

Desarrollo de una metodología de actualización puntual de la Cartografía Catastral mediante integración de técnicas GPS y SIG

Francisco Manzano Agugliaro

*Dr. Ingeniero Agrónomo, Profesor Titular del Dpto. de Ingeniería Rural
Universidad de Almería*

Gil Manzano Agugliaro

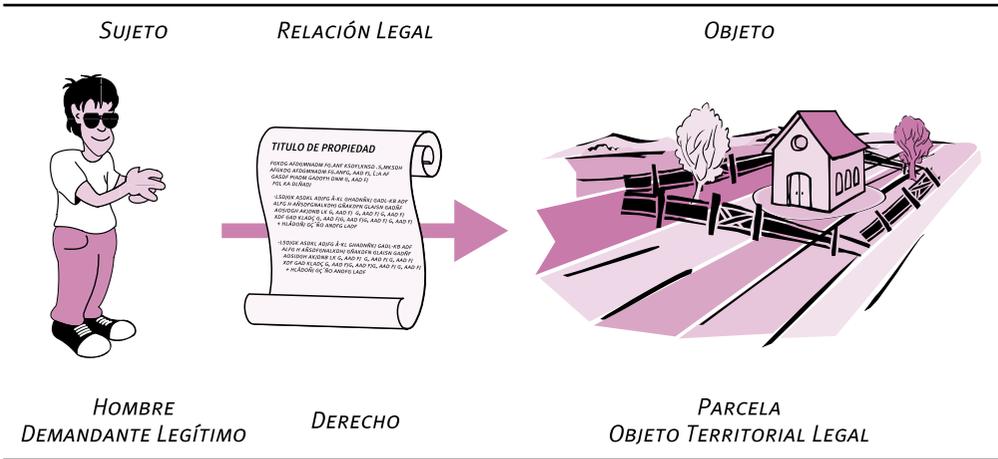
*Dr. Ingeniero Agrónomo, Profesor del Dpto. de Ingeniería Rural
Universidad de Almería*

El registro de derechos sobre la tierra forma una base importante del sistema económico de un país, convirtiendo la tierra en un recurso de alto valor no sólo como bien de producción sino también como refugio de capital o inversión a largo plazo. El Registro de la Propiedad y el Catastro juegan un papel clave en la documentación de los inmuebles o bienes raíces tanto para el sector privado como para el sector público.

El Catastro, se puede entender que surgió con el desarrollo del Estado moderno a partir del siglo XV, donde las necesidades económicas de los países, debido a la necesidad de mantener un ejército, el coste de una burocracia permanente, o más tarde políticas de construcción de obras públicas y fomento de la riqueza, crearon la necesidad de disponer de información sobre la riqueza de los súbditos para repartir los tributos [1]. Sin embargo, junto a su finalidad tributaria, el Catastro ha visto surgir en los últimos años la necesidad que la información que contiene sea utilizada para otras

muchas actividades, tanto públicas como privadas. Esta situación se acentuada más en el Catastro de Rústica, donde existe una pérdida progresiva de interés de este catastro como método de recaudación de impuestos frente al Catastro de Urbana o al IRPF [2]. Esto hace que se planteen reforzar otras aplicaciones multifinalitarias aparte de la impositiva, de forma que se mantenga el interés de la cartografía catastral como una base cartográfica de parcelas actualizada y además estando disponible para el público. El Catastro Inmobiliario se define según la Ley 48/2002 del Catastro Inmobiliario [3] como un registro administrativo dependiente del Ministerio de Hacienda en el que se describen los bienes inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales, o ampliando esta definición según el Real Decreto Legislativo 1/2004, de 5 de marzo, es un registro administrativo puesto al servicio de los principios constitucionales y, por ende, del conjunto de las Administraciones Públicas, fedatarios y ciudadanos, todo ello sin per-

Figura 1
Inscripción en el Registro de la Propiedad



juicio de la competencia y funciones atribuidas al Registro de la Propiedad, único que tiene efectos de fe pública respecto de la titularidad y derechos reales sobre bienes inmuebles.

El Registro de la Propiedad es una Institución a la que el ordenamiento jurídico atribuye la esencial función, propia de todo Estado moderno, de garantizar la protección de los derechos inscritos y, con ello, del tráfico jurídico-inmobiliario, es el único registro que tiene efectos de fe pública respecto de la titularidad y derechos reales sobre bienes inmuebles [3]; se obtiene pues, una vez inscritos, seguridad jurídica, y los derechos se encuentran bajo la tutela de los Tribunales y se considera como cierto sólo lo que dice el Registro. Es importante señalar que en el derecho español la inscripción en el Registro es voluntaria, salvo en el caso de constitución de hipotecas.

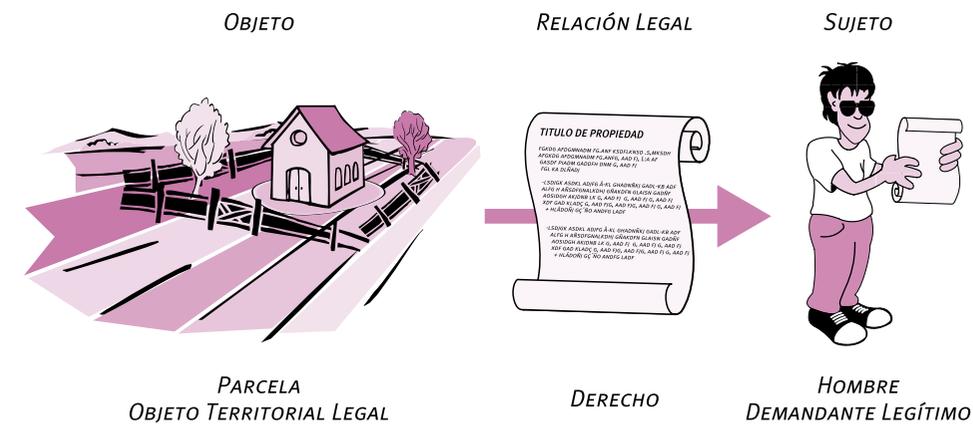
El funcionamiento de ambas Instituciones en general parece funcionar de manera inversa, es decir, que mientras que en la filosofía del Registro de la Propiedad, el demandante legítimo es el que busca la

relación legal con el objeto territorial (parcela o finca), puesto que la mayor parte de las veces es para hacer un uso privado del título de propiedad, (figura 1); mientras que por otro lado la filosofía del catastro es la contraria, es decir una vez establecidos los objetos territoriales (realizada la cartografía catastral) se busca la relación legal con el sujeto o demandante legítimo (propietario aparente o titular catastral), (figura 2) [4].

Aunque existen puntos de encuentro entre ambas instituciones, como por ejemplo la necesidad de anotar la referencia catastral en la inscripción de la finca registral (1), el establecimiento de una relación biunívoca a día de hoy es compleja pues la

(1) El Real Decreto Legislativo 1/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario, establece en su artículo 38 que la referencia catastral debe ser incluida obligatoriamente en los documentos públicos notariales en los que consten actos o negocios relativos al dominio y demás derechos reales sobre bienes inmuebles, así como que esta referencia debe inscribirse en el Registro de la Propiedad.

Figura 2
Obtención del Catastro



finca registral no coincide necesariamente con la parcela catastral.

Por otro lado cabe plantearse que si el Registro de la Propiedad funciona es porque hay interés por parte del usuario en que esto sea así. En el caso del Catastro nos encontramos que la renovación o la actualización catastral se hace de forma masiva para todo un término municipal, poniéndose de manifiesto que hay mayor interés en este proceso cuanto mayor valor tiene el suelo que se está actualizando catastralmente, ya que al ciudadano le supone en cierto modo, una garantía que los datos de su propiedad son correctos. Esto se puso de manifiesto en un estudio previo a este trabajo concretamente en la actualización catastral de los términos municipales de La Mojonera y Nacimiento en la provincia de Almería, donde el primero tiene un alto valor del suelo, por su uso agrícola destinado principalmente a cultivo hortícola de invernadero, mientras que el segundo tiene poco valor, ya que un alto porcentaje de suelo se dedica a pasto [5]. Luego para conseguir un alto grado de exactitud en el Catastro un aspecto clave es la participa-

ción ciudadana en el proceso, y por tanto sería interesante establecer la posibilidad de una actualización puntual del proceso de actualización catastral.

Este último planteamiento, la actualización catastral puntual debe estar en consonancia con las tendencias catastrales, por ello vale la pena destacar el trabajo de Kaufmann realizado en el año 1998 [6], donde se analizan las tendencias de 31 jurisdicciones catastrales del mundo donde las tendencias de las reformas catastrales las podemos clasificar según sean de aspectos técnicos, legales u organizativos. El resumen del análisis de estas tendencias muestra que:

- El catastro sólo muestra aspectos del derecho público; no son registradas las restricciones del derecho privado por lo que éstas no son transparentes al mercado inmobiliario.
- El enlace entre "mapas" (registros gráficos) y "registros" (datos alfanuméricos) no es lo suficientemente eficiente.
- Tendencia hacia el formato de datos digital.

- Tendencia hacia la automatización de datos e informatización.
- Tendencia hacia la privatización, especialmente a nivel de control operacional.
- Los aspectos de la Nueva Administración Pública están siendo más y más importantes (conciencia de costos).

El principal objetivo de estas reformas catastrales es el servicio al cliente, y como objetivos secundarios están: mejorar el tiempo de entrega de datos, mejorar la eficiencia del sistema, así como acentuar el aspecto de un catastro multipropósito, y reconducir el aspecto económico del catastro involucrando mayor compromiso del sector privado. Este último aspecto también fue observado por Steudler [7], en un estudio realizado a 50 países, donde destacaba una clara tendencia a la recuperación de costes y que este aspecto es un criterio muy importante en la nueva Administración Pública. Por ello parece claro prever la tendencia en un futuro a la regionalización y la participación activa del sector privado, donde se introducirán mecanismos de recuperación de costes, para al menos cubrir los de procesado o recuperar los de inversión.

Objetivos

El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración de una metodología de actualización puntual de la cartografía catastral mediante integración automática de técnicas GPS y SIG, ya que la actualización catastral puntual actual, se realiza bien mediante topografía clásica, con la correspondiente falta de georreferenciación, al no enlazar con redes de orden superior, bien mediante delineación sobre el plano existente previamente. De este modo la actualización catastral de forma puntual se obtendría de levantamientos con GPS y convenientemente

georreferenciados, con lo que su integración en la cartografía digital se realizaría de forma automática. Además la utilización de técnicas GPS obliga a un recorrido pie a tierra, que si se realiza con un práctico conocedor del terreno, puede dejar reflejada la linde de parcelas donde no existan límites entre parcelas sobre el terreno más allá de la tradición oral o la experiencia personal.

Esta metodología se aplicará a un caso de desarrollo práctico, donde el usuario de la actualización puntual es un Ayuntamiento, pues siempre opera dentro del límite de su término municipal. En concreto se realizará para el Ayuntamiento de Níjar, para actualizar el inventario municipal de monte público integrado en el Catastro de Rústica de su término municipal. Este caso práctico permitirá la actualización puntual y puesta al día de la cartografía catastral de una parte del territorio de forma automática y así validar la metodología propuesta. Hay que puntualizar que la metodología propuesta se emplearía a nivel de actualizar el inventario, lógicamente la puesta en marcha para su utilización en el Catastro debería ser autorizado por el mismo, con una normativa o legislación a tal efecto.

Antecedentes

La integración de la información tomada con GPS y por tanto georreferenciada, para su uso a otros niveles, es posible gracias al desarrollo de los sistemas de información geográfica (SIG). La difusión de los SIG y del GPS ha introducido en nuestro lenguaje cotidiano la palabra georreferenciar. En un sentido abstracto, georreferenciar significa asignar algún tipo de coordenadas ligadas al terreno a los objetos de interés, sean estos naturales, obras de ingeniería, los vértices de una parcela, etc

En el desarrollo de un SIG la operación más laboriosa y costosa es adquirir la información que integrará la base de datos. Georreferenciar dicha base de datos es, por el

contrario, una operación sencilla y de bajo coste relativo. Sin embargo, si se piensa que las coordenadas son el vehículo que permite que distintos usuarios superpongan en el SIG la capa de información de su interés, se advierte que de una georreferenciación correcta depende, en gran medida, el aprovechamiento que pueda hacerse del SIG y multiplica su valor de mercado por cuanto lo hace útil a un mayor número de usuarios.

Por último la fiabilidad de los datos está asociada a la calidad del sistema de posicionamiento (a la cual se le puede atribuir la calidad de la geometría de la parcela) y de la calidad de georreferenciación (a la que se le puede atribuir la calidad para la integración de la información). Esto último sin duda está sujeto a la calidad de la red geodésica existente que actúa como marco de referencia sobre el que “encajan” las mediciones. Este aspecto costoso por métodos tradicionales está resuelto, en términos económicos, mediante el uso de sistemas de posicionamiento por satélite, tanto es así que su uso crece drásticamente a medida que el coste del equipamiento disminuye, y al mismo tiempo, la calidad de las mediciones se ve tremendamente mejorada, se prevé que del año 2010 al 2020 las aplicaciones de GNSS (2) relacionadas con la Ingeniería Cartográfica aumenten en un 30% [8]. Como consecuencia de la implementación de esta nueva tecnología, la naturaleza misma de las redes de control geodésico está cambiando, pasando de ser pasivas y monumentadas, a ser redes activas operando en tiempo real, y cuyo propósito es permitir el acceso directo del usuario a las “redes de control geodésico en el espacio”.

(2) GNSS es el acrónimo de Global Navigation Satellite Systems, y constituye un proyecto de integración de todos los sistemas de navegación y posicionamiento por satélite, como son GPS, Glonass, y en un futuro Galileo con objeto, además de satélites geoestacionarios al objeto de aumentar la precisión y la integridad para el usuario.

En este sentido el presente trabajo se ha podido abordar gracias a la existencia en Andalucía de una red permanente de estaciones GPS de referencia (3), a raíz del proyecto “Sistema Integrado de Localización y Control Geométrico para la Georreferenciación e Inventariación Agraria Basado en GPS con Cobertura para todo el Territorio de Andalucía” cuya definición y objetivos pueden encontrarse en varios trabajos [9], [10] y [11], destacando que este proyecto fue financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, y consta de nueve estaciones de referencia, situadas estratégicamente para dar cobertura total a todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y que están enlazadas a la red geodésica [12] con garantías suficientes para dar las precisiones nominales requeridas en la aplicación que se pretende desarrollar en este trabajo, es decir, el levantamiento de parcelas con fines catastrales y georreferenciadas para su posterior integración en un SIG.

Propuesta metodológica: Sistemas implicados en el desarrollo metodológico

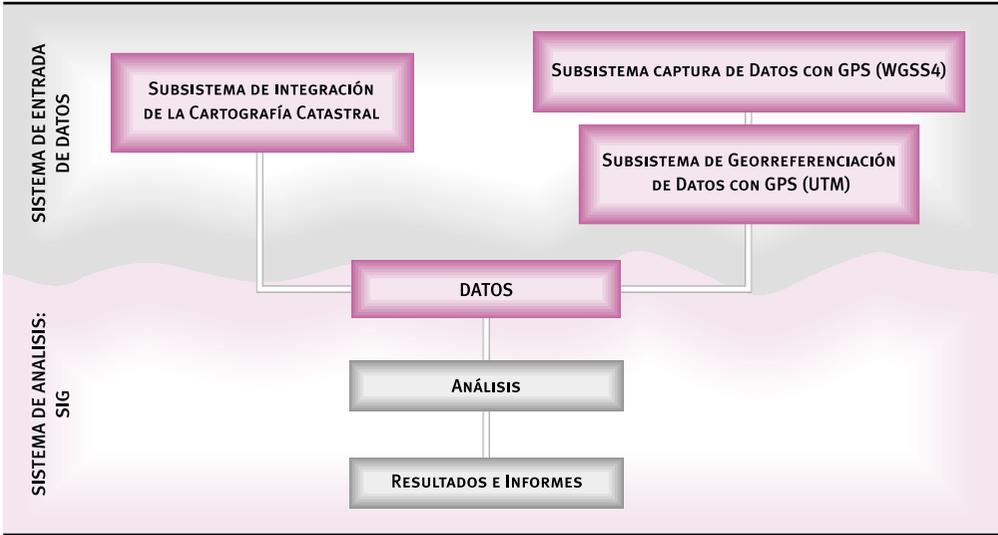
Para poder abordar el planteamiento metodológico en su conjunto, ha desglosado la propuesta metodológica en dos sistemas, el sistema de entrada de datos y el sistema de análisis, siendo este último el que constituye el SIG, (figura 3).

El sistema de entrada de datos en el SIG para la actualización puntual del catastro de rústica se basa principalmente en dos fuentes de información:

- La procedente de los levantamientos topográficos realizados con GPS y

(3) <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturay-pesca/publico/>

Figura 3
Esquema general de la metodología propuesta



posteriormente georreferenciados convenientemente.

- La procedente de la cartografía catastral previa, existente del término municipal.

El sistema de análisis de datos forma en su conjunto el SIG para la actualización puntual del Catastro de Rústica se basa principalmente en dos fases:

- Fase de análisis donde una vez integrada la información dentro del SIG seleccionado, la información se organizará en estratos temáticos, en función de la procedencia de los mismos, con el fin de realizar los análisis necesarios para obtener la nueva información.
- Fase de obtención de resultados y generación de informes. Tras realizar los análisis en el SIG, se deben presentar los resultados según las necesidades o requerimientos precisados por el usuario.

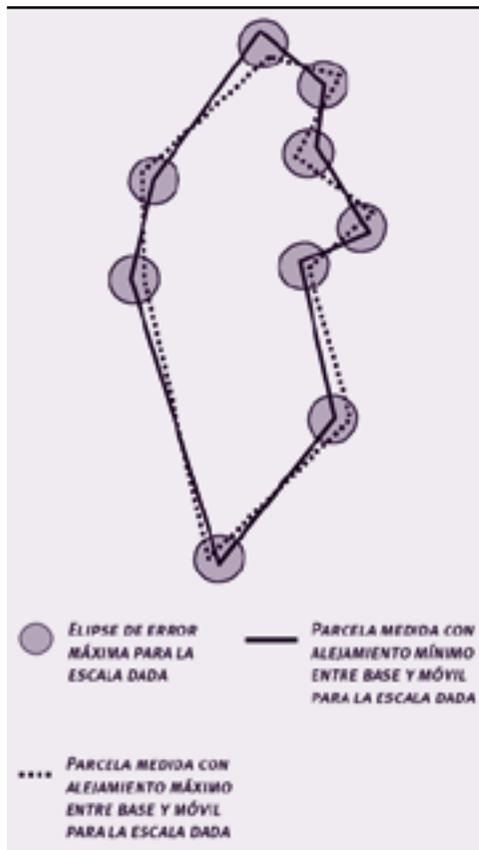
Subsistema de Captura de Datos con GPS

En la cartografía catastral de rústica se trabaja principalmente a la escala 1:5.000 y a veces a la escala 1:2.500, quedando esta última para zonas bien delimitadas y de alto valor del suelo. El sistema de medida o de captura de datos, debe ser aquel que sea capaz de asegurar la precisión dentro de los niveles de precisión exigibles a la escala de trabajo y a un coste razonable, por ello se elige la realización del mismo mediante técnicas GPS.

En este trabajo proponemos que para la actualización puntual la escala de trabajo sea la 1:2.000, mejor incluso que la que se utiliza en la actualidad para zonas de alto valor, puesto que en realidad va a consistir en un levantamiento topográfico, teóricamente costeado en parte por el usuario. Esto condiciona que la toma de datos con GPS sea en modo relativo, siendo suficiente trabajar con receptores de código C/A. Esta técnica presenta la limitación del alejamiento entre la estación base de referencia y el

Figura 4

Error de alejamiento entre base móvil en el posicionamiento con GPS: distinta geometría de los puntos que definen la parcela



equipo móvil para obtener una determinada precisión. La escala 1:2.000 exige una precisión en la determinación de la posición de 0,4 m como lo habitual en los equipos GPS de precisión submétrica, es tener errores alrededor de $0,2 \text{ m} \pm 2 \text{ ppm}$ (4), esto condiciona el alejamiento máximo entre base y

(4) ppm: partes por millón, esto es 1 mm por cada km de alejamiento entre base de referencia y equipo móvil.

móvil a 100 km. Estos datos son orientativos ya que dependerán de las características de cada equipo GPS en concreto. En la figura 4 se representa el problema del alejamiento entre base móvil, donde lo que se ve afectado es la geometría de la parcela, obsérvese que las elipses de error en cada vértice de la parcela están marcando el error máximo permitido para esta escala.

Subsistema de Entrada de Datos con GPS: Georreferenciación

Una vez realizado el levantamiento con GPS, se plantearía el problema de la estandarización de los datos para que lo pueda tomar automáticamente el subsistema de entrada de datos. La parte del formato de intercambio de datos, puede resolverse fácilmente buscando un formato de intercambio estándar existente en el mercado, y al cual se encuentran adaptados casi todos los software ya existentes.

A nuestro entender, el principal problema vendría no tanto de la estructura de los datos como del contenido de los mismos, y concretamente en lo referente a la georreferenciación. La georreferenciación correcta involucra varias condiciones, pero la condición más relevante y sine qua non es que dichas coordenadas estén vinculadas al mismo sistema de referencia. Es decir, sería necesario plantear la utilización de un sistema de referencia geodésico único para todos los datos tomados con GPS. Esta propuesta sólo es posible llevarla a cabo si el sistema de referencia empleado es el sistema WGS84. Puesto que la utilización de coordenadas geográficas ED50 o bien las UTM implican transformaciones entre el sistema de referencia original o en el que se han tomado los datos con GPS y los sistemas de referencia que se pretenden emplear.

La transformación de coordenadas entre sistemas de referencia distintos es un problema que aparece frecuentemente en la

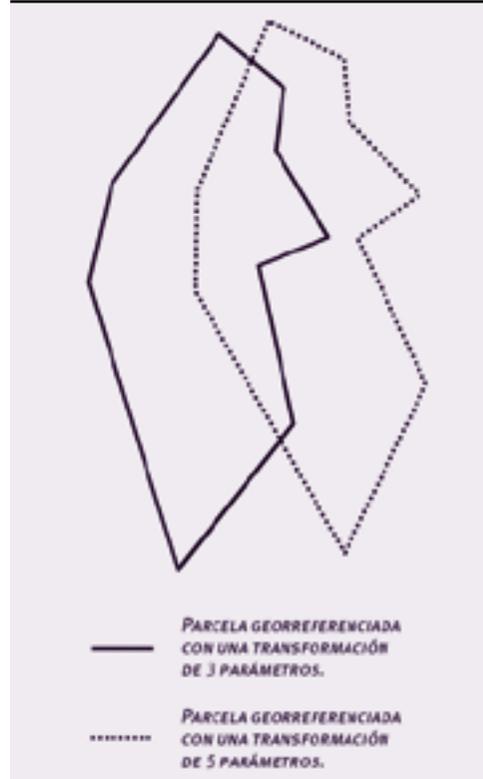
Topografía y la Geodesia. Antes de abordar el tema, conviene diferenciar las dos etapas que, unidas, conllevan a la solución global del problema:

- 1º Determinar los parámetros de transformación.
- 2º Transformar las coordenadas.

Puede ocurrir que la primera etapa no sea necesaria, porque se dispone de parámetros de transformación (5) previamente determinados. Sin embargo, los parámetros de transformación empleados por distintos usuarios en el cambio de elipsoide pueden ser diferentes. Si a esta circunstancia le sumamos que la posición de la estación base de referencia de un determinado levantamiento pueda basarse en un vértice geodésico de la ROI (Red de Orden Inferior) del cual sólo se conocen sus coordenadas ED50 o UTM y son las que se emplean para la georreferenciación, no se podría garantizar la precisión de la georreferenciación. En la figura 5 se puede ver el cambio de situación que sufre una parcela, según se haya utilizado una transformación de 3 o de 5 parámetros, aunque la geometría de la parcela se mantiene, y por tanto sus características físicas intrínsecas como la superficie o distancia entre puntos también se mantiene, la parcela en su conjunto aparece desplazada y/o girada.

La georreferenciación necesaria para garantizar la precisión de la escala 1:2.000, sólo se podría hacer a partir de la Red Regente, basada en el sistema WGS84, o partir de estaciones GPS permanentes cuyas coordenadas WGS84, fueron calculadas con unos determinados estándares de

Figura 5
Error de georreferenciación (desplazamiento y giro) debido a la utilización de parámetros de transformación distintos



calidad y apoyados lógicamente en la red Regente.

En resumen la propuesta de este apartado es que los datos se entreguen en un formato estándar y con coordenadas geográficas en el sistema WGS84 para que sea el propio sistema el que realice la transformación de coordenadas, asegurando así en la medida de lo posible, la homogeneidad de los parámetros de transformación y además, a ser posible, utilizar las mismas estaciones base de referencia para realizar el procesado diferencial del levantamiento con GPS.

(5) Las expresiones matemáticas de la transformación de coordenadas pueden encontrarse, por ejemplo, en Manzano Agugliaro, F. 1999. "Aplicación del Sistema de Posicionamiento Global por Satélite (GPS) a la Georreferenciación y Control Geométrico en la Ingeniería". Tesis Doctoral. Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.

Subsistema de Integración de la cartografía catastral de rústica existente en el SIG

El catastro utilizado por un usuario puntual, como es una entidad local, puede estar en distintos formatos de origen, pero lo habitual para una entidad local, es disponer de esta información en formato de CAD (por ejemplo DWG o DXF)(6), puesto que es un formato plenamente extendido, el cual, aunque puede ser leído por los programas SIG de tipo vectorial existentes en el mercado, no puede operar con entidades, puesto que no tiene topología. Por lo tanto, el primer paso es la transformación de estos formatos a un formato con topología, por ejemplo el formato shape (SHP)(7) que es el que se ha utilizado en el caso práctico que se desarrollará a continuación.

Los pasos seguidos en este subsistema, se realizan en base a automatizar el trabajo de transformación de formatos, ya que otra posibilidad hubiera sido la de digitalizar los planos catastrales en el SIG manualmente. Esta última opción se descarta desde un principio por la lentitud del proceso, y el tiempo que se debería emplear en ello.

Para automatizar el proceso se creó una aplicación informática (Script de ArcView) que hiciese esta transformación directamente. Al hacerlo automáticamente se generan numerosos errores, debido a la cantidad de parcelas que contiene cada polígono catastral, estos errores se deben depurar manualmente, no obstante compensa la ejecución de este método con respecto a una digitalización manual.

(6) El formato DXF está definido en: http://www.catastro.minhac.es/informacion/informacion_catastral/cartos_inform/info_carto.htm

(7) El formato Shape (SHP) es propiedad de ESRI, y está definido en: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>

Sistema de análisis de los datos: SIG

La metodología de trabajo propuesta para el sistema de análisis de datos, es decir el SIG, se resume en la figura 6; donde la aplicación SIG parte de un plano general de los polígonos catastrales de un término municipal. A partir de aquí se selecciona el polígono catastral donde se va a trabajar, este polígono catastral contendrá la información de la cartografía catastral de rústica original con su correspondiente topología. Una vez seleccionado el polígono catastral, se superpone la parcela catastral levantada con GPS y convenientemente georreferenciada, para posteriormente realizar las operaciones necesarias para determinar la modificación de las lindes aceptando por bueno el levantamiento con GPS.

En el análisis realizado, se deberán presentar las posibles discrepancias de lindes, es decir en superposición con la parcela original que aparece en la cartografía catastral de partida, y además ofrecer la variación absoluta de la cabida de la parcela y el porcentaje de discrepancia con la cabida original de la misma. Ya que en caso de exceso de cabida, el porcentaje de exceso, puede ser un criterio para la toma de decisión, tanto de la solicitud de aceptación o rechazo de la actualización de dicha parcela.

Una vez aceptado que se solicitará la modificación de la parcela en cuestión, se vería modificada la topología interna del polígono, o en un caso más extremo en el cual no exista correspondencia con una parcela anterior, que acabe creándose una nueva parcela catastral. La aplicación SIG debe permitir la edición de informes, tanto literales como gráficos o una combinación de ambos. Ello implica poder establecer básicamente los linderos en los cuatro puntos cardinales, es decir: Norte, Sur, Este, y Oeste; con las parcelas vecinas, determinar la nueva cabida de la parcela, la modificación de cabida que supone esta en sus vecinas, etc.

Figura 6
Metodología del análisis de los datos dentro del SIG

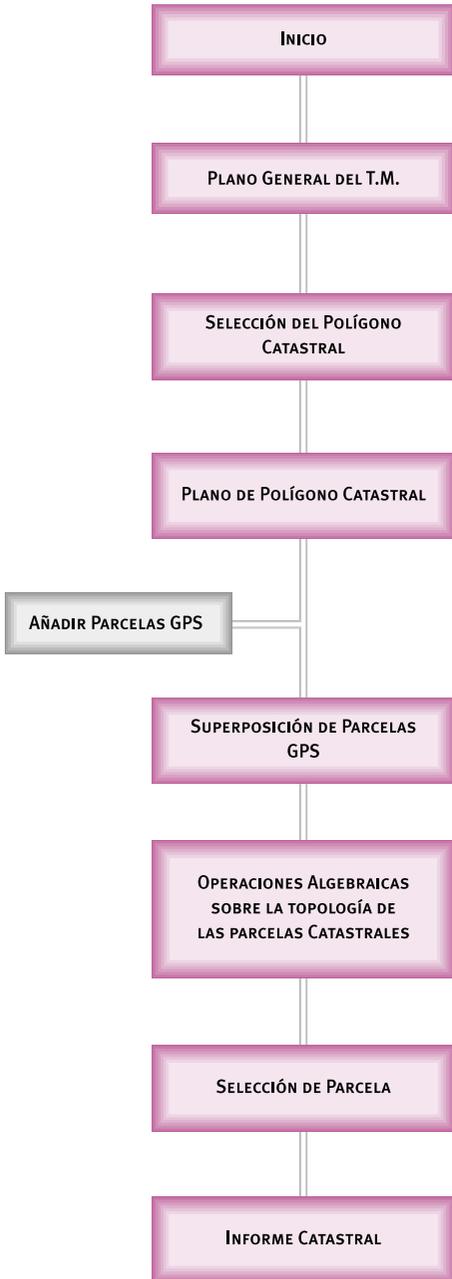
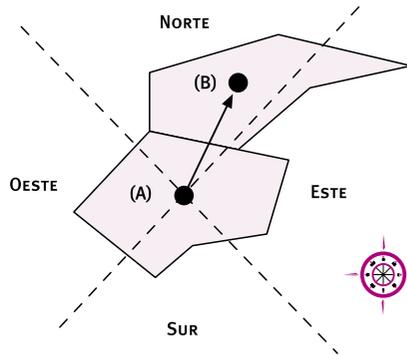


Figura 7
Algoritmo de análisis de las lindes: ejemplo linde norte de la parcela A

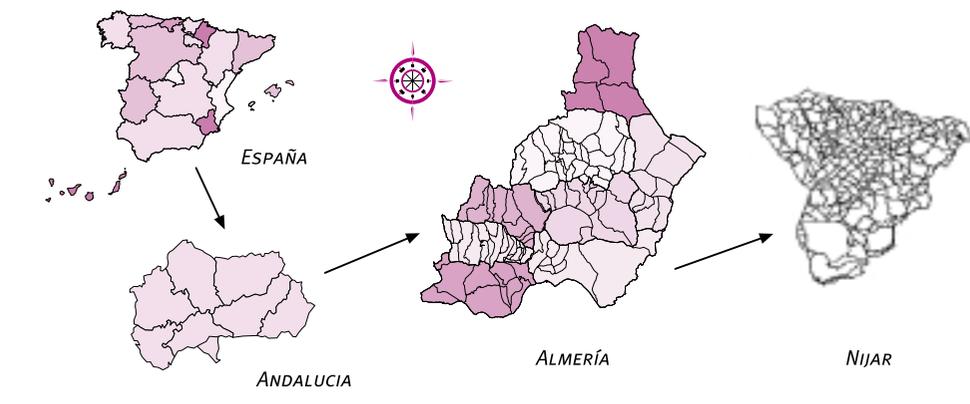


Para la orientación de las lindes deberá realizarse atendiendo a la orientación absoluta de las parcelas colindantes con la parcela estudiada. Por ello se dividirá el espacio en cuatro sectores angulares, teniendo como origen el centroide de la parcela estudiada. Estos sectores se formarán a ambos lados, y abarcando 90 grados sexagesimales, de cada una de las direcciones de los cuatro puntos cardinales, (figura 7). La orientación de las lindes se realizará en función del sector en el que se encuentre contenido el vector de posición definido por los centroides de las parcelas colindantes, (figura 7).

Aplicación

El trabajo se ha realizado para su aplicación al inventario municipal de monte público perteneciente al Término Municipal de Níjar en la provincia de Almería, figura 8. Este término municipal está dividido en 261 polígonos catastrales siendo estos de gran heterogeneidad, tanto en su superficie, como en el tipo de orografía comprendidos en ellos, (figura 8).

Figura 8
Situación del Término Municipal de Níjar



Se seleccionó como plataforma para la aplicación SIG el software ArcView 3.1 de ESRI, teniendo que transformar para el subsistema de “Integración de la Cartografía Catastral” a formato con topología un total de 71 polígonos catastrales que eran los afectados con la existencia de monte público. En el subsistema de “Captura de datos con GPS” se emplearon tres campañas de toma de datos, la primera de abril a mayo de 2001, la segunda de octubre a diciembre de 2001 y la tercera de mayo a octubre de 2002, levantándose un total de 234 parcelas catastrales que supusieron cerca de 3000 ha. de superficie. Una vez obtenidos los levantamientos con GPS se integran en el subsistema de “Georreferenciación” realizándose una transformación de cinco parámetros para el cambio de elipsoide de WGS84 a ED50, empleando los parámetros del IGN [13].

Una vez que se tienen los datos, cartografía catastral con topología y levantamientos con GPS debidamente georreferenciados, se procede a su análisis en el SIG, la aplicación desarrollada se la denominó CAT-MP, desarrollada en ArcView 3.1 con 36 scrip en lenguaje Avenue. Donde una vez seleccionado bien gráfica o numérica-

mente el polígono catastral sobre el cual queremos operar, nos aparece el polígono seleccionado con todas las parcelas catastrales numeradas incluidas en él, y en color magenta aquellas que estaban definidas con anterioridad como de monte público. Aquí se puede solicitar a la aplicación que superponga la parcela levantada con GPS, que aparecerá en color rojo, (figura 9). Una vez representada la parcela se le puede pedir a la aplicación que realice el análisis, en cuyo caso aparecerán marcados los trozos de las parcelas vecinas afectadas, (figura 10), y se podrá solicitar a la aplicación que realice un informe con las discrepancias de cabida, donde la leyenda superficie corresponde a la cabida catastral original, área es la cabida de la parcela levantada con GPS, diferencia es la cabida antigua menos la nueva, y porcentaje es el tanto por ciento de variación de cabida respecto de la cabida original. Aparte de esta información ofrecida en pantalla, se puede extraer un informe gráfico y literal para su impresión en papel a tamaño A4, donde aparece la representada la parcela en superposición con las vecinas afectadas, con una escala gráfica y otra numérica (donde se ha optimizado el tamaño de la ventana al máximo de la represen-

Figura 9
Selección de un polígono catastral (184)
y superposición de parcela levanta
con GPS (53)

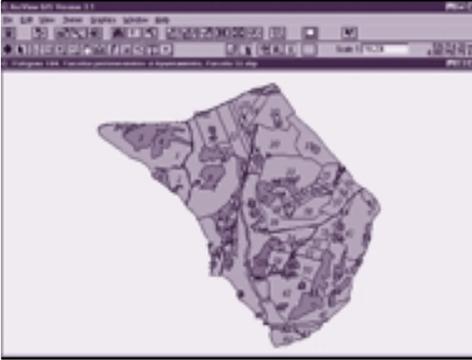


Figura 10
Análisis de la superposición
de la parcela levantada con GPS
respecto de sus vecinos



tación), y en la parte inferior aparece la información literal de los linderos afectados, con el número de la parcela, situación de esta como lindero, cabida total de la parcela vecina, cabida objeto de discrepancia fruto del levantamiento con GPS, porcentaje de discrepancia, y datos del titular catastral como: nombre, DNI y dirección del mismo, (figura 11).

Conclusiones

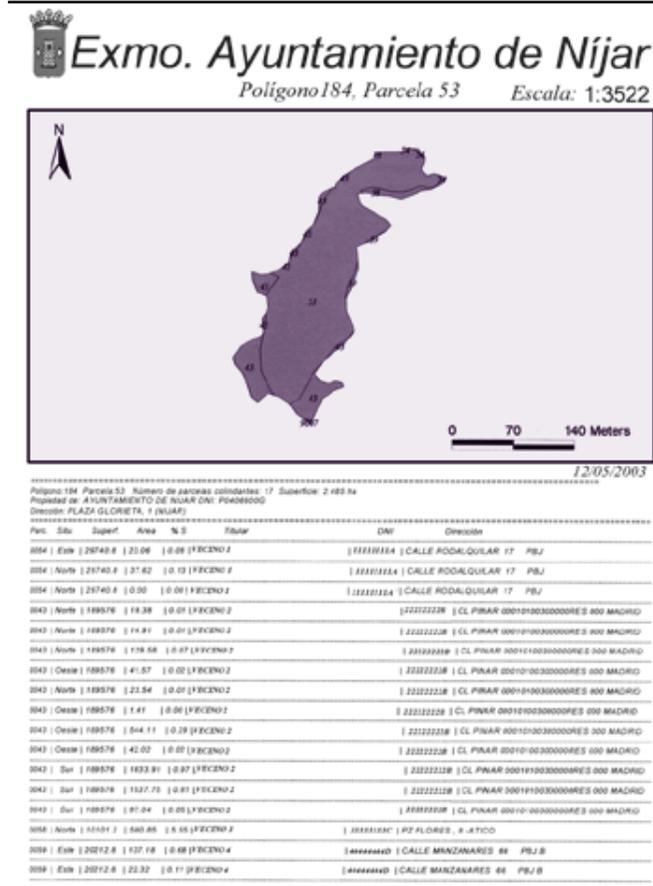
Las principales conclusiones a las que se ha llegado en este trabajo son:

- Primera, la metodología desarrollada para la actualización puntual de la cartografía catastral del Catastro de Rústica ha demostrado ser viable, eficaz, de poca complejidad técnica y de gran utilidad práctica sobre todo en aquellas zonas donde la geometría de las parcelas no es fácilmente identificable por ortofotografía dado la homogeneidad del uso del suelo, y que por tanto necesitan de un reconocimiento pie a tierra por prácticos

concedores del terreno, y puede ser de aplicación en otras situaciones similares, donde el usuario puntual pueda ser por ejemplo una entidad local como un Ayuntamiento.

- Segunda, acerca del subsistema de integración de la cartografía catastral para su posterior análisis en el SIG, es necesario realizar un control de los procesos automatizados puesto que siempre se generan errores en la transformación de formatos y sobre todo en la generación de topología.
- Tercera, el subsistema de captura de datos con GPS, debe emplear la técnica relativa en postproceso, estar compuesto por equipos GPS con capacidad para entender el código CA, con un alejamiento base móvil máximo de 100 km, siendo recomendable realizar la toma de datos en modo redundante. El subsistema de captura de datos con GPS así diseñado, ha demostrado ser capaz de generar cartografía catastral para la actualización puntual a escala 1:2.000.
- Cuarta, el subsistema de georreferenciación de los datos con GPS, al

Figura 11
Informe final de la aplicación SIG para gestionar
la modificación del inventario público



imponer la restricción de realizar el mismo la transformación de coordenadas, asegura la homogeneidad de los datos e impide que se produzcan errores por la elección de parámetros de transformación distintos según el usuario del que se trate o de la aplicación que se esté utilizando.

- Quinta, el sistema de análisis o sea la aplicación SIG desarrollada para la actualización del inventario municipal de monte público presen-

ta ventajas frente a la utilización genérica de un software SIG genérico, siendo la más significativa, el menor tiempo empleado por los usuarios en el manejo del mismo y un menor tiempo en la realización del análisis y obtención de resultados.

Bibliografía

[1] PRO RUIZ, J. (1994): *El Catastro desde un punto de vista histórico*. Universidad Autónoma de Madrid.

[2] MIRANDA HITA, J.: "La ley del Catastro Inmobiliario (I)". Revista CT/ Catastro n.º 48. Madrid, Junio 2003.

[3] LEY 48/2002, de 23 de diciembre, del Catastro Inmobiliario. BOE núm. 307

[4] HENSSEN, J. (1995): *Basic Principles of the Main Cadastral Systems in the World*. En Proceedings of the One Day Seminar held during the annual Meeting of Commission 7, Cadastre and Rural Land Management, of the International Federation of Surveyors (FIG), May 16, Delft, The Netherlands.

[5] MANZANO AGUGLIARO, F., TAPIAS ESTEBAN M.J, y MANZANO AGUGLIARO, G. (2003):

(b). *El Proceso De La Actualización Catastral De Rústica: Aplicación A Los TT.MM. de La Mojoneira y Nacimiento (Almería)*. Revista CT Catastro n.º 47. Abril.

[6] KAUFMANN, J., y STEUDLER, D. (1998): *Cadastre 2014 A Vision For A Future Cadastral System*. <http://www.fig.net/figtree/>.

[7] STEUDLER, D., WILLANSON I.P., KAUFMANN, J., y GRANT, D. (1997): *Benchmarking Cadastral Systems*. The Australian Surveyor, Vol. 42, n.º 3. September.

[8] MANZANO AGUGLIARO, F., MANZANO AGUGLIARO, y G. (2004): El Posicionamiento por

Satélite y sus Aplicaciones Civiles: GPS y Galileo. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. Estudios n.º 34. ISBN 84-688-8883-4.

[9] MANZANO F, GARCÍA T., LÓPEZ M., y MEROÑO J.E., (1998) (a). *Sistema Integrado de Localización y Control Geométrico Para La Georreferenciación e Inventariación Agraria Basado en GPS con Cobertura para todo el Territorio de Andalucía*. 1ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. IX Asamblea Española de Geodesia y Geofísica. (Aguadulce) Almería.

[10] MANZANO F, MEROÑO J.E., LÓPEZ M., PEREZ M., y ORTÍZ V. (1998) (b). *Farming Pays: Andalucía'S Agricultural Application Of GPS*. Gpsworld Vol: 9, N.º 7, Oregon (USA).

[11] MANZANO F, MEROÑO J.E., LÓPEZ M., PÉREZ M., y ORTIZ V. (1998) (c). *Ayudas a Superficie y Política Agraria con una Aplicación GPS: Andalucía*. GEOCONGREGENCIA, Vol. 1, n.º 2, Oregon (USA).

[12] AGUILERA UREÑA M.J., MEROÑO DE LARRIVA J.E., MANZANO AGUGLIARO F, LÓPEZ HERNÁNDEZ M., ORTIZ SÁNCHEZ V., y ROLDÁN BEJINES, R. (2000): *Compensation Of A WGS-84 Network In Andalusia. Combination Of Bifrequency And Monofrequency GPS Observations*. WEGENER (Congreso Internacional). Cádiz.

[13] DALDA MONRÓN A. (1997): *DGPS y Levantamientos Topográficos: Su empleo en actualización y control del Mapa Topográfico Nacional*. Mapping, Mayo. ■