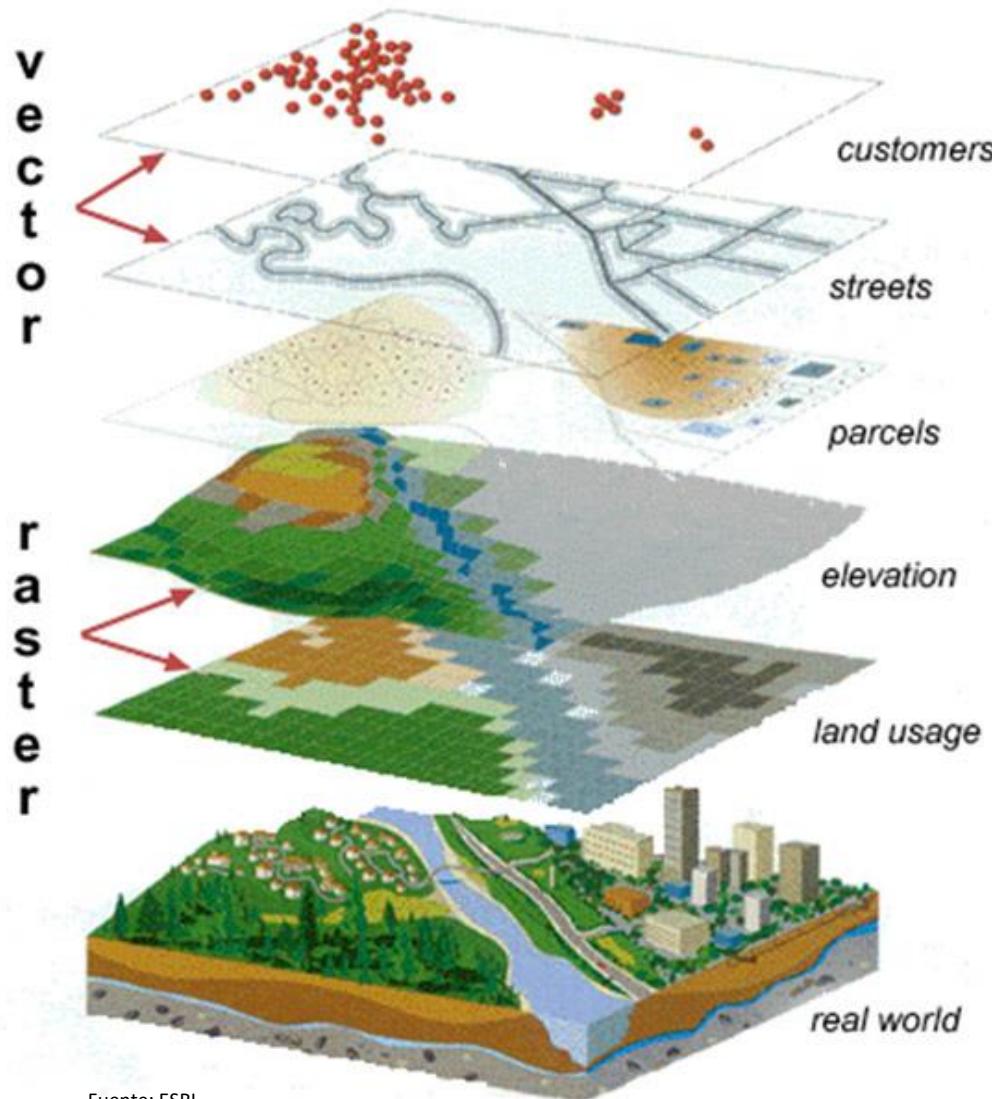


# LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA



**CONTEXTO**

**CARTOGRAFIA DIGITAL**

**MODELOS DE DATOS**

**CONCEPTO DE SIG**

**EVOLUCIÓN**

**COMPONENTES**

---

**FUNCIONES**

**PROGRAMAS**

**APLICACIONES**

Fuente: ESRI

# DEFINICIONES

Un sistema que utiliza una base de datos espaciales para generar respuestas ante preguntas de naturaleza geográfica... Un SIG general puede ser visto como un conjunto de rutinas espaciales especializadas que descansan sobre una base de datos relacional estándar, Goodchild, 1985.

Un potente conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real, Burrough, 1986.

Un conjunto de procedimientos manuales o computarizados usados para almacenar y tratar datos referenciados geográficamente, Aronoff, 1989.

Un SIG es un elemento que permite «analizar, presentar e interpretar hechos relativos a la superficie terrestre». Tomlin C (1990), "Geographic information systems and cartographic modelling." Prentice Hall.

Un SIG como un «sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas. Star J and Estes J (1990), "Geographic Information Systems: An Introduction" Prentice-Hall.

Un SIG es un sistema que integra tecnología Informática, personas e información geográfica <http://www.gis.com/whatisgis/index.html> y cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados Korte G (2001), "The GIS Book (5th Ed. Rev.)" Autodesk Press.

# ¿QUÉ ES UN SIG?

## SIG como integrador de información

Datos e Información de muy diversa naturaleza, que responden a objetos de estudio y formas de investigación muy variada (a veces difícil de relacionar), encuentran un elemento que las conecta a través de su posición en el espacio.

## SIG como integrador de tecnologías

Diversos artefactos e innovaciones tecnológicas son fácilmente agregados a esta herramienta; de esta manera se incorporan naturalmente a los SIG, datos del sensoramiento remoto (imágenes satelitales y fotografías aéreas), datos de GNSS, datos de telemetría, LIDAR y otros.

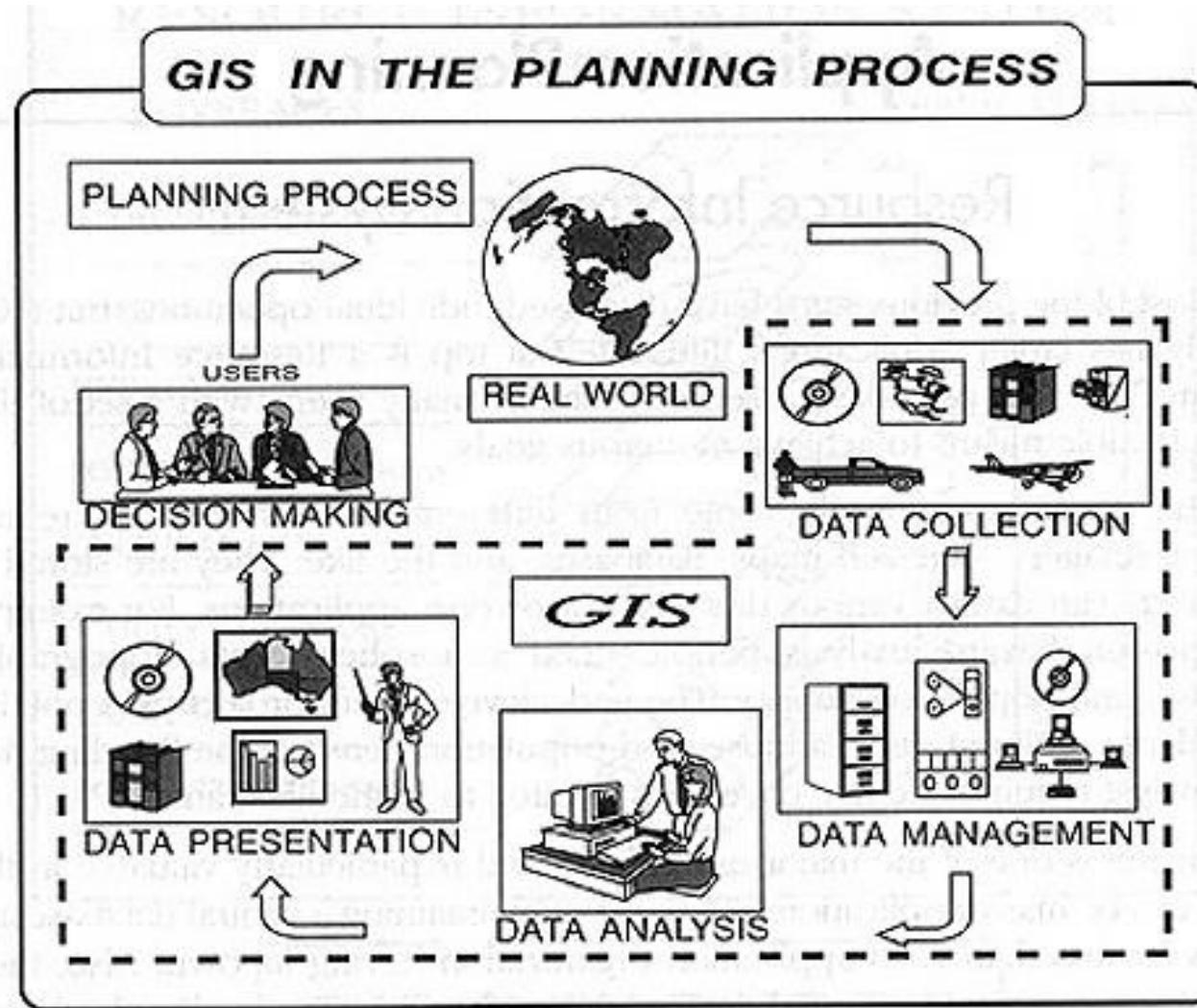
## SIG como integrador de personas

A cada tipo de información podemos asociar diferentes personas con formaciones académicas muy variadas, así como usuarios y generadores de información no-académicos.

## SIG como integrador de teorías y fundamentos. La Ciencia de la Información Geográfica

Un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión (National Centre of Geographic Information and Analysis, 1990).

# Esquema conceptual básico



# ANTECEDENTES

Los referentes previos de los SIG se encuentran en conceptos y métodos desarrollados por la Geografía Cuantitativa en la década de los cincuenta.

Hägerstrand en The Propagation of Innovation Waves (1952) analiza las superficies por medio de retículas regulares (SIG raster).

Bunge en Theoretical Geography (1962) identifica los elementos geométricos de la Geografía (puntos, líneas y áreas).

Explanation in Geography, 1969 de D. Harvey.

Década de los 50 se crean los primeros ordenadores.

Década de los 60 importantes avances en: cartografía automática, información geográfica y su tratamiento estadístico.

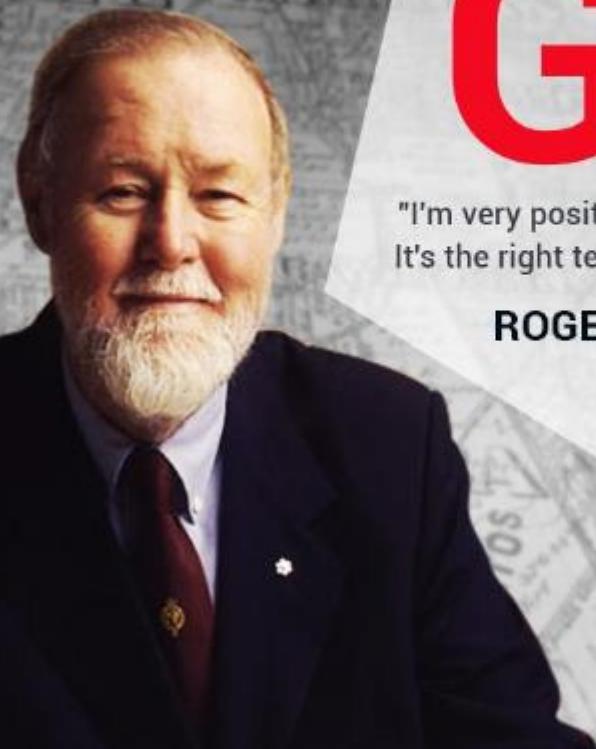
El primer SIG fue el de Canadian Geographical Information System (CGIS) en 1964. Su creación fue para el inventario y planeamiento de la ocupación del suelo forestal. Fue financiado por el Departamento de Agricultura de Canadá y en el se destacan Roger Tomlinson e IBM en el soporte físico.

1966-1980 - Sistemas desarrollados por el Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis (LCGSA) de la Universidad de Harvard. Varias personas que pasaron por este organismo tuvieron gran trascendencia como presidentes o directivos de las empresas más destacadas (ESRI, ERDAS, Intergraph).

1969- Surge Environmental System Research Institute (ESRI) con su producto ARC/INFO, luego Arcview y actualmente ArcGis.

1970 - La Oficina del Censo de Estados Unidos desarrolla la estructura DIME (Dual Independent Map Encoding, Codificación Independiente Dual de Mapas) permitía realizar preguntas y análisis directamente sobre el mapa. Amplio crecimiento de la Cartografía automática en el Reino Unido .

(1980-1990) Los SIG tienen una fuerte difusión y gran desarrollo comercial.



# FATHER OF GIS

"I'm very positive about the future of GIS.  
It's the right technology at the right time."

**ROGER TOMLINSON**

1933-2014

Roger F. Tomlinson, OC (17 November 1933 – 9 February 2014) was an English geographer and the primary originator of modern computerized geographic information systems (GIS), and has been acknowledged as the "father of GIS."

Esri President Jack Dangermond to  
Talk about Infinite Scalability of  
Imagery Data at ASPRS IGTF 2017



# SISTEMAS PREVIOS A LOS SIG

Los sistemas de información (SI): son sistemas informáticos, o no, para dar respuesta a preguntas no predefinidas de antemano . Incluyen: base de datos, procedimientos para el análisis y manipulación de los datos y un sistema de interacción con el usuario

Los sistemas de apoyo a la decisión (SAD): los datos y la base de conocimiento sirven para el apoyo a la toma de decisiones. Facilitan respuestas y simulaciones.

Los sistemas CAD (*Computer Aided Design*): son programas para el diseño por medio de computadores. Fueron creados para el diseño y dibujo tanto por diseñadores, arquitectos e ingenieros; hacen énfasis en las funcionalidades gráficas. Este potencial luego fue incorporado a la elaboración de cartografía pero son exclusivamente programas de diseño y no permiten incorporar base de datos y tienen capacidades muy limitadas en el análisis espacial (no generan topología).

# SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

Los programas que almacenan, integran y visualizan información geográfica. Integran datos referidos al territorio (localizables en coordenadas x, y, z). Generan y gestionan información gráfica y alfanumérica. Poseen una conexión entre la fase gráfica y la base de datos. La representación geométrica de los datos poseen topología. Son soportados por equipos informáticos.

Como técnica de elaboración cartográfica permite:

- Rápida corrección y actualización de los mapas.
- Posibilidad de interacción con el mapa (selección de capas, realizar ampliaciones, etc.).
- Dispositivos de almacenamiento masivo (cintas magnéticas, discos magnéticos, discos ópticos, *pen drive*, nube, etc).

# COMPONENTES

**HARDWARE** (soporte físico) Características del computador (PC o laptop) o servidores y los periféricos (tableta digitalizadora, scanner, impresora, plotter). De estas características dependerá el tiempo que insuma el procesamiento de los datos.

**SOFTWARE** (soporte lógico) Programas de computación que procesan datos raster y vectorial. Permiten la generación de datos, modelado de la información, da respuesta a consultas.

**DATOS** Incluye cartografía digital y datos alfanuméricos. Estos pueden ser provenientes de fuentes primarias (elaboradas por el interesado) o secundarias (elaboradas por otra institución que se encargó de generarlos). De la rigurosidad y actualización de estos datos dependerá la calidad de los resultados.

**PERSONAL** Se hace necesario tener personal calificado que pueda discriminar los requerimientos y calidad de la información a ingresar al sistema al mismo tiempo que sea capaz de interpretar los datos obtenidos por el SIG.

Software SIG	<a href="#">Windows</a>	<a href="#">Mac OS X</a>	<a href="#">GNU/Linux</a>	<a href="#">BSD</a>	<a href="#">Unix</a>	<a href="#">Entorno Web</a>	<a href="#">Licencia de software</a>
<a href="#">ABACO DbMAP</a>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">ArcGIS</a>	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">Autodesk Map</a>	Sí	No	No	No	No	Sí	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">Bentley Map</a>	Sí	No	No	No	No	Sí	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">Capaware</a>	Sí ( <a href="#">C++</a> )	No	Sí	No	No	No	<a href="#">Libre: GNU GPL</a>
<a href="#">Caris</a>	Sí	No	No	No	No	Sí	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">CartaLinx</a>	Sí	No	No	No	No	No	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">El Suri</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	No	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">Geomedia</a>	Sí	No	No	No	Sí	Sí	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">GeoPista</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	Sí	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">GestorProject - PDAProject</a>	Sí	No	No	No	No	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">GeoServer</a>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">GRASS</a>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Mediante <a href="#">pyWPS</a>	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">gvSIG</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	No	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">IDRISI</a>	Sí	No	No	No	No	No	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">ILWIS</a>	Sí	No	No	No	No	No	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">Generic Mapping Tools</a>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">JUMP</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	No	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">Kosmo</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	En desarrollo	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">LocalGIS</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	Sí	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">LatinoGis</a>	Sí	No	No	No	No	Sí	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">Manifold</a>	Sí	No	No	No	No	Sí	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">MapGuide Open Source</a>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	<a href="#">LAMP/WAMP</a>	<a href="#">Libre: LGNU</a>
<a href="#">MapInfo</a>	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">MapServer</a>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	<a href="#">LAMP/WAMP</a>	<a href="#">Libre: BSD</a>
<a href="#">Maptitude</a>	Sí	No	No	No	No	Sí	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">MapWindow GIS</a>	Sí ( <a href="#">ActiveX</a> )	No	No	No	No	No	<a href="#">Libre: MPL</a>
<a href="#">ortoSky</a>	Sí ( <a href="#">C++</a> )	No	No	No	No	No	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">Quantum GIS</a>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">SAGA GIS</a>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">GE Smallworld</a>	Sí	?	Sí	?	Sí	Sí	<a href="#">Software no libre</a>
<a href="#">SavGIS</a>	Sí	No	No	No	No	Integración con <a href="#">Google Maps</a>	<a href="#">Software no libre: Freeware</a>
<a href="#">SEXTANTE</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	<a href="#">Java</a>	No	<a href="#">Libre: GNU</a>
<a href="#">SITAL</a>	Sí	No	No	No	No	Integración con <a href="#">Google Maps</a>	<a href="#">Software no libre</a>

# FUNCIONES

Entrada de información: son los procedimientos que permiten convertir la información geográfica del formato análogo al formato digital para ser manipulado en el ordenador

Salida / Representación gráfica y cartográfica de la información: son los procedimientos que permiten al usuario observar los datos incorporados al sistema y los resultados de operaciones analíticas realizadas.

Gestión de la información espacial: permite extraer y reagrupar información de la base de datos.

Funciones analíticas: permite el procesamiento de los datos que se han integrado y de esta manera obtener mayor información (permite modelar).

## EL SIG ALMACENA INFORMACIÓN:

Cartográfica: localización de los elementos (georreferenciación) e incluye las relaciones entre los elementos como conectividad, contigüidad e inclusión (topología).

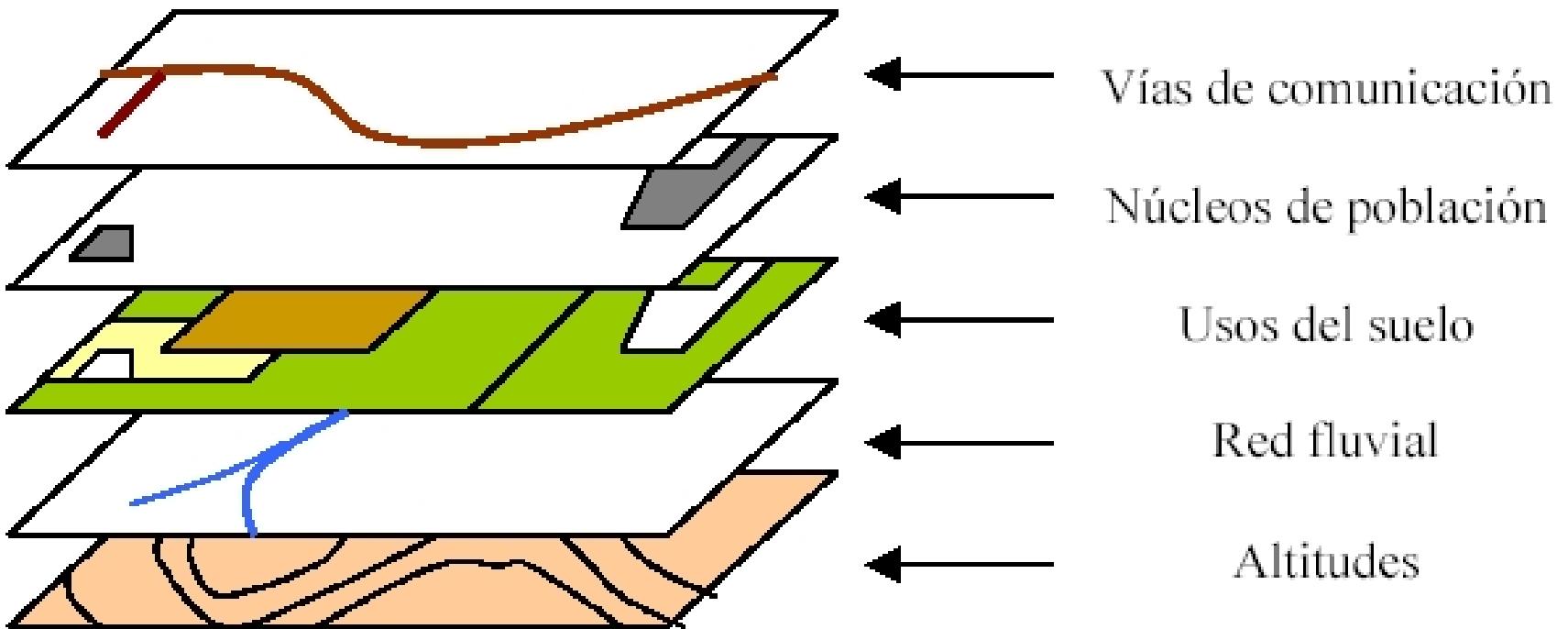
Alfanumérica: datos sobre las características o atributos de cada elemento geográfico.

## CAPTURA DE DATOS:

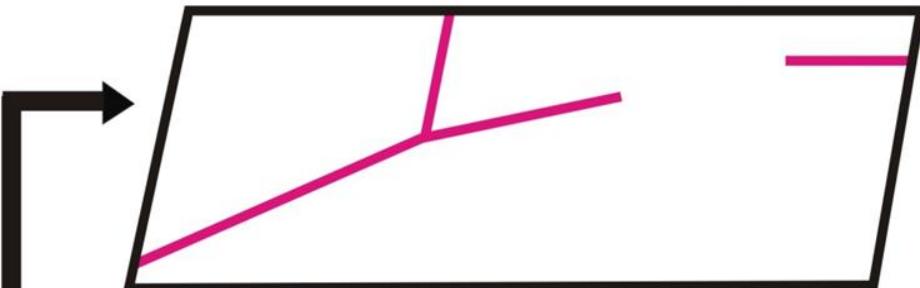
Dato geográfico: se caracteriza por tener una localización en el espacio.  
El dato geográfico posee tres características:

- Componente temática (atributo) ¿Qué?
- Componente espacial (localización) ¿Dónde?
- Componente temporal (tiempo) ¿Cuándo?

El SIG permite trabajar las diferentes capas (rutas, hidrografía, uso del territorio) de que se compone la realidad en forma independiente o interrelacionadas.



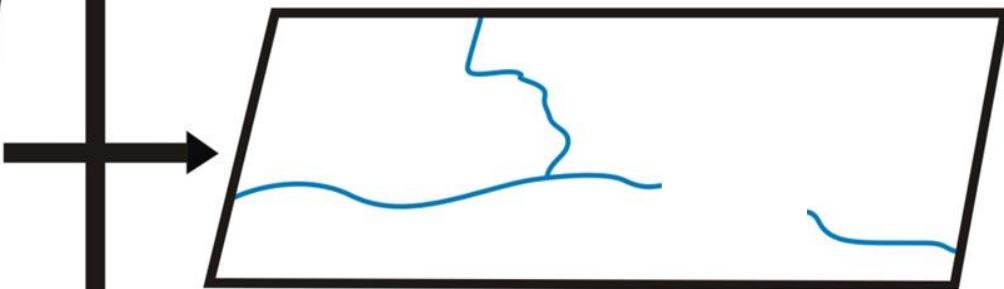
## Vías de comunicación



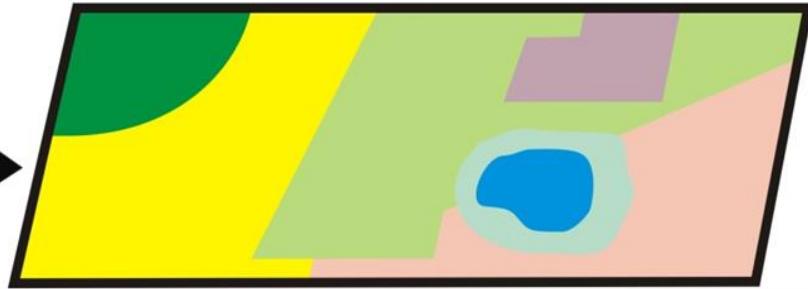
## Realidad



## Hidrografía



## Uso del territorio



Q: ArcView GIS 3.2

File Edit Table Field Window Help

201 selected

Attributes of Country.shp

ObjectID	ObjectID	Objetos	Objetos	Objetos	Objetos	Objetos	Objetos	Objetos	Objetos
Poligon_51	LCN	St. Lucia	St. Lucia	141740	605.379	233.736	EC-Dollar	USD	N 1
Poligon_52	SDN	Sudan	Sudan	2771340	249648.000	961546.075	SDP	N 2	
Poligon_53	SRN	Surinam	Surinam	3140	11794.762	295.179	Krone	NOK	N 3
Poligon_54	SVN	Svalbard	Svalbard	87280	44900.000	359.510	SEK	N 4	
Poligon_55	SGB	South Georgia and the South Sandwich Islands	United Kingdom	0	3917.944	1932.718	DKK	N 5	
Poligon_56	SVR	Syria	Syria	14045470	167970.000	72562.477	Pound	EUR	N 6
Poligon_57	CPV	Taiwan	Taiwan	471100	11794.762	295.179	DKK	N 7	
Poligon_58	ARE	United Arab Emirates	United Arab Emirates	2091980	71224.436	27903.609	Dirham	AED	N 8
Poligon_59	TTO	Tinidad and Tobago	Tinidad and Tobago	1253000	5195.649	1989.052	Dollar	TTD	N 9
Poligon_60	THA	Thailand	Thailand	5732780	59154.000	18807.094	Baht	THB	N 10
Poligon_61	TKL	Togo	Togo	230300	1200.000	5450.000	DKK	DKK	N 11
Poligon_62	TCA	Tuvalu	Tuvalu	14812	496.036	189.450	Dollar	USD	N 12
Poligon_63	TSL	Tuvalu and Cocos Islands	United Kingdom	1680	20.125	7.770	Dollar	NZD	N 13
Poligon_64	TSL	Tuvalu	New Zealand	1680	20.125	7.770	Dollar	NZD	N 14
Poligon_65	TKM	Turkmenistan	Turkmenistan	1000000	1000.000	1000.000	DKK	DKK	N 15
Poligon_66	TGO	Togo	Togo	4046305	57299.001	20123.410	Dirham	USD	N 16
Poligon_67	STP	Sao Tome and Principe	Sao Tome and Principe	128680	1047.785	404.590	Dobra	STD	N 17
Poligon_68	TUN	Tunisia	Tunisia	800000	19540.000	68000.520	Dinar	TND	N 18
Poligon_69	TKM	Turkmenistan	Turkmenistan	6300000	1000.000	1000.000	DKK	DKK	N 19
Poligon_70	TVN	Tuvalu	Tuvalu	13000	36.798	11.881	Dollar	USD	N 20
Poligon_71	TWN	Taiwan	Taiwan	2140581	3636.090	14033.230	Dollar	TWD	N 21
Poligon_72	TKM	Turkmenistan	Turkmenistan	1000000	1000.000	1000.000	DKK	DKK	N 22
Poligon_73	TZA	Tanzania, United Republic of	Tanzania, United Republic of	20396270	544076.075	364655.994	Schilling	TZS	N 23
Poligon_74	UGA	Uganda	Uganda	10144360	243049.950	93041.562	Schilling	UGX	Y 24
Poligon_75	GBR	United Kingdom	United Kingdom	14045470	167970.000	72562.477	Pound Sterling	GBP	N 25
Poligon_76	USA	United States	United States	5174450	160646.075	231.01495	Dollar	USD	N 26
Poligon_77	USA	United States	United States	250033000	940704.000	3440723.000	Dollar	USD	N 27
Poligon_78	BFA	Burkina Faso	Burkina Faso	10114480	27371.918	105603.000	Dirham	IRR	V 28
Poligon_79	UZB	Uzbekistan	Uzbekistan	2000000	1000.000	1000.000	DKK	DKK	N 29
Poligon_80	UZB	Uzbekistan	Uzbekistan	20041790	44571.372	172000.094	Som	V 30	
Poligon_81	VCU	St. Vincent and the Grenadines	St. Vincent and the Grenadines	110459	389.617	150.431	EC-Dollar	XCD	N 31
Poligon_82	VEN	Venezuela	Venezuela	1000000	1000.000	303000.000	Dirham	VES	N 32
Poligon_83	VGB	British Virgin Islands	United Kingdom	1015120	30722.594	121.761	DKK	DKK	N 33
Poligon_84	VNM	Vietnam	Vietnam	7521510	30722.594	126302.000	Dong	VND	N 34
Poligon_85	VGB	Virgin Islands	United States	1015124	344.734	134.646	Dollar	USD	N 35
Poligon_86	VNM	Vietnam	Vietnam	5500000	8000.000	20100.000	DKK	DKK	N 36
Poligon_87	ISL	Iceland	Iceland	1427741	5015.644	2045.422	V	V 37	

## BASE DE DATOS



## SISTEMA DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA



USUARIO

# MODELOS DE DATOS

## RASTER

Discretiza el espacio por medio de una retícula regular

Estas celdas (pixel, picture element) son generalmente cuadradas, indivisibles y se identifican por el número de fila y columna

Cada celda le corresponde un único valor sobre el tema que se está representando (población, tipo de suelo, altitud, etc)

## VECTORIAL

Asume el espacio como continuo (posiciones, distancias y áreas son definidas con mayor exactitud).

Representa los elementos por medio de coordenadas matemáticamente exactas.

Punto: representado por (x, y, z), no tiene dimensiones

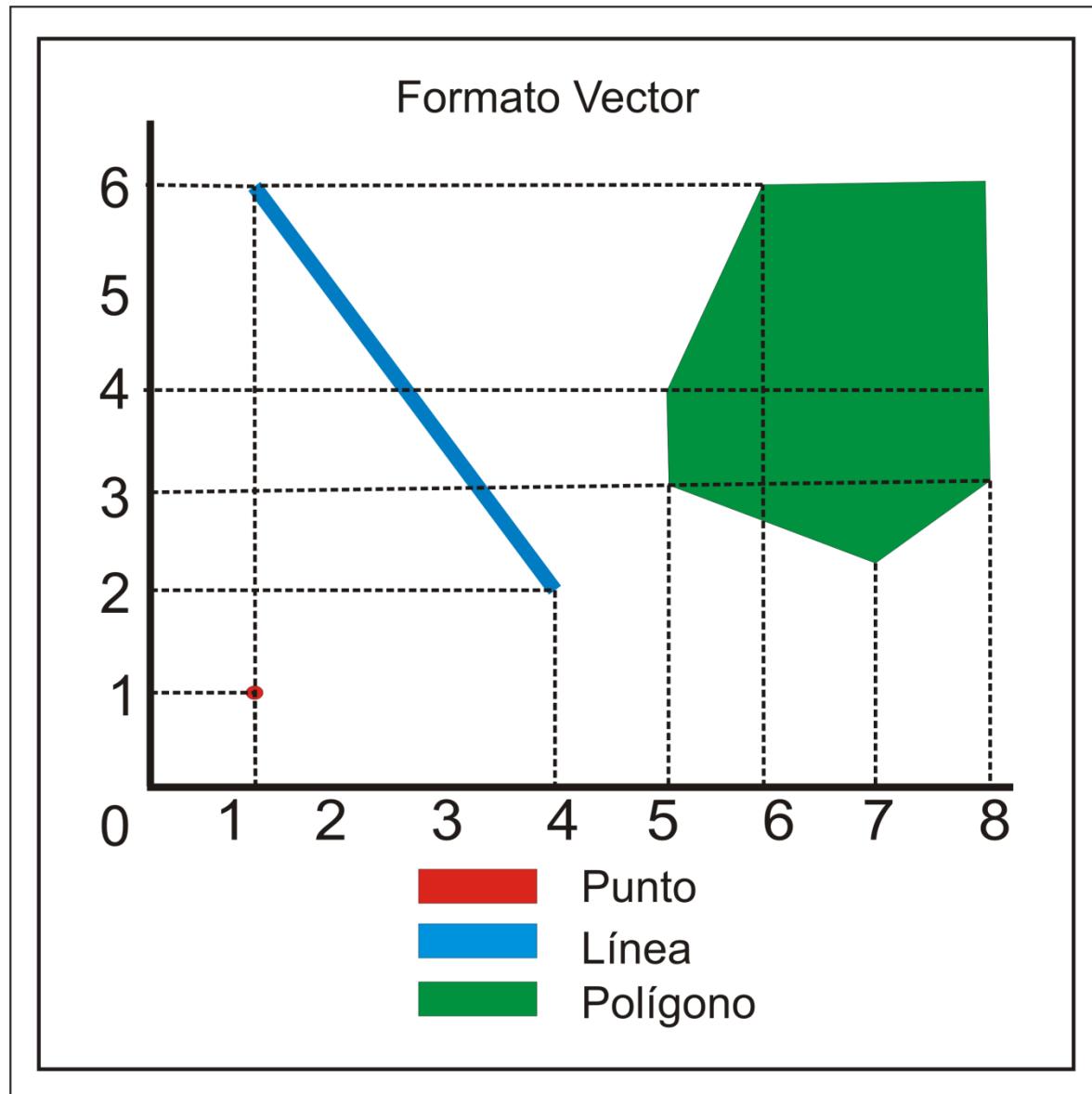
Líneas: representado por dos o más puntos, tiene una dimensión (longitud)

Polígonos: representado por una sucesión de líneas, tiene dos dimensiones (longitud y ancho)

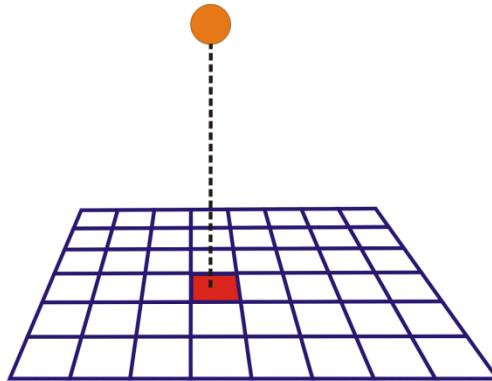
## Formato Raster

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1
2	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2
3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3
4	1,4	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4
5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	8,6

-  Punto
-  Línea
-  Polígono

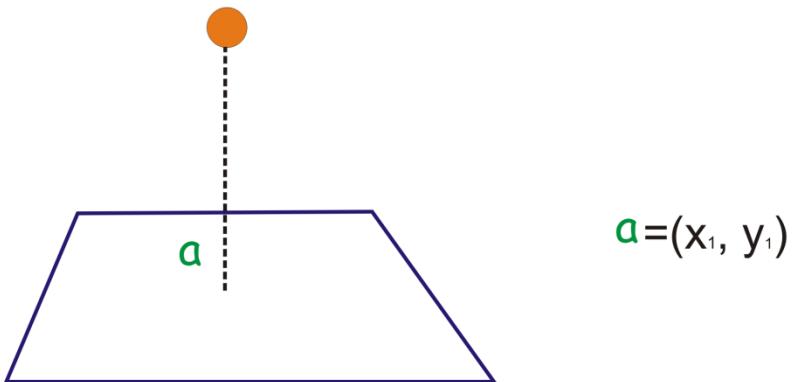


## Punto RASTER

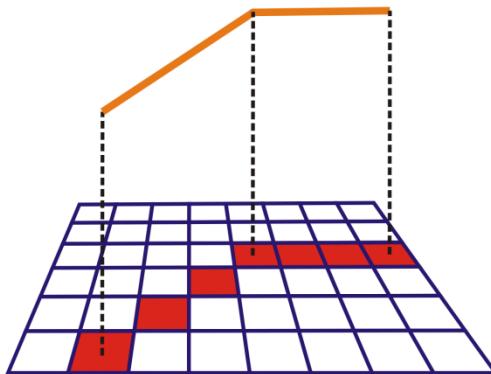


	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0

## VECTORIAL

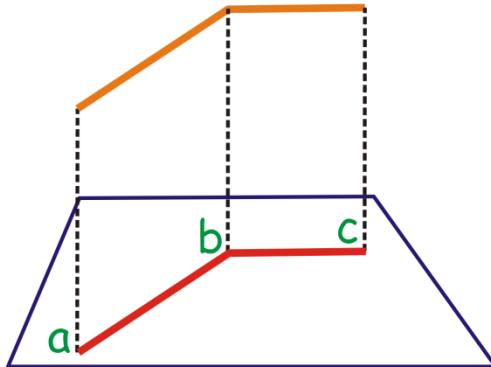


## Linea RASTER



	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	1	1	1
4	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	1	0	0	0	0	0	0

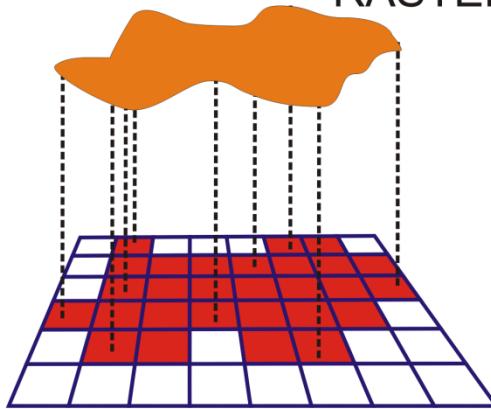
## VECTORIAL



$$\begin{aligned}a &= (x_1, y_1) \\b &= (x_2, y_2) \\c &= (x_3, y_3)\end{aligned}$$

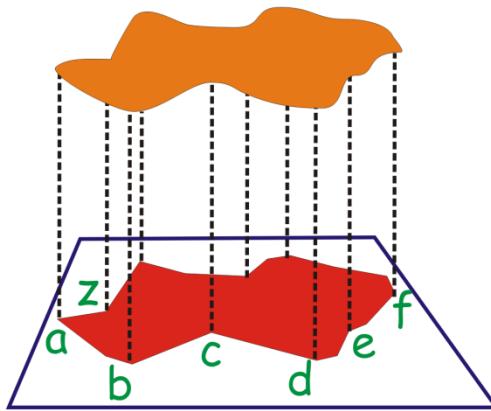
# Polígono

## RASTER



	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	0	0	0	1	1	0
2	0	1	1	1	1	1	1	1
3	0	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	0
5	0	1	1	0	1	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0

## VECTORIAL



$$a = (x_1, y_1)$$

$$b = (x_2, y_2)$$

$$c = (x_3, y_3)$$

$$d = (x_4, y_4)$$

$$e = (x_5, y_5)$$

$$f = (x_6, y_6)$$

⋮

$$z = (x_n, y_n)$$

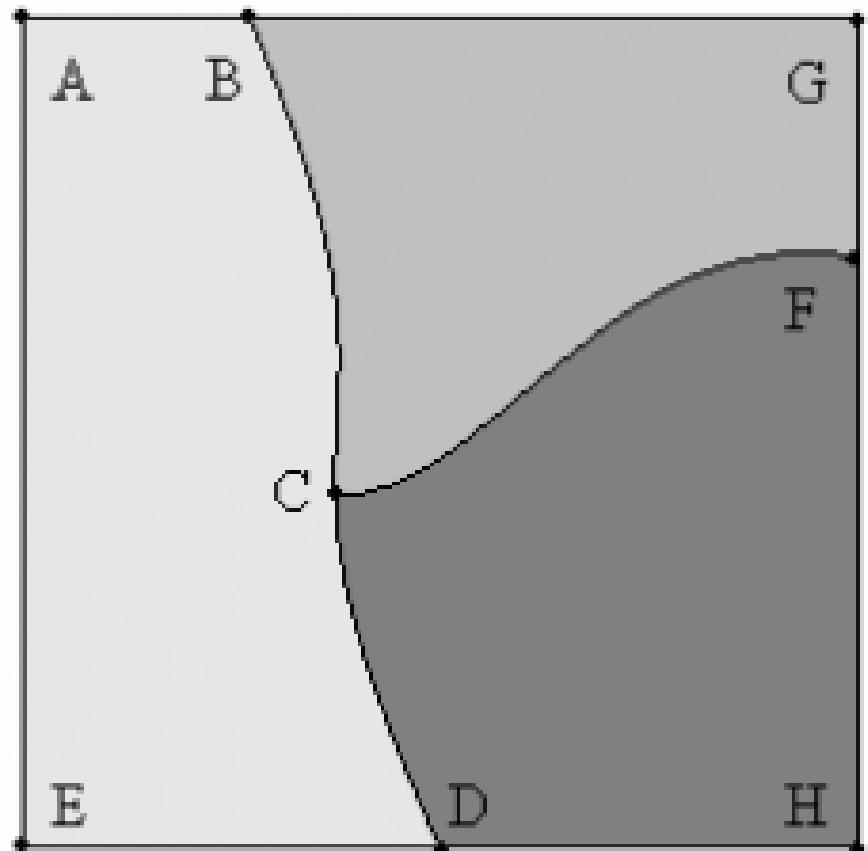


Imagen vectorial

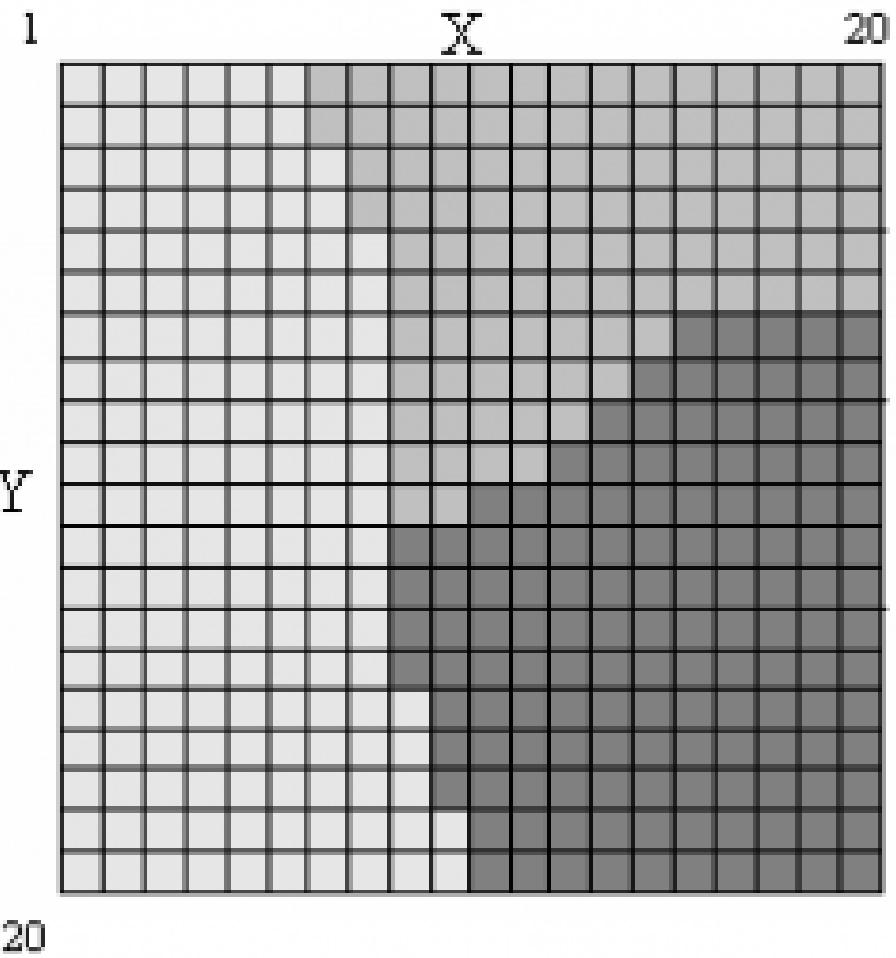


Imagen de mapa de bits o *raster*

El formato de shapefile define la geometría y los atributos de entidades a la que se hace referencia geográfica en tres o más archivos con extensiones de archivo concretas que se deben almacenar en el mismo espacio de trabajo de proyecto. Éstas son:

.shp: es el archivo principal que almacena la geometría de la entidad; necesario.

.shx: es el archivo de índice que almacena el índice de la geometría de la entidad; necesario.

.dbf: es la tabla dBASE que almacena la información de atributos de las entidades; necesaria.

.prj: es el archivo que almacena información del sistema de coordenadas

.sbn y .sbx: son los archivos que almacenan el índice espacial de las entidades.

xml: metadatos, es el archivo que almacena información sobre el shapefile.

# BIBLIOGRAFIA

Bosque Sendra, Joaquín, 1997. *Sistemas de información geográfica*. 2<sup>a</sup> edición. Rialp, Madrid, 451 pp.

Olaya, V. (2009). Sistemas de información geográfica. Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano, (8), 15.