

# Conceptos Introductorios

## Taller de Sistemas de Información Geográficos Empresariales



# Nociones de Cartografía

## Mapas

- ¿Qué es un mapa?
  - Es una representación, a escala y sobre un medio plano, de una selección de entidades sobre la superficie de la Tierra (International Cartographic Association).
  - La noción de “mapa” se utiliza en Matemática y Computación como una transferencia de información de una forma en otra, de la misma forma que un cartógrafo transfiere información desde la superficie de la Tierra a un papel.



# Nociones de Cartografía

## Mapas

- ❑ La elaboración de un mapa implica:
  - Selección de entidades
  - Clasificación de entidades (ej. calles, vías de tren, autopistas, etc.)
  - Escala (ej. visibilidad a determinada escala)
  - Simplificaciones (ej. polilíneas en vez de curvas, eliminación de irregularidades, etc.)
  - Exageraciones (ej. edificios que no se muestran a su escala real).
  - Simbolizaciones (ej. avión para aeropuertos, color azul para el agua, etc.)
  - Convenciones cartográficas (ej. Norte arriba)



# Nociones de Cartografía

## Mapas

### ❑ Tipos de Mapas:

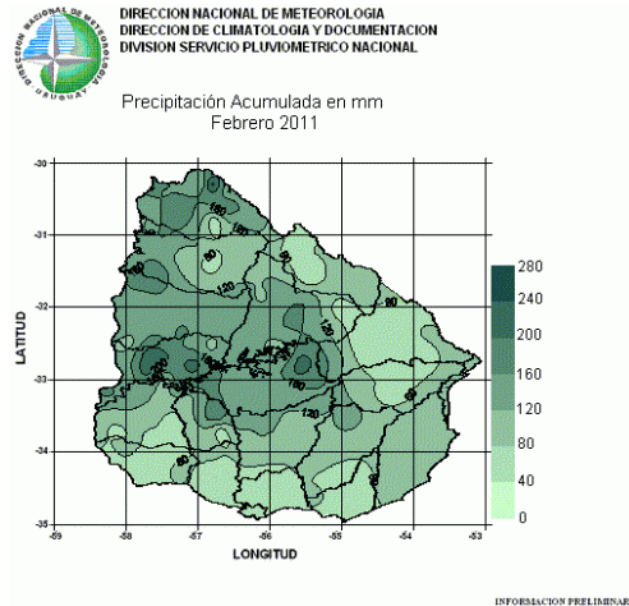
- Topográficos. Muestran los contornos y relieves de entidades naturales o creadas por el hombre. Suelen ser usados como marco para mostrar otra información.



# Nociones de Cartografía

## Mapas

- Temáticos: Muestran la distribución de un fenómeno sobre el territorio, como ser densidad de población, uso de suelo, vegetación, clima, etc.



# Nociones de Cartografía

## Modelos

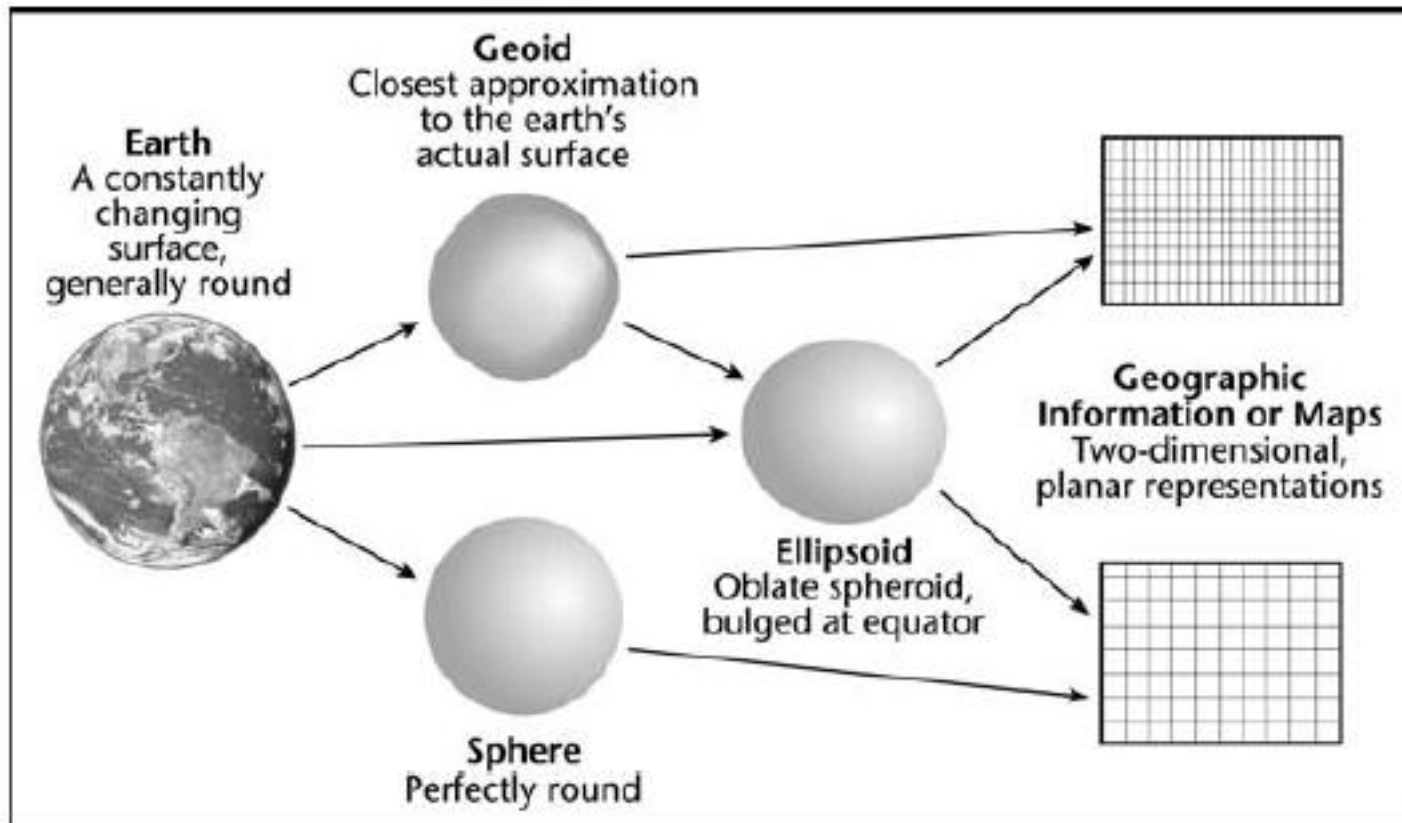
### □ Modelado de la Tierra

- La Tierra tiene forma elipsoidal, ligeramente achatada en los polos.
- Tres modelos de la Tierra se utilizan para construir mapas: la esfera, el elipsoide y el geoide.
- La esfera y el elipsoide son volúmenes geométricos (el elipsoide se aproxima mejor)
- El geoide es un volumen irregular que se obtiene mediante mediciones. Es la mejor aproximación.



# Nociones de Cartografía

## Modelos



# Nociones de Cartografía

## *Elipsoides*

- ❑ Elipsoides de Referencia.
  - Se definen mediante su radio semi-mayor (ecuatorial) y semi-menor (polar), o por la eccentricidad (relación entre radio semi-mayor y achatamiento en los polos).
  - Se los denomina generalmente por su autor y año (ej. Clarke 1880).
  - El elipsoide más utilizado es el WGS84





# Nociones de Cartografía

## *Datums*

### □ Datum.

- El datum define el conjunto de parámetros que permite poner en relación un elipsoide con un geoide.
- Los parámetros incluyen el punto de contacto, los parámetros del elipsoide, el sistema de referencia, etc.
- Existen datums simples de tierra plana hasta complejos que describen tamaño, forma, orientación, campo gravitacional y velocidad angular de la Tierra.
- Los datums pertenecen al campo de estudio de la Geodesia.
- Diferentes países, zonas y organizaciones utilizan diferentes datums.
- Las coordenadas dadas en un datum erróneo pueden tener errores de cientos de metros.



# Nociones de Cartografía

## *Datums*

### □ Tipos de Datums:

- Horizontales. Definen la relación entre la Tierra y las coordenadas horizontales (como latitud y longitud). Ej. NAD27, ED50.
- Verticales. Definen superficies de nivel, en base a mediciones sobre el nivel del mar y redes de nivelación o mediciones gravitacionales.
- Completos. Son tanto horizontales como verticales. Ej. WGS84



# Nociones de Cartografía

## Coordenadas

- ❑ El proceso de asociar coordenadas absolutas a un punto de la superficie de la Tierra se llama *georreferenciación*.
- ❑ Para georreferenciar se utilizan coordenadas planas o geográficas.
- ❑ Las coordenadas planas cartesianas utilizan dos ejes ortogonales igualmente escalados, y cada punto del plano se define por sus coordenadas (x,y).
- ❑ Las coordenadas cartesianas de un punto del mapa dependen de la proyección cartográfica utilizada.
- ❑ Otro tipo de coordenadas planas son las coordenadas polares, que se utilizan para hacer proyecciones.



# Nociones de Cartografía

## Coordenadas

- ❑ Las coordenadas geográficas (o geodésicas) se definen por el par (latitud, longitud).
  - Latitud. Medida de la distancia angular (entre  $0$  y  $90^\circ$ ) de un punto entre el Ecuador y su polo más cercano (ej. Uruguay se sitúa entre las latitudes  $30$  y  $35$  S).
  - Longitud. Medida de la distancia angular (entre  $0$  y  $180^\circ$ ) de un punto y el Meridiano de Greenwich (ej. Uruguay se sitúa entre las longitudes  $53$  y  $58$  W).



# Nociones de Cartografía

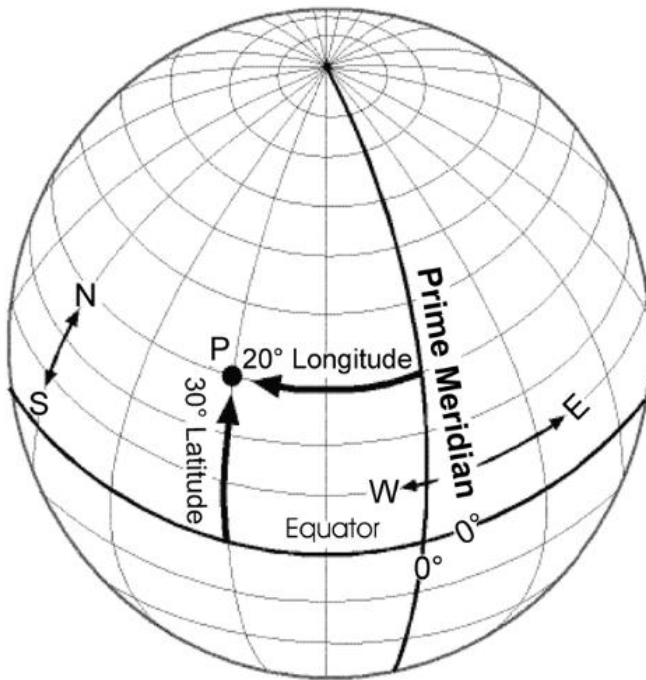
## Coordenadas

- ❑ Malla de meridianos y paralelos.
  - Paralelos. Líneas este-oeste de igual latitud paralelas al Ecuador y al eje de abscisas de un sistema cartesiano. Cada línea completa una circunferencia.
  - Meridianos. Líneas norte-sur de igual longitud que conectan los polos. No son paralelos. Cada línea completa una semi-circunferencia.
- ❑ Mediciones angulares.
  - Se realizan en grados, minutos y segundos sexagesimales (notación DMS) o su equivalencia en grados decimales (notación DD). Ej (latitud  $45^{\circ} 33' 22'' S = -45.55$ )
  - Un grado de latitud son 110 km apróx. (varía levemente si se utilizan elipsoides). Un grado de longitud son 110 km en el Ecuador pero varía sensiblemente dependiendo de la latitud.



# Nociones de Cartografía

## Coordenadas



Latitude (°)	Length of a Degree of Geodetic Latitude		Length of a Degree of Geodetic Longitude	
	Miles	Kilometers	Miles	Kilometers
0°	68.71	110.57	69.17	111.32
10°	68.73	110.61	68.13	109.64
20°	68.79	110.70	65.03	104.65
30°	68.88	110.85	59.95	96.49
40°	68.99	111.04	53.06	85.39
50°	69.12	111.23	44.55	71.70
60°	69.23	111.41	34.67	55.80
70°	69.32	111.56	23.73	38.19
80°	69.38	111.66	12.05	19.39
90°	69.40	111.69	0.00	0.00

# Nociones de Cartografía

## *Proyecciones*

### □ Proyección cartográfica

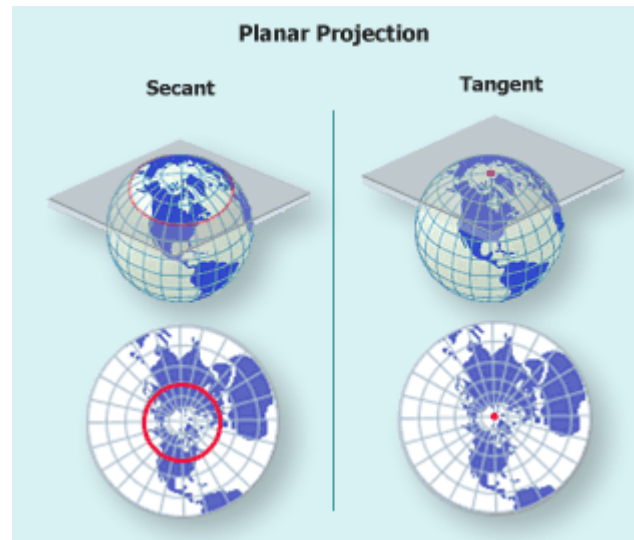
- Es una relación biunívoca entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los puntos de una superficie plana (mapa).
- Se utiliza un malla de meridianos y paralelos para ubicar los puntos. Esto permite pasar de coordenadas geográficas a coordenadas planas.
- Las proyecciones distorsionan ángulos, direcciones, áreas, formas y distancias. Cada proyección se comporta mejor o peor respecto a alguna de estas propiedades.



# Nociones de Cartografía

## Proyecciones

- ❑ Existen 3 tipos de proyecciones básicas:
  - Planas o azimutales. Se hace pasar un plano tangente por un punto de contacto con el globo o secante en una circunferencia. Se proyectan los puntos en el plano, transformando las coordenadas geográficas en coordenadas polares, con el origen en el punto de contacto o en el centro.

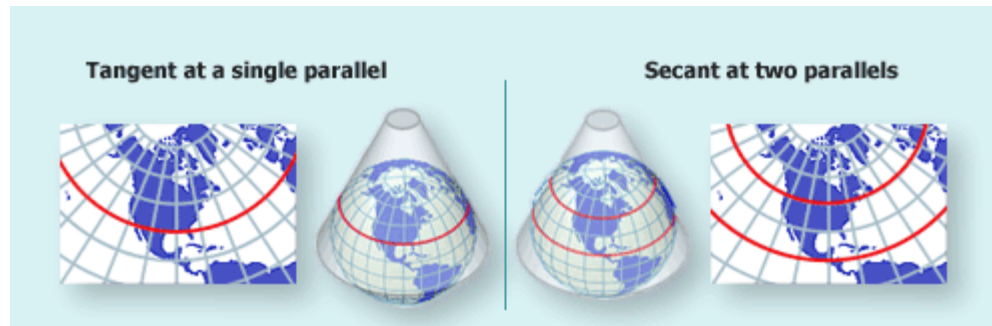




# Nociones de Cartografía

## Proyecciones

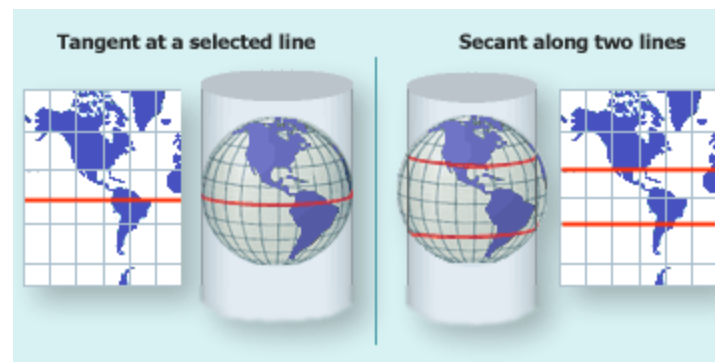
- Cónicas. Se hace pasar un cono tangente al globo en una circunferencia (como un paralelo) o secante en dos circunferencias. Se proyectan los puntos en el cono, transformando las coordenadas geográficas en coordenadas polares, con el origen en vértice del cono.



# Nociones de Cartografía

## *Proyecciones*

- ❑ Cilíndricas. Se hace pasar un cilindro tangente al globo en una circunferencia o secante en dos circunferencias. La proyección puede ser ecuatorial, transversa u oblicua. En el caso ecuatorial, se utilizan coordenadas cartesianas con el x igual a la longitud y la y en función de la latitud.



# Nociones de Cartografía

## *Proyecciones*

- ❑ También existen proyecciones modificadas que se basan en las anteriores y proyecciones no geométricas.
- ❑ Otra clasificación de proyecciones tiene en cuenta las propiedades que se preservan:
  - Conformes. Preservan los ángulos (y forma en regiones pequeñas o medianas)
  - Equivalentes. Preservan el área.
  - Equidistantes. Preservan la distancia entre puntos dentro de determinadas líneas.
  - De compromiso. No preservan ninguna propiedad, pero tampoco presentan grandes distorsiones.
- ❑ Una de las proyecciones más utilizadas es la de Mercator de tipo cilíndrica.



# Nociones de Cartografía

## UTM

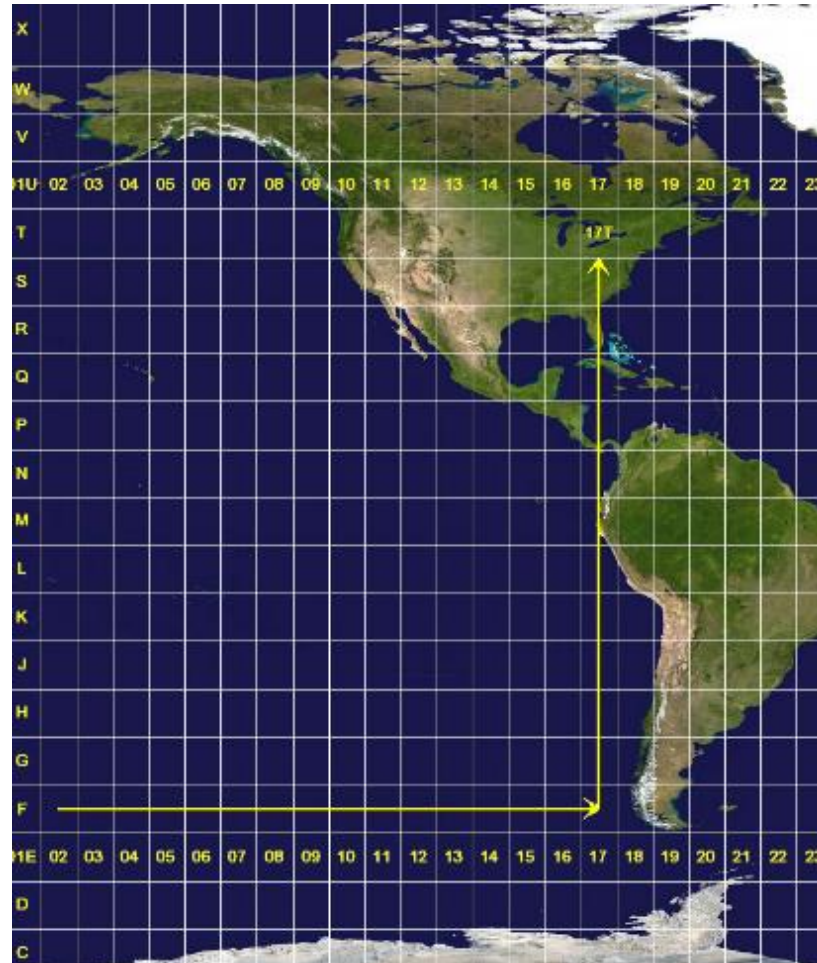
### □ Universal Transverse Mercator (UTM)

- Es un sistema de referencia geográfico coordinado basado en coordenadas cartesianas.
- Utiliza la proyección transversa de Mercator.
- Define 60 husos o zonas, cada una con 6 grados de longitud, que se extienden de la latitud 80 S hasta la 84 N, y 20 bandas de 8 grados de latitud, que se denominan con letras de la C a la X (sin I, ni O, ni Ñ).
- Cada huso tiene un meridiano central que tiene  $x=500\text{km}$
- El Ecuador tiene ordenada 0 en el hemisferio norte y 10.000 km en el sur.
- Las coordenadas se miden hacia el este (x) y norte (y) en metros.



# Nociones de Cartografía

## UTM



# Nociones de Cartografía



# Representación de Datos Geográficos

## *Raster*

- ❑ Matriz bidimensional compuesta por pixels, en donde cada pixel posee un valor numérico que se representa visualmente con un color.
- ❑ Algunos usos: imágenes satelitales, fotos aéreas, cartografía digitalizada, etc.
- ❑ Ej1: en foto aérea, valor del pixel representa un color (vegetación=verde)
- ❑ Ej2: en imagen infrarroja satelital, valores del pixel puede ser nivel de humedad

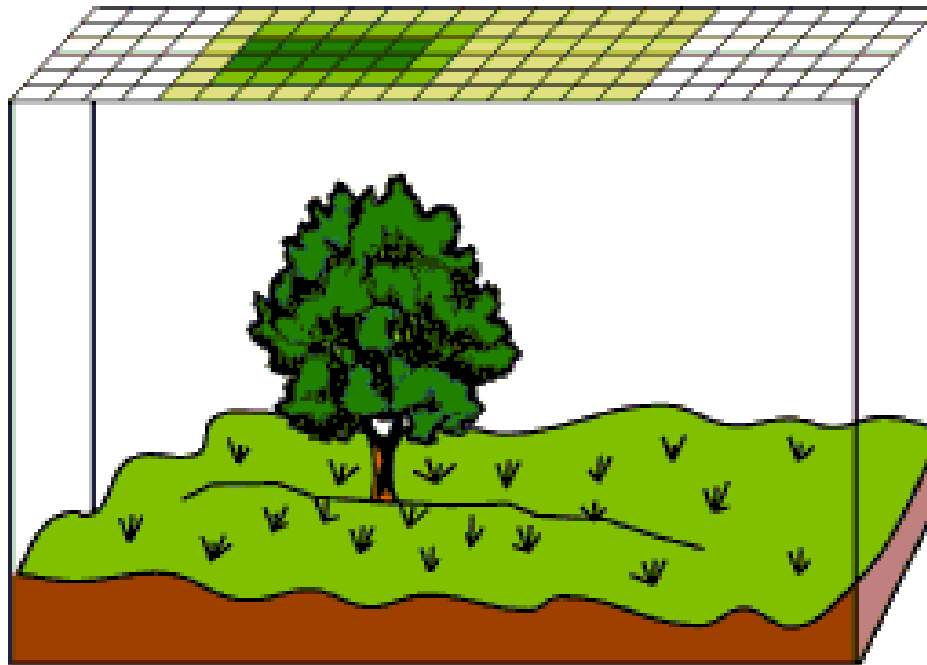




# Representación de Datos Geográficos

## *Raster*

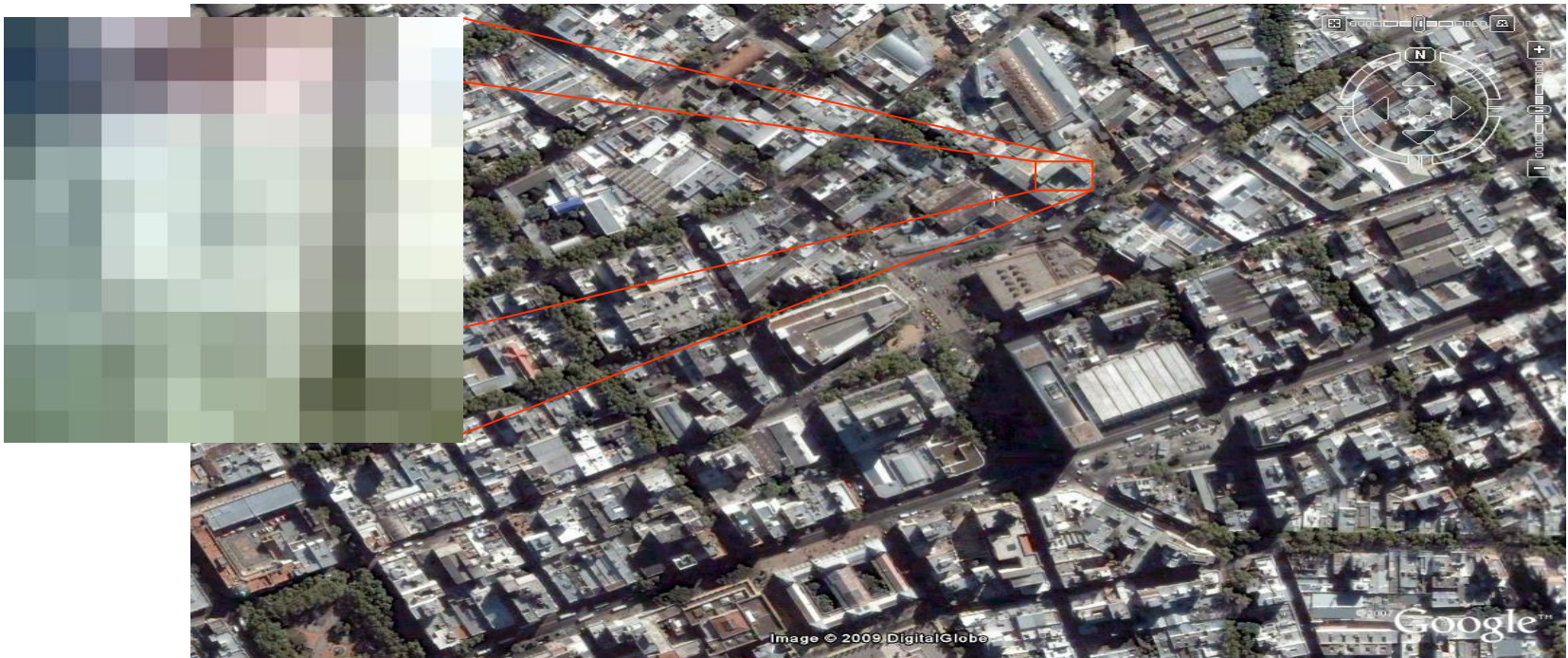
- Fig: Rasterización de un área





# Representación de IG

## *Raster*



# Representación de IG

## *Raster*

- ❑ Tipos de datos para los que los rasters son adecuados:
  - Datos discretos (ej. uso del suelo)
  - Datos continuos (ej. elevación, información espectral)
  - Imágenes (ej. fotos, mapas escaneados)

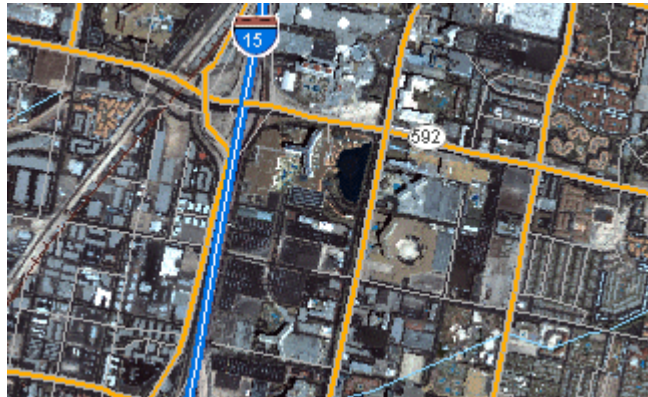


# Representación de IG

## *Raster*

### □ Usos:

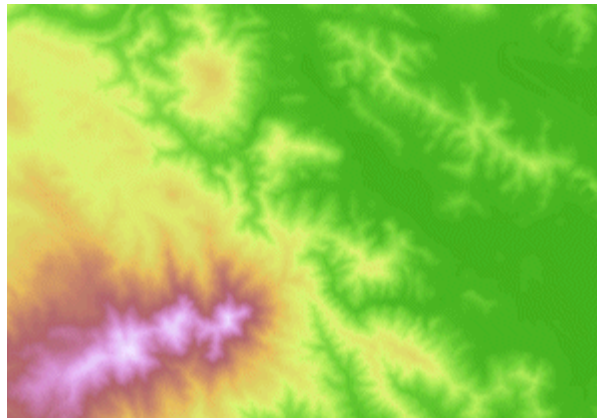
- Base de un mapa: primera capa sobre la que se superponen capas vectoriales. Ej. foto satelital (raster) + caminería (vectorial)



# Representación de IG

## *Raster*

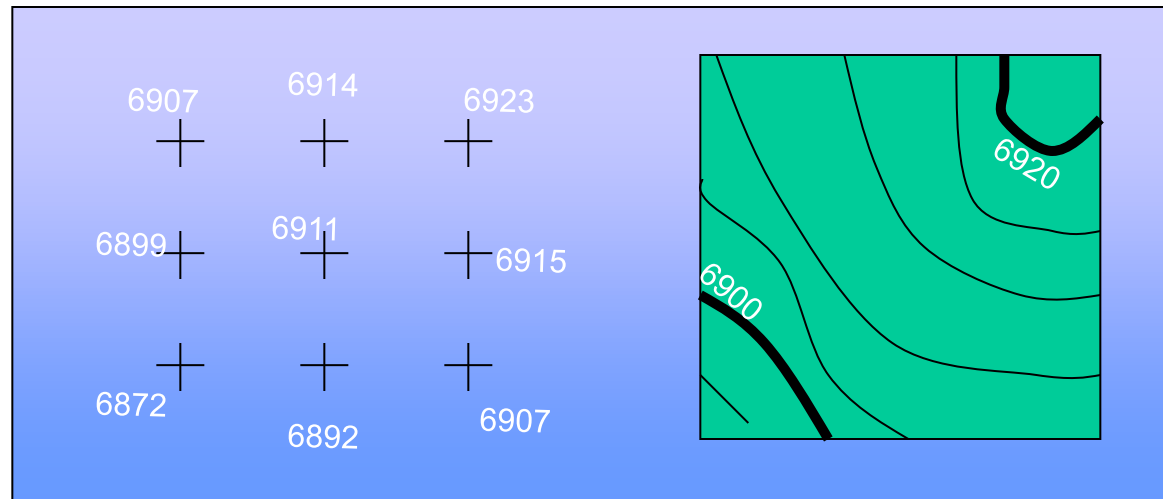
- Mapa de superficie: representa parámetro que varía continuamente sobre el terreno. Ejs. elevación, humedad, lluvias, densidad de población.



# Representación de IG

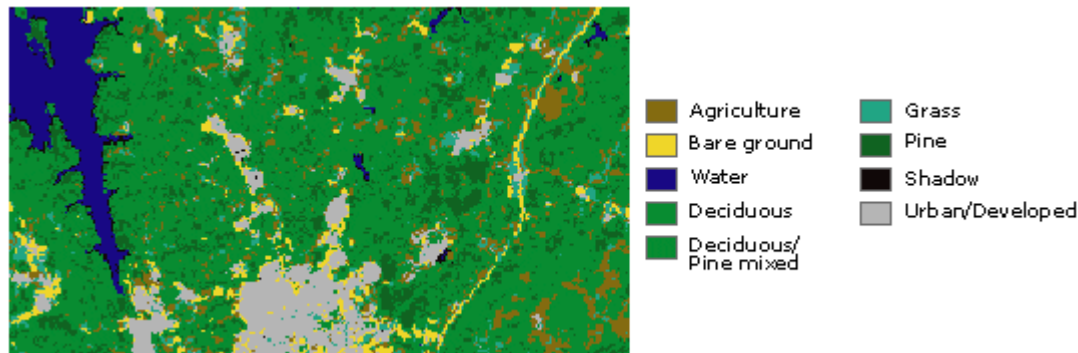
## *Raster*

- Digital Elevation Model (DEM): es un tipo de raster muy utilizado en donde el valor indica la altura del punto. A partir de un DEM pueden derivarse curvas de nivel.



# Representación de IG *Raster*

- Mapa temático: clasificación de los pixels en clases o categorías. Ejs: en un raster de uso de la tierra, las clases pueden ser actividades económicas (agricultura, ganadería, forestación, etc).





# Representación de IG

## *Raster*

- Raster como atributo: se utilizan fotografías de una característica (un edificio, una playa, etc.) como un atributo, que puede mostrarse junto con los atributos alfanuméricos.



# Representación de IG *Vectorial*

- ❑ Representación geométrica de características geográficas en forma precisa y compacta, utilizando puntos, líneas y polígonos.
- ❑ Algunos usos: representación de edificios, parcelas, tuberías, caminería, etc.
- ❑ Ej. capa vectorial de polígonos que representan padrones.





# Representación de IG *Vectorial*

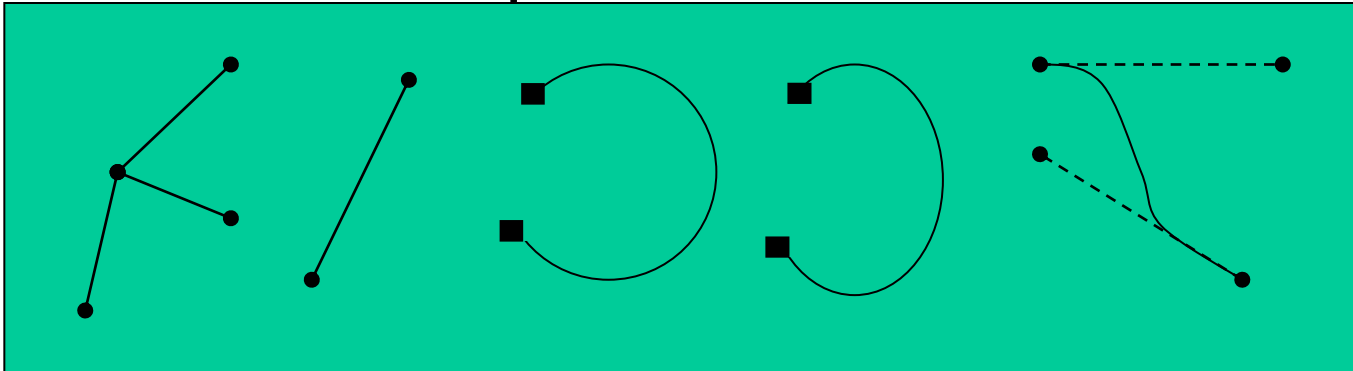
- Tipos de datos vectoriales:
  - Punto: Coordenadas (x,y)
  - Multipunto: Conjunto de puntos
  - Línea o Polilínea: Secuencia de segmentos conectados que no se interceptan (caminos). Cada segmento se define por dos coordenadas (x,y).

Los puntos consecutivos pueden definir un segmento de recta o una curva.
  - Polígono: Conjunto de anillos. Cada anillo es una serie cerrada de coordenadas (x,y) que define un área. Permite representar áreas con “huecos” o “islas”.

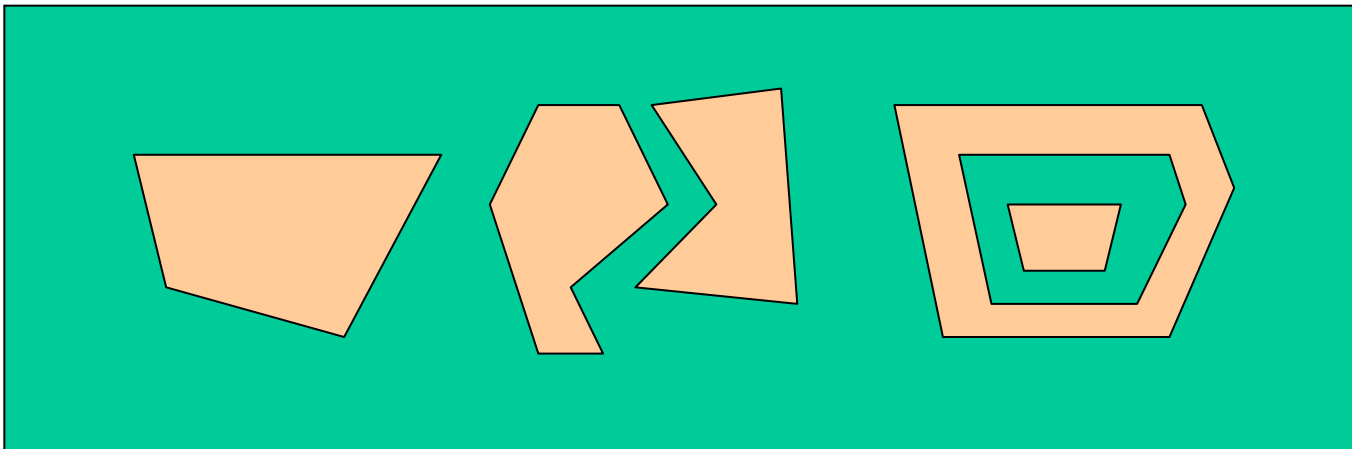


# Representación de Datos Geográficos Vectorial

- Líneas definidas por rectas o curvas



- Polígonos definidos mediante anillos

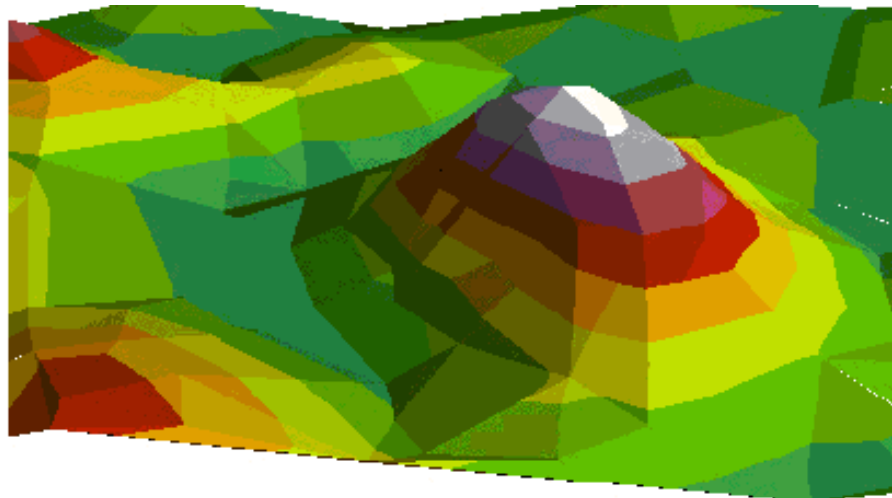
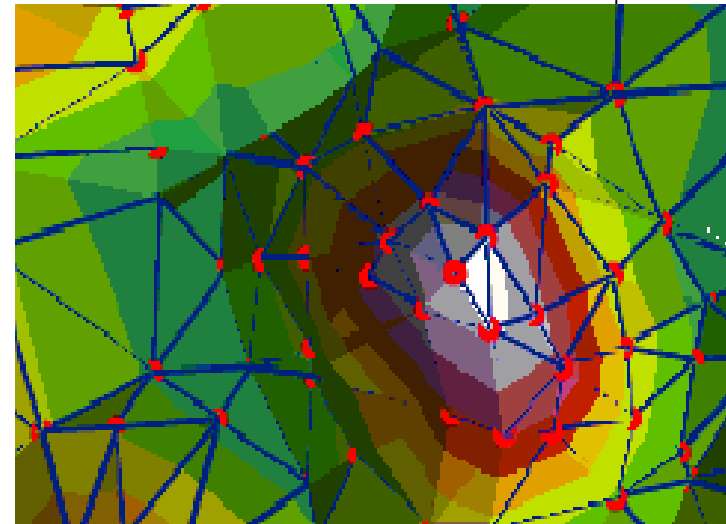
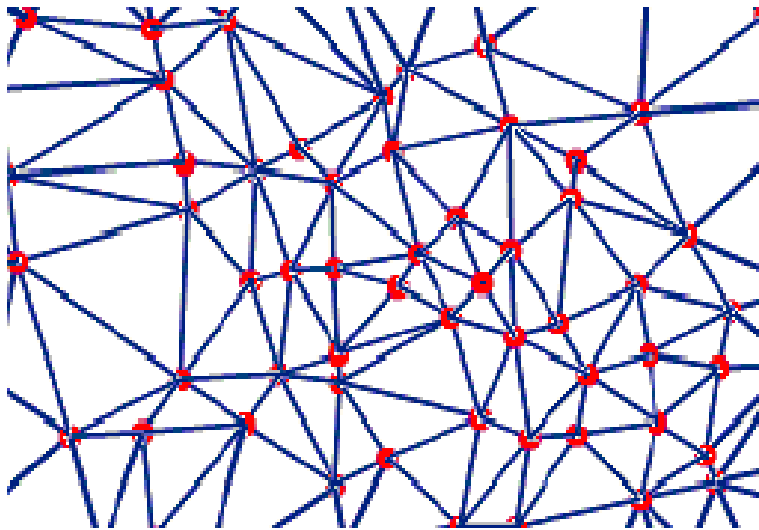


# Representación de Datos Geográficos *Triangular (TIN)*

- ❑ Triangular Irregular Network (TIN): modelo eficiente y preciso (vectorial) para representar superficies continuas, construido en base a nodos distribuidos en forma irregular (con coordenadas  $x,y,z$ ) y líneas conectoras que forman un red de triángulos
- ❑ Algunos usos: análisis de elevación, pendiente, volúmenes, visibilidad desde un punto, etc.
- ❑ Suelen construirse a partir de un DEM, eligiendo puntos de interés en forma algorítmica
- ❑ Permiten visualización 3D



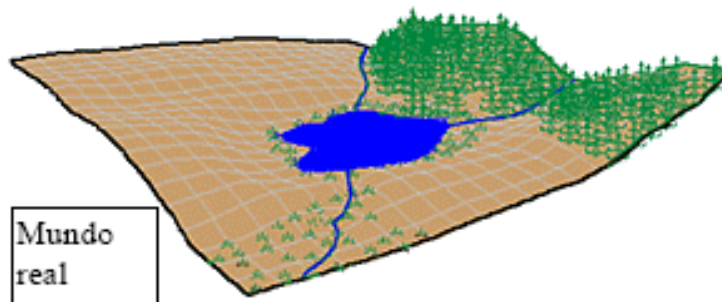
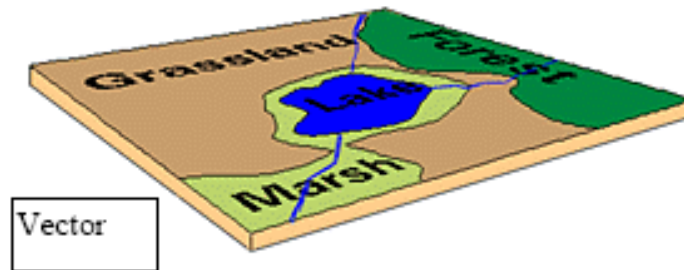
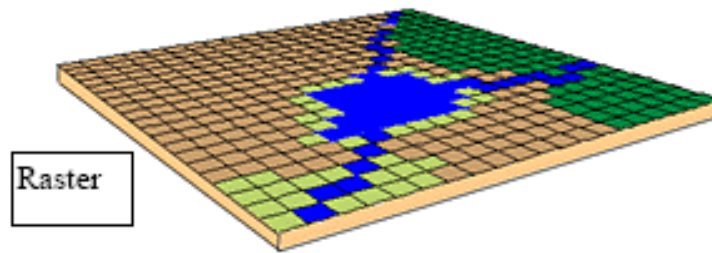
# Representación de Datos Geográficos *Triangular (TIN)*



# Representación de Datos Geográficos

## Comparación de Modelos

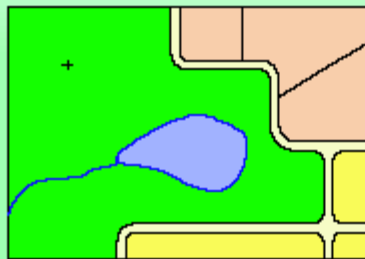
### *Raster vs Vectorial*



# Representación de Datos Geográficos

## *Comparación de Modelos*

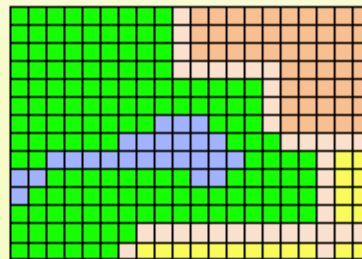
**Vector data representation**



**Focus of model**

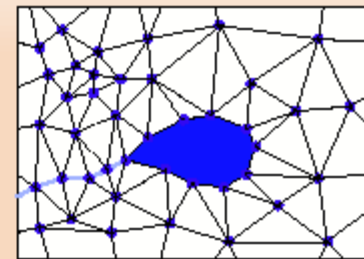
Vector data is focused on modeling discrete features with precise shapes and boundaries.

**Raster data representation**



Raster data is focused on modeling continuous phenomena and images of the earth.

**Triangulated data representation**



Triangulated data is focused on an efficient representation of a surface that can represent elevation or other quality, such as concentration.

# Representación de Datos Geográficos

## Comparación de Modelos

<b>Sources of data</b>	<p>Compiled from aerial photography          Collected from GPS receivers          Digitized from map manuscripts          Sketched on top of raster display          Vectorized from raster data          Contours from triangulation          Reduced from survey field data          Imported from CAD drawings</p>	<p>Photographed from an airplane          Imaged from a satellite          Converted from a triangulation          Rasterized from vector data          Scanned blueprints, photographs</p>	<p>Compiled from aerial photography          Collected from GPS receivers          Imported points with elevations          Converted from vector contours</p>
<b>Spatial storage</b>	<p>Points stored as x,y coordinates.          Lines stored as paths of connected x,y coordinates. Polygons stored as closed paths.</p>	<p>From a coordinate in the lower-left corner of the raster and cell height and width, each cell is located by its row and column position.</p>	<p>Each node in a triangle face has an x,y coordinate value.</p>



# Representación de Datos Geográficos

## *Comparación de Modelos*

Feature representation	Points represent small features. Lines represent features with a length but small width. Polygons represent features that span an area.	Point features are represented by a single cell. Line features are represented by a series of adjacent cells with common value. Polygon features are represented by a region of cells with common value.	Point z values determine the shape of a surface. Breaklines define changes in the surface such as ridges or streams. Areas of exclusion define polygons with the same elevation.
	Topological associations	Line topology keeps track of which lines are connected to a node. Polygon topology keeps track of which polygons are to the right and left sides of a line.	Neighboring cells can be quickly located by incrementing and decrementing row and column values.





# Representación de Datos Geográficos

## *Comparación de Modelos*

<b>Geographic analysis</b>	<p>Topological map overlay Buffer generation and proximity Polygon dissolve and overlay Spatial and logical query Address geocoding Network analysis</p>	<p>Spatial coincidence Proximity Surface analysis Dispersion Least-cost path</p>	<p>Elevation, slope, aspect calculations Contour derivation from surface Volume calculations Vertical profiles on alignments Viewshed analysis</p>
<b>Cartographic output</b>	<p>Vector data is best for drawing the precise shape and position of features. It is not well suited for continuous phenomena or features with indistinct boundaries.</p>	<p>Raster data is best for presenting images and continuous features with gradually varying attributes. It is not generally well suited for drawing point and line features.</p>	<p>Triangulated data is best for rich presentation of surfaces. This data can be viewed by using color to show elevation, slope, or aspect or in a three-dimensional perspective.</p>



# Almacenamiento en Archivos

## *GeoTIFF*

- ❑ GeoTIFF es un estándar de metadatos que permite incrustar información georreferenciada en un archivo de imagen TIFF.
- ❑ Es uno de los formatos más usados para rasters geográficos.
- ❑ La información incluye tipo de proyección, sistema de coordenadas, elipsoide, datum, etc.



# Almacenamiento en Archivos

## *Shapefile*

- ❑ Formato creado por ESRI para almacenamiento de datos vectoriales.
- ❑ Es el formato de intercambio de información geográfica más utilizado.
- ❑ La geometría de una entidad se almacena como una figura geométrica definida por sus coordenadas vectoriales.
- ❑ Los tipos de figuras son punto, multipunto, polilínea y polígono.
- ❑ Cada shapefile almacena un conjunto de entidades de un mismo tipo.
- ❑ Los polígonos son representados como un conjunto de anillos.
- ❑ Un shapefile no se almacena en un solo archivo sino en varios archivos de diferente tipo.
- ❑ Los archivos requeridos son 3: archivo principal (.shp), archivo de índice (.shx), archivo DBase (.dbf)



# Referencias

- ❑ GIS Basics. Fazal, S. New Age International. 2008
- ❑ Basic GIS Coordinates. Van Sickle, J. CRC. 2010
- ❑ A Primer of GIS. Harvey, F. Guilford. 2008
- ❑ Curso Introducción a SIG. In.Co, FING.

