

Propuesta metodológica para la reconstrucción del parcelario antiguo mediante sistemas de información geográfica

Laura García Juan

Doctoranda

*Departamento de Geografía
Universidad de Alcalá de Henares*

Julio Escalona

Instituto de Historia-CSIC

Concepción Camarero Bullón

*Departamento de Geografía
Universidad Autónoma de Madrid*

Actualmente estamos viviendo la expansión y desarrollo de nuevas tecnologías que facilitan y mejoran tanto el tratamiento como el análisis y presentación de datos. Con este artículo queremos presentar las líneas generales del proyecto de investigación que estamos llevando a cabo, basado en la aplicación de Tecnologías de la Información Geográfica a los datos obtenidos de fuentes tradicionales de la historiografía y de la Geografía histórica, como son los catastros.

Este estudio se ha desarrollado a partir de un proyecto fin de Master presentado en la Universidad de Alcalá de Henares, en el que se planteaba una nueva vía de trabajo

para abordar la información recogida en el Catastro de Ensenada (1750-1757) (1). Esta nueva vía venía marcada por el empleo de nuevas técnicas, en principio alejadas de las tradicionales, a la hora de trabajar con datos geohistóricos; nos referimos en concreto al trabajo basado en técnicas SIG (acrónimo de Sistema de Información Geográfica).

(1) Este trabajo se ha elaborado en el marco del proyecto de investigación SEJ2005-07590-C02-02 GEOG, financiado por la Dirección General de Investigación.

Este nuevo estudio se justifica dentro del panorama historiográfico por la aportación a la investigación que supondría poder contar con fuentes cartográficas de fiabilidad, obtenidas mediante modelos de simulación y basadas en un profundo análisis de fuentes tradicionales, en gran parte constituidas por datos no propiamente cartográficos. Nuestro objetivo se centra en la reconstrucción del parcelario antiguo con el fin de establecer una metodología global y, en definitiva, intentar elaborar un modelo de simulación basado en autómatas celulares.

Conocedores de lo ambicioso del proyecto y de las dificultades que entraña, inicialmente nos hemos centrado en el Catastro de Ensenada y en un único término municipal: Hoyo de Manzanares, Madrid hoy, Guadalajara en el siglo XVIII.

A continuación realizaremos un breve análisis de la situación actual de las fuentes geohistóricas, para pasar a continuación a exponer las soluciones técnicas que hemos creído más convenientes y, finalmente, presentaremos la zona piloto y los primeros resultados obtenidos.

Aproximación al problema

En primer lugar, dado que es nuestra fuente fundamental de datos, conviene fijar qué se entiende por catastro. De entre las diversas definiciones que encontramos nos decantamos por entender el catastro, para el trabajo que desarrollamos, como “un inventario y registro de bienes inmuebles con fines fiscales”. No obstante, los datos catastrales constituyen en sí mismos una fuente de investigación para el estudio de diferentes fenómenos y para su aplicación en diferentes campos. Entre las diferentes dimensiones que tiene esa información, la histórica es la fundamental para nosotros y es en la que nos vamos a centrar. Es por ello por lo que esta fuente catastral ha de tener también la consideración de fuente geohistórica.

Los catastros en los últimos años han avanzado a pasos de gigante en cuanto a los medios empleados para su producción y presentación. Baste como ejemplo la versión WMS del catastro actual. En gran medida este cambio se ha producido por el desarrollo de nuevas tecnologías, que en el trabajo con fuentes geohistóricas no se pueden ignorar. Estas últimas adolecen en la actualidad de una serie de problemas, entre los cuales señalamos como fundamental la de difícil accesibilidad. Quien quiera utilizar estas fuentes está obligado a realizar una búsqueda por distintos archivos y a adquirir la información cartográfica en formato analógico, lo que va a limitar mucho las posibilidades de estudio en relación con las herramientas informáticas actuales. Entendemos que es vital para el avance de la investigación contar con los datos en formato digital, y accesibles desde cualquier punto a través de sistemas distribuidos.

El Catastro de Ensenada

Es ampliamente conocido, por historiadores y especialistas en catastro, qué es y como se estructura esta fuente. Por ello, nos limitaremos a destacar algunos aspectos de su elaboración y estructuración por estar directamente relacionados con el planteamiento metodológico que proponemos. En él se recogen todos los bienes, rentas y cargas que poseen los habitantes y foráneos con bienes en cada municipio, y la forma de recopilación es propietario, tanto si es cabeza de familia como si no lo es. Se realiza una descripción detallada de las casas, pajares, prados, tierras de herrén, de pan llevar, viñas, eras y ganado; en cuanto a las parcelas, se realiza una descripción de los linderos de cada una de ellas teniendo en cuenta los puntos cardinales: Norte, Poniente, Oriente y Mediodía, aunque sin adjuntar referencia cartográfica alguna, salvo una pequeña representación a mano alzada, muy simple, de la geometría de la finca.

En el momento de su ejecución se planteó realizar una segunda fase en la que se procedería a levantar una cartografía técnica. Pero nunca se llegó a hacer, al no llevarse a cabo la reforma fiscal de la que debería haber sido pieza clave. Si de algún modo se pudiese superar en todo o en parte esa limitación, contaríamos con una referencia cartográfica común a todo el territorio para el siglo XVIII, aplicable a distintas líneas de investigación, a otros catastros de la época, como el de Patiño, e incluso continuar de manera retrospectiva hacia momentos más antiguos.

Estado de la cuestión

La bibliografía en el campo de la reconstrucción de fuentes geohistóricas no es muy amplia. En algún caso se han establecido mapas de cambios relativos a los usos de suelo pero no ha ido a más. Debido a esta escasez, y para que el resultado fuera correcto, hemos creído conveniente iniciar la investigación de manera manual, sin demasiadas intervenciones informáticas, con el fin de tener un mayor control. El objetivo es poder comprender los fenómenos que interactúan en el dinamismo urbano de manera inversa a las corrientes actuales; es decir, siguiendo una línea retrospectiva.

No obstante, la utilización del Catastro de Ensenada como fuente para la elaboración de cartografía ha tenido algunos precedentes. Señalaremos, por ser el que más hemos estudiado antes de comenzar y por ser la autora pionera en el tema, el trabajo desarrollado por Amparo Ferrer (Ferrer Rodríguez, 2002) (2). A partir de la documentación

extraída de este Catastro, en el trabajo al que referimos, se ha realizado una reconstrucción de los límites de la Comunidad de Andalucía, de los límites provinciales, de los términos de la provincia de Jaén y del parcelario de Alhama de Granada, apoyándose en documentación catastral de 1931 del Instituto Geográfico y Catastral. Este trabajo es síntesis del que lleva realizando durante años. Hace algún tiempo, la misma autora había realizado de forma manual la reconstrucción del parcelario de Alhama de Granada en un trabajo pionero en su momento y, posteriormente, la reconstrucción de los términos catastrados de las provincias andaluzas (Ferrer Rodríguez y González Arcas, 1996 y Ferrer Rodríguez y otros, 2000).

En una línea un poco diferente al trabajo anterior encontramos el trabajo de Badia Miró, M. y Rodríguez, F. (2005 y 2007) (3). Este trabajo se ha contextualizado en el municipio de Sant Sadurni d'Anoia, y entre las principales aportaciones vamos a destacar como pieza fundamental el empleo de técnicas SIG y la elaboración de una serie de mapas de uso del suelo empleando un análisis retrospectivo de fuentes, lo que se aproxima mucho al objetivo aquí planteado.

Soluciones técnicas

Para llevar a cabo la investigación, nos apoyaremos en una serie de técnicas que hoy en día se encuentran en plena expansión. Nos estamos refiriendo a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales se muestran como la herramienta más útil para los objetivos que perseguimos. Por un

(2) FERRER RODRÍGUEZ, A. (2002): "La documentación del Catastro de Ensenada y su empleo en la reconstrucción cartográfica", *Revista CT/Catastro*, nº 46, págs. 99-110 (Disponible en red: www.catastro.meh.es), y de la misma autora (1976): *El paisaje agrario de Alhama de Granada en el siglo XVIII*. Granada, Caja General de Ahorros y Monte de Piedad de Granada.

(3) BADIA MIRÓ, M. y RODRÍGUEZ, F. (2007): "Cartografía catastral histórica. Metodología utilizada y resultados obtenidos para su integración en un SIG. El caso de Sant Sadurni d'Anoia", en VV.AA.: *La Cartografía Cadastral a Espanya (segles XVII-XX)*. Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya, págs. 177-187.

lado, las fuentes con las que estamos tratando tienen una dimensión espacial que precisamente es la que queremos reconstruir y, por otro, esos SIG permiten desarrollar además funciones de análisis y otras técnicas para el estudio de los datos, como son los modelos de simulación retrospectiva, que describimos a continuación.

Modelos de simulación retrospectiva

Partimos del hecho de que el territorio ha de entenderse como un ente vivo en el que interactúan diversos agentes, económicos, sociales, históricos...

En el ámbito del urbanismo están plenamente extendidos y se han desarrollado numerosos lenguajes y programas propios. Se basan en un profundo conocimiento de la multiplicidad de agentes que interactúan en el territorio. Los modelos de simulación urbana, por ejemplo, tratan de analizar todos esos fenómenos para, a través de programas informáticos, recrear un sistema que prediga el crecimiento de la ciudad de acuerdo a unas pautas.

En este trabajo nos hacemos eco de todos esos avances, para tratar de adaptarlos a unas fuentes y un contexto nuevo. Partimos de la idea de que, dentro de la evolución gradual que tiene un territorio, se producen cambios más rápidos ocasionados por circunstancias puntuales y de especial intensidad. Si aislamos esos cambios graduales y los extrapolamos en un análisis retrospectivo, podremos llegar a establecer un mapa que validaremos con la información contenida en el Catastro de Ensenada, que, aunque carente de cartografía, sí que es un pilar importante por la precisión de sus descripciones.

Marco metodológico

Como hemos podido ver en los apartados anteriores, antes de crear un modelo global de simulación hemos querido acercarnos a la problemática planteada a través del estudio de un caso en concreto. De este análisis, visual y poco automatizado en inicio, hemos extraído una serie de conclusiones que presentamos a continuación y que se han traducido en un esquema de trabajo (figura 1).

Figura 1. Esquema de trabajo

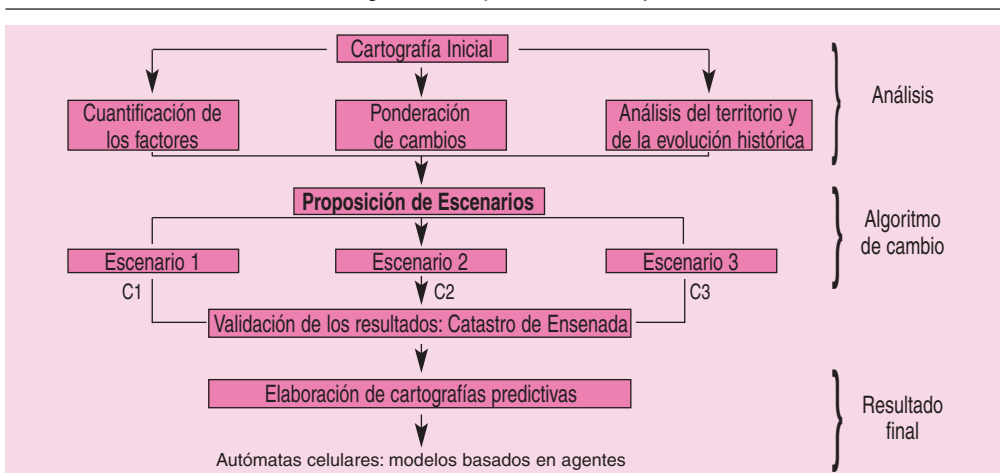




Figura 2: Localización del municipio de Hoyo de Manzanares (Madrid).

El lugar elegido para validar nuestro ensayo, el municipio de Hoyo de Manzanares, pertenece hoy administrativamente a la Comunidad de Madrid y en el siglo XVIII, cuando se realiza el Catastro de Ensenada, a la provincia de Guadalajara.

Hoyo de Manzanares se encuentra situado al noroeste de la provincia de Madrid ($40^{\circ} 37' 21.12''$ N, $3^{\circ} 54' 26.20''$ W), en la vertiente sur de la Sierra de Guadarrama, a 1.001 m (3.296 pies) de altitud y tiene una población estable (año 2008) de algo más de 7.200 habitantes, cifra que aumenta significativamente en verano debido a la afluencia de familias con segunda residencia en esta localidad (figura 2).

Para realizar esta elección se han tenido en cuenta una serie de condicionantes:

- Cantidad y calidad de la información de partida. El motivo de su elección se ha debido principalmente a la alta calidad de la información contenida en las fuentes catastrales históricas que se conservan del municipio: de Hoyo se conserva la totalidad de información del Cata-

stro de Ensenada (1752) y toda la cartografía del catastro topográfico-parcelario levantado por la Junta de Estadística, las denominadas *hojas kilométricas* (4).

- Otra circunstancia que se ha tenido en cuenta es la estabilidad de la morfología urbana que el municipio ha mostrado hasta los años 60, momento éste en el que empieza a existir un cambio, iniciándose la aparición de las grandes urbanizaciones que hoy componen el pueblo. Hoy en día, dentro del panorama de cambios planteado, se puede hablar de una cierta estabilidad frente a otros municipios de Madrid: Hoyo se constituye como un municipio en la periferia

(4) En el artículo de Luis Urteaga, "Dos décadas de investigación sobre historia de la cartografía catastral en España (1988-2008)", incluido en este número de la revista *CT Catastro*, aparece una extensa bibliografía sobre los catastros históricos españoles. Para no repetir información, remitimos a dicho trabajo al lector interesado en continuar profundizando sobre el catastro español de distintos momentos históricos y sobre la Junta General de Estadística.

como lugar de segunda residencia pero no se puede hablar de manera extensiva como una ciudad dormitorio, que son las que están experimentando las grandes transformaciones urbanísticas en la región.

El entorno biogeográfico del municipio ha sido otra de las claves para decantarnos por él. Desde el siglo XVIII se constata la existencia de grandes espacios forestales catalogados como zonas comunales, que en siglos posteriores serían comprados por la burguesía madrileña. Un ejemplo lo encontramos en la familia Cortés, quien vende, en un momento dado, parte de la gran finca que poseía y se genera una urbanización (*La Berzosa*). Queda de su propiedad una parte de la primitiva finca –donde construyen una casa familiar– y un hotel con una serie de edificios accesorios. En los años veinte y treinta, éste y los edificios anexos eran la casa familiar de descanso. Con el tiempo cambiaría de uso, no de propiedad, y se convertiría en hotel; posteriormente, cambiará de propietario, siendo actualmente la sede de la Universidad Antonio de Nebrija.

Somos conscientes del hecho de que del análisis puntual no es posible establecer directamente un método global. Para solucionarlo, proponemos un análisis bajo el mismo esquema de otras dos zonas piloto (en estos momentos aún por determinar). No debe ser interpretado como una metodología final, sino que insistimos en que se trata de los primeros pasos antes de llegar a poder establecer una metodología global.

Esta metodología que planteamos se basa en el análisis de una serie cronológica de mapas catastrales, para lo cual el primer paso sería la localización e integración de los datos en un SIG. En nuestro caso como soporte informático hemos empleado ArcGis 9.2 de la casa ESRI (figura 3).

Determinar qué fuentes globales vamos a emplear en nuestro proceso de investiga-

ción es el primer problema que nos hemos encontrado. Como se deduce de lo descrito anteriormente, las fuentes con las que vamos a contar son fuentes catastrales de distintos periodos y formatos, de entre las que destacamos una en particular: el Catastro de Ensenada. Otra de las dificultades a las que nos enfrentamos viene dada por las fuentes auxiliares en las que vamos a centrar nuestro trabajo. Frente a la extensión y la homogeneidad de los datos del Catastro de Ensenada, nos encontramos con el problema de que no tenemos ninguna otra fuente catastral hasta el momento actual que conserve estas características. Por lo tanto, hemos de trabajar teniendo en cuenta que nos enfrentamos a una heterogeneidad de fuentes con cronología, estado de conservación y realización diferentes. Pese a ello, nos seguimos reafirmando en la hipótesis inicial: es posible realizar una reconstrucción cartográfica bajo una metodología común.

Para el estudio de Hoyo de Manzanares, hemos empleado como fuentes principales: el Catastro de Ensenada, las hojas kilométricas, catastro de rústica y catastro actual en su versión WMS. En relación a las fuentes secundarias: fotografía aérea (vuelo americano, años 1956-57), y el mapa topográfico nacional en su versión digital, BCN 25.

Esta documentación ha sido facilitada por el Archivo Histórico Nacional para el Catastro de Ensenada, y por el Instituto Geográfico Nacional para la documentación relativa a las hojas kilométrica y el catastro de rústica, así como para la base topográfica.

Una vez convertidas nuestras fuentes en datos digitales, procederemos a trabajar con ellas. Para ello vamos a distinguir dos procesos (figura 4):

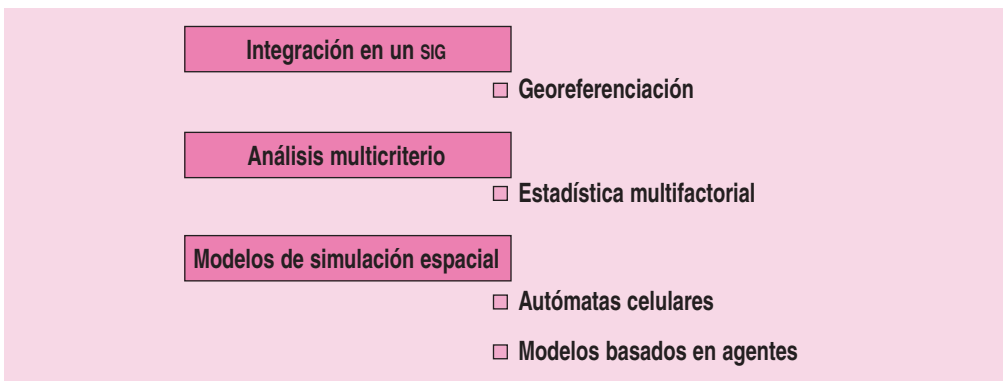
- Análisis estadístico de las variables.
- Aplicación de algoritmos de redes neuronales.

La integración de los datos lleva implícitas varias fases. Como ya se ha señalado,



Figura 3: Mapa de cambios entre distintos catastros.

Figura 4
Fases de trabajo y técnicas empleadas



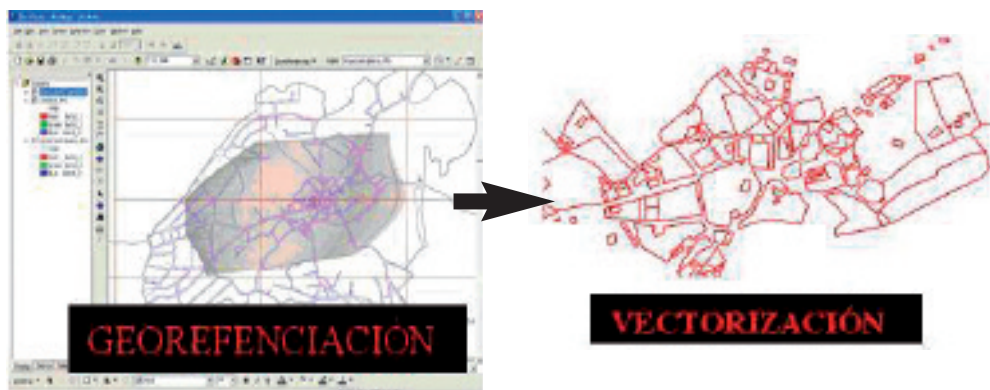


Figura 5: Integración en un SIG.

a excepción de las fuentes catastrales de los últimos años, no contamos con datos digitales que puedan ser utilizados directamente. Para solventarlo, es necesario, una vez que contamos con los datos escaneados, que éstos sean georreferenciados. Este proceso se ha llevado a cabo utilizando como apoyo el catastro vigente en su versión WMS. Al basar nuestro proceso en los cambios en los límites de propiedades, la precisión que necesitamos es importante, por lo que se ha optado por trabajar con un modelo vectorial de los datos. El segundo paso, pues, sería la digitalización de la imagen raster (escaneada) anterior (figura 5).

Análisis de cambios

A través de un análisis visual mediante la superposición de las distintas capas vectoriales generadas, buscamos establecer una lista de factores que fijaremos como determinantes en nuestro estudio, y que por lo tanto serán aislados para proceder a su ponderación. En este punto nos apoyaremos en técnicas estadísticas de análisis multifactorial.

Premisas

- Cambios posteriores a 1956. Se ha establecido la fecha de 1956 como punto de corte, por el hecho de contar con una información auxiliar a nivel nacional: el vuelo americano 1956-1957, que recoge el panorama anterior a los grandes cambios: inicio del proceso de urbanización, reforestación de unas zonas y deforestación de otras, construcción de obras hidráulicas, etc. Los cambios producidos a partir de esta fecha que no hayan tenido ninguna raíz anterior no van a entrar dentro del cálculo que realicemos.
- Cambios anteriores a 1956. En este caso debemos tener en cuenta posibles errores cartográficos debido al desarrollo tecnológico del momento. Los mapas a escalas municipales son normalmente ortogonales: cartografía realizada sin tener en cuenta ningún sistema de proyección por ser a escalas muy grandes. Al re proyectarlos, van a partir de un error, sumado a posibles errores de trazado; por lo cual se va a establecer un cordón de seguridad (precisión) en torno a los 2 metros.

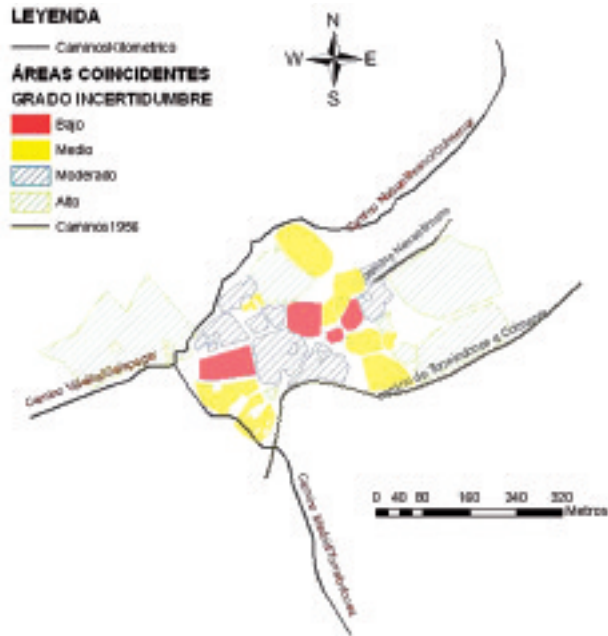


Figura 6: Ponderación de los cambios identificados.

- Coincidencia calles-caminos. En el análisis retrospectivo realizado de las calles, se han puesto de manifiesto dos hechos: el primero, se puede ver cómo los caminos apenas han tenido alguna pequeña modificación que incluso se podría deber a errores de representación. El segundo muestra cómo algunos nombres de calles actuales corresponden a nombres de lugares, topónimos o calles recogidos en el Catastro de Ensenada.

nula coincidencia y 5 total coincidencia de contornos en los tres catastros.

- Cambio. Se ha asignado valor de 0 a zonas con apenas cambios visibles y 5 a zonas de total transformación.

Se ha distinguido entre cambio y coincidencia con dos rangos distintos para tener en cuenta todos los factores, puesto que, por ejemplo, determinadas zonas han podido experimentar un gran cambio en la distribución interna de una manzana, pero no el contorno de ésta.

Evaluación multicriterio

En este punto vamos a tratar de establecer un criterio para ponderar los factores que hemos aislado:

- Coincidencia. Se han asignado valores en un rango de 0 a 5, siendo 0
- Grado de incertidumbre. Teniendo en cuenta los dos campos anteriores, se ha calculado en un rango de 0 a 30, con categorías de 10 en 10. Se ha ponderado con más peso (mayor certidumbre) la coincidencia que el cambio (figura 6).

Validación

El Catastro de Ensenada no es sólo el objetivo final del trabajo, también se va a emplear como fuente para cotejar los cambios con la información documental que contienen.

Hemos establecido tres tipos de casos (fig. 7):

- Caso 1: La información del Catastro de Ensenada en principio es suficiente para poder determinar la localización de estas propiedades, aunque es conveniente realizar comprobaciones

documentales para su validación (figura 8).

- Caso 2: El análisis de las descripciones del Catastro de Ensenada se muestra insuficiente por sí mismo para poder localizar las parcelas con un grado de fiabilidad aceptable, aunque permite mostrar algunas posibles coincidencias.
- Caso 3: Son, como habíamos planteado, zonas muy variables e inestables en los catastros precedentes, por lo que la localización de parcelas se muestra muy complicada.

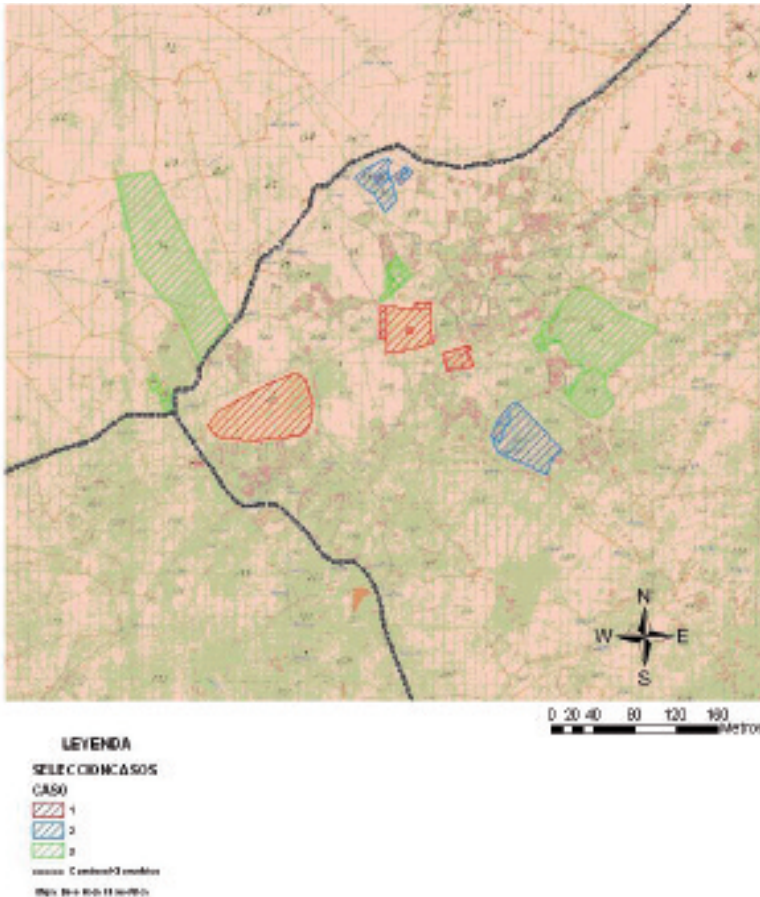


Figura 7: Casos más significativos.

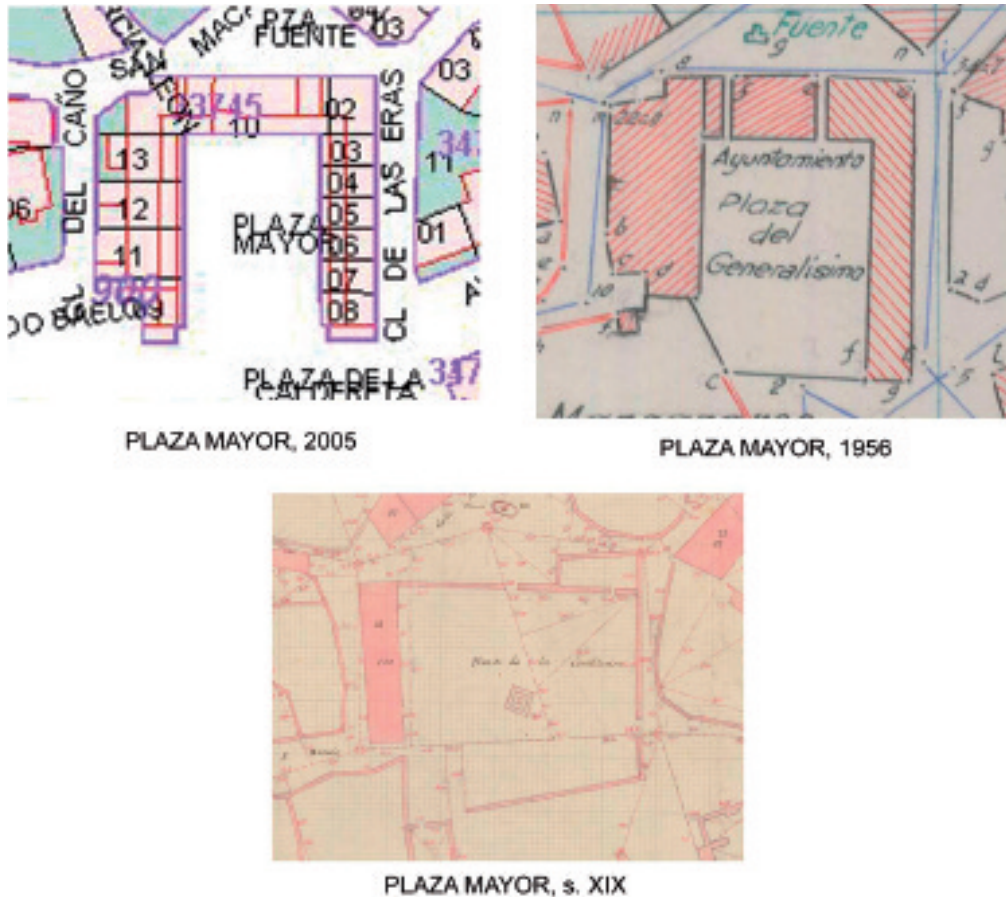


Figura 8: Ejemplo de caso 1. Evolución de la Plaza Mayor de Hoyo de Manzanares.

Discusión y futuras líneas de investigación

Como resumen a todo lo expuesto anteriormente, se puede destacar la prueba piloto realizada para construir un Sistema de información Catastral que contemple dos funcionalidades: por un lado, la conversión de los datos, tanto cartográficos como documentales, a un formato digital siguiendo estándares internacionales de operatividad. Por otro, también debe integrar un modelo de simulación

propio para la reconstrucción de parcelario antiguo.

Somos conscientes de lo ambicioso del proyecto que presentamos. De igual forma queremos insistir en que son las primeras reflexiones en torno a la búsqueda de una solución para la falta de cartografía asociada a algunas fuentes geohistóricas y principalmente al Catastro de Ensenada. Con ello, perseguimos resolver un doble problema: la falta de cartografía a partir de determinados periodos históricos con las grandes lagunas que eso provoca en la investigación y, además, proponer un entorno nuevo tanto para

el almacenamiento como para el análisis y la consulta.

La línea de investigación aquí presentada se encuentra en pleno desarrollo, por lo que aún no hay unas conclusiones definidas; el esquema de trabajo es susceptible de cambios y depuraciones según se vaya validando en otras zonas. Los puntos donde más debemos incidir son:

- Realizar un estudio paralelo en otras zonas a través de dos vías: análisis particular y comparación con las conclusiones metodológicas extraídas en las zonas anteriores.
- Buscar un método fiable de validación para los resultados finales.
- Como última fase del proyecto, y para mostrar los resultados, tenemos previsto generar un visualizador que sirva para la aplicación de esta metodología al resto de la información del Catastro de Ensenada y no solo a municipios concretos como habremos venido realizando.

Bibliografía

AGUILERA BENAVENTE, F. (2006): “Predicción del crecimiento urbano mediante sistemas de información geográfica y modelos basados en autómatas celulares”, en *Geofocus*, nº 6, pág. 81-112. (Disponible en red: www.geofocus.org).

BADIA MIRO, M. y RODRÍGUEZ DEL VALLE, F. (2005): “Una nueva metodología para la reconstrucción de la evolución histórica del paisaje agrario”, en *Geofocus*, nº 5, págs. 69-78 (Disponible en red: www.geofocus.org).

BADIA MIRO, M. y RODRÍGUEZ DEL VALLE, F. (2007): “Cartografía catastral histórica. Metodología utilizada y resultados obtenidos para su integración en un sig. El caso de Sant Sadurn d'Anoia”, en VV.AA: *La Cartografia Cadastral a Espanya (segles XVII-XX)*. Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya, págs. 177-187.

FERRER RODRÍGUEZ, A. (1976): *El paisaje agrario de Alhama de Granada en el siglo XVIII*. Granada, Caja General de Ahorros y Monte de Piedad de Granada.

FERRER RODRÍGUEZ, A. (2002): “La documentación del Catastro de Ensenada y su empleo en la reconstrucción cartográfica”, en *CT Catastro*, nº 46, págs. 99-110. (Disponible en red: www.catastro.meh.es).

FERRER RODRÍGUEZ, A. y GONZÁLEZ ARCAS, A. (1996): *Las medidas de tierra en Andalucía según las Respuestas Generales del Catastro de Ensenada*. Madrid, Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria y Tabapress.

FERRER RODRÍGUEZ, A., NIETO CALMAESTRA, J.A. y CAMARERO BULLÓN, C. (2000): “La organización territorial de la provincia de Jaén: 1750-200. Permanencia y cambio”, en *CT Catastro*, nº 39, págs. 19-50. (Disponible en red: www.catastro.meh.es)

VV.AA. (2007): *La cartografia cadastral a Espanya (segles XVIII-XX)*. Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya. ■