

PostGIS en producción cartográfica: CartoCiudad

MM. Gamo[†], MA. Manso[‡].

Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica (LatinGEO).
Universidad Politécnica de Madrid Autovía de Valencia Km 7, 28031 Madrid

Tlf: 913.311.968 Fax: 913.311.968.

[†]mmgamo@topografia.upm.es [‡]m.manso@upm.es

Resumen

CartoCiudad consiste en la obtención de la Base de Datos Oficial de red viaria con estructura topológica de SIG de ciudades y núcleos de población españoles basada en cartografía digital oficial con viales e información textual. Este proyecto se construirá en base a asistencias técnicas y consultorías para su creación y mantenimiento a partir de los datos suministrados por las siguientes fuentes oficiales: Instituto Geográfico Nacional (IGN), Dirección General del Catastro (DGC), Instituto Nacional de Estadística (INE), Correos y en determinados casos, cartografía digital que puedan aportar las empresas licitadoras. Una vez analizadas las fuentes de datos y el pliego de prescripciones técnicas (PPT), se han ido analizando y elaborando un conjunto de procedimientos que dan respuesta a la metodología de producción de Cartociudad basándose en el sistema de gestión de bases de datos (SGDB) PostgreSQL y la extensión espacial PostGIS y como herramientas gráficas de visualización se utiliza gvSIG y deeJUMP, todas ellas bajo licencias *Open Source*.

Entre las finalidades de CartoCiudad están la localización (directa e inversa) e identificación de puntos de interés, el cálculo de itinerarios peatonales, la georreferenciación de puntos de interés, la localización de direcciones postales y la geocodificación.

El resto del documento se estructura de la siguiente forma: en primer lugar se presenta el problema, las fuentes de datos y la metodología propuesta para dar solución a los requisitos planteados en el PPT, se exponen a nivel descriptivo los algoritmos que se han desarrollado sobre PostGIS y se finaliza con las conclusiones, agradecimientos y las referencias bibliográficas.

Palabras clave: Cartografía navegable, CartoCiudad, SIG, OpenSource y PostGIS.

1 Introducción

CartoCiudad es un proyecto que consiste en generar cartografía digital oficial de ciudades y núcleos de población españoles con viales e información textual. Constituye una Base de Datos Oficial de red viaria, con estructura topológica de SIG, que asegura la continuidad geográfica en todo el territorio nacional, partiendo para su generación de las fuentes de datos oficiales de información geográfica que se describen en el siguiente epígrafe.

La relevancia de este proyecto radica en la navegación asistida, la localización directa e inversa de direcciones postales, la georreferenciación de emplazamientos de puntos de interés y todas las aplicaciones prácticas que se le puedan encontrar desde un entorno de Investigación, Desarrollo e Innovación (I +D + I) y de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

2 Fuentes de datos de partida

Para la ejecución de este proyecto se parte de las siguientes fuentes oficiales de información cartográfica:

- Base Cartográfica Numérica a escala 1:25.000 (BCN25) utilizada como cartografía de referencia, en especial las categorías correspondientes a redes hidrográficas, redes de transportes y entidades de población.
- Cartografía catastral urbana de la Dirección General del Catastro (DGC) a escala 1:1.000
- Información sobre nombres de calles y direcciones postales obtenida del Censo Electoral, así como información sobre distritos y secciones censales del Instituto Nacional de Estadística (INE) a escala 1:1.000.
- Información actualizada sobre los distritos postales que realiza y mantiene la Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos (Correos).
- La cartografía digital, que en determinados casos puedan aportar las empresas licitadoras.

3 Metodología

En este apartado se describen las distintas fases que materializan el desarrollo del proyecto CartoCiudad.

3.1 Estado del arte o de la situación

En primer lugar se realizó un estudio detallado de las diferentes fuentes cartográficas de datos de partida, IGN, DGC, INE y Correos mediante la descripción adicional de las mismas a través de los correspondientes metadatos.

3.2 Propuesta metodológica

A fin de generar las capas de información de acuerdo con los modelos de datos especificados en el pliego de prescripciones técnicas (PPT) de CartoCiudad, se desarrolla una metodología fundamentada en productos con licencia *Open Source* tal como el Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD), PostgreSQL y la extensión espacial PostGIS. De esta manera pueden distinguirse las siguientes fases de trabajo:

a) Carga de los archivos Shapefile a PostgreSQL

Se ha utilizado la herramienta “shp2pg” que permite transformar un archivo Shapefile en un archivo de texto con las sentencias SQL que crean la tabla, cargan los elementos y actualizan el directorio de tablas con geometrías (geometry_columns).

b) Concordancia geométrica de las fuentes de datos cartográficas

Esta sección comprende los siguientes tres pasos:

1. Case geométrico: La primera fase a realizar consiste en comparar y asegurar la adaptación geométrica de las distintas fuentes de datos con respecto a la Base Cartográfica Numérica a escala 1:25.000 (BCN25) adoptada esta última como referencia a través de un análisis visual.
2. Transformaciones geométricas: Una vez efectuada la constatación anterior se realizarán las transformaciones geométricas, en caso de ser necesarias, para ajustar las distintas fuentes de datos respecto a la BCN25. Ante posibles irregularidades geométricas relativas a las distintas fuentes se realizará un nuevo contraste con otras fuentes oficiales tales como ortofotos digitales del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).

3. Transformación de coordenadas origen: El tercer paso consiste en la transformación de coordenadas origen UTM (Datum Europeo de 1950) a coordenadas geográficas (Datum, ETRS89).

c) **Procesamiento de las capas iniciales de información cartográfica**

El tratamiento de las distintas fuentes de datos de partida se realizará con la plataforma *Open Source* de administración y desarrollo pgAdminIII adoptando ésta como servidor de base de datos objeto-relacional PostgreSQL con el módulo de extensión de funcionalidad PostGIS. Este procedimiento se efectuará mediante distintas funciones desarrolladas en lenguaje de programación plpgsql (procedural language postgresQL).

1. Capa ELEMTEX de Catastro

Esta capa contiene información geométrica de tipo lineal asociada a los diferentes rótulos de la toponimia urbana (número de portales, nombres de calles...)

Número de portales

El procesamiento de la capa ELEMTEX para la extracción de los números de los portales consiste en la ejecución de dos pasos:

- Seleccionar los rótulos correspondientes a los números de los portales que responden a la codificación del atributo TTGGSS (Tipo, Grupo, Subgrupo) '189401'.
- Calcular el punto medio de la geometría lineal asociada a dichos rótulos representando así la posición del número del portal.

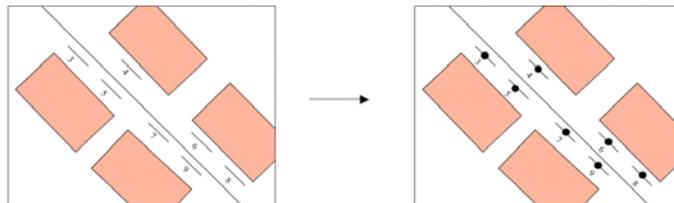


Figura1: Resultado de la extracción de los números de policía.

El pseudocódigo del algoritmo que permite realizar estos dos pasos es el que se muestra a continuación:

```

PARA CADA geometría DE elemtex ORDENADO ASCENDENTEMENTE POR rotulo HACER
  SI (geometría.ttgss = 189401) ENTONCES
    INSERTAR EN TABLA portales LOS VALORES (geometría.gid, geometría.rotulo,
      calcular_centroide(geometría.the_geom))
  FIN SI
FIN PARA

```

Toponimia urbana: Puntos de Interés POI

El procedimiento para la extracción de la toponimia urbana simbolizando así posibles puntos de interés POI de la capa ELEMTEX es análogo al visto para los números de los portales, que se puede resumir en dos pasos:

- Selección de aquellos rótulos que representen la toponimia urbana (colegios, bibliotecas, hospitales etc.) correspondiendo éstos al atributo TTGGSS de valor '189300'.
- Calcular el punto medio de la entidad lineal asociada a estos rótulos materializando así la posición de la toponimia referente a los POI.

El pseudocódigo que realiza esta operación es:

```

PARA CADA geometría DE elemtex ORDENADO ASCENDENTEMENTE POR rotulo HACER
  SI (geometría.ttgss = 189300) ENTONCES
    INSERTAR EN TABLA toponimia LOS VALORES (geometría.gid, geometría.rotulo,
      calcular_centroide(geometría.the_geom))
  FIN SI
FIN PARA

```

Toponimia urbana: Red de Carreteras

La capa ELEMTEX también contiene información relativa a la red de carreteras que cruzan los núcleos de población. A diferencia de los dos casos anteriores, números de portales y puntos de interés, el tratamiento de la capa ELEMTEX es distinto y está compuesto por estas dos fases:

- Seleccionar los rótulos de atributo TTGGSS con valor '189802' que corresponden a la toponimia de la red de carreteras, así como aquellos rótulos que definen los puntos kilométricos, eliminando los espacios en blanco existentes entre palabras, uniendo textos que pertenecen a un mismo rótulo y reclasificando los rótulos por el tipo de vía.
- Calcular el punto medio de la entidad lineal asociada a los anteriores rótulos simbolizando así la posición de la toponimia de la red de carreteras.

La función plpgsql desarrollada para este fin es similar a las anteriores pero con aplicación según las características de la red de carreteras y una vez realizada la reclasificación anteriormente indicada.

```

PARA CADA geometría DE elemtex ORDENADO ASCENDENTEMENTE POR rotulo HACER
  SI (geometría.ttgss = 189802) ENTONCES
    INSERTAR EN TABLA toponimia LOS VALORES (geometría.gid, geometría.rotulo,
      calcular_centroide(geometría.the_geom))
  FIN SI
FIN PARA

```

En estos tres casos (número de portales, puntos de interés POI y red de carreteras) pueden presentarse ciertas particularidades que deben detectarse y solucionarse de acuerdo al modelo de datos de CartoCiudad.

2. Capa EJES de la DGC y Tramo de Correos

El tratamiento de la capa EJES de la DGC y Tramo de Correos dará como resultado una capa que denominaremos TRAMERO, la cual contendrá los segmentos de los viales. Los pasos a seguir a este fin son los siguientes:

- a) Continuidad: En primer lugar tenemos que asegurar la continuidad de las geometrías lineales mediante el procesamiento de la capa EJES y Tramo. Esta fase se realizó a través de una iteración triple de una función plpgsql generada a este fin.

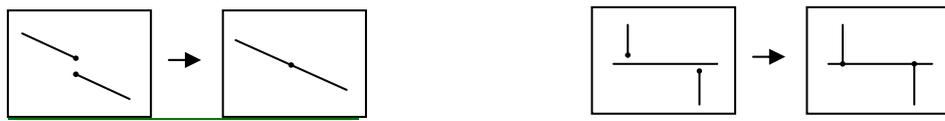


Figura 2: Solución de los problemas de continuidad geométrica.

- b) Polilíneas únicas: Cada una de las calles debe representarse mediante una sola polilínea con un inicio y un final sin presentar ramificaciones que generen horquillas.

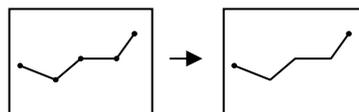


Figura 3: Unión de los segmentos de viales en polilíneas únicas.

Se ha detectado que existen varios casos en los que esta operación no puede realizarse en su totalidad ya que aparecen excepciones en forma de horquillas etc.



Figura 4: Detección de horquillas y geometrías singulares.

c) Intersección: Calcular cada uno de los puntos de intersección entre dos calles distintas y entre los ramales de una misma vía. Los puntos resultantes quedarán almacenados en una nueva capa denominada cruces.

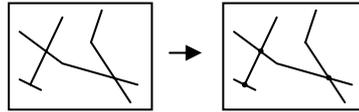


Figura 5: Cálculo de los puntos de intersección de las vías.

```

PARA CADA geometria1 DE unionvias_misma_via3 ORDENADO ASCENDENTEMENTE POR via HACER
  PARA CADA geometria2 DE unionvias_misma_via3 DONDE (via DISTINTO DE
    geometria1.via) ORDENADO ASCENDENTEMENTE POR via HACER
    SI hay_interseccion(geometria2.the_geom, geometria1.the_geom) ENTONCES
      SI (tipo_geometria(calcular_interseccion(geometria2.the_geom,
        geometria1.the_geom)) = punto) ENTONCES
        INSERTAR EN TABLA cruces LOS VALORES (geometria1.via,
          geometria2.via, calcular_interseccion(geometria2.the_geom,
            geometria1.the_geom))
      SI NO
        numero_puntos =
          calcular_numero_geometrias(calcular_interseccion(geometria1.the_geom,
            geometria2.the_geom))
        PARA CADA i DESDE 1 HASTA numero_puntos HACER
          INSERTAR EN TABLA cruces LOS VALORES
            (geometria1.via, geometria2.via,
              devolver_geometria(calcular_interseccion(geometria2.the_geom,
                geometria1.the_geom), i))
        FIN PARA
      FIN SI
    FIN SI
  FIN PARA
FIN PARA
  
```

d) División: Dividir las calles por los puntos de intersección anteriormente calculados. En base a los puntos de intersección de las vías con otras o consigo mismas, realizar el tramificación (corte de la geometría).

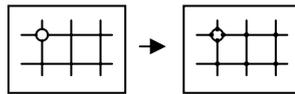


Figura 6: Tramificación de los viales.

e) Normalización: Correlación entre la denominación de la vía usada por la DGC y la utilizada por el INE. Hay que correlar el archivo de texto con estructura de base de datos, proporcionado por INE, con la columna “nombre” de la DGC, utilizando el operador *like* de SQL, ya que los nombres de INE están normalizados y son los de referencia.

f) Código INE: Designar el código INE de población a los ejes, tramos y cruces del proceso descrito. Este proceso es trivial ya que lo único que hay que hacer es conocer el código INE del municipio y establecer el valor del atributo correspondiente de las distintas tablas con ese valor.

3. Capa de las vías de comunicaciones de la BCN25

Las vías de comunicación de la BCN25 del IGN sirven como base de referencia para los tramos de las carreteras. De acuerdo con esto, el procesamiento de la primera de las capas enunciadas consistirá en la ejecución de tareas análogas a la capa anterior definidas previamente. Así pueden distinguirse: continuidad, polilíneas únicas, intersección, división

Su ejecución consistirá así mismo en la utilización de diferentes funciones para cada uno de estos trabajos.

4. Capas de fondo urbano y rústico de la DGC: MASA, PARCELA y CONSTRU

Existen tres capas que se utilizarán como cartografía de referencia para el fondo urbano, MASA, PARCELA y CONSTRU con el objetivo de representar los portales, la toponimia y los viales previamente divididos en tramos.

5. Capa de distritos y secciones censales del INE

El INE proporciona información de los distritos y secciones censales mediante:

- Capa callejero (fuente de datos vectorial)

6. Capa de códigos postales de Correos

De forma análoga a los distritos y secciones censales, Correos también suministra la capa:

- Capa tramo (capa vectorial)

El procesamiento de estas dos capas: INE (secciones y distritos censales) y Correos (Códigos Postales), consiste en buscar todos los tramos de las fuentes con dichos códigos (agrupar por código) y calcular el polígono que los encierra.

d) Obtención de las capas del proyecto CartoCiudad

La generación de cada una de las capas de este proyecto se hará de acuerdo al modelo de datos definido en el “Pliego de prescripciones técnicas”.

e) Obtención de la documentación de las fuentes y los procesos: Metadatos

El proyecto CartoCiudad debe contar con la documentación adecuada que acredite el mantenimiento y actualización de la información contenida en él. Para la consecución de este fin se generarán los correspondientes metadatos, según el estándar Internacional de Metadatos ISO 19115 y en base al Núcleo Español de Metadatos (NEM), del producto describiendo detalladamente sus características.

4 Discusión de resultados

Se han implementado un conjunto de funciones que demuestran la potencia de cálculo y análisis de las extensiones PostGIS.

Se ha podido depurar los errores en los algoritmos desarrollados gracias a la capacidad de conexión y visualización de datos espaciales almacenados en PostgreSQL desde herramientas SIG *Open Source* (deeJUMP, Qgis, gvSIG, uDIG).

Se han desarrollado funciones en plpgsql que permiten detectar analíticamente en qué vías existen peculiaridades geométricas (horquillas, etc.).

Se han desarrollado funciones que permiten identificar los números de portales que pueden estar incorrectamente asignados.

Los resultados obtenidos de la aplicación de PostGIS en el proyecto CartoCiudad ponen de manifiesto su potencia, en el ámbito de la producción cartográfica, constituyendo por tanto una herramienta de gran utilidad.

El procedimiento empleado permite conocer y analizar las debilidades existentes, así como detectar posibles errores en la construcción de los algoritmos implementados en forma de funciones plpgsql mediante su análisis visual.

Se ha constatado que en muchos casos la consecución de determinados objetivos algorítmicos requieren de la aplicación iterativa de procedimientos para obtener el fin deseado.

5 Conclusiones y desarrollos futuros

La metodología propuesta en este proyecto apuesta por una filosofía de trabajo *Open Source*. Esta filosofía requiere un esfuerzo adicional en formación ya que el usuario dispone de menor número de funciones y procedimientos en aplicaciones comerciales, si bien se tienen las contraprestaciones adicionales de no tener que pagar licencias de uso por el software y de que los desarrollos realizados puedan ser usados por el resto de usuarios si el equipo de desarrolladores consideran oportunos incluirlos en las siguientes versiones del producto.

6 Agradecimientos

El proyecto CartoCiudad ha sido financiado parcialmente por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a través del convenio de colaboración Cartociudad firmado entre el propio IGN y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

7 Referencias bibliográficas

- [1] Instituto Geográfico Nacional (IGN), “Pliego de prescripciones técnicas para la contratación de asistencia técnica para la ejecución del proyecto CartoCiudad en la Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha”, B.O.E., 2006, nº exp. 06.103, pag. 1—15
- [2] MA. Manso, "Metodología del proceso de armonización e integración de datos para el proyecto CartoCiudad", Universidad Politécnica de Madrid, 2005, pag. 1—14
- [3] Documentación de PostGIS: <http://postgis.refractory.net/docs/>
- [4] Modelo de Nomenclátor de España v1.0: www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/Propuesta_MNE_v1.0.pdf
- [5] Documentación de EuroRoadS: www.euroroads.org
- [6] Documentación de Web Gazetteer Services: https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=7175

Código de campo

Código de campo

Código de campo

Código de campo