

Un modelo estándar para el ámbito catastral*

Christiaan Lemmen, Paul Van Der Molen

Catastro Holandés. Apeldoorn. Holanda. Instituto Internacional para las Ciencias de Geo-Información y Observación de la Tierra. (ITC)

Peter Van Oosterom, Hendrik Ploeger,

Wilko Quak, Jantien Stoter, Jaap Zevenbergen

Departamento de Geodesia. Universidad Tecnológica de Delft, Holanda.

Un modelo básico, estandarizado, del dominio catastral, que abarque el registro de la propiedad y el catastro en un sentido amplio (catastro polivalente), cumpliría al menos dos objetivos importantes:

1. evitaría la continua reinención y reimplantación de las mismas funcionalidades, proporcionando una base extensible para el desarrollo eficaz y efectivo del sistema catastral, mediante una arquitectura impulsada por el modelo;
2. permitiría la comunicación entre todas las partes implicadas, tanto dentro de un mismo país como entre países diferentes, mediante una ontología compartida inherente en el

modelo. Este trabajo aporta una versión mejorada y ampliada del modelo existente en el ámbito catastral, e introduce un nuevo concepto modular (módulos). Uno de los principales requisitos para el desarrollo del modelo, es que sea lo más transparente y sencillo posible para lograr que sea útil en la práctica.

Introducción

Hasta hoy, la mayoría de países (Estados o provincias) han desarrollado su propio sistema catastral porque se supone que existen enormes diferencias entre los sistemas. Unos se fundamentan en el registro de escrituras, otros en el registro de títulos; algunos están centralizados, y otros descentralizados. Algunos sistemas se basan en linderos aproximados, otros en linderos exactos. Algunos catastros tienen vocación fiscal, y otros, jurídica. Lo que es obvio es que la formación y mantenimiento de sistemas catastrales independientes supone un coste alto, sobre todo

(*) Este artículo, se presentó como Ponencia en el 3^{er} Congreso ISDE, celebrado en Berno (República Checa), del 21 al 25 de septiembre de 2003. El Consejo de Redacción de CT/Catastro agradece a los autores la cesión del copyright para su inclusión en el presente número de la revista.

teniendo en cuenta los frecuentes cambios de requerimientos. Por otra parte, la formación independiente de los diferentes sistemas catastrales impide una comunicación eficaz tanto en el contexto internacional, como en Europa. Vistos objetivamente, en lo sustancial, estos sistemas son básicamente iguales; todos se basan en la relación entre las personas y el territorio, a través de derechos de propiedad; y en la mayoría de países están bajo la influencia del desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Las dos funciones principales de cualquier sistema catastral son: 1. mantener actualizado el contenido de la relación persona-territorio (basado en transacciones jurídicas) y 2. proporcionar información sobre su inscripción.

Numerosos documentos de ámbito internacional (Agenda21, Habitat, Johannesburgo) consideran fundamental la cuestión territorial. Los principales objetivos políticos –la erradicación de la pobreza, el acceso a la vivienda y la agricultura sostenible, el reforzamiento del papel de grupos vulnerables (indígenas, mujeres)– todos tienen relación en mayor o menor medida con el acceso a la tierra, y con las oportunidades asociadas con la misma. Sin duda influye en la política de agencias donantes (ejemplos: en Inglaterra, “mejor sustento para las personas”; en Alemania, “la tenencia de la tierra” [*land tenure*] en la cooperación para el desarrollo”, en Holanda, “empresas contra la pobreza”, y documentos estratégicos sobre la reducción de la pobreza para el Banco Mundial). La forma en que cada gobierno trata las cuestiones que afectan al territorio, podría definirse como la “política territorial”. Pero una cosa es tener una política, y otra muy distinta, disponer de las herramientas necesarias para hacer que se cumpla. Para esto, los gobiernos necesitan instrumentos, como pueden ser las normativas que rigen la seguridad jurídica respecto a la tenencia de la tierra, el mercado inmobiliario, la planificación y control del uso de la tierra, fisca-

lidad, y la gestión de recursos naturales. Es en este contexto donde se puede identificar la función de los sistemas de administración del territorio [*land administration systems*] como herramienta que facilita la implantación de una adecuada política territorial en el sentido más amplio.

Las Directrices sobre Administración Territorial de Naciones Unidas (UN/ECE, 1996) definen la administración del territorio como el “proceso de determinar, registrar y difundir información sobre la titularidad, valor y uso de la tierra en la ejecución de políticas de gestión territorial”. Si se entiende “titularidad” como forma de tenencia de los derechos territoriales, podemos hablar también de “tenencia de la tierra”. Una característica principal de la tenencia de la tierra es que refleja una relación social en lo relativo a los derechos sobre la tierra, lo que significa que en una jurisdicción determinada, la relación entre personas y tierra tiene reconocimiento jurídico (formal o informal). Estos derechos reconocidos son en principio susceptibles de inscripción, con el fin de asignar al derecho inscrito de trascendencia jurídica (por ejemplo, un título). Por tanto, los sistemas de administración del territorio no “gestionan únicamente información geográfica”, ya que representan una relación jurídica entre las personas, y entre éstas y la tierra. Dado que la administración del territorio implica procesar un enorme volumen de datos, que además son muy dinámicos, y dado también que requiere un proceso de mantenimiento continuo, el papel de las tecnologías de la información alcanza una importancia estratégica. Sin sistemas de información, sería difícil garantizar el éxito en cuanto a satisfacer la demanda cambiante de los consumidores. Hoy día las organizaciones se enfrentan hoy al rápido desarrollo de la tecnología, al “empuje tecnológico”: Internet, bases de (geo)datos, estándares de modelado, sistemas abiertos, GIS; así como a la demanda creciente de nuevos servicios, la *demand del mercado*: administración por Internet, desarrollo sostenible,

traspaso electrónico, y la integración de datos y sistemas públicos. El modelo catastral se considera una herramienta fundamental para facilitar el adecuado desarrollo y reestructuración de sistemas y constituye la base para la comunicación eficaz entre diferentes sistemas o partes de los mismos.

La estandarización se conoce desde el mismo establecimiento de los sistemas catastrales. Es imprescindible tanto en los sistemas en soporte papel como en los informatizados, para identificar objetos, transacciones, relaciones entre objetos inmobiliarios (p.ej. parcelas) y personas (también denominadas “sujetos” en algunos países), clasificación de uso del territorio, valor, representación gráfica de objetos, etc. Los sistemas informatizados exigieron aumentar el grado de estandarización con la introducción de la topología y la identificación de linderos únicos (Van Oosterom, Lemmen, 2001). En los sistemas catastrales actuales, la estandarización se limita al territorio o jurisdicción donde opera el sistema catastral. La apertura de mercados, la globalización, y el desarrollo y mantenimiento efectivo y eficaz de sistemas (genéricos) flexibles hacen necesaria una estandarización aún mayor. En (Van Oosterom, Lemmen, 2003) se resumen las iniciativas y desarrollos siguientes:

1. Título y Tenencia de la Tierra SIG: primera iniciativa del Consorcio OpenGIS (OGC), año 2000.
2. Diferentes iniciativas y desarrollos para la estandarización de organizaciones catastrales:
 - a. Introducción de normas ISO en Alemania (Seifert, 2002)
 - b. Sistema Territorial Integrado Nacional de EE.UU. (FGDC, 1999, Meyer, von et al., 2001)
 - c. Iniciativas en Australia y Nueva Zelanda (LINZ, 2002, LandXML, 2002, ICSM 1999, 2002)
 - d. Iniciativa sueca: Proyecto EULIS (Ollén, 2002)
3. Informe de actividades de investigación COST
4. Federación Internacional de Topógrafos, FIG (Greenway, 2002)

En Europa existen otras iniciativas: INSPIRE es “una iniciativa para fomentar la disponibilidad de información espacial para la formulación, aplicación, seguimiento y evaluación de las políticas comunitarias”. Se han identificado como conjuntos de datos relevantes, 60 componentes de datos espaciales, agrupados en 17 temas, entre ellos la topografía, propiedad catastral, nombres geográficos y zonas administrativas, código postal, construcciones y direcciones postales, altimetría y ortofotografía. INSPIRE “tiene por objeto establecer el marco jurídico para la creación progresiva de una infraestructura de información espacial”. La iniciativa INSPIRE puede considerarse fruto del 6º Programa de Acción Medioambiental 2001-2010 de la U.E. (www.ec-gis.org/inspire).

Tras un “comienzo en falso en 2002”, en la actualidad la OGC (Open Gis Consortium) está buscando patrocinadores para la Iniciativa sobre Propiedad y Territorio, según comunicado aparecido en prensa, el 25 de marzo de 2003: “El Open GIS Consortium, Inc. (OGC) emite un llamamiento a patrocinadores para llevar a cabo actuaciones de Planificación de apoyo para el futuro desarrollo de una Iniciativa de Información sobre Propiedad e Información del Territorio (PLI) de OGC. Dicha actuación de planificación busca patrocinadores interesados en aportar inputs sobre conceptos y requisitos tecnológicos necesarios para el desarrollo de arquitecturas de red interoperativas de nueva generación que permitan la mejora para compartir datos sobre propiedad e información territorial entre entidades colaboradoras”. Y prosigue: “El objetivo principal de OGC PLI es el de fomentar un mayor entendimiento de la aplicación de especificaciones OpenGIS como respuesta al reto del acceso a la información más allá de organizaciones y

normativas. La iniciativa pretende diseñar, probar y validar la operativa de marcos arquitectónicos abiertos para redes de datos compartidas para la propiedad e información territorial. Como parte de la creciente “Red Espacial”, dichas redes facilitarán el intercambio de información entre consumidores, administraciones públicas y empresas para diversos fines. El acceso a esta información mediante Internet se basaría en especificaciones de conectividad OpenGIS y otros estándares, de acuerdo con las mejores prácticas definidas en las Infraestructuras de Datos Espaciales Nacionales y Globales e iniciativas relacionadas con la Administración electrónica. Esta iniciativa demostrará cómo las redes de bases de datos compartidas y servicios de información, basados en modelos, pueden ayudar tanto a consumidores como a ciudadanos a acceder a los datos necesarios, a las empresas a ofrecer el mejor servicio al cliente, y a las administraciones públicas a proporcionar un servicio más eficaz a los ciudadanos”.

El presente trabajo procede en el Capítulo 2 a revisar los avances conseguidos hasta la fecha en el desarrollo de un Modelo de Dominio Catastral estandarizado, basado en normas geográficas ISO y OGC (OpenGIS). Este modelo catastral se desarrolla en colaboración con el FIG y también, para la investigación, en el marco de COST (Coordinación en el campo de la Investigación Científica y Técnica) Acción G9: “Modelo de Transacciones de la Propiedad”. El Capítulo 3 plantea algunas alternativas al modelo catastral tridimensional, y el Capítulo 4 trata la naturaleza dinámica de los sistemas catastrales. Las principales conclusiones y actuaciones previstas se describen en el último capítulo.

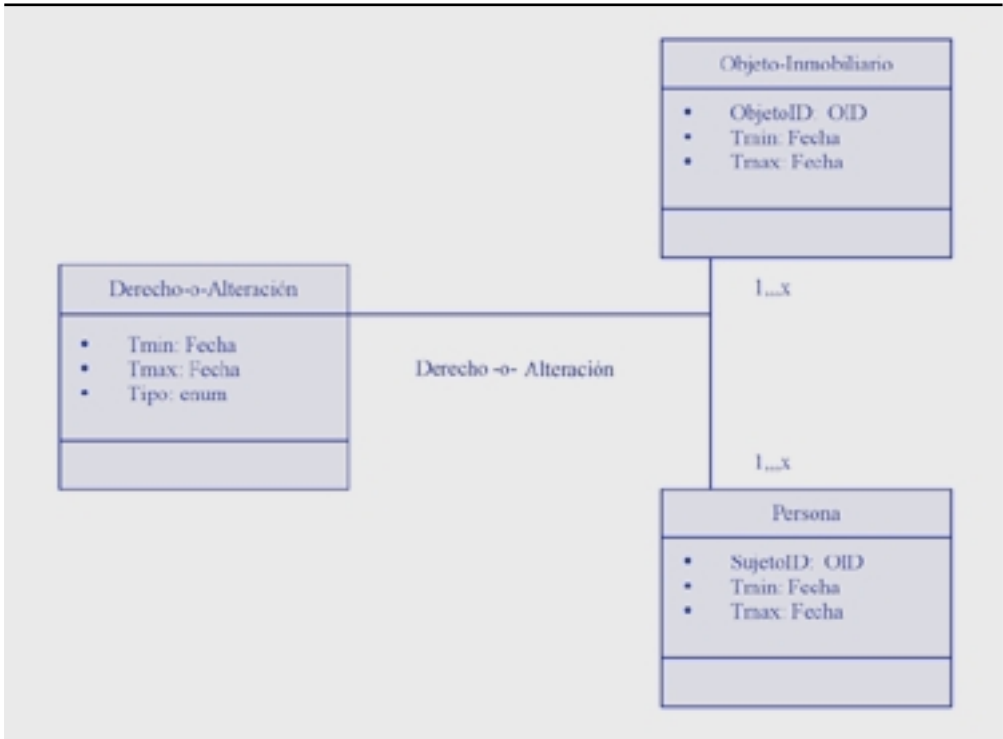
Modelo de Dominio Catastral

El núcleo del modelo de dominio catastral, ilustrado en la figura 1, representa la

parte central del modelo presentado en el seminario FIG celebrado en París en abril de 2003 (Lemmen, Van Oosterom 2003). Muestra el diagrama de clases de Lenguaje Unificado de Modelado (UML), fruto de trabajos anteriores. La relación entre objetos inmobiliarios (p.ej. parcelas) y personas (a veces denominadas “sujetos”) a través de derechos, constituye la base de toda administración territorial. Además de derechos, también pueden existir alteraciones entre los objetos inmobiliarios y las personas. La figura muestra que Derecho-o-Alteración es una clase de vinculación entre las clases Persona y Objeto-Inmobiliario. Obsérvese que se trata de una relación n-a-m, con la condición de que toda Persona debe estar vinculada con al menos un Objeto-Inmobiliario, y al revés, todo Objeto-Inmobiliario estar vinculado con al menos una Persona (indicado en el esquema UML con el múltiplo de “1...X” a ambos extremos de la relación).

Al presentar o describir un modelo, siempre surge la misma pregunta: ¿cómo describir este modelo a los expertos en ese ámbito (usuarios finales no técnicos, gestores no expertos en materia de modelos)? Esta pregunta aparece siempre en el contexto del desarrollo de modelos. Las descripciones escritas son difíciles de comprender, ya que la estructura del modelo puede no quedar visible. Como solución, se crearon esquemas de “cajas y flechas”. Pero en cuanto cambiaba el significado de estas “cajas y flechas”, se hacía difícil su comprensión general, incluso por los especialistas en modelado. Por esta razón, el Grupo de Gestión de Objetos (OMG, véase Booch, Rumbaugh, Jacobson, 1999) procedió a homologar los principales tipos de esquema y el significado de sus “cajas y flechas”. En este trabajo utilizaremos principalmente esquemas UML para describir el modelo de dominio catastral. Existen varios otros tipos de esquemas UML. Normalmente, la construcción del modelo empieza por el desarrollo de esquemas de casos de utilización

Figura 1
Núcleo del Modelo de Dominio Catastral: Persona, Derecho-o-Alteración, Objeto-Inmobiliario



(para este trabajo nos referimos a la Acción G9 de COST, “Modelo de Transacciones de la Propiedad”). En este trabajo empezamos con los esquemas de clase, por ser los más estables además de independientes en lo relativo a organizaciones y agentes. Los esquemas de clase UML se prestan bastante bien a la descripción de un conjunto formal y estructurado de conceptos, es decir, una Ontología (Gruber, 1993). Esto constituye uno de los logros principales de nuestro intento de desarrollar un modelo de dominio catastral. La experiencia (en otros ámbitos) demuestra que sigue siendo difícil interpretar estos esquemas. La solución empleada para este trabajo fue la de utilizar un “Modelo Alfanumérico”, es decir, esquemas UML encastrados en texto explicativo.

(Para más detalles y debates sobre los Modelos Alfanuméricos, con ejemplos de British Airways, véase Arlow, Emmerich and Quinn, 1998).

Un diagrama de clase UML describe los tipos de objeto y las varias clases de relación estructural que existen entre ellos, como las vinculaciones y subtipos. También muestra los atributos y operaciones de cada clase y las alteraciones que afectan la forma en que se conectan los objetos (Booch, Rumbaugh, Jacobson, 1999). El esquema de clase UML propuesto para el dominio catastral contiene clases de objeto jurídicas y administrativas, como personas, derechos, y la descripción geográfica de objetos inmobiliarios. Esto significa en principio que el

mantenimiento de datos se podría realizar por entidades diferentes, p.ej. un municipio, una agencia de planificación urbanística, topógrafos, el Catastro, agentes de compra-venta y/o el Registro de la Propiedad. De implantarse el modelo, es probable que se haga en forma de un conjunto distribuido de sistemas de (geo-) información, y que cada sistema asuma el mantenimiento y suministro de información de una parte del conjunto de datos representado en el modelo [diagrama], utilizando para ello las otras partes del mismo. Aquí reside la importancia de este modelo: diferentes organizaciones tendrán responsabilidades propias de mantenimiento y suministro de datos y se comunicarán mediante procesos estandarizados en las denominadas “cadenas de producción de valor añadido”.

No se debe estudiar el modelo en su conjunto (el conjunto de módulos, presentado al final de este Capítulo) sin antes estudiar los módulos UML, o partes coherentes del modelo, representados por diferentes juegos de colores: verde-amarillo: aspectos jurídicos/administrativos; verde-azul: clases de objetos inmobiliarios; azul-rosa-morado: aspectos geométricos/topológicos. Es probable que se desarrollen módulos adicionales. Además de permitir la presentación y documentación del modelo en partes comprensibles, otra ventaja de utilizar el sistema de módulos es que permite desarrollar y mantener los mismos de forma prácticamente autónoma. Los técnicos catastrales en los diferentes países podrán seguir desarrollando cada módulo. El modelo no está pensado para que todo se complete en un único sistema. La idea es que, si se necesita una funcionalidad que está incluida en uno de los módulos, se utilice ese módulo, en vez de abordar su desarrollo de forma independiente, lo que además permite la comunicación eficaz con terceros. El desarrollo de los módulos básicos puede también contratarse a proveedores externos de software:

existen varios ejemplos de suministro por proveedores GIS, como ESRI, en diversos campos: agricultura, mapas topográficos, biodiversidad y conservación, defensa, energía eléctrica, instalaciones medioambientales reguladas, silvicultura, geología, conservación histórica, hidrografía/navegación, marítimo, petróleo, conductos arquitectura de sistemas, telecomunicaciones, planificación urbanística, suministro de agua, recursos hidráulicos. Un ámbito de interés para ESRI es el Catastro 2014 (Kaufmann, Steudler, 1998) y hemos adoptado sus principios en nuestro planteamiento. Los siguientes apartados ofrecen una descripción más detallada de cada uno de los módulos.

Tipos de Objeto-Inmobiliario: clases detalladas de objeto

El rango Objeto-Inmobiliario es un rango abstracto, es decir, no representa objetos específicos. Se desglosa en subclases especializadas, que si corresponden a contenidos, como Parcela, Manzana (Parcelaria), Subparcela, Volumen-de-Propiedad, Área-de-Alteración, Unidad-Urbana, e Inmueble-Impropio. En un esquema de clase UML, estas subclases apuntan a la clase genérica mediante una flecha de cabeza abierta. Las subclases son mutuamente excluyentes. Las especializaciones de la clase Objeto-Inmobiliario están representadas en el módulo “azul” –véase la figura 2–. Todas las subclases de Objeto-Inmobiliario se asocian con una o más Personas mediante el vínculo Derecho (Limitación). Las Parcelas también forman parte de una división bidimensional de superficie (véase apartado 2.4), pero no todas ellas tienen vinculación directa con Personas. Existen unas parcelas, denominadas Parcelas-de-Servicio en el modelo, que tienen vínculo directo únicamente con dos o más Parcelas principales (en holandés, *mandeligheid*). Esto significa que una Par-

cela-de-Servicio sirve a otras Parcelas, por ejemplo, una instalación común, como un camino o un parque infantil. Este vínculo está representado por una línea recta en el esquema UML. Se puede considerar como una clase de propiedad común a través de las Parcelas (principales). En el esquema UML, tanto la Parcela como la Parcela-de-Servicio son subclases de la Parcela-Partición, que en su conjunto representan la división del ámbito bidimensional. El rango Parcela-Partición, al igual que Objeto-Inmobiliario, es un rango abstracto, sin contenido propio. Observe que Parcela se alimenta de múltiples fuentes (de Objeto-Inmobiliario y Parcela-Partición, ambas clases abstractas).

Una Manzana (Parcelaria) está compuesta por un conjunto de Parcelas. El hecho de que el múltiplo en el lateral de la Manzana (Parcelaria) sea 0.1 (en su vínculo con Parcela) significa que es una clase opcional. Puede darse la situación de Manzana (Parcelaria) en un sistema donde un conjunto de Parcelas –en un mismo municipio o incluso en otro ámbito administrativo– sea objeto de derecho o de uso, p.ej. que el conjunto tenga una única hipoteca. Una Parcela puede subdividirse en dos o más Subparcelas. Esta situación se da cuando se crean Parcelas “preliminares” durante una operación de transmisión (segregación), subdividiendo la Parcela original y la inspección [catastral] se realiza con posterioridad. También es útil para la planificación sobre cartografía catastral, cuando el establecimiento de Parcelas *in situ* se realiza con posterioridad. Obsérvese que el modelo emplea un vínculo compuesto, indicando que los componentes (de la clase Subparcela) no tienen significado/entidad sin la clase vinculada (Parcela), representada por un rombo cerrado.

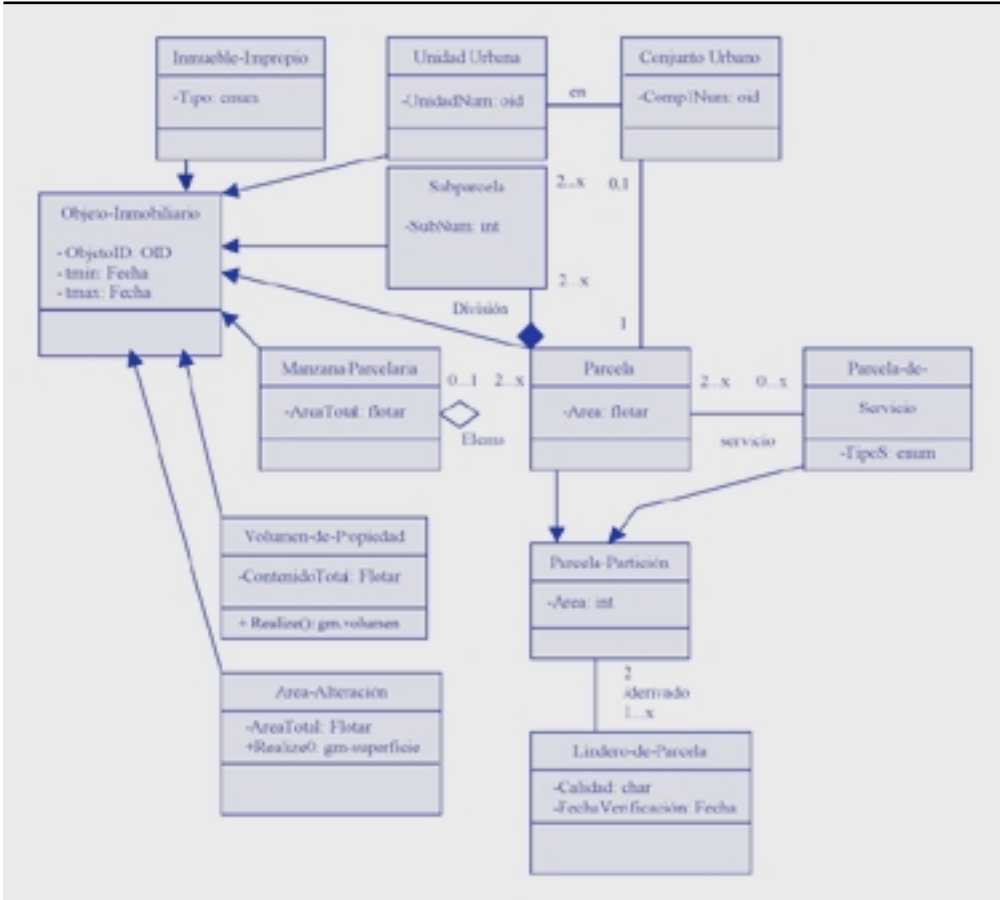
Un Conjunto-Urbano tiene vinculación con una o más Parcelas. No puede existir más de un Conjunto-Urbano en una Parcela. Puede haber dos o más Unidades-Urbanas en un Conjunto-Urbano. Cuando en

un vínculo, el múltiplo de una clase sea uno (1), no se expresa el múltiplo en el esquema UML al lado de Conjunto-Urbano en su vínculo con Unidad-Urbana. Obsérvese que el término “Unidad-Urbana” tiene un sentido amplio, refiriéndose no sólo a vivienda sino a otros usos, p.ej. local comercial. Es decir, se incluyen en esta clase todas las unidades de construcción con entidad jurídica/regstral.

Las Parcelas están definidas por Linderos-de-Parcela y tienen una descripción geométrica/topológica (Van Oosterom, Lemmen, 2001). La clase Lindero-de-Parcela tendrá siempre dos Parcelas-Partición vecinas, mientras que los Linderos-de-Parcela territoriales tienen una Parcela-Cero de vecino, representando el terreno que la delimita. Puede haber más de un Lindero-de-Parcela entre dos Parcelas-Partición vecinas, según los atributos y la configuración geométrica. Desde la óptica territorial este planteamiento sirve para gestionar tanto enclaves como territorio fuera de ellos desde la óptica territorial. En general, este sistema implica que las Parcelas-Partición individuales, y por tanto también las clases derivadas, Parcela y Parcela-de-Servicio, no aparezcan como “polígonos cerrados”. Los atributos pueden vincularse a linderos individuales –permite, por ejemplo, la clasificación de linderos individuales basada en la subdivisión administrativa del territorio–. De esta manera se evita el almacenamiento doble, triple o múltiple del mismo, evitando también toda clase de problemas de vacíos y solapes que no reflejan la realidad.

En la mayoría de los sistemas catastrales, una parcela puede sufrir diversos tipos de alteración, circunstancia que se ha tenido en cuenta en el modelo: respecto de un Objeto-Inmobiliario, una persona puede ejercer un derecho que de origen a una alteración (existen también las alteraciones-públicas, véase 2.5). Sin embargo, esto puede tener inconvenientes en algún caso concreto: “algo” puede

Figura 2
Módulo de Objeto-Inmobiliario (Mejorado) (Zona Azul)



causar la alteración en varios Objetos-Inmobiliarios y en tal caso, sería necesario repetir este dato varias veces (con el consiguiente riesgo de error). Además, una alteración puede afectar únicamente a una parte del Objeto-Inmobiliario, sin que se haya registrado (aún) de qué parte se trata. Esta situación se solucionaría mejor introduciendo un nuevo rango (además de la división sobre plano de las Parcelas-Partición) de Áreas-de-Alteración (similar a "Catastro 2014", Kauf-

mann and Steudler 1998, Kaul and Kaufman 2003). Estas tendrían la consideración de Objetos-Inmobiliarios que "solapan" otros Objetos-Inmobiliarios, "recortando" de éstos últimos una parte de los derechos vinculados. Recomendamos mantener únicamente los derechos "positivos", y no reflejar expresamente (para una Persona) que otra Persona posee parte de los derechos, en aquellos casos en los que se conoce el titular "positivo" del derecho (véase también el apar-

tado 2.4). Esto se puede hacer mediante la inspección de todos los derechos vinculados con el Objeto-Inmobiliario y las Áreas-de-Alteración que lo solapan. Obsérvese que las Áreas-de-Alteración están modeladas como polígonos cerrados (y toman sus coordenadas de Puntos-Topográficos, véase el apartado 2.3) y que no existe una topología explícita entre las Áreas-de-Alteración, es decir, se permite que se solapen (lo normal es que no compartan linderos comunes como en el caso de las Parcelas).

Debido a la presión existente sobre el uso del espacio, son cada vez más las situaciones que se representarían mejor con un modelo tridimensional. Normalmente, una Parcela bidimensional (2D) representa toda la columna tridimensional desde el centro de la tierra, atravesando la superficie y llegando hasta el cielo. Los Volúmenes-de-Propiedad expresados en tres dimensiones “recortan” una parte de este espacio a favor de otra Persona (el comprador de un Volumen-de-Propiedad 3D). Un Volumen-de-Propiedad puede solaparse con muchas Parcelas (de nuevo, esto puede obtenerse mediante el solape espacial). Igual que para las Áreas-de-Alteración, recomendamos que se refleje únicamente la parte “positiva” del registro, sin repeticiones. Los Volúmenes-de-Propiedad se modelan sin topología externa, pero con topología interna obtenida mediante diferentes tomas de referencia al mismo Punto-Topográfico, cuando éste se comparte entre las diferentes caras de un poliedro. Los Volúmenes-de-Propiedad no deben solaparse en un espacio 3D. Sin embargo, su proyección en un espacio bidimensional se puede solapar. En la mayoría de los casos, los Volúmenes-de-Propiedad no compartirán cara con otros Volúmenes-de-Propiedad explícitos (como ocurre en la proyección 2D de las Parcelas-Partición). Si resultase errónea esta hipótesis, entonces será necesario introducir un modelo estructu-

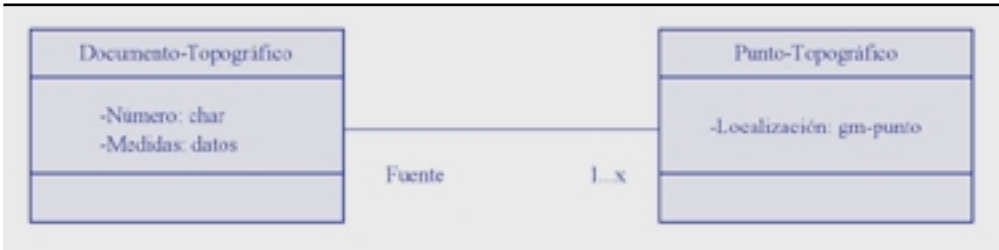
rado de topología tridimensional. (Más información y debate sobre la alternativa de modelación catastral 3D se puede encontrar en el Capítulo 3).

La clase Objeto-Inmobiliario-Impropio puede resultar útil en aquellos casos donde aún no existe una descripción geométrica completa del Objeto-Inmobiliario. Por ejemplo, cuando se dispone de una única coordenada dentro del Objeto-Inmobiliario, utilizando imágenes de satélite o GPS. También es el caso de derechos de pesca en una zona común (reflejada como Parcela-Servicio) cuando el Titular del derecho de pesca no lo es (o ya no lo es) de los derechos de una parcela territorial en la zona.

Clases Topográficas

Las clases de objeto relacionadas con la topografía se presentan en color rosa: véase la figura 3. Una topografía catastral se recoge en un Acta de Verificación, documento jurídico que se levanta *in situ*. Lo relevante es que se trata de un documento firmado. En un entorno totalmente digitalizado, la oficina local del Catastro tendría que tramitar la firma digital, siempre que ésta tenga reconocimiento legal. Por lo demás, los documentos físicos deben considerarse como parte integral del sistema catastral. Los expedientes con información topográfica –distancias, orientación, y control geodésico referido– son atributos del Documento-Topográfico, las medidas. El Documento-Topográfico tiene vinculación con Lindero-de-Parcela y el Punto-Topográfico. Por su múltiplo se sabe que un Documento-Topográfico puede tener vinculación con varios Puntos-Topográficos. Si se observa un Punto-Topográfico en diferentes momentos a lo largo del tiempo, tendrá vinculados diferentes Documentos-Topográficos. Por otra parte, si un Punto-Topográfico se observa desde posiciones diferentes durante una medición, tendrá vinculación con un único Documento-Topográfico.

Figura 3
Módulo Topográfico (Rosa)



Geometría y Topología – clases importadas de OpenGIS

Las clases de objeto que describen la geometría y la topología se presentan en color morado – véase la figura 4–. El Modelo de Dominio Catastral se basa en estándares geométricos y topológicos reconocidos y disponibles, publicados por ISO y OGC (ISO, 1999a, 1999b, OpenGIS Consortium 1998, 2000a, 2000b, 2000c y 2000d). La geometría se basa en los Puntos-Topográficos (principalmente después de la geo-referenciación, según sea el sistema de recopilación de datos: cinta, estación completa, GPS, etc.) y se vincula con las clases tp_nódulo (nódulo topológico) y tp_borde (extremo topológico) para describir los puntos “forma” intermedios entre nódulos, basados métricamente en Puntos-Topográficos. El vínculo entre un Lindero-de-Parcela y el Documento-Topográfico se deriva mediante las clases de Punto-Topográfico, tp_nódulo y tp_borde.

Las Parcelas se describen geométricamente en 2D. Una Parcela corresponde exactamente al tp_cara en una estructura topológica (según definición de ISO TC211 y OpenGIS Consortium). Una cara está cerrada por sus bordes en 2D. Un borde se relaciona exactamente con un Lindero-de-Parcela, que puede contener atributos no geométricos según se explica en el apartado 6.2. Todo borde tiene exactamente dos extremos, representados en tp_nódulos.

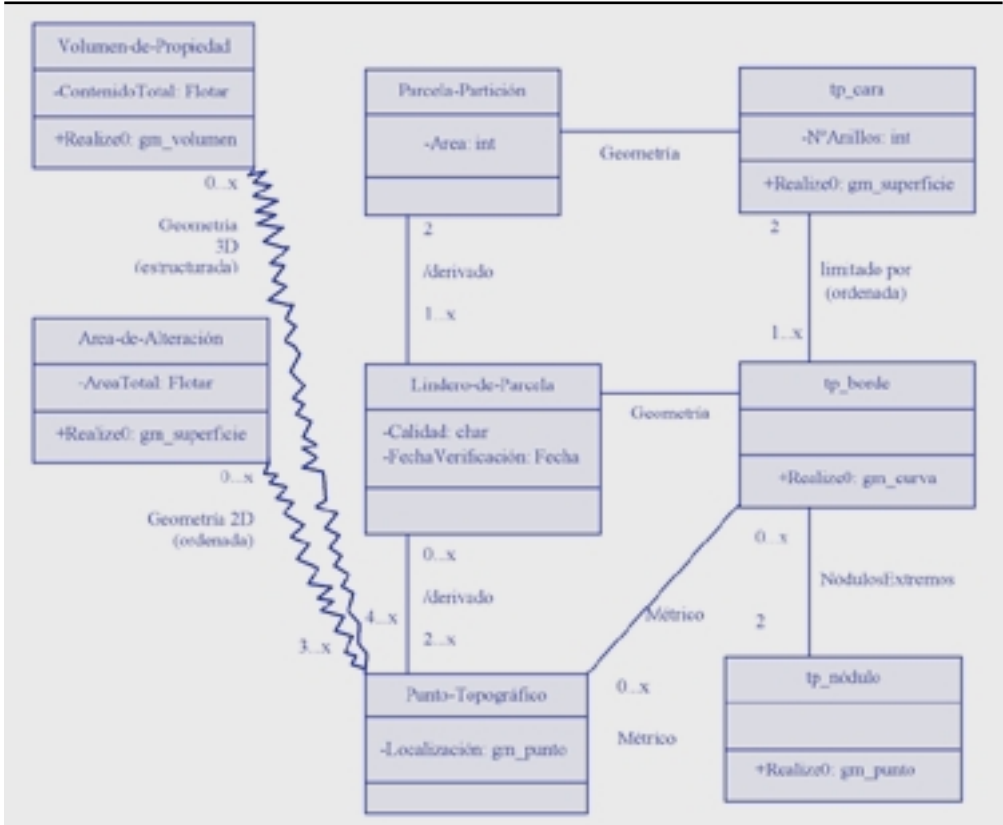
También puede tener varios puntos intermedios. Tanto los puntos intermedios como los nódulos se vinculan con los Puntos-Topográficos. Los primitivos topológicos tp_cara, tp_borde y tp_nódulo disponen de un proceso (una operación) denominado “Realize” que puede utilizarse para recuperar una representación métrica completa.

Existen dos niveles geométricos adicionales, que no se basan en una estructura topológica explícita. Se encuentran en las clases Área-de-Alteración y Volumen-de-Propiedad, respectivamente. Al igual que en el nivel topológico/geométrico de la Parcela-Partición, todas sus coordenadas se toman de los Puntos-Topográficos. El proceso “Realize” también está disponible en las clases Área-de-Alteración y Volumen-de-Propiedad para recuperar la geometría completa y explícita, gm_área y gm_volumen, respectivamente. Se define el Volumen-de-Propiedad desde al menos 4 Puntos-Topográficos no recogidos sobre plano: esto resultaría en un tetraedro, el objeto tridimensional más simple. El Área-de-Alteración se define desde 3 o más Puntos-Topográficos, que deben ubicarse en el mismo plano horizontal (de la superficie terrestre).

Clases Jurídicas/Administrativas

Las clases de objeto presentadas en amarillo representan aspectos jurídico.../administrativos –véase la figura 5–. Todas las

Figura 4
Módulos de Geometría, Topología y otros relacionados (Morado)

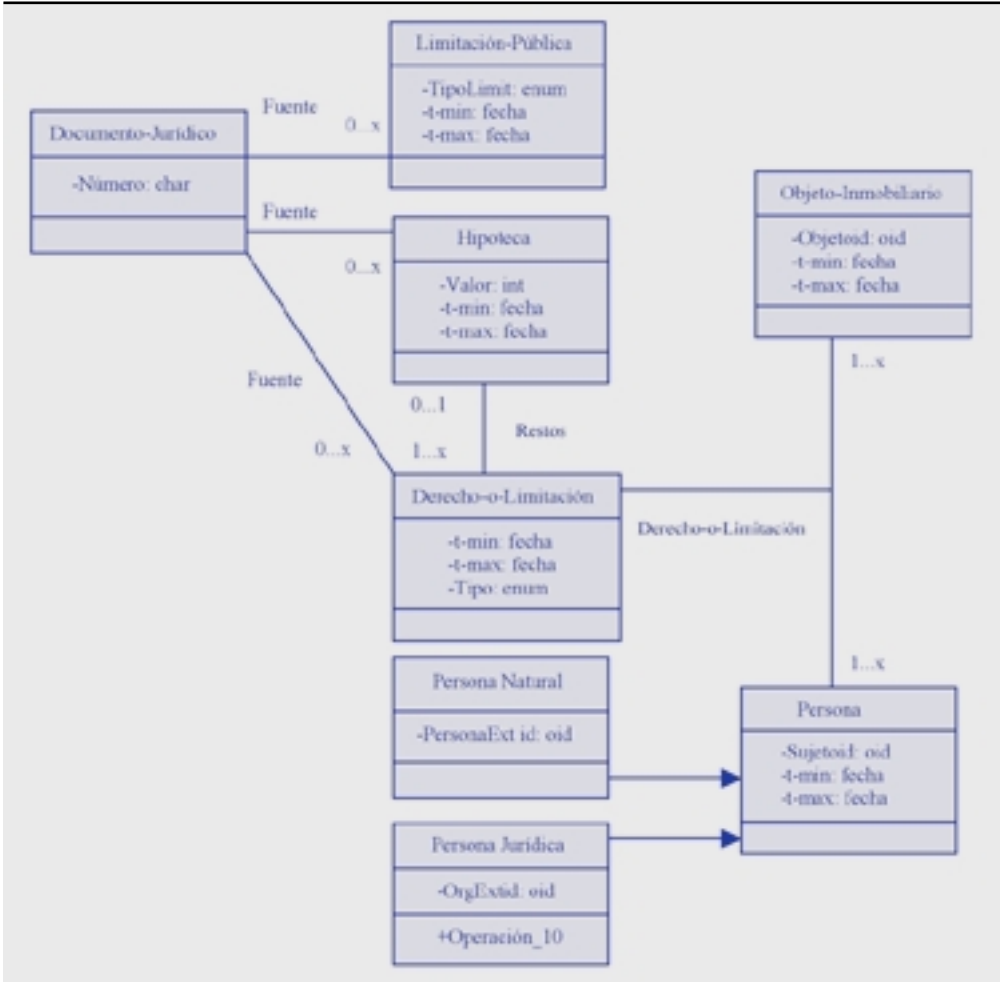


actualizaciones asociadas con Derechos-o-Limitaciones tienen su origen en Documentos-Jurídicos. En principio, los datos jurídicos no se cambiarán sin la presentación de un Documento-Jurídico. Los datos principales de un Documento-Jurídico se vinculan con las clases Derecho-o-Alteración, Hipoteca, o Alteración-Pública. Un único documento jurídico puede originar múltiples tipos de estas tres clases e incluso puede crear una mezcla de las tres. Por el contrario, un Derecho (Alteración), Hipoteca, o Alteración-Pública siempre tendrán como fuente documental un único Documento-Jurídico.

Cada país tiene un sistema diferente de derechos territoriales, que regulan su realidad social en cuanto a derechos (y limitaciones) territoriales en su ámbito. Existe, además, gran variedad de figuras jurídicas en la mayoría de países, y aún existen diferencias considerables respecto al significado exacto de derechos iguales entre derechos de los distintos países. No obstante, se pueden distinguir ciertas categorías de derechos sobre la tierra.

- En primer lugar, el principal derecho jurídico, conocido como propiedad, titularidad, o propiedad absoluta

Figura 5
Clases jurídicas / administrativas (amarillo) y clases de Persona (verde)



- b) Segundo, los derechos derivados de la categoría anterior, permitiendo al Titular del derecho derivado el uso del conjunto de la propiedad (a menudo limitado a un uso concreto, por ejemplo, como vivienda o como granja).
- c) Tercero, los derechos menores que permiten a sus titulares algún uso

- menor sobre la propiedad de otro, por ejemplo, el derecho de paso. Esta categoría puede denominarse de servidumbre, e incluye también el derecho a limitar ciertas actuaciones o la construcción en terrenos cercanos, p.ej. el derecho de vistas.
- d) En cuarto lugar están los derechos de seguro y garantía, que permiten

emplear algunos de los derechos mencionados anteriormente para ejercerla, normalmente para créditos bancarios, por ejemplo los créditos hipotecarios.

Los derechos citados pertenecen en su mayoría al ámbito del derecho privado. Normalmente un derecho se crea como consecuencia de un acuerdo entre la persona que adquiere el derecho y la persona que pierde algo (cuyo derecho se ve limitado por el derecho de nueva creación). Los derechos y limitaciones recogidos en este trabajo, por lo general siguen teniendo validez, incluso si se produce un cambio en sus [titulares] después de creado y registrado el derecho. En muchos países, este derecho se conoce como derecho *in rem*. Existen diferencias de planteamiento entre sistemas jurídicos y registrales sobre si estos derechos (con excepción de aquellos incluidos en el punto a), deben formularse y registrarse como derecho del titular, como limitación del derecho (u objeto) de donde tienen origen, o ambas cosas. Esta última solución es arriesgada desde la óptica de la gestión de datos, ya que puede dar lugar a errores.

Toda vez que los derechos de propiedad y titularidad se fundamentan en legislación estatal, pueden resultar de utilidad las tablas de comprobación. Por ejemplo, el derecho de “propiedad” puede referirse a la propiedad noruega, sueca, etc. Así mismo se pueden incluir derechos consuetudinarios relacionados con una región, o el derecho “no jurídico”; desde el punto de vista del modelo, no es una cuestión relevante. Por supuesto, para la implantación del modelo en un país o región, es muy importante.

Además de las limitaciones del derecho privado, muchos países cuentan también con limitaciones de ámbito público, impuestas normalmente por una administración local. El titular del derecho es un ente abstracto (“el Estado” o “la sociedad”),

y mayormente tienen consideración de limitaciones. Algunas tienen relación con un Objeto-Inmobiliario específico (o derecho vinculado) o con un pequeño grupo de Objetos. Por ejemplo, la mayoría de derechos preferentes de compra, los impuestos obligatorios para obras de mejora de carreteras, o la obligación de reparar daños o realizar trabajos de mantenimiento atrasados. Otras tienen aplicación sólo en zonas específicas, por ejemplo, en temas como contaminación del suelo, terrenos anegados, reclasificación de terrenos (sobre todo para la urbanización de zonas rurales).

Cada categoría de limitación tiene lugar propio en el Modelo del Dominio Catastral. Las alteraciones públicas de aplicación específica pueden registrarse en Área-de-Alteración, sin vínculo con un titular concreto. Obviamente, es necesario incluir los documentos en los que se basan dichas alteraciones. Las alteraciones públicas aplicables a Objetos-Inmobiliarios pero sin un claro beneficiario, se registran como Alteraciones-Públicas. Las demás alteraciones deben registrarse en la clase más apropiada a cada caso como derechos en nombre de su Titular, aunque en algunos países no se especifica el titular de algunos derechos (o el titular del derecho es un Objeto-Inmobiliario vecino, independientemente del Titular del inmueble). En tales casos la alteración se registrará en el Objeto-Inmobiliario, a menudo sin vínculo con una Persona. No obstante, los derechos principales suelen estar a nombre de una Persona (propiedad, arrendamiento, o usufructo). Los derechos de seguro o garantía varían según cada legislación nacional. A veces se registra el titular del derecho (p.ej. un banco), y en otros únicamente se registra la alteración, informando a terceros interesados que ya existe un derecho de seguro o garantía sobre el Objeto-Inmobiliario (habitualmente se asegura una cantidad fija, que a menudo se registra, pudiendo crearse una segunda o tercera hipoteca). Para cada Derecho (Alteración), es importante explicar cómo se debe regis-

trar. En todos los casos, debe vincularse al Documento-Jurídico correspondiente. Por último, hay que recordar que en la mayoría de países pueden existir derechos de uso y de seguro o garantía que quedan totalmente fuera del sistema de registro. Estos, denominados intereses absolutos, son válidos, también contra terceros, sin registro. Algunos ejemplos son los contratos de alquiler de corta duración, ciertos acuerdos de arrendamiento agrícola, y derechos de retención impuestos por las autoridades fiscales.

La Persona es una clase abstracta, y tiene como subclases la persona natural y jurídica (organizaciones, empresas, cooperativas y otras entidades que forman estructuras sociales). Una persona natural no puede ser una Persona jurídica, y viceversa. Es decir, la personal natural y la persona jurídica son mutuamente excluyentes.

El Derecho (una subclase del atributo Derecho [Alteración]) es un vínculo obligatorio entre el Objeto-Inmobiliario y la Persona, no siendo obligatorio en casos de limitación (la segunda subclase de Derecho-o-Alteración). Por ejemplo, un gravamen sólo se vincula con el terreno, el Objeto-Inmobiliario.

La clase Derecho-o-Alteración da entrada a los derechos compartidos cuando un grupo de personas sean titulares de una parte indivisa de un derecho completo.

Historia y Aspectos Dinámicos

Hay dos maneras de modelar los resultados de los sistemas dinámicos (cambios discretos en el estado del sistema): por *acciones* y por *situación*:

En el modelo basado en acciones, las transacciones se modelan con entidad propia dentro del sistema (con su propia identidad y conjunto de atributos). Cuando se conoce la situación de comienzo y todos las acciones, es posible reconstruir cada situación anterior, atravesando la cadena de acciones. También se puede representar la situación actual, sin mantener la situación

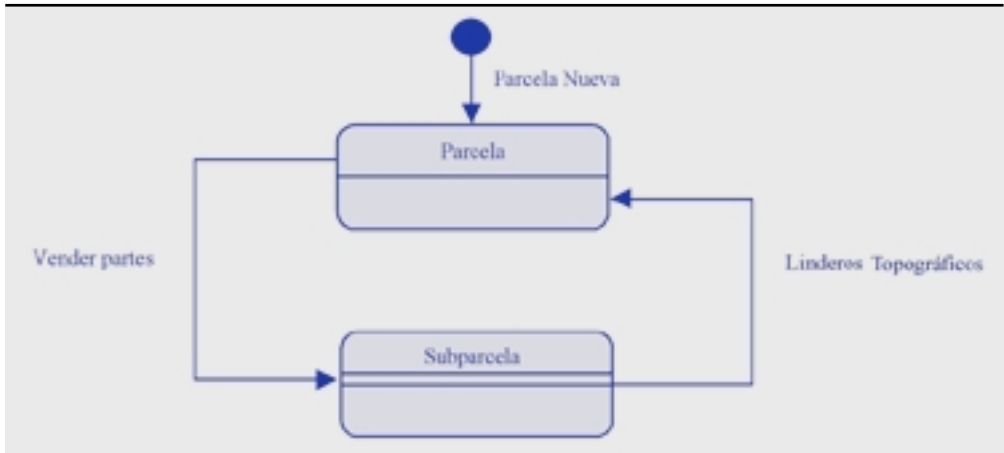
de comienzo (y retroceder en el tiempo mediante la “inversión” de acciones).

En el modelo por situación, lo único que se modela explícitamente son las situaciones (es decir, los resultados): a cada objeto se le asigna un mínimo de dos fechas/tiempos, que representan el intervalo de tiempo de validez de ese objeto. Mediante la comparación de dos situaciones sucesivas, se puede reconstruir qué ha ocurrido como resultado de una acción específica. Es sencillo hallar una situación en cualquier momento, con solo seleccionar el objeto por su intervalo (t_{min} - t_{max}).

Nuestro modelo utiliza un sistema híbrido, con elementos de ambos modelos (acciones y situaciones). Los documentos (jurídicos y topográficos) son la representación explícita de las acciones (transacciones). Sin embargo, las consecuencias de estas acciones se representan en las situaciones de los objetos asociados (con atributos t_{min} y t_{max}). Para las nuevas inscripciones, se asigna un t_{min} igual al momento del registro/transacción, y t_{max} igual al valor máximo (entero). Para eliminar una entrada, se asigna un t_{max} igual al momento de registro/transacción. Para la actualización de uno o más atributos, se crea una entrada nueva (copiada de la antigua, con los valores de los nuevos atributos) con t_{min} igual al tiempo de registro/transacción y t_{max} igual a valor máximo. A la entrada antigua se asigna un t_{max} igual al momento de registro/transacción. Este sistema permite hallar la representación espacial en cualquier momento t anterior, así como todas las actualizaciones entre un momento t_1 y t_2 . Además de los tiempos de registro/transacción, pueden incluirse también las fechas reales de observación in situ para la gestión del historial.

Obsérvese que estos atributos t_{min} y t_{max} vuelcan en casi todos los objetos a través del Objeto-Inmobiliario, el Derecho (Limitación), o la Persona. Otra opción consistía en introducir un nuevo rango (Objeto-Temporal con t_{min} y t_{max}) cuyos atributos temporales volcaran en las tres

Figura 6
Esquema de la situación de la división de una Subparcela. Si se vende una parte de la parcela, ésta se divide en varias Subparcelas, que sólo volverán a ser Parcelas tras la verificación catastral de sus linderos



clases mencionadas (esto no se hizo principalmente por razones de *Legitability*). Además de los modelos por acciones y por situaciones, es posible modelar los vínculos “padre-hijo” (linaje) entre objetos catastrales, por ejemplo, en el caso de la subdivisión de una parcela catastral. Sin embargo, dado que estos vínculos pueden derivarse igualmente de un solape espacio-tiempo, se decidió no complicar más el modelo con relaciones explícitas padre-hijo.

Además del modelado de datos de los procesos dinámicos dentro del ámbito catastral, está la cuestión de cómo se relacionan las funciones y procesos entre sí. Hasta ahora, este proyecto se ha centrado en el esquema UML, es decir, el aspecto estructural. El esquema UML debe complementarse con nuevos esquemas que cubran otros aspectos, p.ej. los esquemas de situación (uso, secuencia, colaboración, situación o actividad). La figura 6 muestra un esquema de estado de la división de una parcela. Los esquemas de actividad describen cómo se relacionan los procesos y la

información (datos), y cómo fluyen entre sí. En todos los demás tipos de esquema UML mencionados anteriormente, los actores u organizaciones juegan un papel relevante, y esto puede depender del sistema de cada país. La introducción de las diferentes “etapas” de una Parcela (punto único, imagen, topografía), de un Derecho (inicio, tenencia, propiedad) y de una Persona mostrarían aún mejor la naturaleza dinámica del sistema. (Se pueden encontrar otros debates sobre los aspectos dinámicos de un sistema catastral en el Capítulo 4).

Desarrollo

Según lo indicado al comienzo de este Capítulo, esta tercera versión del Modelo Básico del Dominio Catastral es tan solo una propuesta y posible punto de partida hacia un modelo definitivo estandarizado. Queda mucho por hacer (y quizá por modelar a través de módulos adicionales o mejoras). Otros posibles áreas de desarrollo son:

- Puntos-de-Referencia-Geodésica, como subclase de Punto-Topográfico. Esto convertiría al Punto-Topográfico en una clase abstracta, a desglosar en Puntos-de-Verificación-Catastral y Puntos-de-Referencia-Geodésica. Otra especialización a desarrollar sería el Punto-Central-Catastral para aquellos casos en los que se dispone de un único punto de una Parcela o Objeto-Inmobiliario-Impropio (véase Jackson 2002).
- Unidades administrativas de mayor rango (a añadir: secciones, municipios ...) y su relación con las unidades de rango menor. En lo posible, debe evitarse el almacenamiento duplicado de datos geométricos y topológicos.
- Consolidación y reforma del suelo, desarrollo urbanístico, catastros urbanos y rústicos
- Vínculos con registros externos, que incluirían
 1. Personas (vía NIF u otra identificación oficial)
 2. Empresas/organizaciones (p.ej. Cámara de Comercio)
 3. Direcciones y códigos postales, relacionadas con objetos y sujetos.
 4. Construcciones o datos topográficos, relacionados con datos catastrales base.

Figura 7. El modelo básico catastral “al completo, versión 3.0. (http://www.eulis.org/pdf/4_annex5.pdf)

Alternativas/extensiones tridimensionales

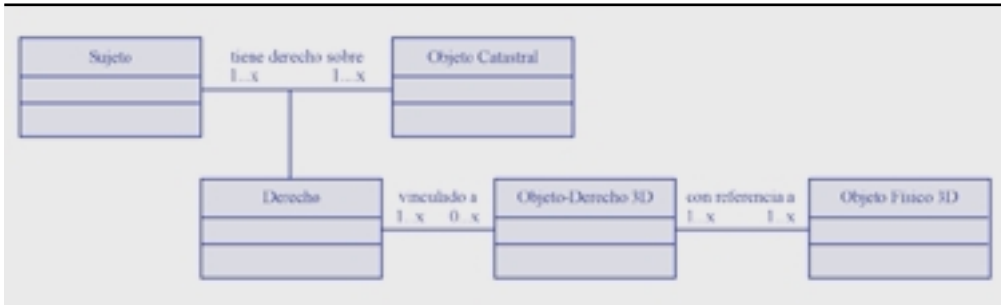
Los sistemas actuales de registro catastral, basados en parcelas bidimensionales descritas a partir de datos topológicos y geométricos, presentan limitaciones para conocer la localización 2D y 3D de las

construcciones 3D (tuberías, túneles, complejos de edificios) y la dimensión vertical (profundidad y altura) de los derechos establecidos para las construcciones tridimensionales (Stoter and Ploeger, 2002; Stoter and Ploeger, 2003). En el Capítulo anterior, presentamos la clase Volumen-de-Propiedad, pero este concepto necesitaría un cambio sustancial de la normativa en la mayoría de países. Por lo tanto, en este Capítulo proponemos algunas alternativas para situaciones 3D (con menor impacto legal y basados en el concepto conocido de la parcela 2D), con sus correspondientes esquemas UML. Los sistemas actuales de registro catastral no permiten conocer los volúmenes jurídicos en tres dimensiones, y tampoco hallar las construcciones en sí, por ejemplo, no es posible preguntar “¿quién es el propietario de este túnel?”. Para superar estas limitaciones, es necesario incorporar el aspecto tridimensional al Modelo de Datos Catastrales. La investigación sobre un catastro tridimensional introduce dos alternativas a Volumen-de-Propiedad del Modelo de Datos Catastrales (Stoter and Ploeger, 2002; Stoter and Ploeger, 2003), que se describen a continuación).

Registro de la extensión tridimensional de derechos

La primera alternativa trata de una simple extensión del modelo base: la introducción de un Objeto-Derecho tridimensional. El Objeto-Derecho 3D es la representación tridimensional de un derecho que se establece sobre una parcela para una construcción 3D (Stoter and Ploeger, 2002). El ámbito bidimensional de un Objeto-Derecho 3D es el Límite-de-Parcela. Los límites máximo y mínimo del Objeto-Derecho 3D son los límites máximo y mínimo del espacio objeto del derecho. El Objeto-Derecho 3D proporciona información sobre la dimensión vertical

Figura 8
Esquema UML de objetos-derecho 3D



de los derechos establecidos. Por ejemplo, cuando un túnel de ferrocarril atraviesa una parcela y se establece un derecho de superficie sobre esa parcela, el Objeto-Derecho 3D es la descripción tridimensional del espacio cubierto por ese derecho (véase la figura 9). Para este ejemplo se crearon nuevos límites parcelarios ficticios para evitar que las subparcelas que no se solapan con el túnel se vieran afectadas por un derecho de superficie. Mediante el Objeto-Derecho 3D es posible comprobar los derechos establecidos para una construcción subterránea, además de la profundidad y altura de la construcción, datos que no se pueden ver en los mapas catastrales convencionales. El esquema UML de objetos-derecho 3D se muestra en la figura 8. Se mantiene un objeto-derecho 3D para cada derecho establecido sobre una “parcela compleja” (cuando una sola parcela es utilizada por más de una persona), que describe el derecho de forma tridimensional, también recogido en el DBMS.

Un objeto-derecho 3D puede tener vinculación con más de un derecho, p.ej. si el túnel es propiedad de dos sujetos. Así mismo, un objeto-derecho 3D puede tener vinculación con más de un objeto físico, p.ej. si dos túneles propiedad de un único sujeto atraviesan una parcela, y se

establece un único derecho para ambos. Se pueden hallar todos los objetos-derecho 3D pertenecientes a un único objeto físico, ya que se referencian al mismo objeto físico 3D. La propiedad de hecho de un volumen espacial puede hallarse trazando el/los sujeto(s) titular(es) del derecho vinculado(s) con el objeto-derecho 3D. El Modelo de Datos requeriría ciertos ajustes comparado con el modelo catastral actual, pero el principio de parcelas 2D como objetos básicos seguiría siendo el mismo. El registro de un objeto-derecho 3D no se realizará cuando un único sujeto tiene derecho absoluto sobre la parcela. Para el túnel, el registro de objetos-derecho 3D no tendría lugar si el Ministerio de Transportes y Obras Públicas fuera propietario de la parcela de intersección. Esto lleva a lagunas en el registro tridimensional, como se ve claramente en las figuras 9b y 9c. La figura 9b muestra la situación cuando se crean nuevas parcelas y algunas de éstas son propiedad del Ministerio. Para esas parcelas, no se creará un objeto-derecho 3D (ya que el Ministerio es titular único de toda la columna de la parcela). La situación es incluso menos clara en la figura 9c. Este sería el caso cuando ambas parcelas y las parcelas originales sin dividir tienen un único titular.

Figura 9. Objetos-derecho 3D que representan la extensión tridimensional de los derechos establecidos sobre parcelas 2D para un túnel de ferrocarril propiedad del Ministerio. Figura (a) (superior izquierda): todas las parcelas están sujetas al derecho de superficie; se crean nuevas parcelas para las parcelas de intersección. Figura (b) (superior derecha): igual que la figura (a), pero ahora, las tres nuevas parcelas son propiedad absoluta del Ministerio. Figura (c) (inferior): las tres parcelas de nueva creación son de propiedad absoluta, dos parcelas sin dividir son de propiedad absoluta. Todas las demás parcelas (nuevas) están sujetas al derecho de superficie. (http://www.eulis.org/pdf/4_annex5.pdf)

Registro del espacio jurídico de un objeto

¿Cómo conocer la localización del túnel y evitar lagunas en su inscripción? La única solución sería el registro de la construcción en su totalidad, como se demuestra para el túnel de ferrocarril en la figura 10. Esta sería la solución óptima para el registro de situaciones tridimensionales, como es la segunda de las opciones propuestas; registrar el objeto físico 3D junto con una descripción espacial del espacio jurídico del objeto. El espacio jurídico es el espacio relevante para el Catastro (límite del objeto), normalmente mayor que la extensión física del objeto en sí (en este ejemplo, incluye zona de garantía). Debe subrayarse que esta solución no contempla la posibilidad de registrar objetos físicos 3D como objetos-inmobiliarios. El registro catastral de la situación jurídica de los inmuebles sigue basándose en la parcela 2D.

Figura 10. Registro del espacio legal del túnel de ferrocarril. La línea de puntos representa la trayectoria del túnel en la superficie. Obsérvese que las parcelas no se subdividen. (http://www.eulis.org/pdf/4_annex5.pdf)

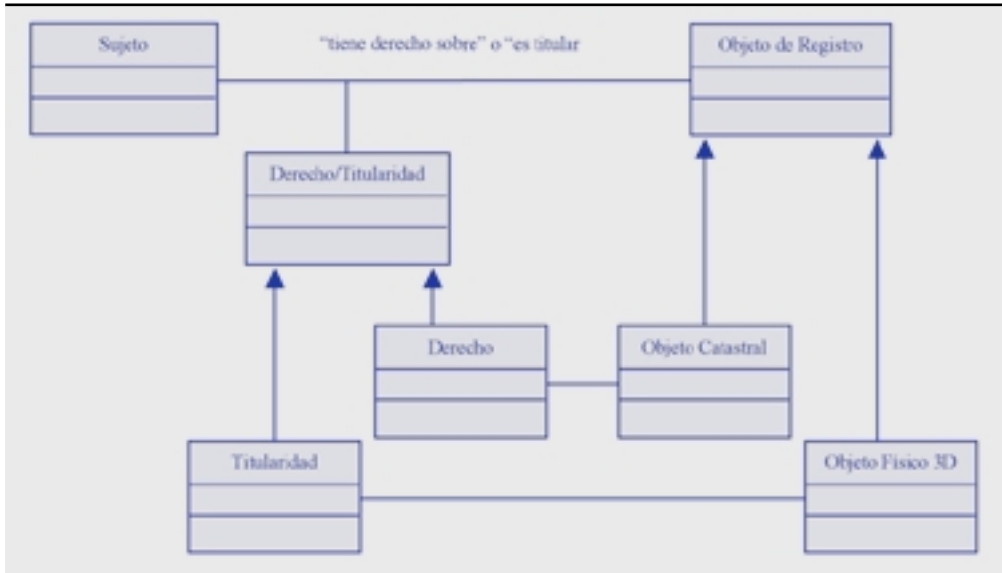
El esquema UML de este tipo de registro se muestra en figura 11. Además de parcelas (objetos catastrales), se registran también los objetos físicos 3D. El titular del objeto físico 3D es aquel que posee el derecho sobre las parcelas de intersección establecidas para el objeto físico 3D (propiedad de hecho, que no es lo mismo que propiedad jurídica). Este puede ser un derecho de superficie, pero también de propiedad absoluta. En general, el titular de un objeto físico 3D es la persona o entidad responsable de ese objeto, y utiliza el objeto como si fuera el propietario. Los derechos y alteraciones siguen registrándose sobre la parcela. El único derecho que una persona puede adquirir sobre un objeto físico 3D es la titularidad de dicho objeto. Por lo tanto, un objeto físico 3D no constituye una subclase del objeto catastral, sino que se mantiene además de la parcela 2D.

La relación jurídica entre el espacio legal del objeto 3D y las parcelas de intersección se recoge implícitamente mediante el registro del titular del objeto físico 3D. Esta es la misma persona (jurídica) que tiene derecho sobre las parcelas de intersección. La solución de registrar el espacio legal de objetos 3D compensa muchas limitaciones del registro catastral actual. Las parcelas de intersección aún requieren un derecho referido a la construcción 3D, pero las parcelas no tienen por qué dividirse en parcelas más pequeñas. Las relaciones espaciales entre parcelas y el espacio jurídico del objeto físico 3D pueden mantenerse con funciones espaciales en el DBMS.

Aspectos dinámicos del modelo

Para el modelo catastral, la naturaleza dinámica de la tenencia de la tierra supone un enorme reto. En el apartado 2.5 hemos revisado algunos aspectos estructurales de los sistemas catastrales dinámicos. En este Capítulo procederemos a considerar estos

Figura 11
Esquema UML de objetos-físicos 3D



aspectos en mayor detalle. En primer lugar, existen diversas formas de tenencia (Toulmin & Quan, 2000), (Zoomers & Van Der Haar, 2000) y se puede cambiar de una forma de tenencia a otra, y de categoría de derecho. En lo relativo a la propiedad privada, existen por ejemplo derechos sin límite de tiempo (propiedad absoluta, propiedad), derechos de duración limitada (arrendamiento), títulos de condominio y de estrato, alquileres, derechos derivados tales como el de usufructo, de superficie, de servidumbre, hipotecarios y fórmulas de posesión adversa. En cuanto a la propiedad pública, están el patrimonio real, estatal, paraestatal y diversas formas de interés territorial público (cargas que se derivan de las normas sobre el uso del suelo, derechos de compra preferente, derechos de expropiación). Son cada vez más frecuentes los casos en los que se concede "legalidad" a los derechos consuetudinarios, sobre todo si éstos son reconocidos explícitamente por norma. Incluso sin tal reconocimiento, se puede asumir que si están dentro

de la jurisdicción de uso consuetudinario, ésta equivale a la ley escrita. Es el caso de los territorios tribales, las tierras colectivas, derechos de uso individual, derechos secundarios (recogida de leña, pastoreo después de la cosecha, derechos de agua, recogida de frutos, etc.) y derechos de pastoreo (líneas de pastoreo, cañadas, zonas acotadas). La naturaleza dinámica que conlleva la tenencia de la tierra no se limita únicamente al mercado territorial y a la planificación (reforma) territorial, sino que también refleja la evolución de los derechos sobre la tierra en países donde la adjudicación y la verificación catastral de linderos que llevarían a la emisión de títulos de propiedad resulta demasiado complejo y costoso. Están haciendo su aparición nuevos derechos sobre la tierra, por ejemplo el título nativo (Australia, EE.UU., Canadá), el título maorí (Nueva Zelanda), el certificado de propiedad y ocupación tradicional (Uganda), la cotitularidad (Mozambique), títulos de inicio y de tenencia (Namibia), certificados catastrales (Albania), títulos de

aldea (Tanzania), por nombrar sólo unos pocos. Otros países pretenden trasladar la tenencia consuetudinaria al ámbito estatutario, como son las nuevas leyes territoriales de Uganda (1998), Mozambique (1998), Namibia (pendiente), Sudáfrica (Ley de Propiedad Comunitaria, pendiente), Bolivia (Ley INRA, 1996), y la Constitución de Ghana.

En cuanto al componente geométrico de la administración del territorio existen otros conceptos innovadores (Fourie et al, 2002). En este sentido, una de las principales directrices de la especialidad catastral establece la necesidad de la correcta identificación de la parcela objeto de los derechos de ejecución, normalmente mediante la verificación topográfica de sus linderos. Además del dinamismo de la parcela territorial consecuencia del mercado y del desarrollo (subdivisión, consolidación, redistribución, restitución, etc), se comentan nuevas formas de identificación –coordenadas– desde un único punto medio, visualización topográfica (similar a la aplicación de la regla general sobre linderos en Inglaterra y Gales) y otras parecidas. Todos estos ejemplos pueden ser indicativos de lo complejo de la creación de modelos básicos del ámbito catastral, y del reto que supone. No obstante, el motor de desarrollo de un modelo catastral sigue siendo el concepto básico de la relación entre la persona y el territorio, cualquiera que sea el titular, el derecho o el objeto. Los aspectos dinámicos mencionados aquí podrían tener respuesta en el modelo propuesto, aunque sería necesario investigar esta posibilidad.

Conclusiones

El Modelo Catastral Básico debe cumplir al menos dos objetivos:

- Facilitar el establecimiento efectivo y eficaz de sistemas flexibles (y genéricos) de información catastral a partir de una arquitectura impulsada por el

modelo (según lo propuesto en este trabajo); y

- Proporcionar un “espacio común” para el intercambio de datos entre los diferentes sistemas del ámbito catastral.

Este segundo objetivo supone un incentivo importante para el desarrollo de un modelo de datos catastrales que pudiera ser utilizado en un contexto internacional, p.ej. el proyecto EULIS. La “Iniciativa de Información sobre Propiedad y Territorio” de OpenGIS Consortium, anunciada en 2003, destaca la importancia de la estandarización. Es importante reiterar que esta tercera versión del Modelo es tan solo una propuesta –es incompleta e incluso puede contener errores–. Animamos a todos a participar en el desarrollo de este modelo para lograr que este esfuerzo de estandarización funcione realmente. Existen numerosos proyectos de estandarización en el ámbito catastral en todo el mundo. De nuevo, proponemos unir fuerzas con FIG y OpenGIS (ISO TC211) y establecer un OGC SIG para el ámbito catastral. Las actuaciones de este SIG se podrían organizar en colaboración con FIG. La introducción de un estándar *de facto* en el ámbito catastral, en línea con OpenGIS, supondrá un importante esfuerzo. En todo caso, será necesario contar con suficiente apoyo a todos los niveles.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a todas las personas implicadas en los debates sobre la creación de un modelo básico de datos catastrales, nombradas por orden alfabético: Martin Ameskamp, Jaap Besemer, Greg Buehler, Rof de By, Jonathan Doig, Jürgen Ebbinghaus, Andrew Frank, Ian Greenway, Winfried Hawerk, Andrew Jones, Jürg Kaufmann, Christian Kaul, Werner Kuhn, Ron Lake, Hans Mattson, Gerhard Muggenhuber, Markus Müller, Augustine Mulolwa, Carl Reed, Guus Schreiber, Eric Stubkjaier, Arbind Ttuladhar, y Peter Woodsford.

Bibliografía

- Arlow, Jim, Wolfgang Emmerich and John Quinn (1999): *Literate Modeling – Capturing Business Knowledge with the “UML” in “The Unified Modeling Language”*, UML98– Beyond the Notation. First International Workshop, Mulhouse, France, June 1998, Selected papers, Springer-verlag, vol. 1618, editors Jean Bézivin and Pierre-Alain Muller, p. 189-199, 1999.
- Booch, Grady, James Rumbaugh, and Ivar Jacobson, (1999): “The Unified Modeling Language”. User Guide. Addison-Wesley Technology Series, Addison-Wesley, 1999.
- Boagearts, T. and Zevenbergen, J., (2001): “Cadastral Systems–Alternatives”, in: “Computers, Environment and Urban Systems”, Theme Issue “Cadastral Systems”, p. 325-337, Volume 25, number 4-5, 2001, Elsevier Science, New York.
- Buehler, K. and L. McKee, (1998): “The OpenGIS guide Introduction to interoperable geoprocessing”. Technical Report Third edition, The OpenGIS Consortium, Inc., June 1998.
- ESRI, (1999): “Managing Spatial Data: The ESRI Spatial Database Engine for Informix”.
- FGDC, (1996): “Cadastral Data Content Standard for the National Data Infrastructure”, United States Federal Geographic Data committee (US FGDC) Secretariate, Proposed Final Versión, www.fgdc.gov/pub/standards/cadastral, May 1996.
- FIG, (2002): “FIG Guide on Standardisation”, FIG Publication, No. 28, www.fig.net/figtree/pub/figpub/pub28/figpub28.htm
- Fourie, C. and Van Der Molen, P. and Groot, R., (2002): *Land Meanagment, Land Administration and Geospatial Data: exploring the conceptual linkages in the Developing World*, Geomatica vol 56, No. 4 2002.
- Greenway, Iain, 2002, “Standards and Surveyors: FIG’s Past and Future Response”, FIG XXII Congress, Washington DC, USA, April 2002, www.fig.net/figtree/pub/fig_2002/JS3/JS3_greenway.pdf
- Gruber, Thomas R., (1993): “Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing”, in proceedings of the “International Workshop on Formal Ontology”, editor incola Guarino, march 1993, Padova, Italy.
- ICSM, (1999): “National Cadastral Data Model”, Version 1.1, Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping (ICSM), Cadastral Data Working Group, June 1999.
- ICSM, (2002): “Harmonised Data Manual the Harmonised Data Model”, Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping (ICSM), 2002.
- ISO TC 211/WG 2, (1999-a): “Geographic Information–Spatial Schema”, Technical Report second draft of ISO 19107 (15046-7) International Organization for Standardization, November 1999.
- ISO TC 211/WG3, (1999b): “Geographic information–Meta data”. Technical Report draft of ISO 19115 (15046-15), International Organization for Standardization, June 1999.
- Jackson, J. (2002): *Technology as a problem in Southern African land tenure reform*, Proceedings FIG Pretoria Nov 6-7, 2002
- Kaul, Christian and Kaufmann, Jürg, (2003): “Cadastre 2014 and the GeoInformation Standars”, paper presented to the Workshop on Cadastral Data Modelling”, Enschede, The Netherlands, March 2003, www.oicrf.org
- Kaufmann, Jürg and Steudler, Daniel, (1998): “Cadastre 2014, a Vision for a Future Cadastral System”, FIG, July 1998, <http://www.swisstopo.ch/fig-wg71/cad2014.htm>
- LandXML, (2002): “LandXML Schema, v1.0”, www.landxml.org/spec.htm
- Lemmen, Christiaan and Oosterom, Peter van, (2003): “Further Progress in the Development of a Core Cadastral Domain Model”, FIG Working Week, Paris, France April 2003. To be published at FIG website and www.oicrf.org
- LINZ, (2002): “Cadastral Survey Data Exchange Format–LandXML, Release v1.0”, New Zealand Land Information, Survey & Title Automation Programme, Landonline Stage Two, February 2002.
- Meyer, Nancy von, Oppmann, Scott, Grise, Steve and Hewitt, Wayne, (2001): “ArcGIS Conceptual Parcel Data Model”, March 16, 2001. www.blm.gov/nils/bus-req/arcgis-parcel-3-16-01.pdf
- Molen, van der, (2003): “The Future of Cadastres–Cadastres after 2014”, FIG Working Week, Paris, France, April 2003. To be published at FIG website and www.oicrf.org
- Mulolwa, Augustine, (2002^a): “Appropriate tenure models for sub-Saharan Africa”, FIG XXII Congress, Washington DC, USA, April 2002, www.fig.net/figtree/pub/fig_2002/Ts7-7/TS7_7_mulolwa.pdf
- Mulolwa, Augustine, (2002^b): “Integrated Land Delivery, towards improving Land Admi-

nistration in Zambia”, PhD Thesis, Delft University Press, Delft, The Netherlands.

Naylor, J. (1996): “Operations Management”, Pitman Publishing, London, United Kingdom.

Ollén, Joakim, (2002): “ArcCadasre and EULIS-new tools for higher value and increased efficiency in the property market”, FIG XXII Congress, Washington DC, USA, April 2002, www.fig.net/figtree/pub/fig_2002/Js8/JS8_ollén.pdf

Oosterom, van PJM and Lemmen CHI (2001): “Spatial Data Management on a very large cadastral database”, in: “Computers, Environment and Urban Systems”, Theme Issue “Cadastral Systems”, p. 509-528, Volume 25, number 4-5, 2001, Elsevier Science, New York.

Oosterom, van, Peter and Lemmen, Christiaan, (2002^a): “Impact Analysis of Recent Geo-ICT developments on Cadastral Ssystems”, FIG XXII Congress, Washington DC, USA, April 2002, www.fig.net/figtree/pub/fig_2002/Js13/JS13_vanoosterom_lemmne.pdf

Oosterom, van, Peter and Lemmen, Christiaan, (2003): “Towards a Standard for the Cadastral Domain”, Journal of Geospatial Engineering, p. 11-28, Vol. 5, Number 1, June 2003.

OpenGIS Consortium, Inc. (1998): “OpenGIS simple features specification for SQL”, Technical Report Revision 1.0

OpenGIS Consortium, Inc. (2000^a): “OpenGIS catalog interface implementation specification” Technical Report version 1.1 (00-034), OGC, Draft.

OpenGIS Consortium, Inc. (2000b): “OpenGIS grid coverage specification”, Technical Report Revision 0.04 (00-019r), OGC.

OpenGIS Consortium, Inc. (2000c): “OpenGIS recommendation–Geography Markup Language (GML)” Technical Report version 1.0.0 (00-029), OGC.

OpenGIS Consortium, Inc. (2000d): “OpenGIS web map server interface implementation specification”, Technical Report version 1.0.0 (00-028), OGC.

Seifert, Markus, (2002): “On the Use of ISO standards in Cadastral Information systems in Gemany” FIG XXII Congress, Washington DC, USA, April 2002 www.fig.net/figtree/pub/fig_2002/JS4/JS4_seifert.pdf

Siegel, Jon and the OMG Staff Strategy Group, (2001): “Developing in OMG’s Model Driven Architecture”, Object Management Group White Paper, November 2001.

Snodgrass, R.T., I. Ahn and G. Ariav, (1994): “TSQL2 language specification”. SIGMOD Record, 23(1): 65-86.

Stoter, Jantien et al., (2002): “Towards a 3D Cadastre”, in proceedings: FIG, ACSM/ASPRS, April 19-26-2002, Washington DC, USA, http://www.fig.net/figtree/pub/fig_2002/Ts7-8/TS7_8_stoter-etal.pdf

Stoter, J.E. and H.D. Ploeger, (2002): Multiple use of space: current practice and development of a 3D cadastre. In: E.M. Fendel, K. Jones, R. Laurine and M. Rumor (eds), Proceedings of UDMS ‘02 23rd Urban Data Management Symposium, “30 Years of UDMS, Looking Back, Looking Forward” (Prague, Czech Republic, 1-4 October 2002), Prague, pp. I.1.I.16. Cdrom. ■