

Base de Datos II

UNIDAD 6:

BASES DE DATOS ESPACIALES: **SISTEMAS GIS**

Índice

- ▶ Introducción
- ▶ ¿Qué es un SIG?
- ▶ Arquitectura de un SIG
- ▶ La información en un SIG
- ▶ Uso y aplicación de los Sistemas de Información Geográfica
- ▶ Bases de datos geográficas
- ▶ Caso práctico



1. Introducción (I)

- ▶ Antecedentes:
 - ▶ El inicio del desarrollo de los SIG comienza en los años 60, pero relacionados con diversos campos de investigación.
 - ▶ A principios de los 80, su uso se hizo más frecuente gracias al desarrollo de una tecnología informática adecuada, que fomentó la aparición de productos SIG en el mercado.
 - ▶ Hoy en día, se están produciendo fuertes inversiones en el desarrollo de bases de datos de información geográfica y en sistemas SIG.



1. Introducción (II)

- ▶ El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha aumentado enormemente en las últimas décadas pasando del total desconocimiento a la práctica cotidiana .
- ▶ Factores que han fomentado el desarrollo de los SIG:
 - ▶ El abaratamiento de los equipos informáticos.
 - ▶ Uso de la información geográfica desde múltiples ámbitos para ayudar a la toma de decisiones.
 - ▶ La sociedad de la información que demanda cada vez más datos de cualquier ámbito.
- ▶ En resumen, están de total actualidad y son muchas las áreas en las que intervienen.



2. ¿Qué es un SIG?

- ▶ **Es una tecnología de manejo de información geográfica.**



3. Arquitectura de un SIG

- ▶ **Un SIG está formado por cinco componentes:**
 - Hardware
 - Software
 - Datos geográficos
 - Recurso humano
 - Procedimientos



3. Arquitectura de un SIG

- ▶ Un SIG está formado por cinco componentes:

- Hardware
- Software
- Datos geográficos
- Recurso humano
- Procedimientos



3. Arquitectura de un SIG: Hardware

- ▶ Equipos informáticos donde opera el SIG.

3. Arquitectura de un SIG: Software

- ▶ Son los programas.
- ▶ Proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica.
- ▶ Los principales componentes de los son:
 - ▶ Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
 - ▶ DBMS
 - ▶ Herramientas para búsquedas geográficas, análisis y visualización.
 - ▶ GUI



3. Arquitectura de un SIG: Datos (I)

- ▶ Es la parte más importante.
- ▶ La información geográfica es el elemento diferenciador de un SIG.
- ▶ La información geográfica tiene tres atributos:
 - Espacial: delimitación espacial de cada uno de los objetos geográficos.
 - Temático: datos asociados a una localización.
 - Temporal: describir los cambios ocurridos en el transcurso del tiempo.



3. Arquitectura de un SIG: Datos (II)

- ▶ Base de datos geográfica (o espacial):
 - ▶ Es el conjunto de datos geográficos relacionados entre sí.
 - ▶ Cartografía + Datos (BD temáticas) = Bases de datos geográfica
 - ▶ El SIG integra datos espaciales con otros de datos
 - ▶ Puede utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.



3. Arquitectura de un SIG: Datos (III)

Sistemas de Representación

En general la información geográfica es representada por tres tipos de entidades espaciales:

- ▶ **Puntos:** Se utilizan para representar aquellas entidades que son demasiado pequeñas para ser mostradas como áreas o líneas. Por ejemplo un punto puede representar un cable telegráfico o una ciudad dependiendo de la escala.
- ▶ **Líneas:** Es básicamente un conjunto de puntos ordenados, utilizados para representar entidades que son demasiado pequeñas como para ser representadas como áreas (como ejemplo un río cuyo ancho no amerita esta representación).
- ▶ **Áreas o Polígonos:** Figuras planas con límites de líneas. Representan campos, áreas administrativas, ciudades.

El problema de definir con que tipo de entidad representamos a determinado elemento, no es una cuestión menor: ¿un edificio, lo representamos como un punto o un área? ¿Un camino como una línea o un área?



3. Arquitectura de un SIG: Recursos humanos

- Personal que opera, desarrolla y administra el sistema
- y establece los planes para aplicarlo en el mundo real.
 - ▶ Resuelve los problemas de E/S de datos
 - ▶ Diseña el modelo de BD
 - ▶ etc.

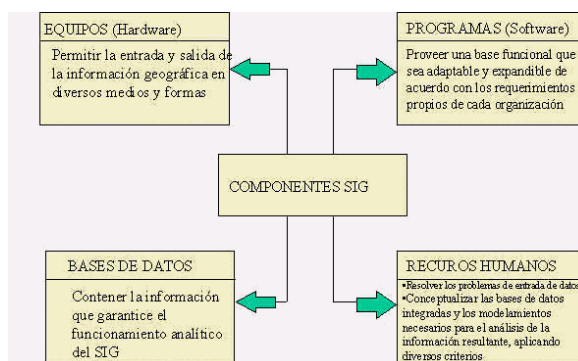


3. Arquitectura de un SIG: Procedimientos

- ▶ Un SIG operará adecuadamente si:
 - está basado en un buen diseño
 - con unas reglas claras de actividad de negocio



3.1 Función de los componentes de un SIG



3.1 Función de los componentes de un SIG

- ▶ Las principales funciones que se llevan a cabo en un SIG son:
 - ▶ Captura de la información: normalmente mediante de digitalización, procesamiento de de satélite, fotografías, videos y aerofotogramétricos.
 - ▶ Análisis: se realiza tanto con los datos gráficos como no gráficos.
 - Contigüidad de objetos sobre un área determinada
 - Coincidencia en la superposición de objetos sobre un mapa.

4. La información en un SIG (I)

- ▶ La información más importante es la información geográfica en términos científicos y económicos.
- ▶ La realidad geográfica es muy compleja por tres motivos:
 - ▶ La diversidad de las partes que la forman
 - ▶ Hay un gran número de relaciones
 - ▶ Mundo en continuo cambio
- ▶ La unidad elemental de información geográfica tiene las siguientes características:
 - ▶ Espacial
 - ▶ Temática
 - ▶ Temporal
- ▶ Los datos geográficos tienen propiedades especiales que justifican el desarrollo de sistemas de información para su tratamiento.



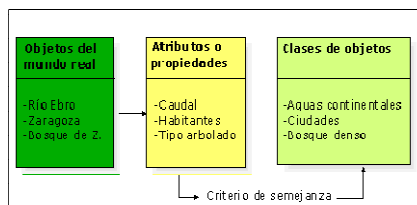
4. La información en un SIG (II)

- ▶ Existen varias formas de modelar la realidad geográfica que se diferencian en los principios de modelado que usan, los medios y elementos para representar los objetos reales y en los objetivos que persiguen.
- ▶ Para construir un modelo hay que identificar los objetos de estudio y clasificarlos en función de su naturaleza. En geografía se distinguen dos grandes grupos de objetos:
 - ▶ Discretos: pueden ser naturales o artificiales pero tienen una manifestación física con límites reconocibles y diferenciables de otros individuos.
 - ▶ Continuos: prácticamente todos aquellos son de origen natural y su delimitación es fruto de definiciones. Sus valores son medidas de una característica de una localización espacial determinada.



4. La información en un SIG (III)

- ▶ Para agrupar o clasificar los objetos en clases o categorías, es necesario hacer un análisis de las necesidades de los usuarios y del modelo de datos del que se dispone en el problema concreto. De esa manera será más fácil extraer las características del objeto que lo situarán en una categoría determinada. Veámoslo en un ejemplo:



4.1 Modelos de datos de un SIG (I)

- ▶ El modelo de datos elegido es clave a la hora de implementar un SIG ya que de él dependerán los tipos de análisis que se harán, el modo de visualización de los datos, etc.
- ▶ El modelo de datos es el conjunto de reglas a utilizar para formar representaciones del territorio en un entorno digital y discreto.
- ▶ Los datos espaciales han de codificarse como entidades discretas para poder ser almacenados en ordenadores, siendo los puntos, líneas y superficies los elementos básicos de representación.

4.1 Modelos de datos de un SIG (II)

- ▶ La información que finalmente se maneja en SIG, es la de objetos concretos de la superficie terrestre que están perfectamente ubicados bajo un sistema convencional de coordenadas. Estos objetos tienen una dimensión física y una posición medible en el espacio relativo a la superficie terrestre.
- ▶ Todo objeto tiene asociados unos atributos que pueden ser:
 - ▶ Gráficos. Son las representaciones de los objetos geográficos asociados con ubicaciones específicas en el mundo real, y se usan para representarlos puntos, líneas o áreas.
 - ▶ Alfanuméricos. Se corresponden con las descripciones o características de los objetos geográficos a los que se refieren.
- ▶ Estos atributos suelen estar relacionados.



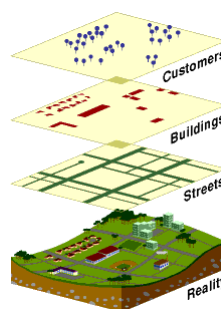
4.1 Modelos de datos de un SIG (III)

- ▶ Existen otros dos tipos de relaciones:
 - ▶ La relación posicional que informa de dónde está el elemento respecto de un sistema de coordenadas establecido.
 - ▶ la relación topológica que informa de la relación que tiene el elemento con otros elementos de su entorno geográfico próximo.



4.1 Modelos de datos de un SIG (IV)

- ▶ Los objetos se agrupan con otros que tienen características comunes formando así un mapa temático que puede considerarse con una unidad básica de almacenamiento



4.1 Modelos de datos de un SIG (V)

- ▶ Algunos de los modelos de datos de información geográfica son los siguientes:
 - ▶ Diseño asistido: Usados en cartografía y arquitectura.
 - ▶ Diseño gráfico: Sin capacidad para asociar atributos a los objetos.
 - ▶ Tratamiento de imágenes: Gran capacidad de edición de imágenes pero escasa para el análisis de la información geográfica.
 - ▶ Georrelacional: Combina datos espaciales con atributos temáticos gestionados en bases de datos relacionales.
 - ▶ Raster: Análisis espacial y modelado de información geográfica.
 - ▶ TIN (Red de triángulos irregulares): Modelado de superficies y análisis y visualización de datos continuos.
 - ▶ Red: Modelado y análisis de redes geométricas como carreteras.
 - ▶ Geobase de datos: Modelado, análisis, gestión y visualización de información geográfica en general.
- ▶ La mayoría de ellos utilizan como modo de representación de la información geográfica, sistemas vectoriales o raster.



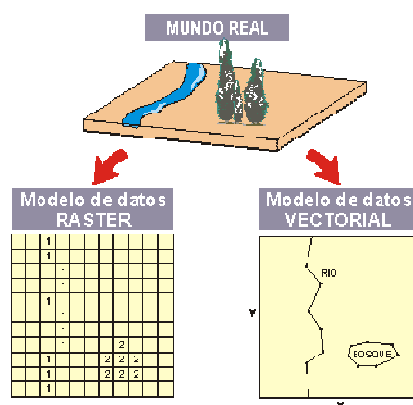
4.1 Modelos de datos de un SIG (VI)

- ▶ Los SIG raster se basan en considerar que existen relaciones de vecindad entre los objetos geográficos. El funcionamiento consiste en dividir la zona de estudio en una malla regular de pequeñas celdas (pixeles) y atribuir un valor numérico a cada celda como representación de su valor temático. Cuanto más pequeña sea la malla, la descripción será más precisa pero la captura de la información y su procesamiento serán más costosos. El uso de este tipo de SIG es adecuado para objetos geográficos con límites difusos.



4.1 Modelos de datos de un SIG (VII)

- ▶ Los SIG vectoriales usan vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico para representar los objetos geográficos. Esta forma de representación es adecuada cuando los objetos geográficos con los que se trabaja, tienen límites bien establecidos, como pueden ser fincas, carreteras, etc.



4.2. Recogida y organización de la información en un SIG

- ▶ Necesidad de disponer de datos adecuados en cantidad, calidad y forma.
- ▶ Alto coste de preparación de los datos de un SIG:
 - ▶ Captura.
 - ▶ Edición.
 - ▶ Estructuración.
 - ▶ Reestructuración.
- ▶ La calidad del valor de los resultados dependerá de la calidad de los datos. (*“Si sus datos son falsos, pero su lógica es perfecta, entonces sus contenidos serán inevitablemente falsos. Por tanto, si comete errores con su lógica, tiene al menos una probabilidad aleatoria de llegar a la conclusión correcta.” (Teorema de Christie-Davis.)*)



4.2.1. Tipos de fuentes de datos(I)

- ▶ Cada proyecto utiliza distintas fuentes de datos que a su vez se encuentran en formatos variados. Una clasificación simple respecto a las fuentes y formatos de los mismos sería:

Documentos Fuentes	Digitales	No digitales
Primarias	-Levantamientos topográficos (vectorial) -Telemetría (vectorial) -Medidas de GPS (vectorial) -Imágenes de satélite (raster) -Otros instrumentos digitales	-Observaciones de campo -Documentos lineales (Censos, encuestas, listas...) -Mapas -Fotografía aérea
Secundarias	-Imágenes de satélite (raster) -Bases de datos digitales -Listas (de direcciones, coordenadas...) -Documentos de escáner (raster)	-Documentos de archivo -Otros mapas e imágenes



4.2.1. Tipos de fuentes de datos(II)

- ▶ **Datos primarios:**
 - ▶ Acordes con los objetivos de los proyectos.
 - ▶ costosos de obtener.
 - ▶ Más control sobre los mismos (unidades de medida, los procesos de medición...)
- ▶ **Datos secundarios:**
 - ▶ Producidos por otros agentes (normalmente con otras finalidades).
- ▶ El uso de la información geográfica publicada necesita del conocimiento de las características de esos datos, de “metadatos”.

4.2.2. Captura de datos

- ▶ Importación de información espacial directamente de archivos digitales.
- ▶ Creación de datos:
 - ▶ Tableta digitalizadora: Proporciona como resultado un conjunto de pares de coordenadas que pueden representar puntos, líneas y polígonos.
 - ▶ Escáner: Genera una matriz de valores que representa la desigual reflectancia de pequeñas partes de la imagen original.
- ▶ **Tratamiento de imagen digital:**
 - ▶ Edición manual o semiautomática:
 - ▶ Supresión de información innecesaria.
 - ▶ Completar las entidades (cerrar una región, reducir el grosor de las líneas, etc.).
 - ▶ Dotar imagen de geometría del proyecto. (funciones de transformación).

4.2.3. Etapas del diseño de una base de datos para una aplicación SIG

1. Modelo conceptual.
2. Definición de objetos y relaciones.
3. Selección de la representación geográfica.
4. Modelo lógico de la base de datos.
5. Organización y estructura de la base de datos.



5. Uso y aplicación de los sistemas de información geográfica (I)

- ▶ La utilidad principal de un Sistema de Información Geográfica radica en su capacidad para construir modelos o representaciones del mundo real a partir bases de datos espaciales.
- ▶ Algunas de sus aplicaciones principales:
 - ▶ Cartografía automatizada: Construcción y mantenimiento de planos digitales de cartografía.
 - ▶ Infraestructura: Almacenamiento de información alfanumérica de servicios relacionados con las distintas representaciones gráficas de los mismos para el desarrollo, mantenimiento y administración de redes de electricidad, gas, agua, teléfono, alcantarillado...
 - ▶ Gestión territorial: Creación de aplicaciones SIG dirigidas a la gestión de entidades territoriales.
 - ▶ Medio ambiente: Sistemas SIG que facilitan la evaluación del impacto ambiental en la ejecución de proyectos.
 - ▶ Equipamiento social: Implementación de aplicaciones GIS dirigidas a la gestión de servicios de impacto social, tales como servicios sanitarios, centros escolares.



5. Uso y aplicación de los sistemas de información geográfica (II)

- ▶ Recursos Mineros.
- ▶ Ingeniería de tránsito.
- ▶ Demografía.
- ▶ GeoMarketing.
- ▶ Banca.
- ▶ Planimetría.
- ▶ Cartografía digital 3D.
- ▶ Los SIG en los negocios se pueden considerar como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones. (Identificación de patrón espacial en sus datos.)
- ▶ Las aplicaciones tácticas proporcionan información requerida para la toma de decisiones.
 - ▶ Los SIG apoyarán la combinación de datos espaciales: por ejemplo, información sobre mercado potencial y dónde se localizan los competidores.
- ▶ Las aplicaciones estratégicas proporcionan la información ad_hoc que se necesita para tomar decisiones estratégicas.
 - ▶ por ejemplo, dónde invertir o qué nuevos productos lanzar al mercado.



5. Uso y aplicación de los sistemas de información geográfica (III)

- ▶ Madurez de los SIG: (Factores)
 1. Grado con que las funcionalidades ofrecidas por los GIS corresponden al tipo de operaciones que se les exigen.
 - ▶ Vacío entre las necesidades del usuario y lo que los software GIS pueden ofrecer
 - Aplicaciones de los SIG requieren utilidades altamente específicas.
 2. Facilidad de uso.
 - ▶ Se han añadido distintos tipos de Herramientas a los software GIS que permiten a los usuarios construir su propia interfaz especializada.
 3. Inversiones en software y hardware.
 - ▶ El coste de hardware y software no es un gran obstáculo.
 4. La educación y el conocimiento.
 - ▶ Aumento de la involucración de las personas y las disciplinas con los GIS.
 - Problema menor.



5. Uso y aplicación de los sistemas de información geográfica (IV)

5. Los datos.

- ▶ problemas relacionados a disponibilidad, coste, estándares, exactitud y las obligaciones legales.
 - Inversiones altas.
- ▶ Debido a las actividades de recolección de datos por parte del sector gubernamental y la iniciativa privada, la disponibilidad de datos no es ya un problema tan agudo. En cambio, el coste de los datos es ahora el factor más firme que dificulta el uso de información geográfica.



6. Bases de datos Geográficas

- ▶ La esencia de un SIG está constituida por una base de datos geográfica.
- ▶ Es una colección de datos acerca de objetos localizados en una determinada área de interés en la superficie de la tierra, organizados en una forma tal que puede servir eficientemente a una o varias aplicaciones.
- ▶ Una base de datos geográfica requiere de un conjunto de procedimientos que permitan hacer un mantenimiento de ella tanto desde el punto de vista de su documentación como de su administración.
- ▶ La eficiencia está determinada por los diferentes tipos de datos almacenados en diferentes estructuras. El vínculo entre las diferentes estructuras se obtiene mediante el campo clave que contiene el número identificador de los elementos.

6.1 Oracle Spatial (I)

- ▶ El Oracle Spatial proporciona un esquema SQL de las funciones que facilitan el almacenamiento, la recuperación, la actualización y las consultas
- ▶ Sus componentes son:
 - ▶ Un esquema (**MDSYS**) que prescribe el almacenaje, la sintaxis, y la semántica de los tipos de datos geométricos apoyados.
 - ▶ Un mecanismo espacial de indexación.
 - ▶ Un sistema operador y las funciones para realizar queries de la sección de interés, espaciales join queries.
 - ▶ Utilidades administrativas.

Oracle Spatial está apoyado para el **modelo objeto-relacional** para representar es la representación geométrica de una característica espacial (geometría).



6.1 Oracle Spatial (II)

▶ **Modelo de datos.**

El modelo de datos de Oracle Spatial es una jerarquía consistente en:

▶ **Elementos:**

Un elemento es la unidad de información básica de la geometría. Los tipos espaciales apoyados del elemento son puntos, líneas, y polígonos.

▶ **Geometrías:**

Es la representación de una característica espacial, modelada como conjunto ordenado de elementos primitivos. Puede consistir en un solo elemento o una colección (homogénea o heterogénea) de elementos

▶ **Capas:**

Una capa es una colección de geometrías que tienen el mismo conjunto de atributos.



6.1 Oracle Spatial (III)

► Modelo de datos. (Continuación)

► Sistema Coordinado

Permite la interpretación de un sistema de coordenadas como representación de una posición en un espacio verdadero del mundo. Cualquier dato espacial tiene un sistema coordinado asociado a él. El sistema coordinado puede ser:

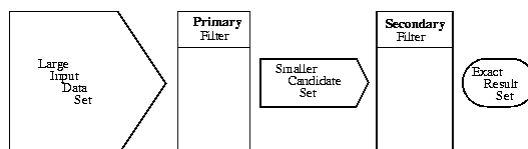
- **georreferenciado** (relacionado con una representación específica de la tierra).
- **no georreferenciado** (es decir, cartesiano, y no relacionado con una representación específica de la tierra).



6.1 Oracle Spatial (IV)

► Modelo de consultas.

Spatial utiliza un modelo de pregunta de dos niveles para resolver preguntas espaciales. La salida de las dos consultas combinadas es el resultado.



- El **filtro primario** compara aproximaciones de la geometría para reducir complejidad del cómputo y tiene bajo-coste. El resultado es un sobre conjunto del conjunto exacto del resultado.
- El **filtro secundario** aplica cálculos exactos a las geometrías que resultan del filtro primario. La operación secundaria del filtro es de cómputo costosa.



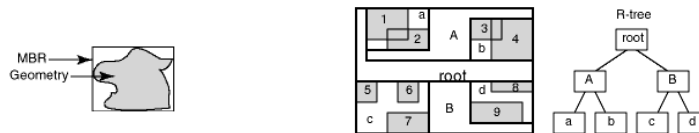
6.1 Oracle Spatial (V)

► Indexación de datos espaciales

Un índice espacial, como cualquier otro índice, proporciona un mecanismo para limitar la búsqueda, pero en este caso basado en criterios espaciales tales como intersección y contención.

Spatial utiliza por defecto una estructura de índice espacial **R-tree**.

Un índice del R-árbol aproxima cada geometría a un solo rectángulo (llamado el rectángulo de limitación mínimo, o MBR), que incluye como mínimo la geometría.



Aplicaciones (I)

fleet **openGate**

- Sistema abierto GPS - GPRS de localización de flotas.
- Se trata de un Sistema de Información Geográfica formado por los siguientes componentes:
 - Hardware: Dispositivo OWA
 - Firmware: Agente de flotas
 - Plataforma de comunicaciones OpenGate
 - Aplicaciones: Centro de Control y FleetGIS
- Más información: www.amplia.es



Aplicaciones (II)

- ▶ SIGCAR: Sistema de Información Geográfica de la Comunidad Autónoma de la Rioja
 - ▶ <http://www.larioja.org/sig/>
- ▶ SIGPAC (Castilla y León)
 - ▶ <http://www.sigpac.jcyl.es>



PostgreSQL + Postgis

- ▶ PostGis es un módulo que añade soporte de objetos geográficos a PostgreSQL convirtiéndola en una base de datos espacial para utilizarla en un Sistema de Información Geográfica.
- ▶ Provee numerosas funciones para realizar cálculos entre figuras geométricas, entre ellas:
 - ▶ Intersect (cuales geometrías comparten un punto)
 - ▶ Crosses (si 2 geometrías se cruzan)
 - ▶ Within (cuales geometrías están incluidas en una mayor)



PostgreSQL + Postgis

Cuando creamos una base de datos automáticamente se generan 2 tablas.

- ▶ `geometry_columns`: Donde insertamos los registros cuando creamos los campos espaciales en las tablas
- ▶ `spatial_ref_sys`: Contiene los sistemas de coordenadas (SRID)



PostgreSQL + Postgis

- ▶ Cuando creamos una tabla de datos podemos definir a uno o varios de los campos como `GEOMETRY`, que es un objeto el cual contiene una figura geométrica que definimos cuando insertamos un registro en la tabla `geometry_columns`
- ▶ Este tipo de campos con atributo `GEOMETRY` es el que nos permite trabajar directamente con las funciones PostGis.



PostgreSQL + Postgis

Ejemplo:

► Insertar un registro en la tabla geometry_columns

```
INSERT INTO geometry_columns (f_table_catalog,
f_table_schema, f_table_name,
f_geometry_column, coord_dimension, srid, type)
VALUES ('', 'public', 'escuela', 'ubicacion', 1, 43)
```

► Insertar un registro en la tabla vial

```
INSERT INTO vial (escuela_id, tipo_escuela_id, descripcion,
categoria, id, ubicacion)
VALUES (1, 1, 'Escuela de educacion media N°', 'Primera
categoria',
8, ST_GeomFromText('POINT(-31.55 -61.43)',
4326));
```



Índice

- ✓ Introducción
- ✓ ¿Qué es un SIG?
- ✓ Arquitectura de un SIG
- ✓ La información en un SIG
- ✓ Uso y aplicación de los Sistemas de Información Geográfica
- ✓ Bases de datos geográficas
- ✓ Caso práctico

