.

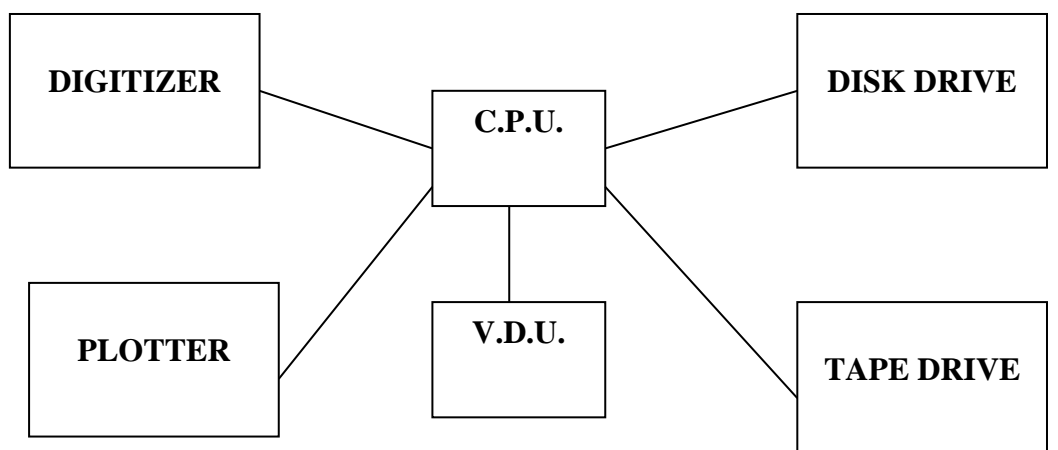


Figura 61

### 6.4.2. SOFTWARE

Consiste básicamente en cinco módulos que son :

- a) Ingreso y verificación de datos
- b) Manejo de la base de datos y almacenamiento de datos
- c) Transformación de datos
- d) Interacción con el usuario
- e) Salida y representación de datos.

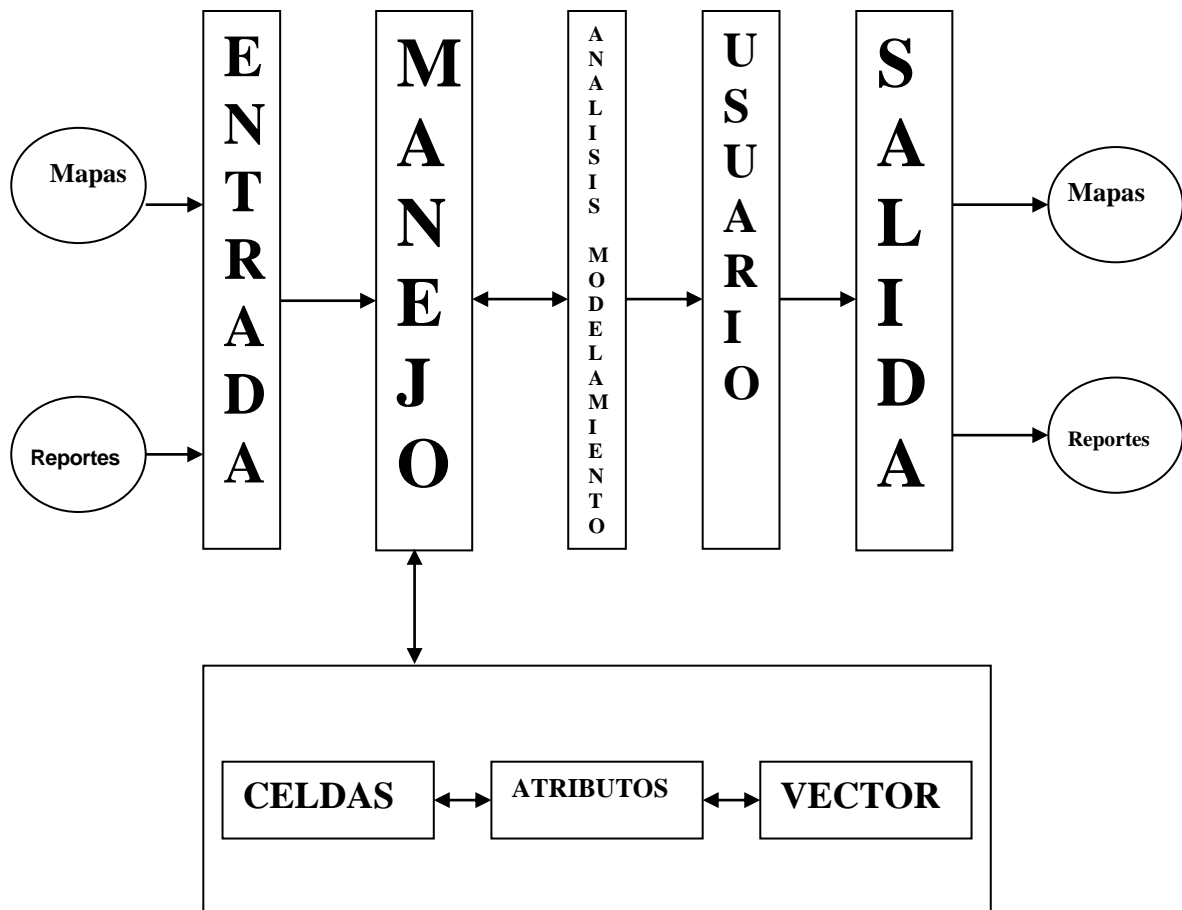


Figura 62

## **6.5. LAS CUATRO MS EN EL GIS**

Los sistemas de información Geográfica son un significado de datos espaciales integrados adquiridos en una escala, tiempo y formatos diferentes. Básicamente los urbanistas, científicos, administradores de recursos y otros quienes usan trabajos de información geográfica en algunas áreas principales. Ellos observan y miden parámetros del medio ambiente. Ellos desarrollan mapas los cuales retratan características de la tierra. Ellos monitorean cambios en nuestros alrededores en espacio y tiempo. Además, ellos modelan alternativas de acciones y operación de procesos en el medio ambiente.

Entonces estas son las 4 Ms en el GIS:

1. Medición,
2. Mapeo,
3. Monitoreo, y
4. Modelamiento.

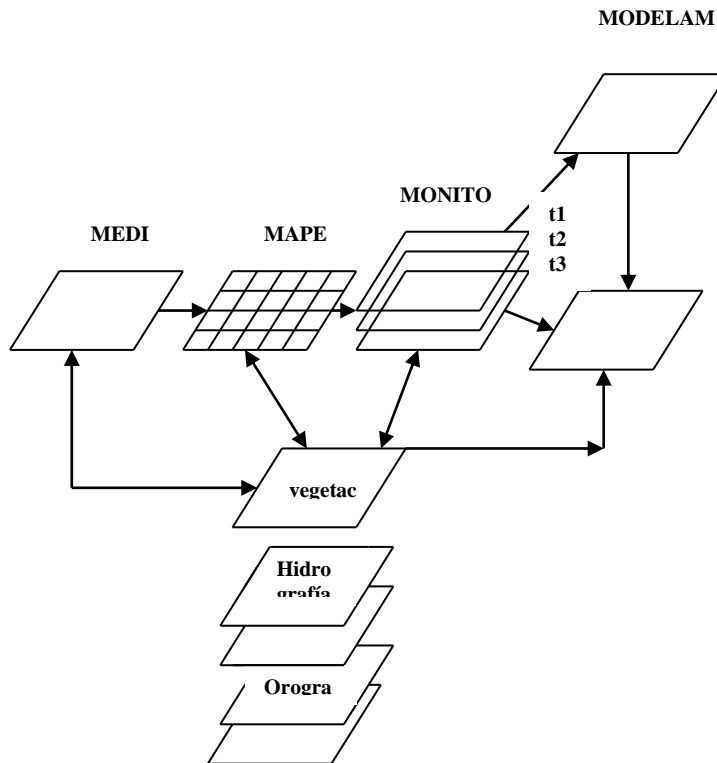


Figura 63

Los GIS nos permiten realizar operaciones espaciales, además realiza encadenamiento de datos de diferentes sets.

## 6.6. PROCESO DE DISEÑO DE UN SIG

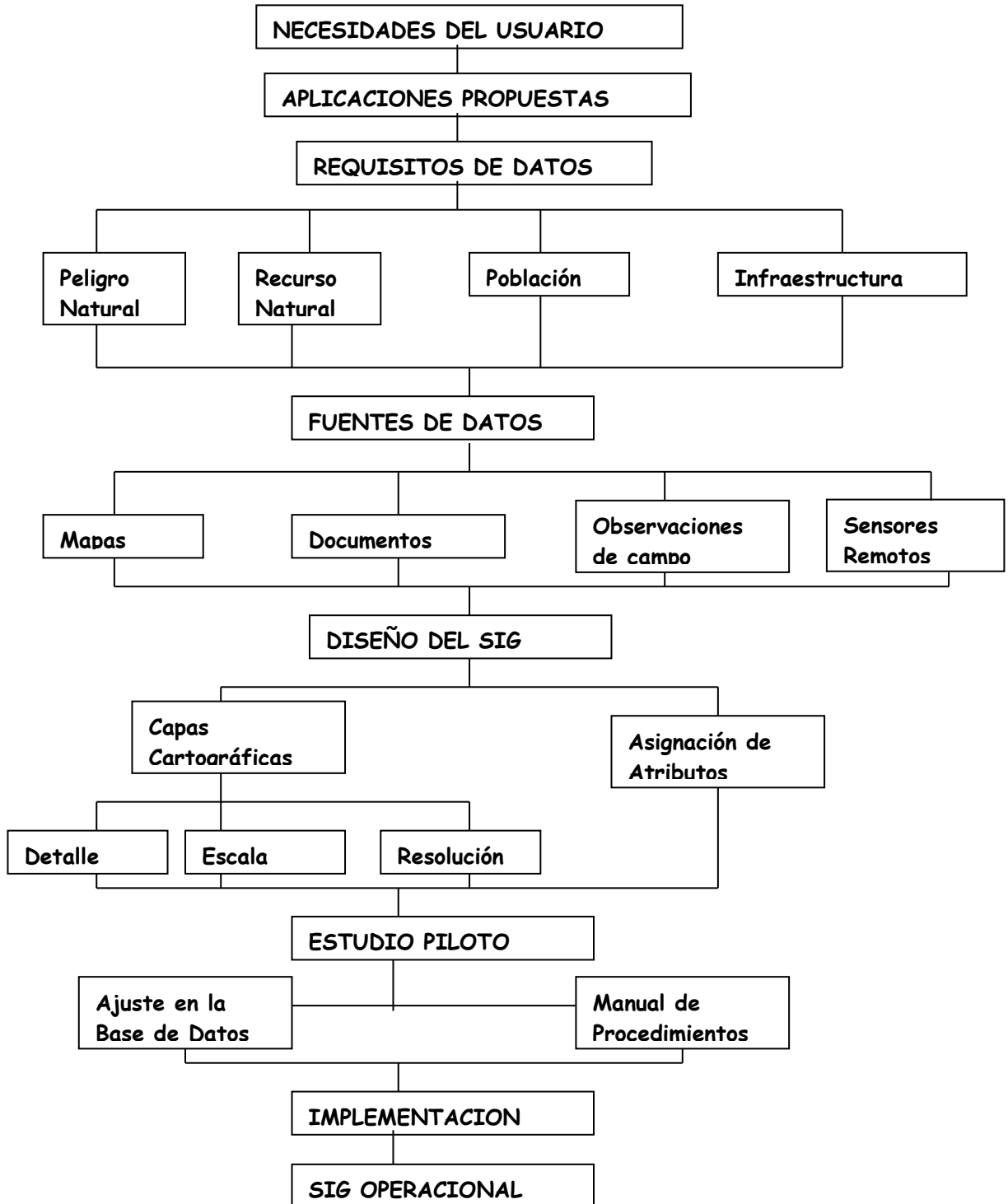


Figura 64