

Representación de Datos Espaciales

- Modelos de datos espaciales (MOW1)
- Conceptos de Geodatabase (MOW3)
- Elección de una representación espacial (MOW3)
- Organización de los datos geográficos

Modelos de datos espaciales

Un modelo de datos geográficos es una representación del mundo real que puede ser usado en un SIG para producir mapas, realizar consultas y diferentes análisis.

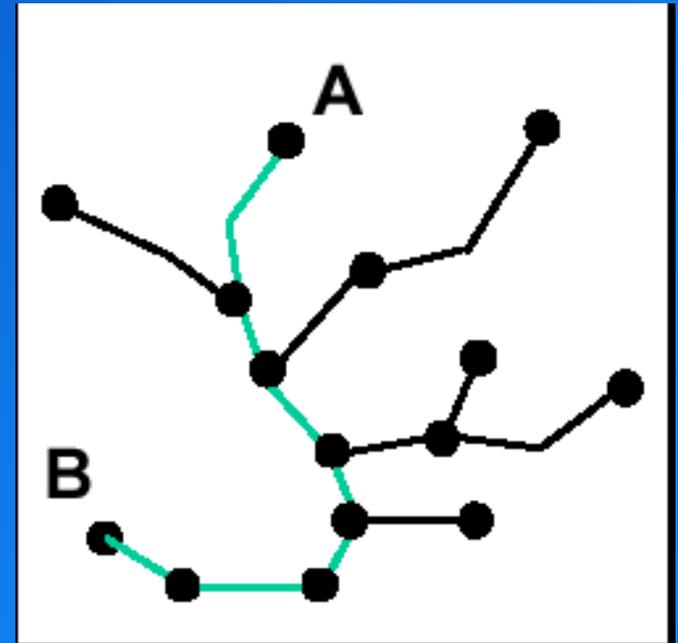
Este conjunto de objetos espaciales permite a una aplicación SIG, desplegar mapas, realizar consultas, edición y análisis.

Modelos de datos espaciales

Muchas formas de modelar la realidad

Ejemplo RIOS o Cursos de agua:

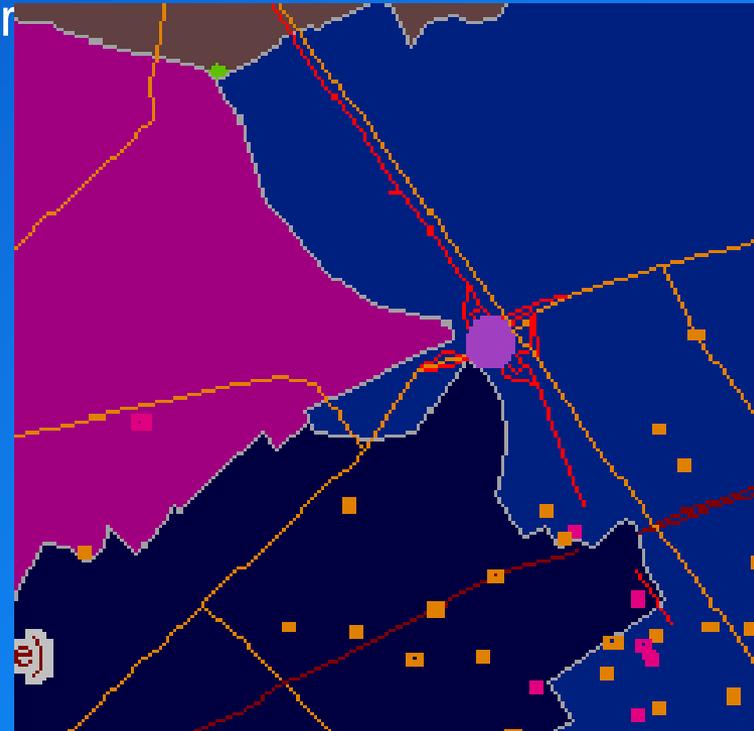
1. Un conjunto de líneas que forman una red. Cada segmento de línea tiene una dirección de flujo, volumen, y otros atributos asociados. Se puede entonces analizar el flujo hidrológico o tráfico de buques.



Modelos de datos espaciales

Ejemplo de los ríos (cont.):

2. Borde entre dos áreas. Un río puede delimitar departamentos, u otras divisiones políticas, o puede ser barrera de regiones naturales.



Modelos de datos espaciales

Ejemplo de los ríos (cont.):

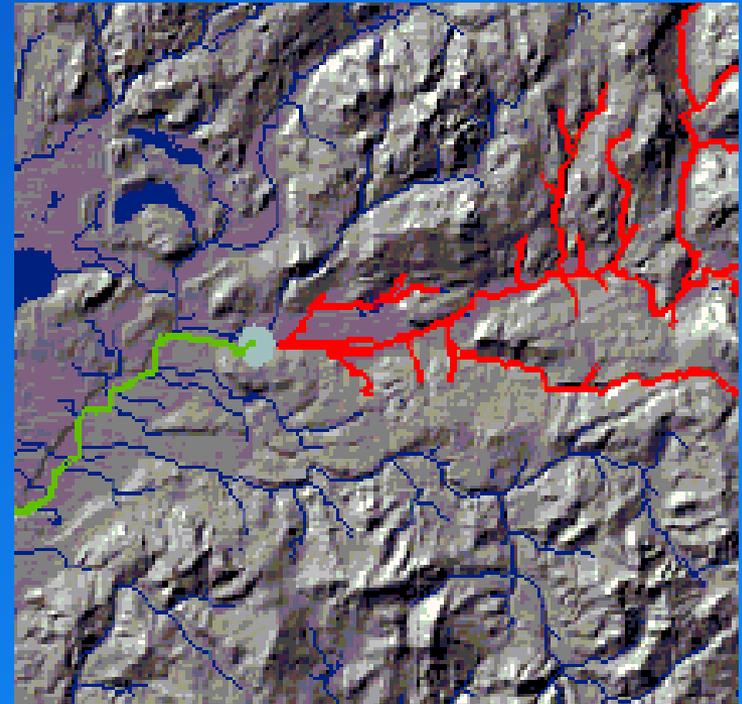
3. Como áreas que representen bancos y canales de navegación.



Modelos de datos espaciales

Ejemplo de los ríos (cont.):

4. Líneas que forman accidentes geográficos en un modelo de terreno. Se puede calcular el perfil de un río así como su rango de descenso a partir de un modelo de terreno. De esta forma también es posible calcular cuanta agua aporta a un lago, y su potencial caudal.



Breve Historia de los GIS

- 1854** John Snow , mapeo de puntos de cólera sobre un mapa (papel) de Londres
- 1960** Torsten Hagerstrand, geógrafo sueco – Time Geography proyecto para estudiar el comportamiento humano, haciendo énfasis en el movimiento individual simultáneamente en tiempo y espacio.
- 1962** Roger F. Tomlinson. El padre de los SIG. Desarrollo del SIG de Canada (CGIS) para el manejo y planeamiento de la utilización de los recursos naturales. Analizar datos de Canada Land Inventory (CLI) y producir estadísticas para desarrollar planes de manejo del terreno para grandes áreas rurales.
- 1962** Rachel Carson, libro “Silent Spring” – estudio que provee primer evidencia pública sobre la forma en que afectan negativamente el medio ambiente, los pesticidas usados sin control.

1963 Edgar Hordwood desarrolla el primer sistema de mapeo gráfico, ROMSTRAM, para estudiar el desarrollo urbano en EEUU (HUD)

URISA. Asociación de profesionales sin fines de lucro, usa tecnología de la información para resolver problemas en planeamiento, servicios de emergencia del medio ambiente para gobiernos locales y regionales. 7000 miembros.

1965 Lockheed introduce los sistemas CAD/CAM (Computer Aided Manufacturing)

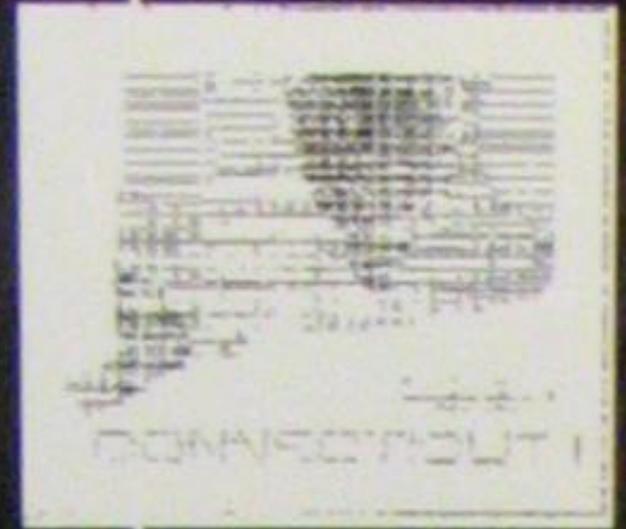
Rand Corporation diseña un modelo que despliega aviones seguidos por radar.

Mediados 60's Dr. Charles Miller desarrolla un grupo de herramientas matemáticas en el MIT, para manejar geometría de coordenadas.

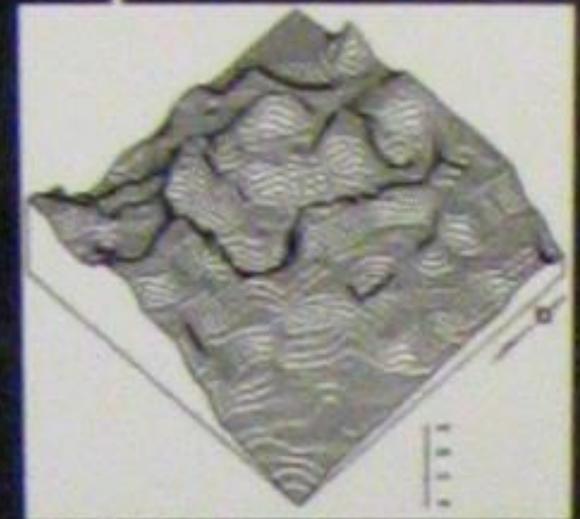
1966 SYMAP. Pioneros en aplicaciones automáticas para mapeo por computadora. Mapeo de datos 3D

1967 Se funda la Unidad Cartográfica Experimental (ECU) en el Reino Unido.

La oficina de Censo en EEUU desarrolla el formato de archivos GBF-DIME (Geographic Base File, Dual Independent Map Encoding) con fines de geocodificación para automatizar el censo de 1970. Incluye Topología de ejes de calle, con numeración de nodos, y en lados de áreas. Fue la mayor innovación tecnológica que revolucionó a los GIS. Este formato evoluciona a el formato TIGGER 1990, fundamental en el Framework de datos del National Spatial Data Infrastructure (NSDI).

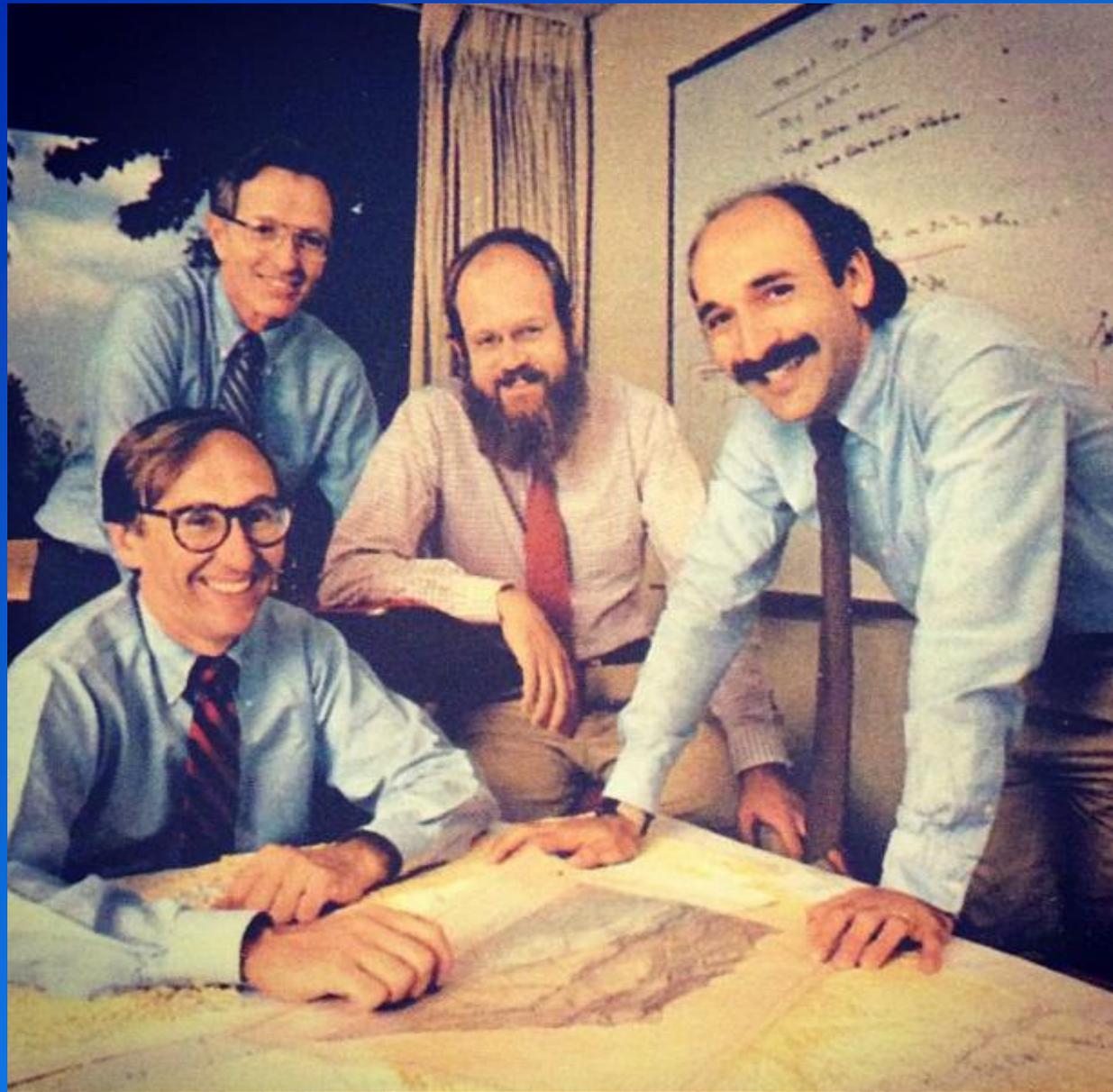


SYMAP output

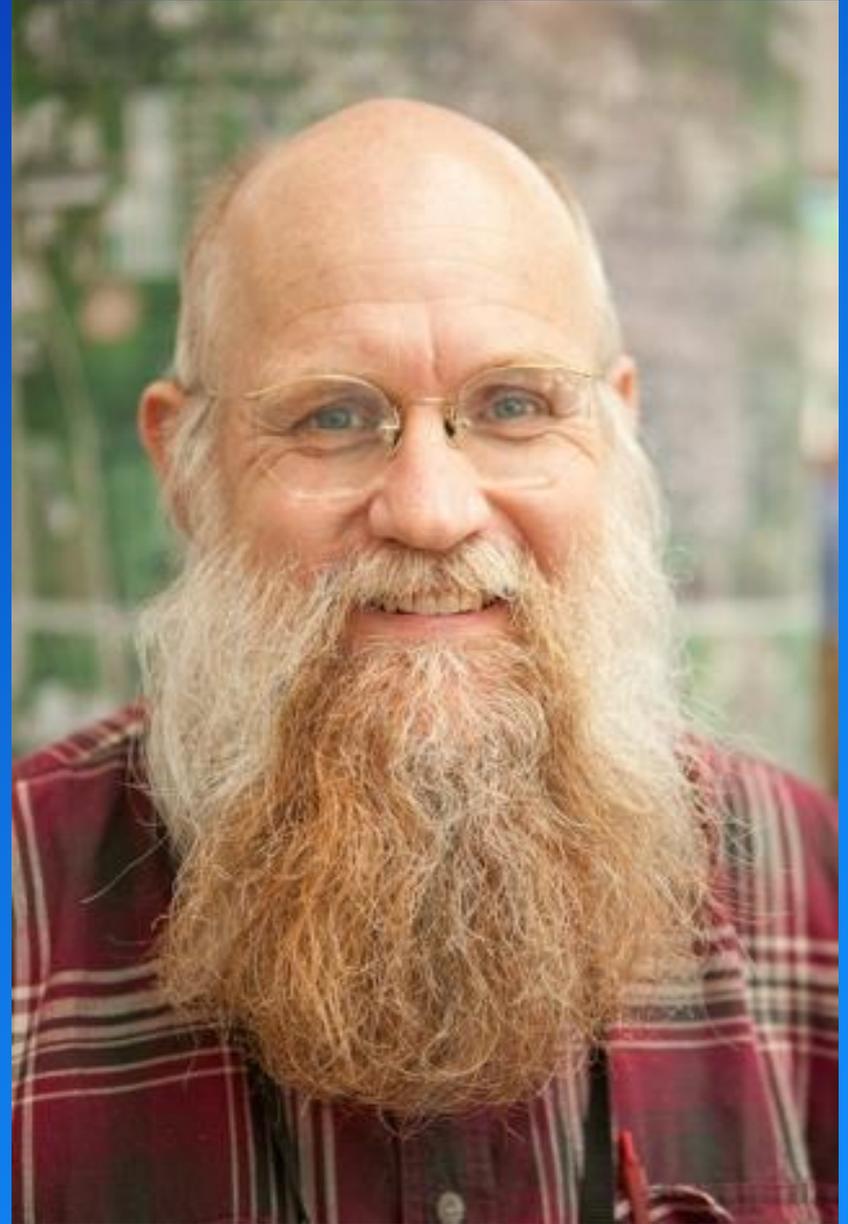


SYMAP output in 3D (in SYMVU)

1969 Se funda el Environmental Systems Research Intitute (ESRI).



<https://www.youtube.com/watch?v=Xlter84Fxrc>



1969 Se funda Intergraph, originalmente llamada M&S Computers In.

1970 Primer simposio en GIS, realizado en Ottawa, Canada encabezado por Tomlinson y Duane Marble.

Se desarrolla TOPAZ (Ubicación óptima de Actividades en zonas), Australia para planeamiento regional y urbano.

1972 IBM desarrolla su GIS, GFIS (MAEP)

Comienza el programa LANDSAT

70's Comienzan a emerger los formatos de datos espaciales DLG (por el USGS) y DEM.

1978 Software HEC RAS de modelado hidráulico desarrollado por el cuerpo de ingenieros de la armada de EEUU, del Centro Hidrogeológico (USACE HEC). Fue usado para simular inundaciones

Se funda ERDAS

MOSS – Map Overlay and Statistical System. Primer SIG basado en vectores, totalmente interactivo.

Modelo de datos CAD

Primer sistema de mapeo por computadora:

mapas vectoriales en pantalla, e imágenes en impresoras. Antes de 1960.

1960s, 1970s

- Mejoras en hardware y software CAD (computer-aided design) de mapeo.
- Datos geográficos almacenados en archivos binarios, que representaban puntos, líneas, y áreas.
- Atributos eran representados por etiquetas

Modelo de datos de COBERTURAS

1981

ESRI (Environmental Systems Research Institute) crea el primer software SIG comercial, ArcInfo.

Modelo georrelacional de datos:

- Datos espaciales (geometría) son combinados con atributos (datos descriptivos). Geometría en binarios, y atributos en tablas. Join basado en identificador común.
- Almacena información de relaciones topológicas entre los datos vectoriales (nodos, líneas, polígonos).

Modelo de datos de COBERTURAS (cont)

Ventajas:

- Usuarios pueden tener sus propias tablas con atributos, establecer relaciones con tablas ya existentes
- SIG de alta performance.
- Mejoras importantes en análisis geográfico y más precisión en los datos.

Modelo de datos de COBERTURAS (cont)

Limitaciones:

- Datos son representados por puntos, líneas y polígonos sin diferenciar comportamiento (pero asegura integridad topológica).

Adaptación:

- Mediante programación se puede agregar comportamiento o inteligencia a los datos.
- Aplicaciones muy complejas.

Modelo de datos de GEODATABASE

- Datos “más inteligentes”: comportamiento y relaciones
- Brinda un modelo físico de datos más representativo (directamente) del modelo lógico
- Permite implementar comportamiento asociado a los datos sin escribir código, a través de dominios, reglas de validación y otras funciones.
- Comportamiento más especializado o específico debe ser a través de código.

Edición de elementos

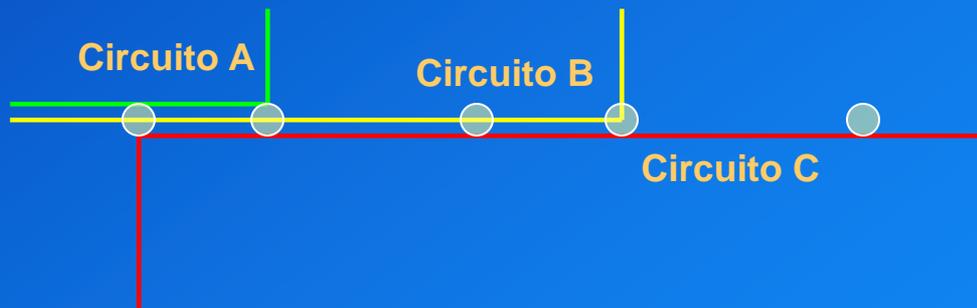
- Valores de atributos pertenecen a un dominio.
- Un elemento puede ubicarse adyacentemente a otro si se cumple determinada condición o regla. Ej. Una ruta no puede cortar a un río si no existe un puente en el corte.
- Ciertos elementos geográficos deben estar organizados como se encuentran en la naturaleza. Ej. Sentido en que corre un río y sus afluentes.
- La geometría de un elemento debe responder a un patrón determinado. Ej. Las líneas y curvas que componen una ruta deben ser tangentes.

Relaciones entre elementos: topológicas, espaciales y generales

- Topológica: Red de telecomunicaciones, línea primaria debe conectarse exactamente a líneas secundarias para asegurar la conectividad de la red.
- Topología de modelo cobertura
- Espacial: Se quiere determinar que edificios se encuentran en que manzanas. Funciones fundamentales: Inside, Touching, outside, overlap. Toman en cuenta la geometría de los elementos.
- Generales: Padrón se relaciona con un dueño. No existe relación espacial. Incluye también elementos distantes espacialmente.

Despliegue de la cartografía

- Interacción de distintos elementos al momento de desplegarse para no entrar en conflicto “visual”. Ej. Nombres de calles sobre los ejes de calles, rutas y sus cortes, redes.



Análisis interactivo

Implica la selección de uno o más elementos (gráficamente, por atributos, etc) y hacer algo con ellos, como ser actualizar propiedades, realizar una consulta espacial y/o de atributos.

Ej: Seleccionar una parte de una red eléctrica sobre una línea de mantenimiento, encontrar todos los consumidores afectados, y mandarles un aviso para notificarles algo.

(<https://www.youtube.com/watch?v=jnzGg1Raucg> 1.11'

Beneficios de una GEODATABASE

- Repositorio uniforme de datos geográficos
- El ingreso de datos y la edición es más precisa
- Los usuarios pueden trabajar con objetos en forma más intuitiva
- Los elementos geográficos poseen un contexto más rico
- Pueden hacerse mejores mapas (intelligent drawing behavior)
- Elementos responden automáticamente a cambios en elementos vecinos.

- Más formas geométricas para definir entidades geográficas
- Almacenamiento de grandes cantidades de elementos geográficos en forma continua.
- Varios usuarios pueden editar el mismo conjunto de datos geográficos en forma simultánea.
- Orientada a objetos: polimorfismo, encapsulamiento, herencia

A pesar de que algunos de los beneficios que se mencionan se pueden realizar con una simple base de datos relacional, solo sería posible mediante la escritura de código complejo.

Una GEODATABASE generalmente incluye las siguientes representaciones de datos geográficos:

- Datos vectoriales
- Datos raster: imágenes, grids, superficies
- Redes Triangulares irregulares (TIN – triangulated irregular network)
- Direcciones y Localizadores para determinar posiciones geográficas
- Cartografía

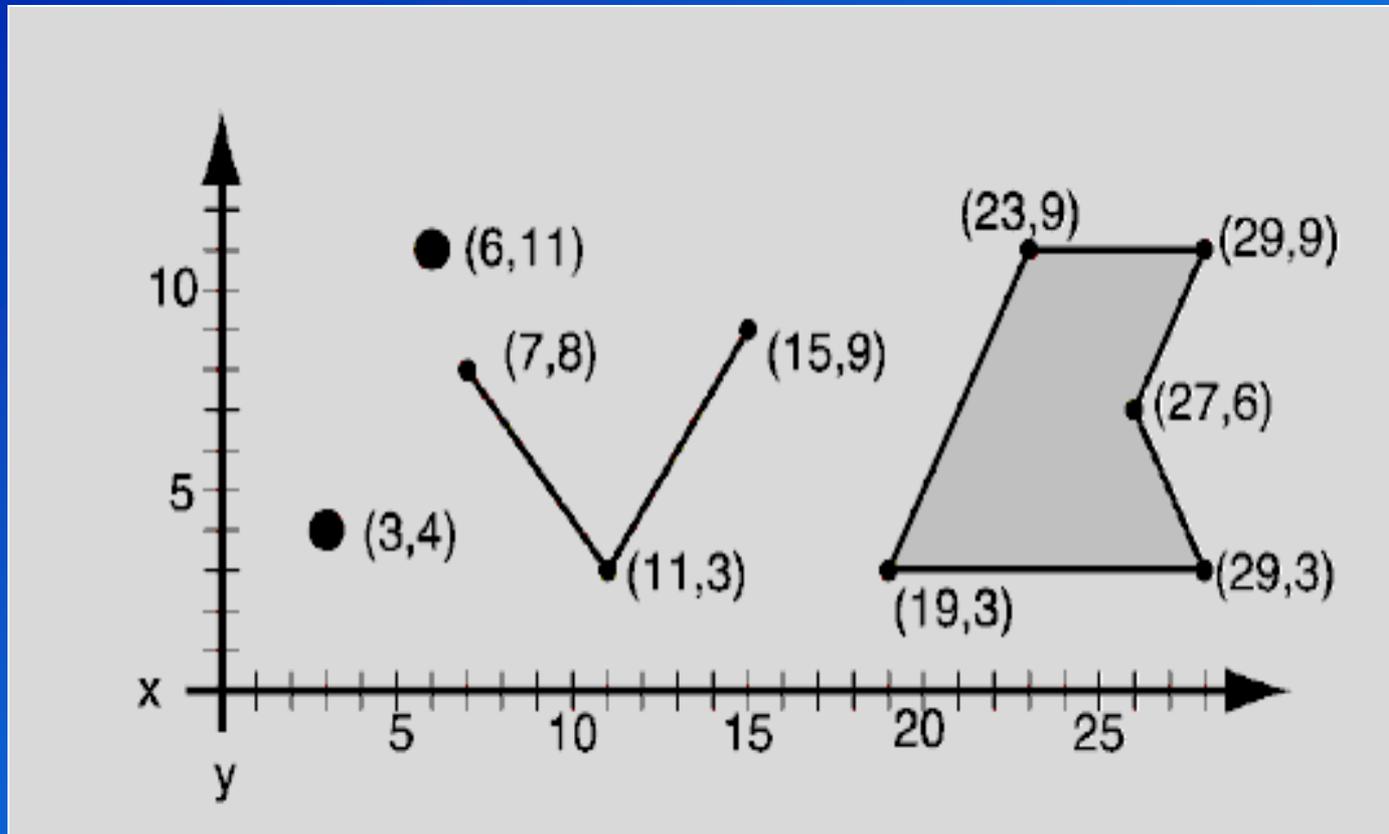
Datos Vectoriales

Representan la geometría de los elementos geográficos en forma precisa y compacta, como un conjunto ordenado de coordenadas y atributos asociados.

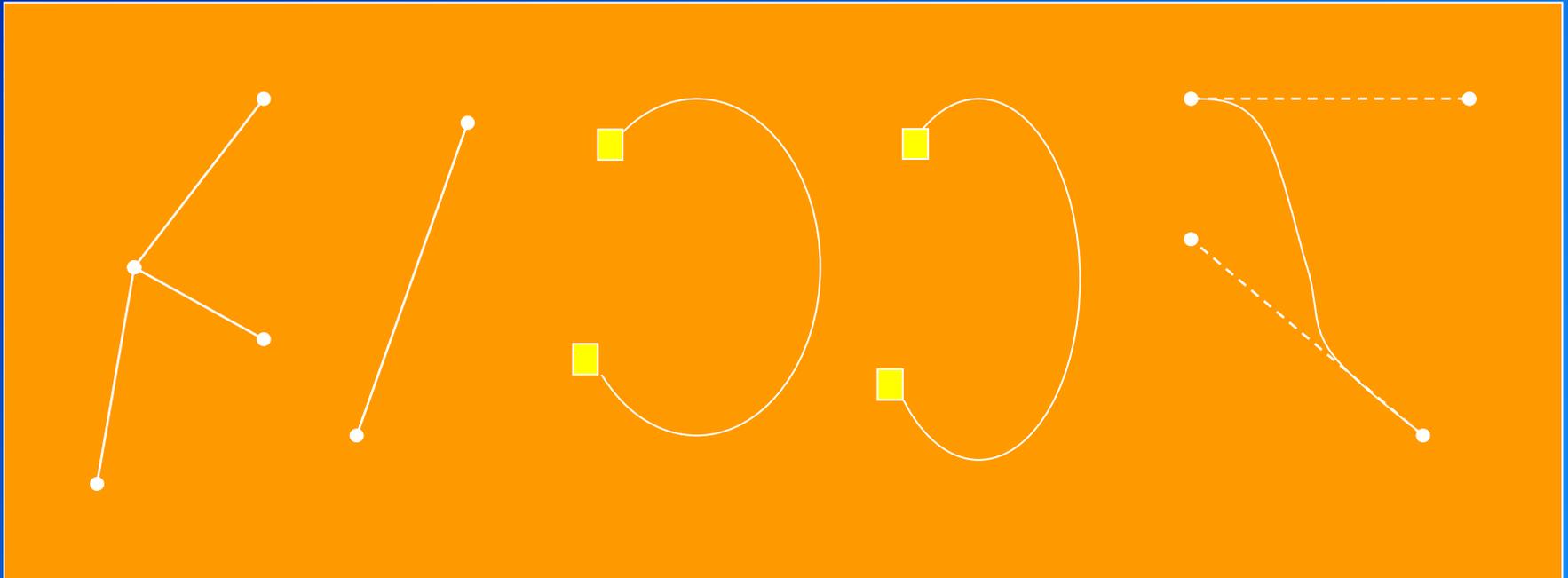
Operaciones: calcular largo y área, identificación, superposición, intersección, determinación de elementos adyacentes o cercanos.

Útiles en representar y almacenar elementos discretos tales como edificios, tuberías, o parcelas.

Pueden clasificarse teniendo en cuenta la dimensión



- Puntos y Multipuntos son dimensión cero. Una o más coordenadas x,y, más atributos
- Líneas son dimensión uno. Serie ordenada de coordenadas x,y más atributos. Pueden ser rectas, circulares, elípticas o spline.

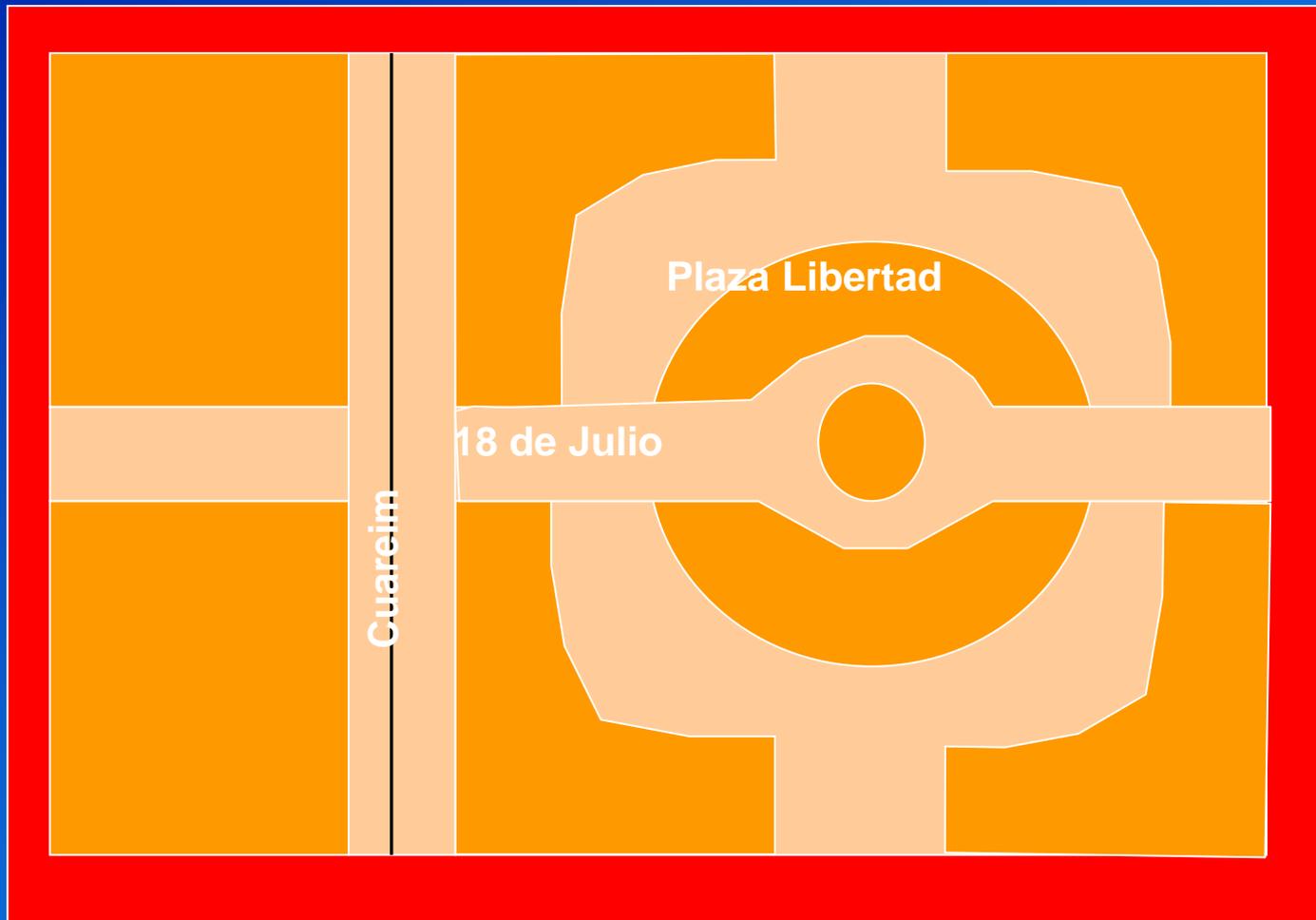


Polígonos son dimensión dos. Serie de segmentos que determinan un área.

Son una colección de anillos, parcialmente ordenados por relaciones de inclusión.



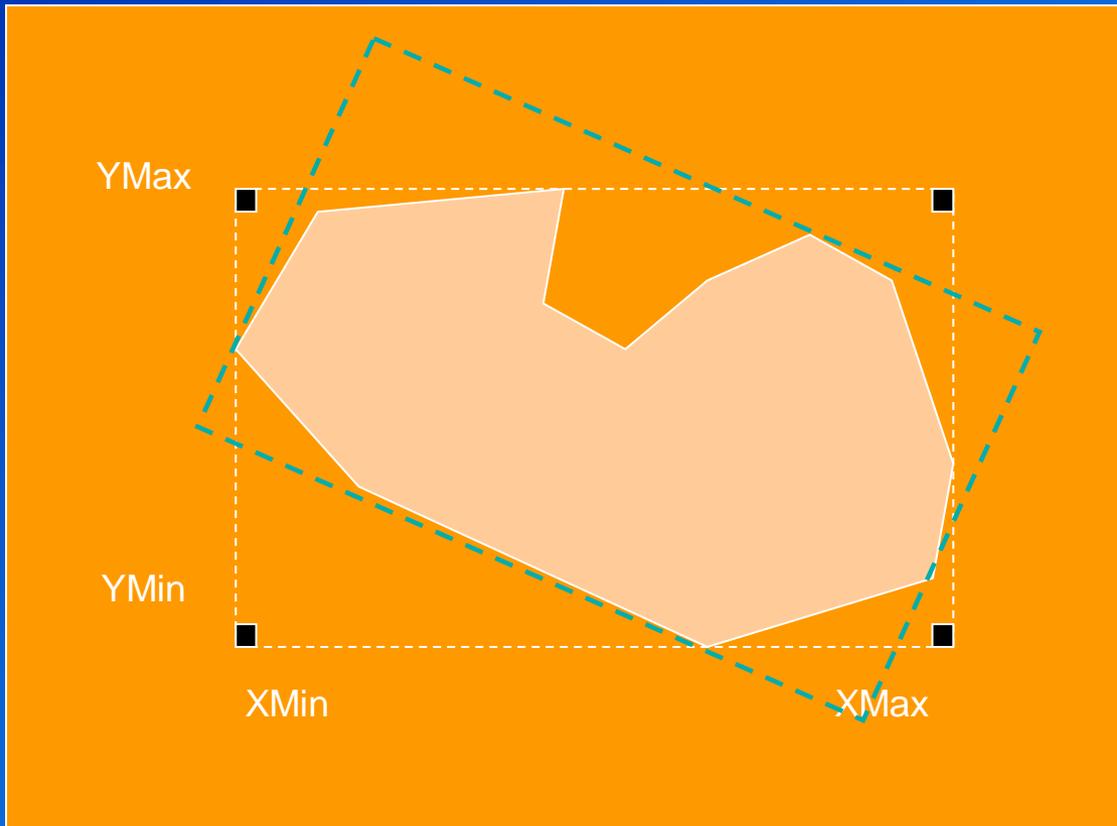
Otro tipo son las *Anotaciones*. Etiquetas descriptivas asociadas a elementos para desplegar nombres y atributos.



Envelope

Rectángulo que contienen a todas las componentes geométricas de un elemento geográfico.

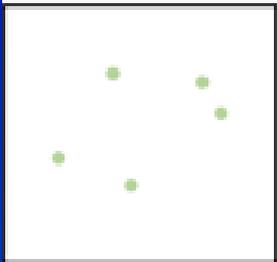
Minimum bounding geometry



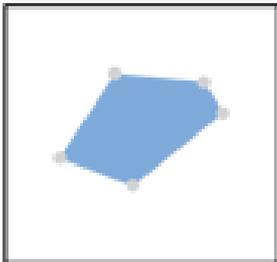
Minimum bounding geometry

OUTPUT MINIMUM BOUNDING GEOMETRY TYPES

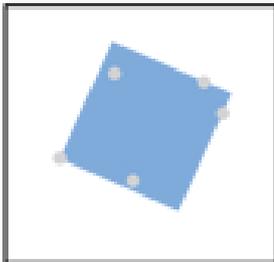
MULTIPOINT INPUT



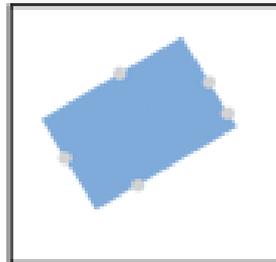
CONVEX_HULL



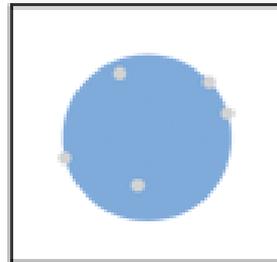
RECTANGLE_BY_AREA



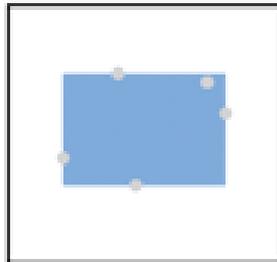
RECTANGLE_BY_WIDTH



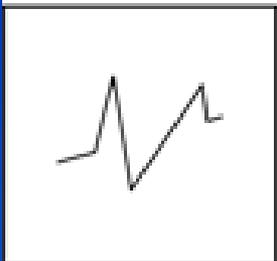
CIRCLE



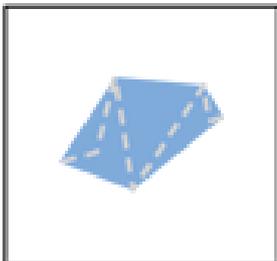
ENVELOPE



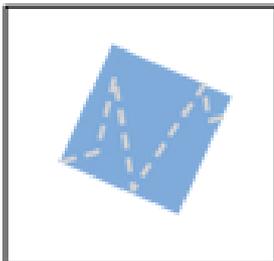
LINE INPUT



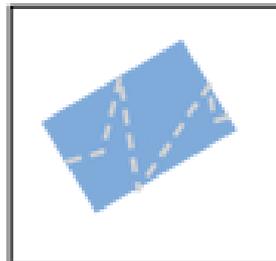
CONVEX_HULL



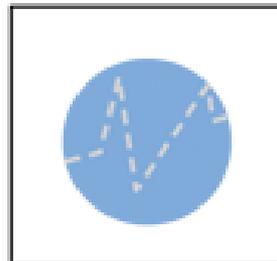
RECTANGLE_BY_AREA



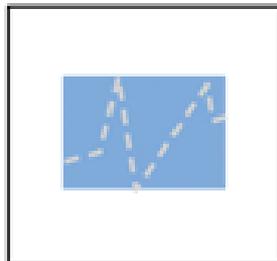
RECTANGLE_BY_WIDTH



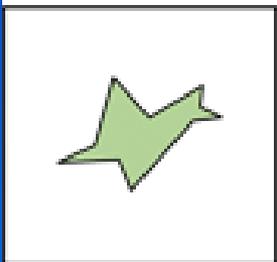
CIRCLE



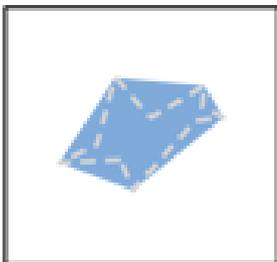
ENVELOPE



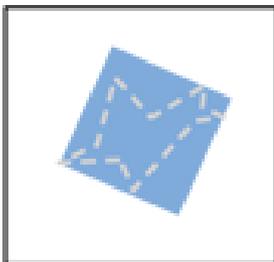
POLYGON INPUT



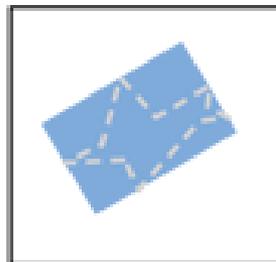
CONVEX_HULL



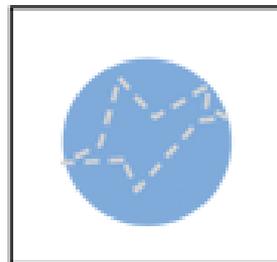
RECTANGLE_BY_AREA



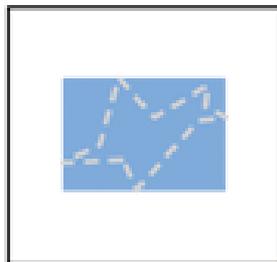
RECTANGLE_BY_WIDTH



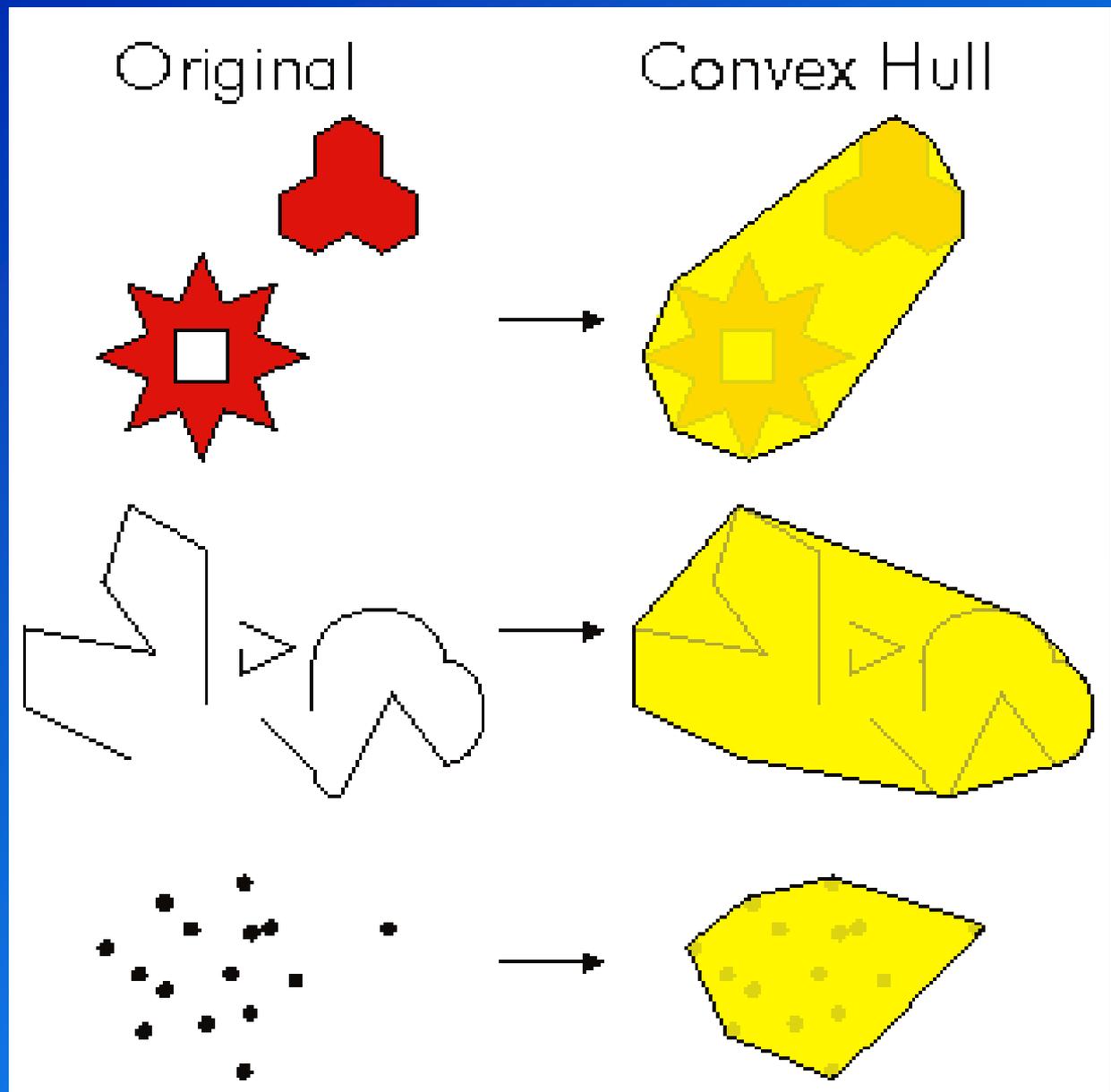
CIRCLE



ENVELOPE



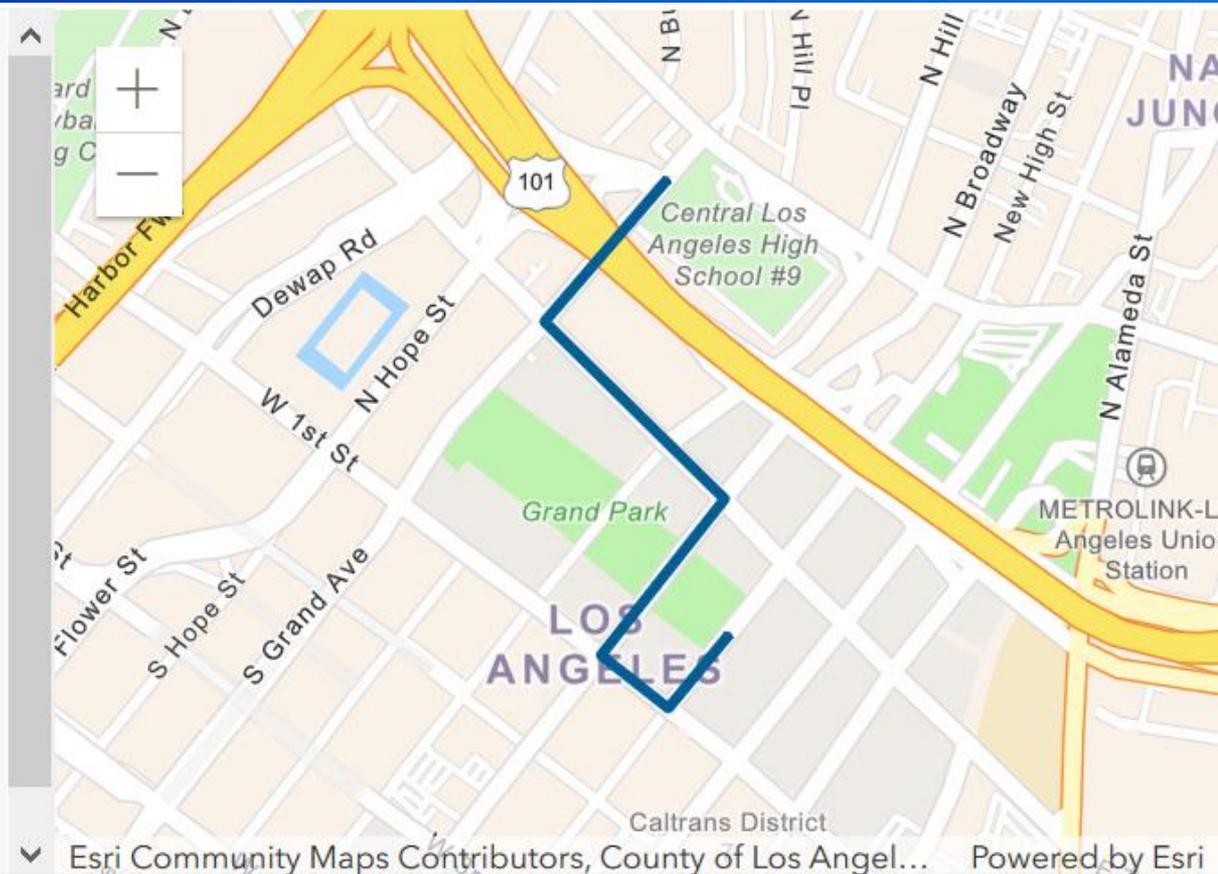
Convex Hull



Camino (Path)

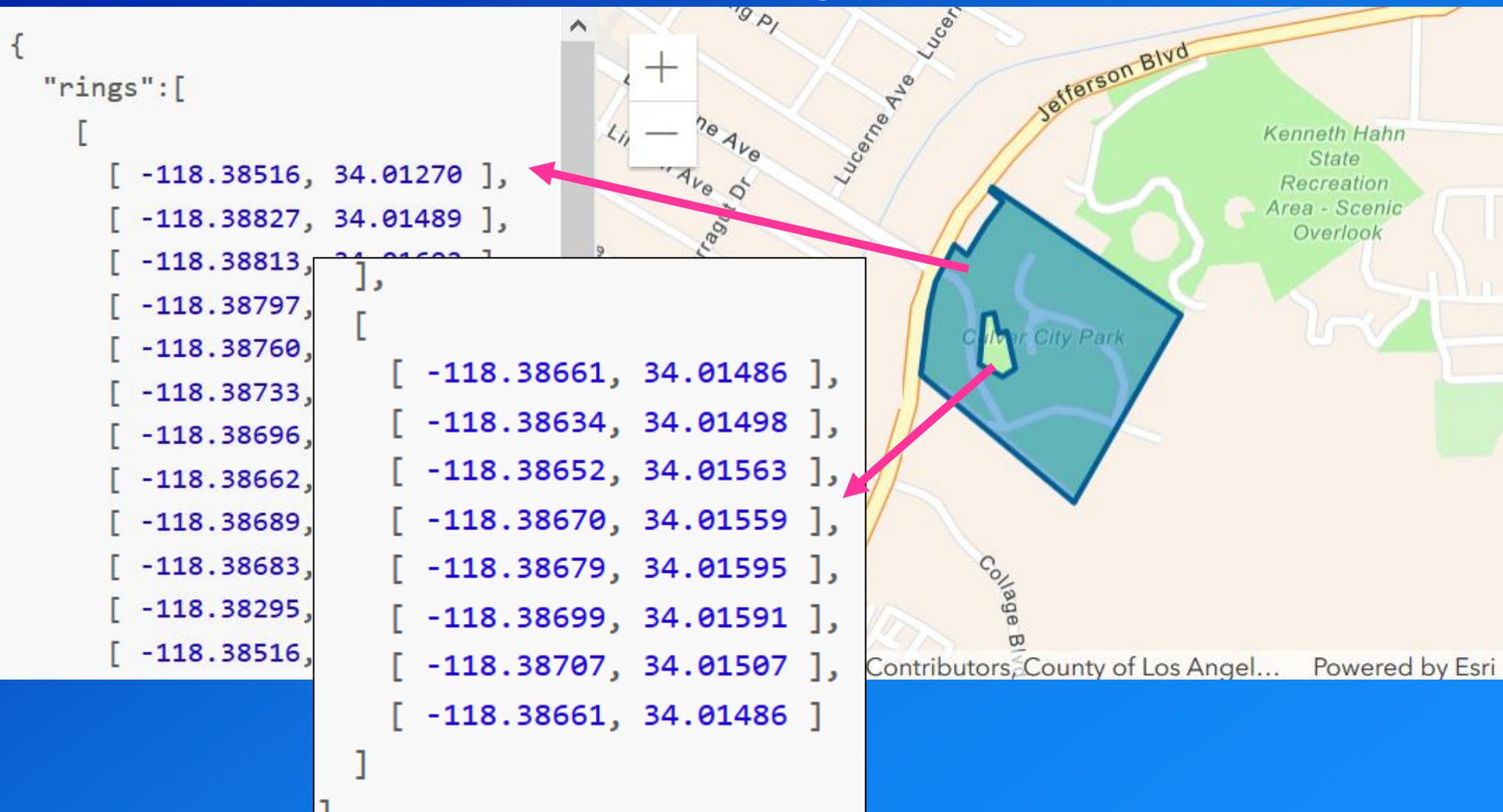
Secuencia de segmentos conectados que no se interceptan.

```
{  
  "paths": [  
    [  
      [ -118.24354, 34.05389 ],  
      [ -118.24446, 34.05294 ],  
      [ -118.24554, 34.05364 ],  
      [ -118.24358, 34.05576 ],  
      [ -118.24448, 34.05649 ],  
      [ -118.24643, 34.05814 ],  
      [ -118.24454, 34.06001 ]  
    ],  
    "spatialReference": {  
      "wkid": 4326  
    }  
  }  
}
```



Anillo (Ring)

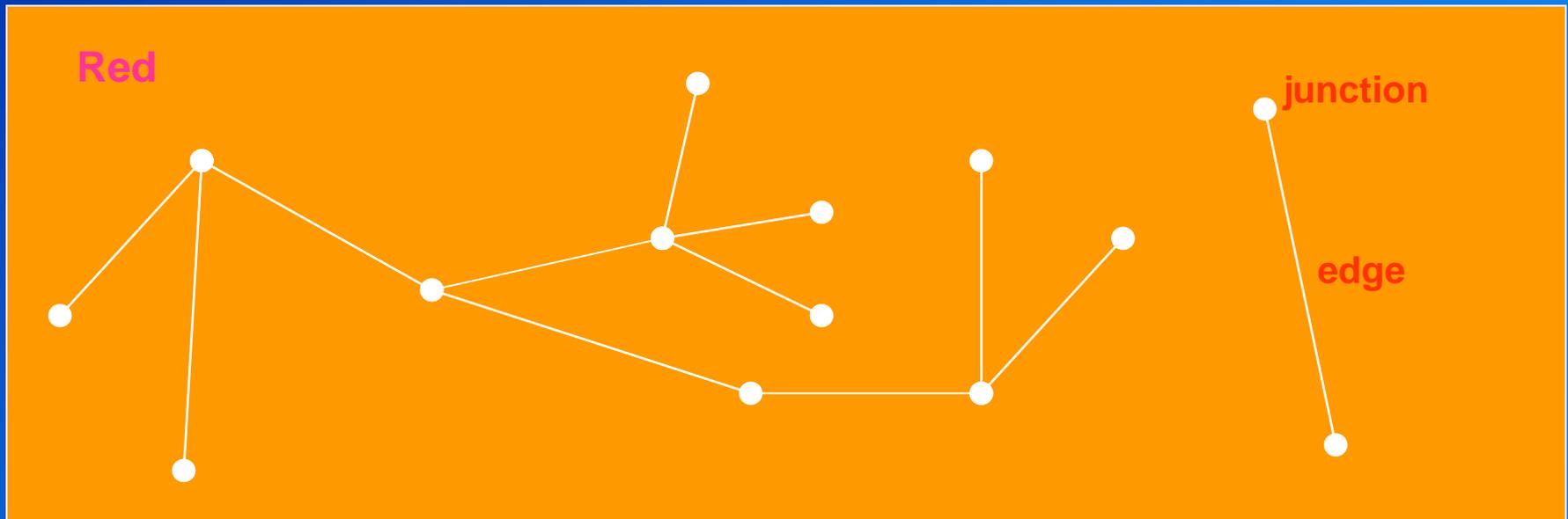
Camino que se cierra y que tiene un lado interno y externo no ambiguo. Es un simple polígono. Puede contener agujeros. Array de anillos. Un anillo con puntos en sentido horario es un polígono lleno y simple, en sentido antihorario es un agujero.



Network (red)

Una red contiene elementos vectoriales lineales y puntuales, que se conectan. Modificar un punto o una línea modifica los elementos con los cuales se conecta.

Compuesta por EDGES (líneas) y NODOS (o Junctions o uniones, que son puntos) . Un nodo puede conectarse con muchas edges, y una edge puede tener solo dos nodos.



Atributos de las geometrías

Tres tipos de atributos asociados a cada vértice: **z, m, ID**

Atributo Z

Comúnmente representa elevación, pero puede representar cualquier otra cosa, por ej. nivel de lluvia.

Ejemplos de uso:

- Altura para implementar un TIN
- Modelado del perfil de una carretera

Atributos de las geometrías

Atributo M

Medida lineal para aplicaciones que necesiten interpolar elementos del tipo caminos (paths)

Ejemplo:

Mojones de kilómetros en la ruta (segmentación dinámica).



Atributos de las geometrías

Atributo ID

Identifica en forma única (clave asociada) cada elemento geográfico o geométrico. Ej. ObjectID

Permite asociar tablas con atributos al elemento.

Global ID

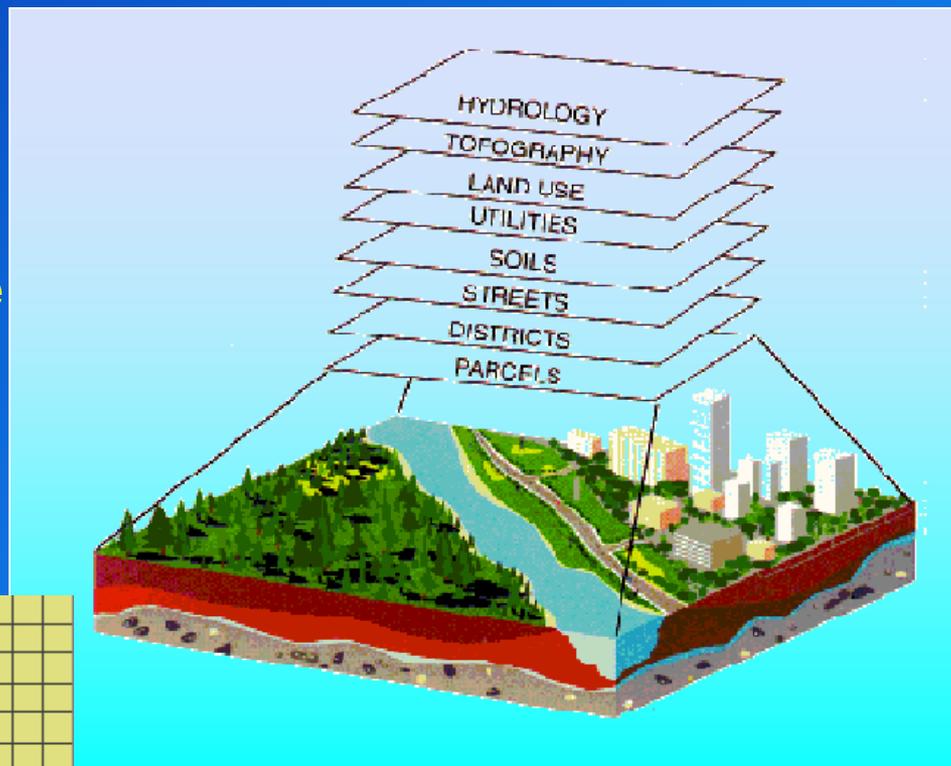
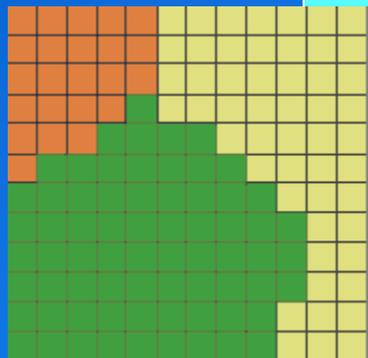
Identifica en forma única a cada elemento, entre distintas Geodatabases.

Densidad de árboles (Análisis espacial estadístico – Summarize Within)



Datos Raster

Una celda es un elemento pixel de un raster, contiene un valor que puede significar muchas cosas como ser reflectancia de la luz de una parte del espectro, un color de una fotografía, atributo temático de un tipo de vegetación, una altura, etc.

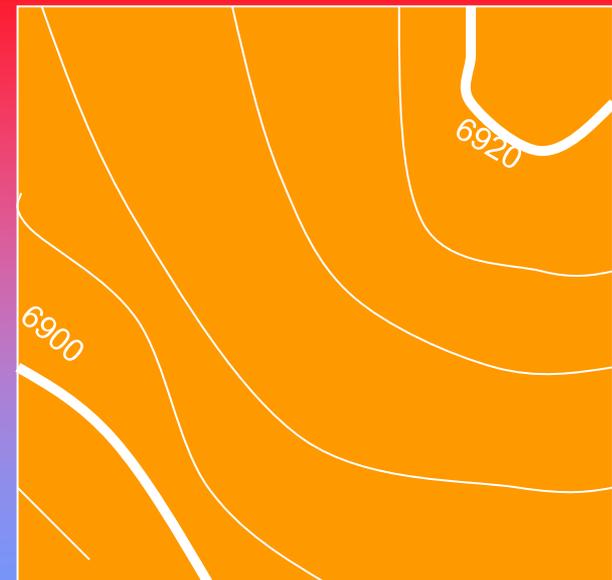


DEM

Grilla de valores de altura de un terreno.

Conjunto de puntos espaciados en intervalos regulares con un valor de altura asociado.

De los puntos con altura puede derivarse curvas de nivel



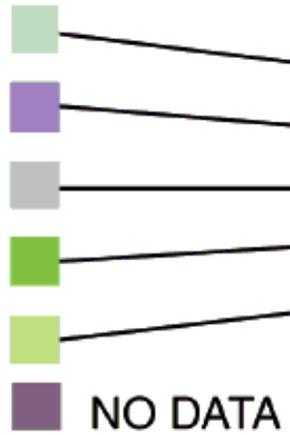
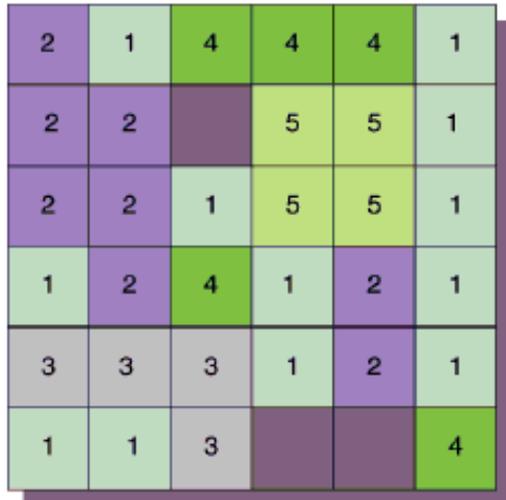
Raster con elevación, ventajas

- Modelo conceptual simple y almacenamiento compacto
- Algoritmos óptimos asociados
- Datos de elevación son fáciles de conseguir y baratos.

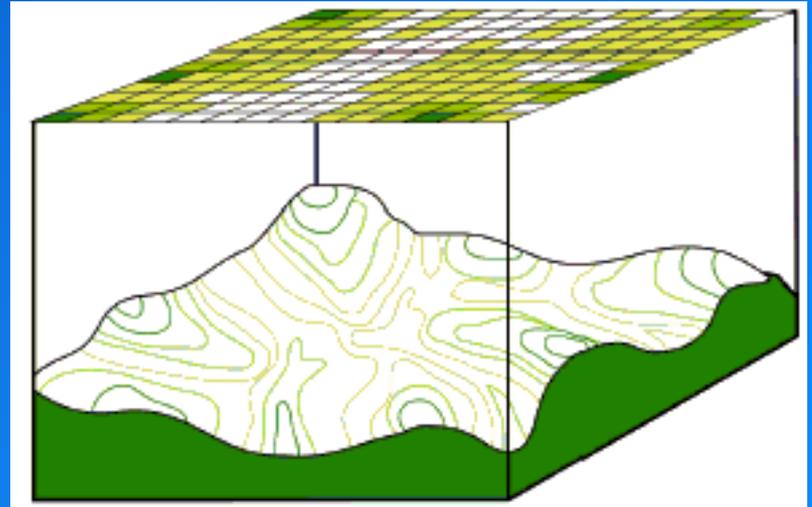
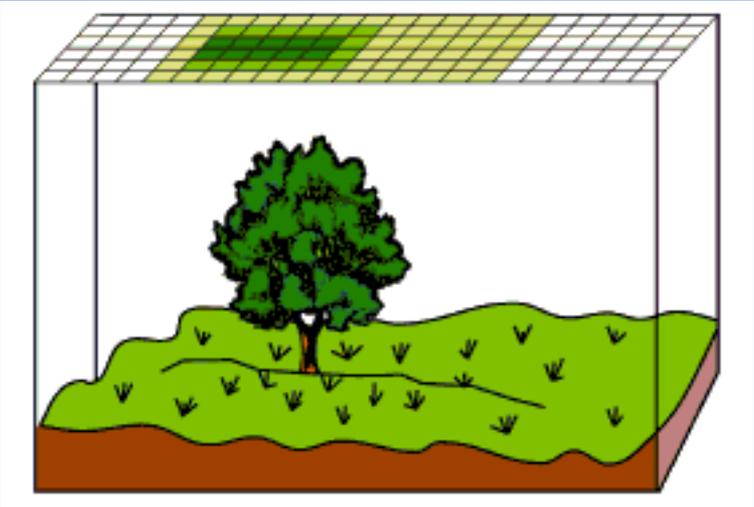
Desventajas

- La estructura rígida del GRID no acompaña la variabilidad del terreno
- Datos originales cambian cuando se interpolan para obtener un grid regularmente espaciado.
- No representa bien los elementos lineales

- Matriz de dos dimensiones, cada celda tiene el mismo ancho y alto, y los valores pueden ser enteros o de punto flotante.
- *Extensión espacial* determinada por: coordenadas del vértice superior izquierdo, tamaño de la celda, cantidad de filas y columnas.
- Se les puede asociar atributos.
- Pueden contener una o más bandas, idénticas espacialmente pero con atributos diferentes (datos multispectrales de satélites)



| VEGETATION VAT | | | | |
|----------------|-------|---------|--------|---------|
| VALUE | COUNT | TYPE | CANOPY | BUG-DAM |
| 1 | 12 | Maple | 30 | 8 |
| 2 | 8 | Oak | 65 | 10 |
| 3 | 4 | Field | 0 | 0 |
| 4 | 5 | Hickory | 45 | 20 |
| 5 | 4 | Pine | 80 | 35 |



Atributos – imagen asociada a algún elemento geográfico (inmobiliarias)

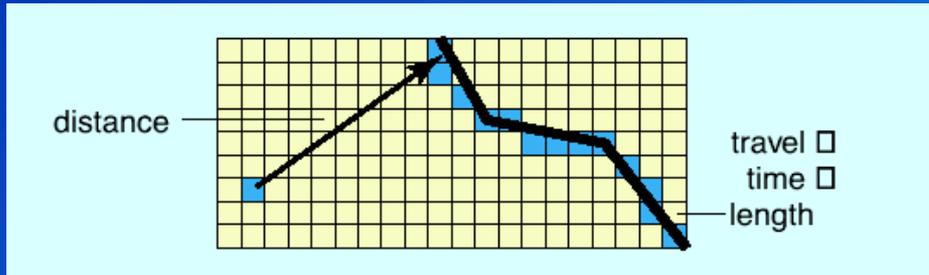
Vectorización – extracción de elementos geográficos vectoriales de imágenes (polígonos de edificios o ríos de una imagen)



Análisis

Transformaciones y ajustes espaciales (proyección, mover, deformar, rubber sheeting (ajuste local a vectores definidos), transformaciones poligonales).

Coincidencia Espacial (características de elementos, ubicación óptima de una nueva ruta)



Análisis

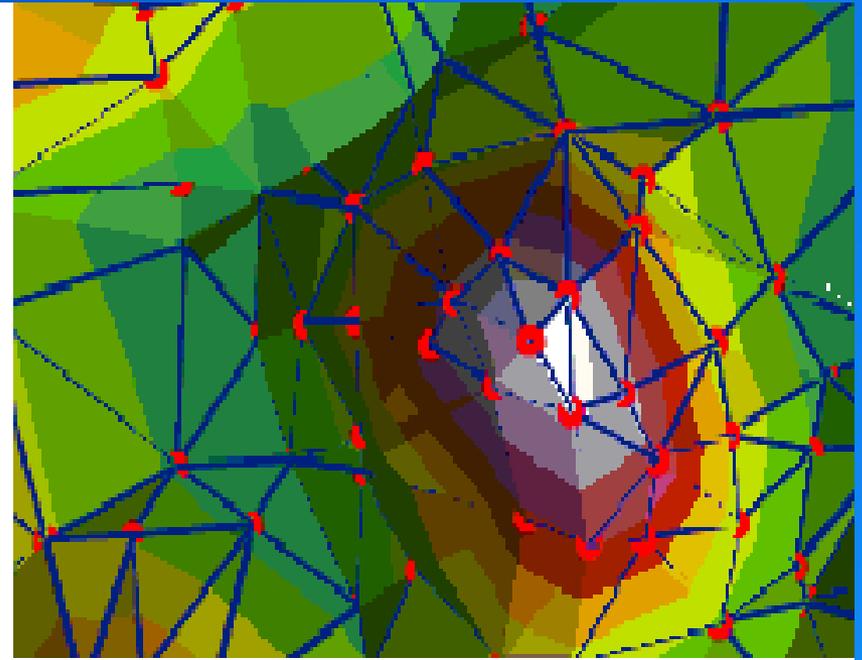
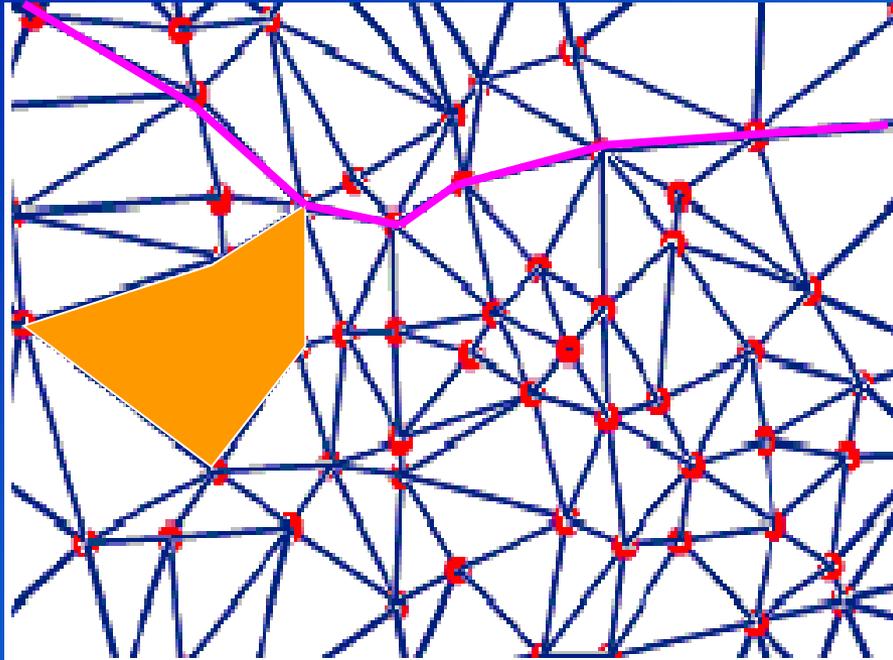
- Proximidad (distancia euclídeana u otras como tiempo de viajero)
- Análisis de superficie (calidades de superficies continuas tales como elevación, contaminación, cálculo de pendiente).
- Dispersión (simulación de un derrame de petróleo, de la propagación de un incendio)
- Camino de costo mínimo (a través de una superficie según una cierta impedancia)

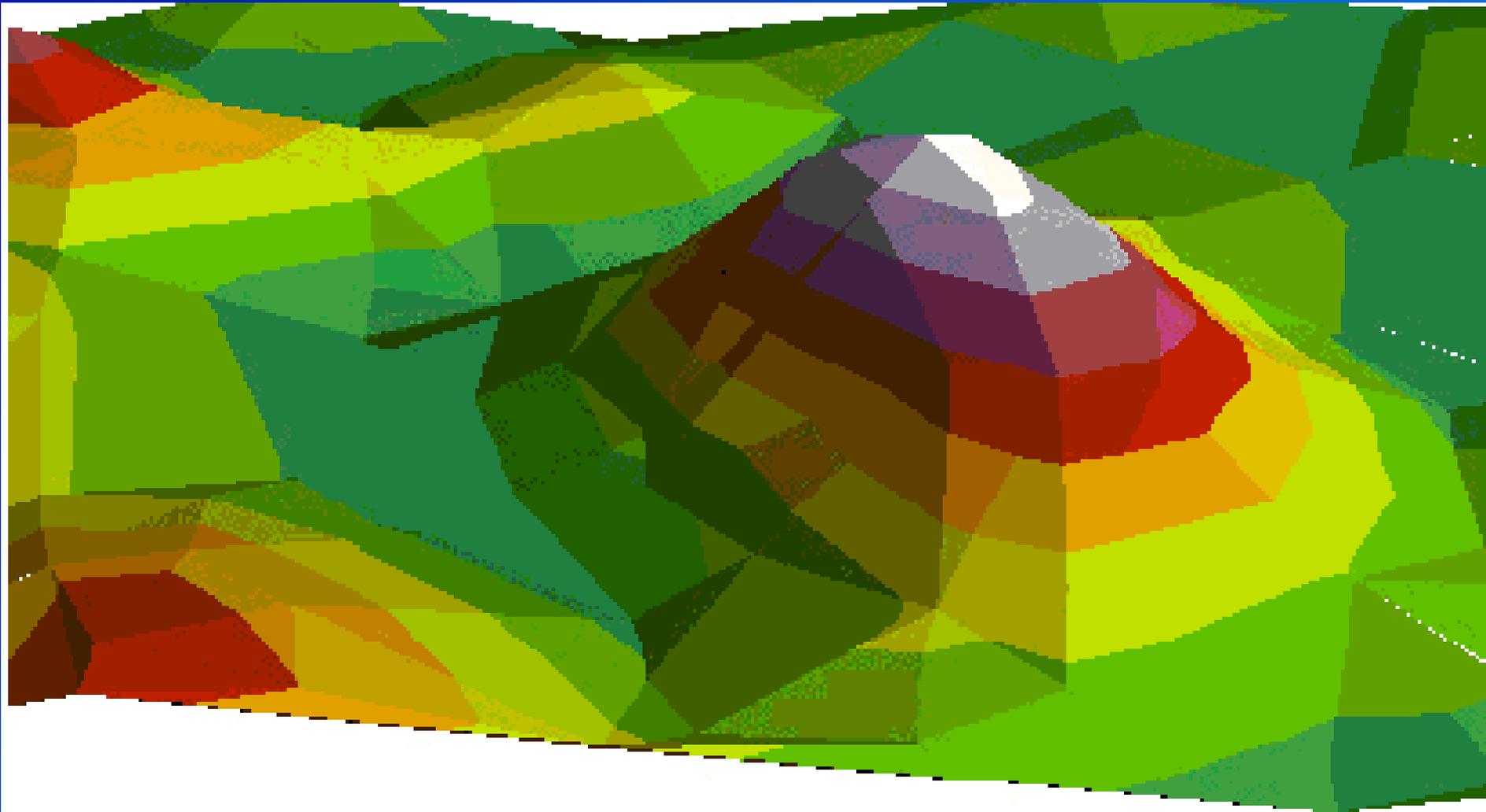
TIN (Triangular irregular network)

Es un modelo eficiente y preciso para representar superficies continuas.

¿Cómo se construye un TIN?

- Se colectan los puntos (x,y,z) (fotogrametría, GPS, etc), breaklines (soft y hard), áreas de exclusión (lagos).
- Delaunay triangulation



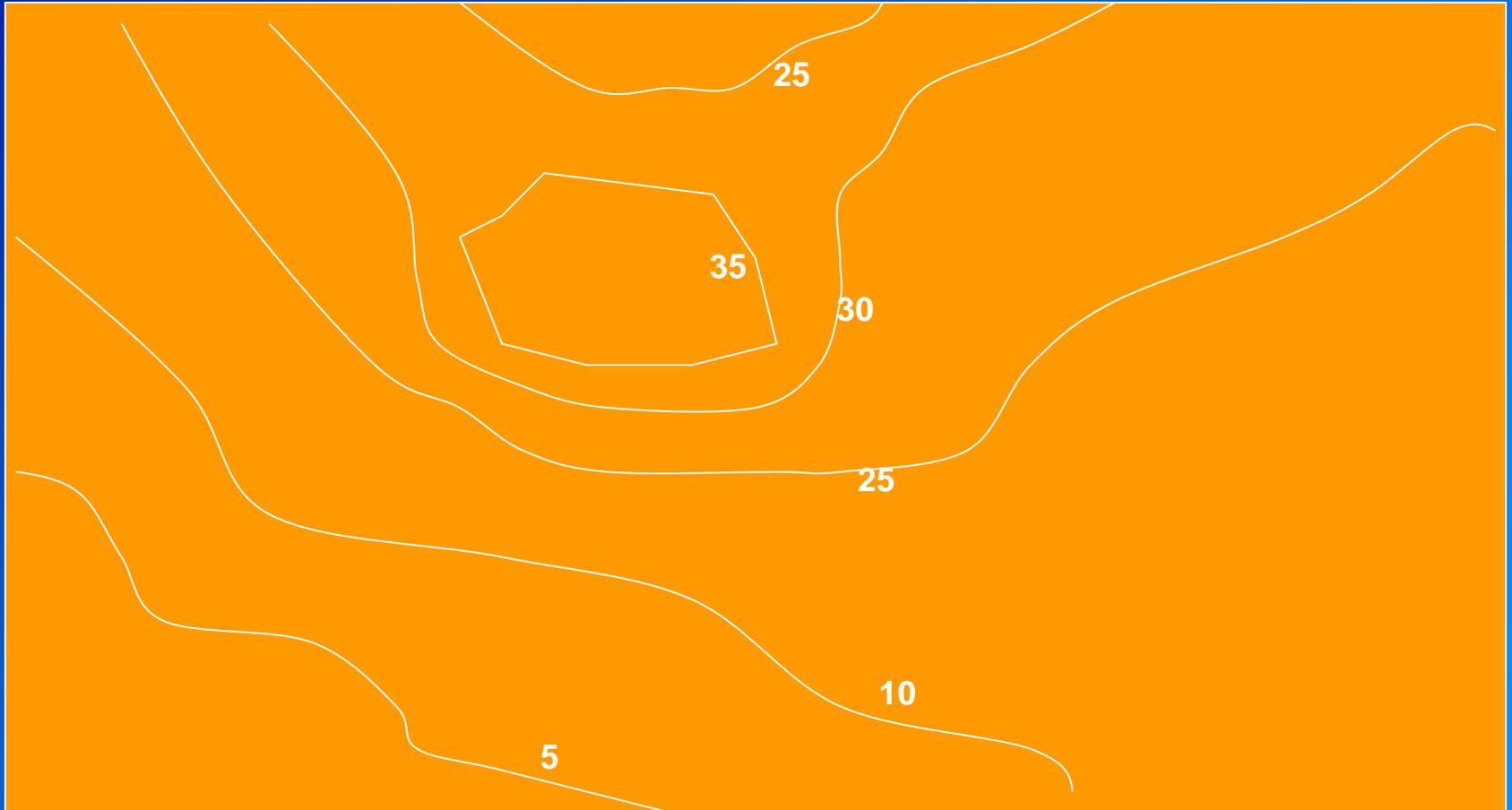


Análisis con TIN

- Cálculo de elevación, pendiente, sentido de la pendiente para cualquier punto en la superficie
- Generación de curvas de nivel (interpolación)
- Determinar rangos de elevación
- Cálculo de estadística tales como volumen, pendiente media, area y perímetro
- Cálculo de volúmenes para proyectos viales (volumen excavado igual a volumen depositado)
- Análisis de visualización (áreas visibles desde que punto)

Curvas de nivel

Representan superficies, es una línea que sigue un mismo valor de elevación.



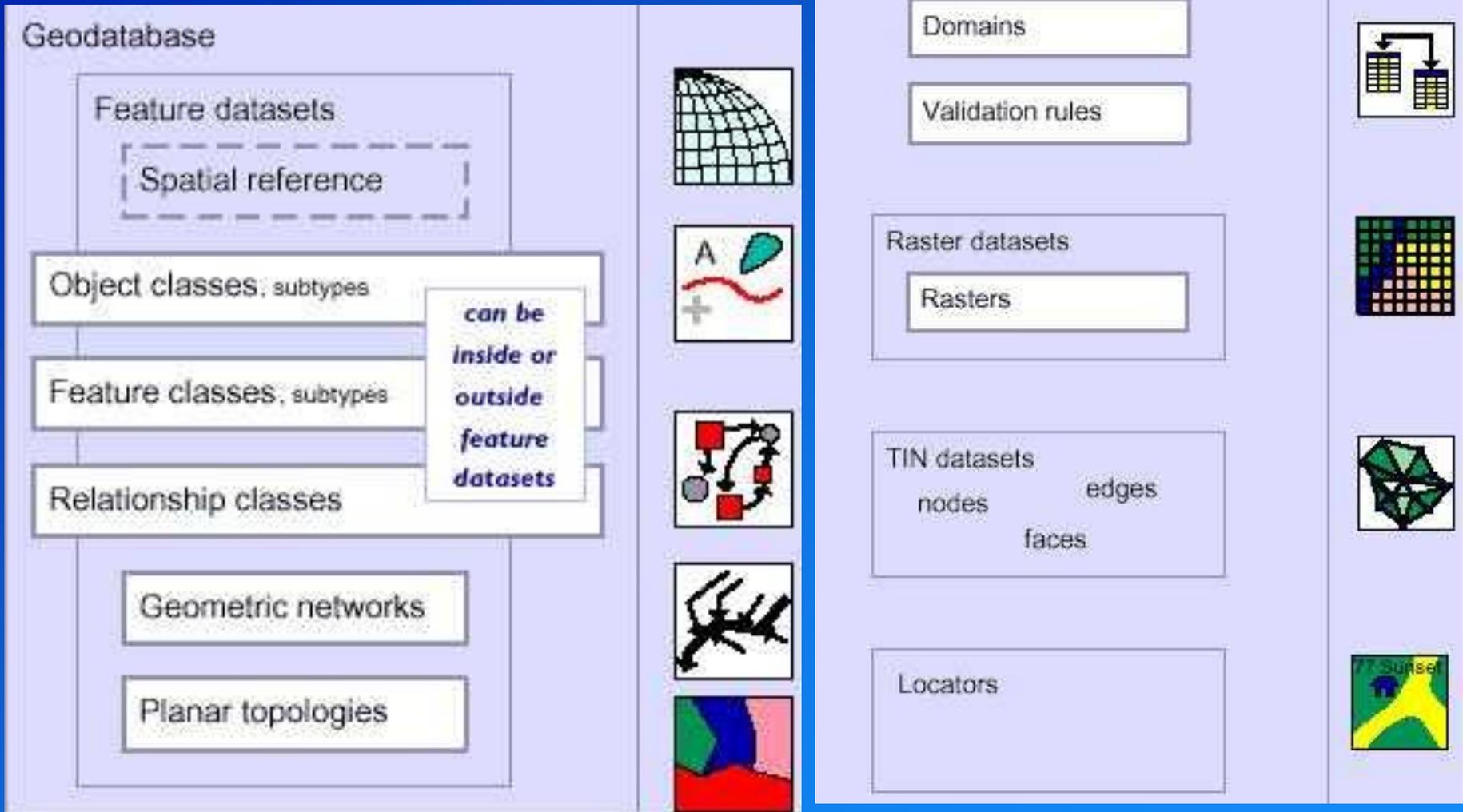
Ubicación de direcciones

Tal vez la tarea más común de las aplicaciones geográficas es encontrar una dirección. Ej. Guía de Montevideo

Existen varias formas de describir y representar una dirección

Locators: dirección, (X,Y), códigos postales, nombres de lugares, referencias en rutas. Permiten desplegar direcciones en el mapa mediante la representación adecuada de dicho elemento geográfico.

Conceptos de GEODATABASE



Extensible Features

(features = elementos geográficos individuales)

Creación de nuevos elementos según requerimientos usuario.
Ej: transformadores y caminos en lugar de puntos y líneas, heredan todas las funcionalidades y performance de puntos y líneas, y agregan comportamiento como ser que cuando se edite una ruta, todos sus segmentos sean tangentes.

Features y OO

Features en una GEODATABASE se implementan como tablas relacionales (representan colección de features, relaciones entre features, reglas de validación, dominios para atributos)

Se accede a los objetos por medio de aplicaciones e interfaces y componentes definidos sobre las geodatabase, ya sea del software base como el desarrollado por el usuario.

No es necesario conocer la estructura de la base para acceder a ella.

¿Cómo una GEODATABSE extiende a una Base de Datos?

Características que hacen que una GEODATABASE mejore la tecnología de base de datos relacional:

- Representa datos geográficos de cuatro formas: objetos discretos como vectores; fenómenos continuos como rasters; superficies como TINs; y referencias a lugares como direcciones o localizadores.
- Almacena la geometría de los elementos, permitiendo la implementación de funciones espaciales.
- Permite modelar la integridad topológica (redes, subdivisiones poligonales, etc)
- Permite definir relaciones entre objetos y elementos geográficos

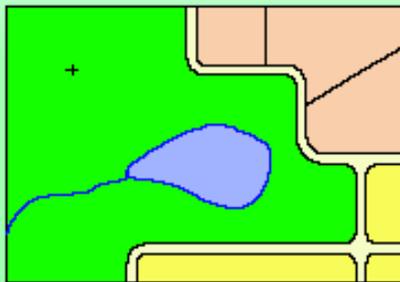
¿Cómo una GEODATABSE extiende a una Base de Datos?(cont)

Características que hacen que una GEODATABASE mejore la tecnología de base de datos relacional (CONT):

- Permite asegurar la integridad de los atributos mediante dominios y reglas de validación.
- Permite implementar y almacenar comportamiento asociado a los elementos.
- Mantiene múltiples versiones de los datos, para permitir edición paralela.

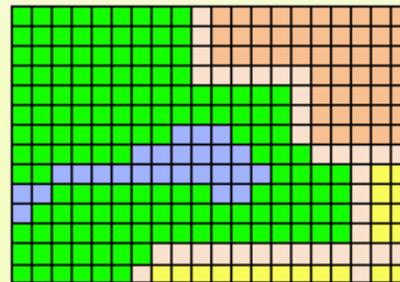
Comparación de las representaciones espaciales

Vector data representation



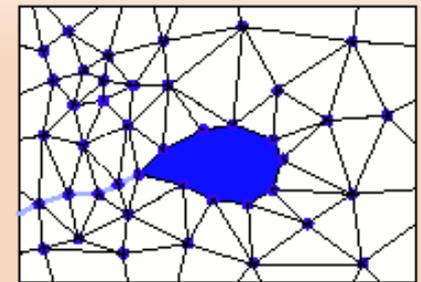
Vector data is focused on modeling discrete features with precise shapes and boundaries.

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.

Focus of model

Comparación de las representaciones espaciales

| | Vector Data Representation | Raster Data representation | Triangulated data representation |
|--------------------------------|--|--|--|
| Fuente de datos | | | |
| Almacenamiento espacial | Coordenas x,y para puntos, líneas y polígonos | Celdas de igual tamaño ordenadas en filas y columnas | cara triangular. |
| Feature representation | <ul style="list-style-type: none">•Puntos – eg pequeños•Líneas•Polígonos - áreas | <ul style="list-style-type: none">•Puntos – celda•Líneas – conjunto de celdas adyacentes•Polígonos | <ul style="list-style-type: none">•Valores z de puntos determinan la forma de la superficie, breaklines, polígonos |

Comparación de las representaciones espaciales

| | Vector Data Representation | Raster Data representation | Triangulated data representation |
|---------------------------------|---|--|---|
| Asociaciones topológicas | <ul style="list-style-type: none">• Líneas – conectividad con nodos• Polígonos – líneas izq y der. | Vecindario | Triangulo asociada a triángulos vecinos |
| Análisis geográfico | Superposición Buffer, dissolve de polígonos, queries, address geocoding, network | Spatial coincidence, proximidad, análisis de superficie, dispersión, camino costo mínimo | Elevación, pendientes, curvas de nivel, volumen, perfiles, puntos de vista y perspectiva 3D |

Comparación de las representaciones espaciales

| | Vector Data Representation | Raster Data representation | Triangulated data representation |
|--------------------|---|---|---|
| Cartografía | Precisión, posición No para fenómenos continuos, o para EG con bordes no definidos | Imágenes, fenómenos continuos No para puntos ni elementos con líneas | Presentación de superficies, permite coloración asociada a la pendiente o elevación, vista 3D |

Comparación de las representaciones espaciales

Vector

Raster

TIN

| | Vector | Raster | TIN |
|-----------------|---|--|---|
| Sources of data | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> Photographed from an airplane Imaged from a satellite Converted from a triangulation Rasterized from vector data Scanned blueprints, photographs | <ul style="list-style-type: none"> Compiled from aerial photography Collected from GPS receivers Imported points with elevations Converted from vector contours |
| Spatial storage | <ul style="list-style-type: none"> Points stored as x,y coordinates. Lines stored as paths of connected x,y coordinates. Polygons stored as closed paths. | <ul style="list-style-type: none"> 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. | <ul style="list-style-type: none"> Each node in a triangle face has an x,y coordinate value. |

Comparación de las representaciones espaciales

Vector

Raster

TIN

| | | | |
|---------------------------------|---|--|--|
| 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. | Each triangle is associated with its neighboring triangles. |

Comparación de las representaciones espaciales

Vector

Raster

TIN

Geographic analysis

Topological map overlay
Buffer generation and proximity
Polygon dissolve and overlay
Spatial and logical query
Address geocoding
Network analysis

Spatial coincidence
Proximity
Surface analysis
Dispersion
Least-cost path

Elevation, slope, aspect calculations
Contour derivation from surface
Volume calculations
Vertical profiles on alignments
Viewshed analysis

Cartographic output

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.

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.

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.

Elementos a tener en cuenta para la representación de los datos

- Tipo de geometría
- Disponibilidad
- Precisión
- Tipo de asociación topológica
- Tipo de análisis requerido o funcionalidad a aplicar
- Tipo de mapas a producir

Elección de una representación espacial

Existen tres representaciones básicas de datos espaciales:

- vectorial
- raster
- triangular

Se pueden usar individualmente o combinadas.

Ej. Raster puede ser usada de fondo en un mapa para pintar los vectores, para darle un contexto foto-realista para realizar análisis o aplicaciones específicas.

Deben considerarse muchos elementos en el momento de elegir una representación.

Por ejemplo:

Para representar una superficie se puede pensar un datos RASTER o TIN. Por lo que requiere de un análisis más detallado de los datos que se dispone, la aplicación que se espera, y la precisión requerida.

Algunas consideraciones

Según características espaciales

- Modelado de objetos con comportamiento y atributos requieren de representación vectorial.
- Modelado de objetos continuos , o fenómenos con características asociadas a la ubicación, entonces RASTER o TIN.
- RASTER: área con atributos con valores tomados uniformemente sobre una grilla regular.
- TIN: área con puntos y valores tomados según una variable de densidad.

Disponibilidad de los datos

- Analizar la disponibilidad de los datos primero. Permite determinar si los datos son suficientes o es necesario crear datos nuevos (GPS, fotografía aérea, digitalización, etc).
- Necesidad de convertir datos a distinto formato de representación, para poder realizar ciertos procesos.

Ejemplo:

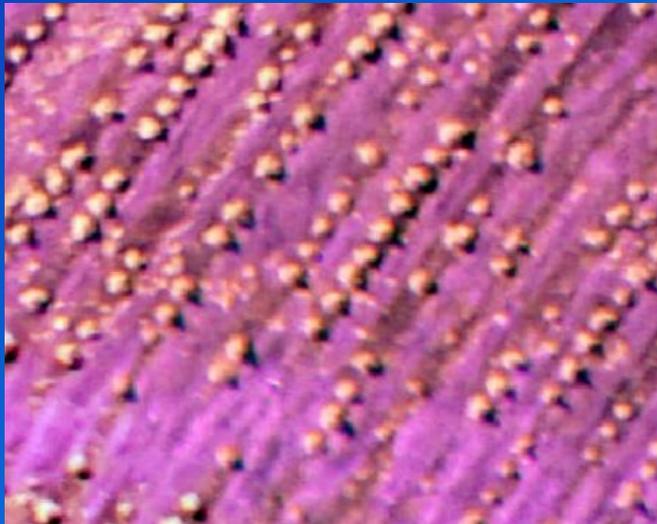
Líneas de transmisión eléctrica que viene en un mapa papel, es escaneada (raster), para luego vectorizarla para poder tenerla como una red eléctrica y aplicar procesos de propios de redes.

Precisión requerida

Necesidad de ubicar o identificar elementos con mucha precisión, entonces mejor son los datos vectoriales.

La precisión en la ubicación con RASTER está sujeta al tamaño de la celda, con TIN solo es posible la ubicación precisa de puntos o breaklines.

Input / Prediction / Target



Tipo de elemento (feature) requerido

RASTER mejor para modelar elementos muy grandes, con valores que varían, cambian con el tiempo, o tienen límites no bien definidos. Ej. Modelado de un incendio en función del tiempo, o la dispersión de contaminantes en el agua.

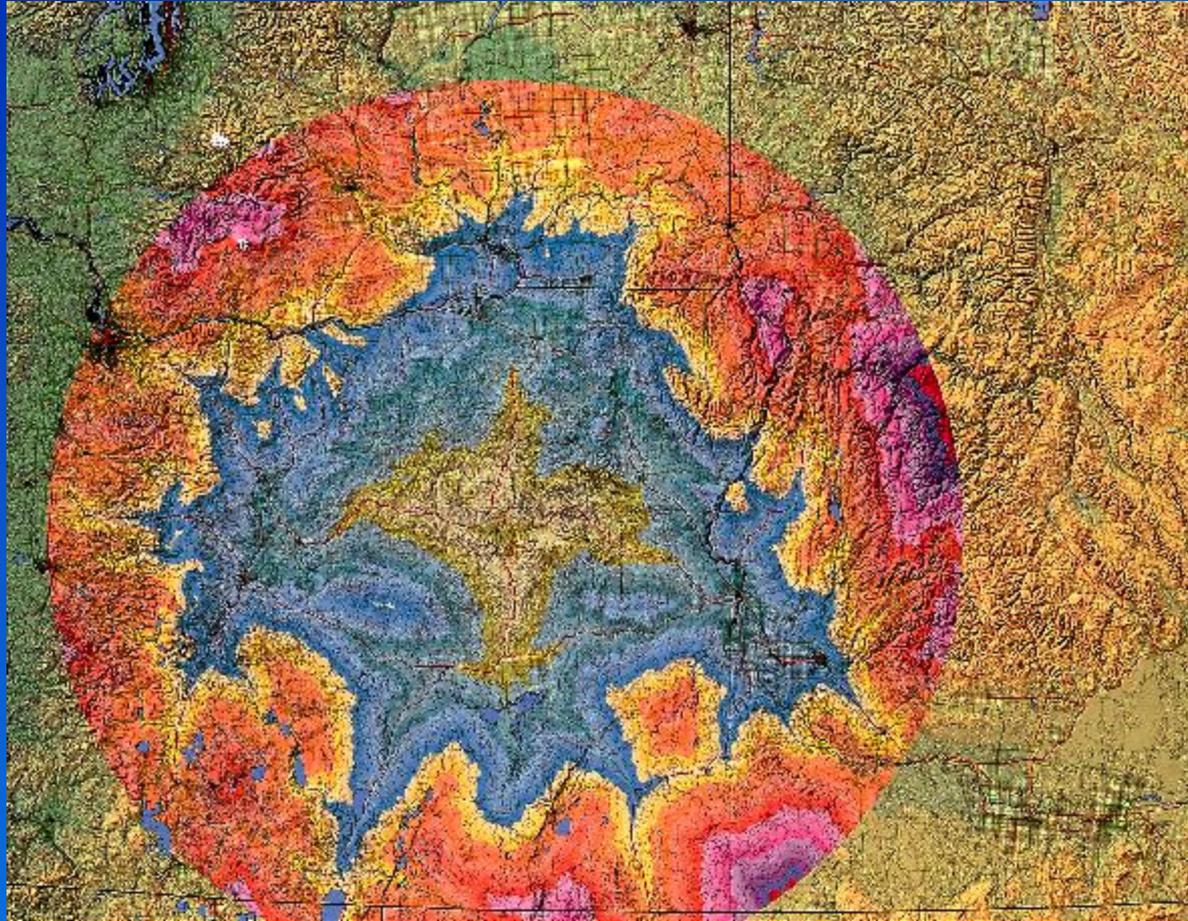
(Fire simulation Propagation

https://www.youtube.com/watch?v=wbW8g_395iM)

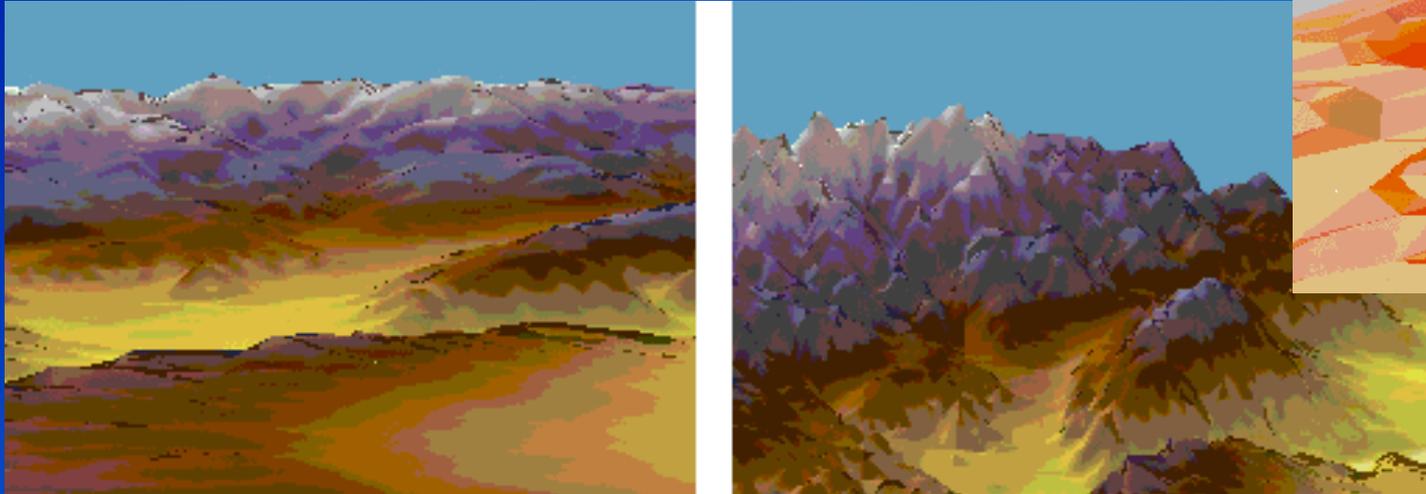
La precisión en la ubicación con RASTER está sujeta al tamaño de la celda, con TIN solo es posible la ubicación precisa de puntos o breaklines.

Fire simulation Propagation

RASTER



TIN mejor si se quiere modelar elementos que caractericen la forma de la superficie de la tierra, tales como picos de montañas, stream lines, ridge lines.

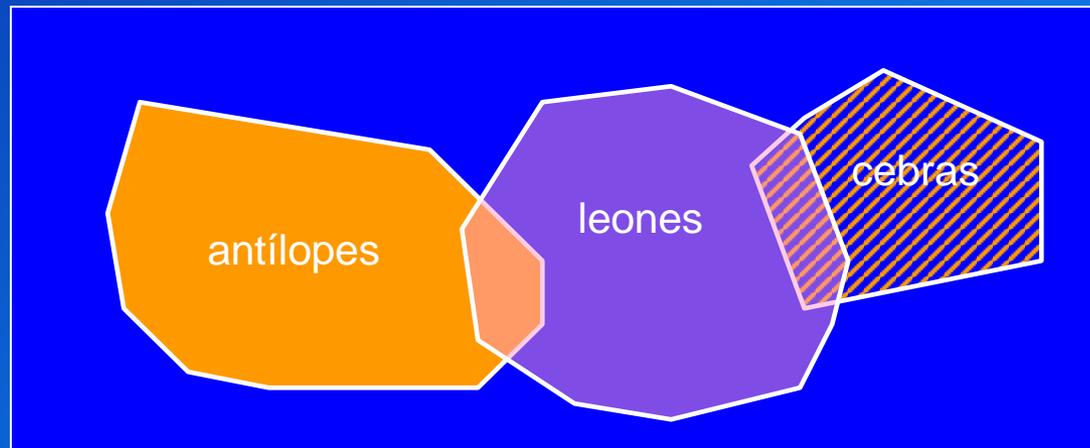


Algunos elementos naturales son representados mejor con vectores, tales como los cursos de agua, rutas, redes, parcelas, áreas homogéneas, y en general todo lo hecho por el hombre que tenga una forma geométrica bien definida (líneas rectas o curvas).

Tipo de asociación topológica deseada

Algunos elementos son no-topológicos y pueden ser ubicados en cualquier lado de un área geográfica.

Ej: area que defina un hábitat de una especie de animal, puede superponerse con habitas de otras especies, por lo que no mantienen ninguna relación topológica con los otros elementos.



Cuando solo queremos polígonos para pintar un fondo de un mapa.
Rutas que se ponen de fondo, no importa su conectividad

Ejemplos de elementos topológicos:

Sin embargo existen elementos que requieren de relaciones topológicas. Ej: rutas que forman parte de una red de transporte, sobre la cual se realizan ciertos análisis

- Redes (grafo de dimensión uno) representan rutas, ríos, etc.
- Topologías planas (grafos de dimensión dos) representan una colección de áreas donde cada punto en un área es cubierto por uno y solo un polígono (polígonos que representan áreas administrativas, o por ejemplo los polígonos que representan Departamentos)



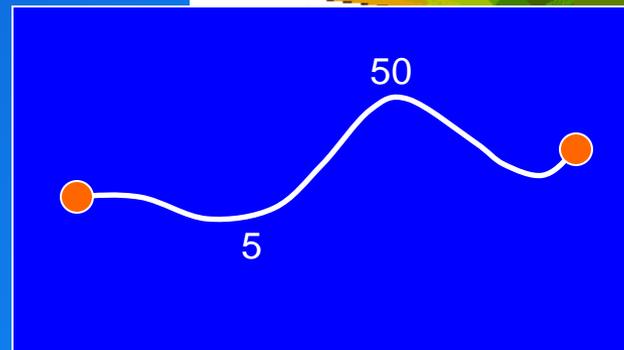
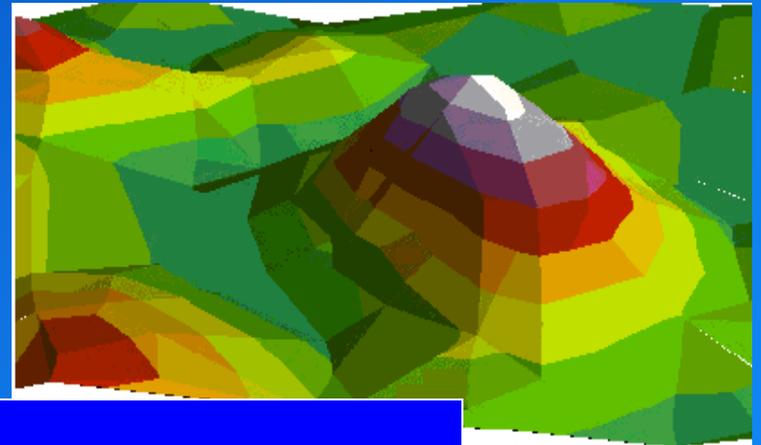
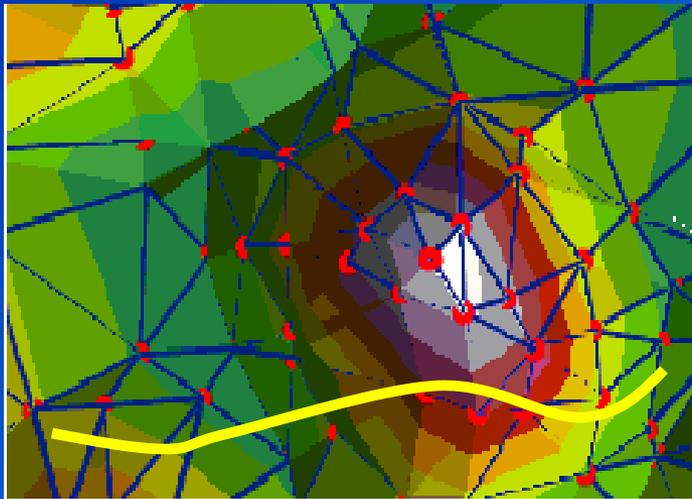
Tipo de análisis requerido

Si se requiere analizar una superficie, entonces TIN es la representación que permite la implementación de más funciones analíticas.

También la representación con RASTER permite un conjunto importante de funciones.

TIN - soporta funciones de cálculo de volumen entre dos superficies, determinación de áreas visibles desde un punto del espacio, determinación de la pendiente, aspecto, y elevación para cualquier punto de la superficie, así como la generación de perfiles de elementos como ser una ruta.

TIN – ejemplo perfil de ruta sobre el terreno



RASTER – si se analiza la dispersión de un elemento indeterminado en el tiempo, ej. Polución del aire.

Permite funcionalidades como determinación de proximidad, camino de costo mínimo, rápida superposición de capas con fines analíticos

VECTORES – ubicación precisa de lugares, estudio del flujo de una red, manejo de registros de terrenos, direcciones, consulta de elementos en el mapa.

Permite análisis basado en la relación espacial de los elementos (proximidad, adyacencia, topología (conectividad, flujo, etc)

Tipo de mapas a producir

Tipo y calidad de las presentaciones cartográficas.

RASTER y TIN – producción de mapas “lindos” de áreas con atributos de valores variados.

VECTORES – producción de mapas con finos detalles sobre los elementos.

ESCALA de mapa determina la forma de representación. Ej: río como línea o como polígono, centro poblado como punto o como polígono.

Organización de los datos geográficos

Se organiza en forma jerárquica por grupos, tipos temáticos, extensiones espaciales y sistemas de coordenadas comunes, o asociaciones topológicas.

Geodatabases

Unidad nivel tope de los datos geográficos Es una colección de *datasets*, *feature classes*, *object classes*, y *relationship classes*.

Contienen índices espaciales para poder acceder en forma eficiente a grandes extensiones continuas.

Permiten el almacenamiento de capas con muchos elementos y de grandes extensiones sin tener que particionarlas. Ej: ArcSDE (índices espaciales, números enteros, compactación, consultas rápidas sin importar la consulta o la cantidad de elementos)

Geographic datasets

Tipo generales de datos geográficos: vector, raster, TIN.

GEODATABASE – Vector → feature dataset

Raster → raster dataset

TIN → tin dataset

Feature dataset

Es una colección de feature classes, que tiene un mismo sistema de coordenadas. Feature classes pueden estar fuera o dentro de un feature dataset, pero un elemento topológico debe estar dentro (para asegurar el sistema de coordenada común).

Raster dataset

Puede ser un dataset simple, o uno con múltiples bandas para representar el espectro o valores categóricos.

TIN dataset

Contiene un conjunto de triángulos que exactamente cubren un con valores Z para cada node que representa una superficie.

Object classes

Es una tabla con la cual se puede asociar comportamiento sobre los datos geográficos.

Mantienen información descriptiva sobre los objetos que se relacionan a los elementos geográficos.

No son elementos geográficos en si mismos.

Ej: Datos asociados a el dueño de un padrón, como ser nombre, teléfono, etc.

Feature classes y topología

Una feature class es una colección de features con cierto tipo de geometría: punto, línea, o polígono.

Dos categorías: simple y topológica.

Simple

Contiene puntos, líneas, polígono, o anotaciones sin ninguna asociación topológica. Ej: un punto en una feature class puede ser coincidente con un junction de una red de líneas de otra feature class, pero no pertenece a esa red, y se tratan en forma independiente.

Topológica

Son elementos de un grafo, el cual es un elemento que une un conjunto de feature classes que componen una unidad topológica.

Ej: Una red, llamada en la bibliografía de ESRI como *Red Geométrica o Geometric Network*

Relationship classes

Es una tabla que almacena relaciones entre features y objetos en dos feature classes o tablas. Dependencias de modelos relaciones entre objetos.

Permiten controlar que le ocurre a uno objeto cuando el objeto que se relaciona con él es borrado o modificado.

Permite representar “inteligencia” sobre los datos, especificar comportamiento.

Representación de datos en ARCGIS

Workspaces

Coverages

Feature classes que contienen un conjunto homogéneo de features.

Tipo primario: puntos, arcos (líneas), polígonos, nodos. Disponen de asociación topológica.

Tipo Secundario: TICS (registrar mapas), Links (ajustar features), y anotaciones (etiquetar features en un mapa).

Features compuestas:

Rutas - colección de arcos con un sistema de medición asociado.
Regiones – colección de polígonos que pueden ser adyacentes, disjuntos, o se pueden superponer.

Representación de datos en ARCGIS

Shapefiles

Es una colección homogénea de features que pueden contener un puntos, multipunto, polilíneas, o polígonos.

Permite almacenar información descriptiva asociada a los elementos geográficos.

CAD Drawings

Features subdivididas en muchas capas.

Capa en CAD representa un conjunto de features similares.

Se subdividen en cuatro feature classes, que incluyen todas las capas del dibujo: punto, línea, polígono, anotación.

GEODATABSE

Comparación de estructuras vectoriales

| | Geodatabase | Coverage | Shapefile |
|------------------------|--|---|---|
| Data collection | <p>A geodatabase is a collection of feature datasets, rasters, and TINs.</p> <p>All spatial, topological, and attribute data is stored in tables in a relational database.</p> <p>Geodatabases span continuous geographic extents.</p> <p>Behavior is tightly coupled with features through rules and code written for custom feature classes.</p> | <p>An ArcInfo workspace is a collection of coverages, grids, and TINs.</p> <p>Spatial data is stored in binary files. Topological and attribute data is stored in INFO tables.</p> <p>For large datasets, coverages are subdivided into tiles in a map library.</p> <p>Behavior is loosely coupled with features through AML scripts or VBA macros.</p> | <p>A folder can contain shapefiles.</p> <p>Spatial data is stored in binary files. Attribute data is stored in dBASE tables. No topological data is stored.</p> <p>Shapefiles are continuous for small to moderately sized datasets.</p> <p>Behavior is loosely coupled with features through VBA macros.</p> |

Comparación de estructuras vectoriales

| | <i>Geodatabase</i> | <i>Coverage</i> | <i>Shapefile</i> |
|-------------------------------|--|---|---|
| <i>Data Collection</i> | <ul style="list-style-type: none">• Colección de FD, Rasters, Tins• Almacenamiento en DB relacional (topo., geom., att.)• Reglas y código permiten especificar comportamiento• Soporta capas muy extensas | <ul style="list-style-type: none">• Colección de coberturas, grids y TINs• Almacenamiento en archivos binarios, topología y atributos en INFO tables• Capas extensas se subdividen (map library)• Comportamiento con AML | <ul style="list-style-type: none">• Directorio contiene shapefiles• Almacenamiento en archivos binarios, atributos en dbf, no existe topología almacenada• Capas de tamaño moderado• Comportamiento con VBA macros |

Comparación de estructuras vectoriales

Geodatabase

Coverage

Shapefile

Feature dataset

A feature dataset in a geodatabase contains simple or topological feature classes.

Line topology is implemented through a geometric network. Polygon topology is implemented through on-the-fly topological editing.

Many feature classes can be associated with a topological role.

User-defined associations can be established between features in different feature classes.

Feature datasets have a defined coordinate system.

A coverage contains topological feature classes that participate in line or polygon topology.

Line topology is implemented with arcs, nodes, and routes. Polygon topology is implemented with arcs, label points, polygons, and regions.

Only one feature class is associated with a topological role.

No associations are defined except for topological associations among related features like arcs and polygons.

Coverages have a defined coordinate system.

A shapefile has one simple feature class.

Polygon topology among a set of shapefiles can be implemented with on-the-fly topological editing.

There is no implicit topological role for a shapefile.

No associations are established among features in shapefiles.

Shapefiles have no defined coordinate system.

Comparación de estructuras vectoriales

| | <i>Geodatabase</i> | <i>Coverage</i> | <i>Shapefile</i> |
|-------------------------------|--|--|---|
| <i>Feature Dataset</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Contiene feature classes simples o con topología • Topología lineal con redes. Topo poligonal al vuelo con edición de topo. • Muchas capas asociadas a topo • Asociaciones entre EG de diferentes FC • Sist. Coord. definido | <ul style="list-style-type: none"> • Cobertura tiene los dos topo • Topo línea con Arc, nodes, rutas. Topo poly con arcs, puntos, polys, regions • Una capa, una topo • Asociaciones solamente topo, tales como arcos y polys. • Sist coord. definido | <ul style="list-style-type: none"> • Contiene un solo tipo FC • Topo poly on the fly editing • No existe topología • No asociaciones entre EG en shp. • No posee sistema de coordenadas definido |

Comparación de estructuras vectoriales

Geodatabase

Coverage

Shapefile

A feature class stores features in a relational table with a special field for the geometric shape of a feature.

A coverage feature class stores feature geometry in a binary file and attributes and topology in a feature attribute table.

A shapefile stores feature geometries in a binary file and attributes in a dBASE file.

Feature class

The types of feature classes are point, line, polygon, annotation, simple junction, complex junction, simple edge, and complex edge.

The primary coverage feature classes are point, arc, polygon, and node. Secondary feature classes are tic, link, and annotation. Compound feature classes are region and route.

The types of shapefiles are multipoint, point, line, and polygon.

A feature class can be extended to a custom feature class.

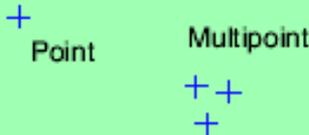
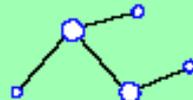
A coverage feature class cannot be extended.

A shapefile cannot be extended.

Comparación de estructuras vectoriales

| | <i>Geodatabase</i> | <i>Coverage</i> | <i>Shapefile</i> |
|----------------------|--|---|--|
| Feature Class | <ul style="list-style-type: none">• Contiene EG en una tabla relacional, con el campo geometría• Puntos, líneas, polígonos, anotaciones, SJ, CJ, SE, CE• Puede ser extendida mediante código | <ul style="list-style-type: none">• Geometría en archivos binarios, atributos y topología en tablas.• Primarias: puntos, polígonos, arcos, nodos. Secundarias: tic, link, anotaciones. Rutas y regiones• No pueden ser extendidas | <ul style="list-style-type: none">• Geometría en archivos binarios, y atributos en dbf• Multipuntos, puntos, líneas, polígonos• No puede ser extendido |

Comparación de la geometría de los datos vectoriales

| | Geodatabase | Coverage | Shapefile |
|----------------|---|--|---|
| Point features | <p>  + Point Multipoint +++ + </p> <p>A feature class can contain features with point shapes or multipoint shapes. A multipoint is a set of points that represent one feature.</p> <p>  Network junction features are also points. </p> | <p>  Label points are point features or centroids of polygons with attributes. In a coverage with polygon topology, each polygon must have exactly one label point. </p> <p>  Nodes are endpoints of arcs. They can have attributes. </p> <p>  Tics are for registration. </p> <p>A coverage cannot contain multipoint features.</p> | <p>  + Point Multipoint +++ + </p> <p>A shapefile can have features that are simple points or multipoints.</p> <p>Points have no association with polygons.</p> |

Comparación de la geometría de los datos vectoriales

Geodatabase

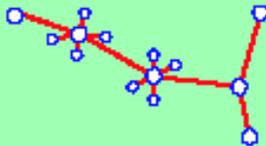


In a geodatabase, a polyline has one or many paths.

Paths are composed of four types of segments:

- line
- circular arc
- elliptical arc
- Bézier curve

A geometric network contains junctions and edges that form a one-dimensional network.



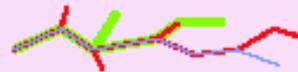
Coverage



Arcs are simply connected sets of straight line segments with nodes at the endpoints.



Arcs also participate in 2-D topology. They carry information about which polygons are to the right and left.

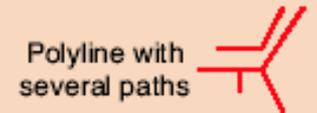


Routes are composites of many sections. A section is a whole or partial arc. Routes have arbitrary connectivity.

Shapefile



Polyline with one path



Polyline with several paths

A shapefile has polylines that have one or many paths.

There are no topological associations in a shapefile.

Line features

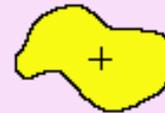
Comparación de la geometría de los datos vectoriales

Geodatabase

Coverage

Shapefile

A polygon is made from one or many rings. A ring is a closed, nonintersecting path. Like polylines, polygons can have lines, circular arcs, elliptical arcs, and Bézier curves.

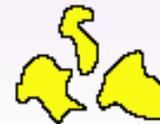


A polygon feature class is a planar graph with simple polygons.

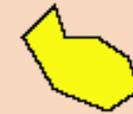
Each polygon has a label point, often at the centroid. Attributes are associated with label points.

A planar graph is a continuous map of an area by nonintersecting polygons. Each point in an area is covered by exactly one polygon.

A region subclass is a composite of polygon features.



Polygons in shapefiles are structurally similar to polygons in geodatabases except that the segments can only be straight lines.



Polygon with one ring



Polygon with disjoint rings



Polygon with nested rings

Polygon features



Polygon with one ring

Polygon with disjoint rings



Polygon with nested rings