

MODELADO CATASTRAL DE OBJETOS TERRITORIALES DINÁMICOS EN EL MARCO JURÍDICO ARGENTINO

Aportes a la discusión conceptual

Ramiro Alberdi

Universidad Nacional del Litoral

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

Pje. El Pozo S/N, Ciudad Universitaria, Santa Fe, Argentina.

ramiroalb76@gmail.com

Diego A. Erba

Consultor independiente

Cra. 23 N° 14-148 Ed. Trilogía, Ap. 1701, Pereira, Colombia.

diegoerba@gmail.com

Resumen:

En los sistemas jurídicos de muchos países la delimitación de los cuerpos de agua es una problemática que ha derivado en distintos enfoques. En general se reconoce su carácter multidimensional al delimitarse por la altura a la que llega el agua y por la variabilidad morfo-hidrológica de estos elementos del paisaje. En Argentina, los cuerpos de agua de propiedad pública poseen límites jurídicos establecidos por el “promedio de las máximas crecidas ordinarias” (Línea de Ribera). Los cuerpos de agua así delimitados definen una unidad espacial sometida a alteraciones en la posición o composición de esos límites, revelando la cuestión multitemporal como un aspecto significativo. La variabilidad de los límites fluviales está reconocida en el corpus jurídico argentino, sin embargo, para las instituciones catastrales siempre ha sido difícil de registrar y es una problemática poco tratada en la literatura científica internacional. Es necesario abordar el registro de cuerpos de agua como Objetos Territoriales Legales (OTL) en cuatro dimensiones: 3D+tiempo (4D). Este trabajo tiene por objetivo general evaluar de los ríos como OTL en el Catastro 4D. Las discusiones del presente trabajo analizan la necesidad de implementar registros multidimensionales, considerando el marco jurídico y técnico actual del catastro argentino, reflexionando acerca de que una adecuada modelación de los objetos territoriales legales multidimensionales se vuelve una herramienta de gestión territorial. La modelación de OTL 4D es una discusión abierta que necesita del análisis de la teoría general del catastro, su sentido y finalidad, como así también el abordaje de los avances tecnológicos y los enfoques de estudio multidisciplinarios.

Palabras-clave: Catastro 4D – Objetos Territoriales Legales – Límites móviles - Argentina.

Abstract

In the legal systems of many countries the delimitation of bodies of water is a problem that has led to different approaches. In general, its multidimensional character is recognized when delimited by the height at which the water arrives and by the morfo-hydrological variability of these elements of the landscape. In Argentina, publicly owned waterbodies have legal boundaries established by the "average of the maximum ordinary floods" (Riparian Line). The waterbodies thus delimited define a spatial unit subjected to alterations in the position or composition of those limits, revealing the multitemporal question as a significant aspect. The variability of the fluvial limits is recognized in the Argentine legal corpus, however, for the cadastral institutions it has always been difficult to register and it is a problem little treated in the international scientific literature. It is necessary to address the waterbodies registration as Legal Land Objects (LLO) in four dimensions: 3D + time (4D). The general objective of this paper is to evaluate the rivers as LLO in the Cadastre 4D. The discussions in this paper analyze the need to implement multidimensional registers, considering the current legal and technical framework of the Argentine cadastre, reflecting on the fact that an adequate modeling of legal land multidimensional objects becomes a land administration tool. The modeling of LLO 4D is an open discussion that needs the analysis of the general theory of the cadastre, its meaning and purpose, as well as the approach of technological advances and multidisciplinary study approaches.

Keywords: 4D Cadastre – Legal Land Objects – Moving boundaries - Argentina.

1. INTRODUCCIÓN

En los sistemas jurídicos de muchos países la delimitación de los cuerpos de agua es una problemática que ha derivado en distintos enfoques¹. En general se reconoce su carácter multidimensional al delimitarse por la altura a la que llega el agua y por la variabilidad morfo-hidrológica de estos elementos del paisaje. En Argentina, los cuerpos de agua de propiedad pública poseen límites jurídicos establecidos por la cota (referida a un plano) a la que llega el “promedio de las máximas crecidas ordinarias”. Estos límites, que en el ámbito jurídico se denominan “líneas de ribera” (CCyCN, 2015), encierran un volumen que posee características propias de un objeto territorial legal: esto es, objeto cuyos límites se originan en una causa jurídica (FIG, 1998). Los cuerpos de agua así delimitados se encuadran en la definición de parcela 3D ya que, según VAN OOSTEROM (2013), una parcela 3D está definida como una unidad espacial en la que uno más derechos homogéneos, responsabilidades o restricciones (por sus siglas en inglés Rights, Restrictions and Responsibility) están asociados, e incluidos en el catastro. Cuando a lo largo del tiempo se suceden alteraciones en la posición o composición de esos límites, entra en escena la cuestión multitemporal como un aspecto significativo.

La línea de ribera y la restricción asociada a ella, el camino de sirga, son ejemplos RRR homogéneos y únicos en todo el desarrollo de un río o lago navegable. Esta cualidad permite entender a los ríos dentro de la línea de ribera como parcelas tridimensionales. En consecuencia, considerando el marco del catastro multifinalitario (Loch y Erba, 2007), los cuerpos de agua se presentan como objetos territoriales legales (OTL) registrables y no como meros polígonos que representan la proyección de un elemento del terreno.

Actualmente, este límite se determina fundamentalmente bajo criterios hidrológicos, los cuales se basan en metodologías de cálculo estadístico de niveles hidrométricos registrados y permeables a los cambios de parámetros de los sistemas fluviales (ALBERDI Y ERBA, 2016). Estas alteraciones se manifiestan en aumentos o disminuciones de los niveles de agua empujando o contrayendo los límites laterales de los cuerpos. A su vez, la morfodinámica de los cuerpos de agua puede involucrar grandes cambios en la posición de los límites. De esta manera, es necesario encarar el registro de los ríos y lagos navegables como objetos territoriales en cuatro dimensiones: 3D+tiempo (4D).

La variabilidad de los límites fluviales, además, está reconocida en el corpus jurídico argentino (ALBERDI Y ERBA, 2016), sin embargo, para las instituciones catastrales siempre ha sido difícil de registrar. Sumado a ello, la registración catastral de cuerpos de agua es una problemática que ha tenido poco abordaje en la literatura científica internacional, destacándose los trabajos sobre aguas subterráneas de GHAWANA ET AL. (2010) y las prometedoras modelaciones de KITSAKIS Y PAPAGEORGAKI (2017).

Por todo lo anterior, este trabajo tiene por objetivo general evaluar de los ríos como objetos territoriales legales en el Catastro 4D. Uno de los beneficios que debería comprender el Catastro 4D es la capacidad de registrar no sólo la historia de un OTL (VAN OOSTEROM, 2006) sino además el posible devenir que sus límites podrían desarrollar y, con ello, posicionarse como una herramienta para la planificación territorial. En ese marco, el objetivo particular de este trabajo es aportar a la discusión conceptual para el modelado de OTL para cuerpos de agua en el contexto

¹ E.g.: “Dominio público hidráulico” en España, “High ordinary water mark” en EE.UU., “Límite del álveo” o “Línea superior de la ribera”, en Uruguay.

jurídico argentino.

Las discusiones del presente trabajo abordan la necesidad de implementar registros multidimensionales, considerando el marco jurídico y técnico actual del catastro argentino en particular, reflexionando acerca de que una adecuada modelación de los objetos territoriales legales multidimensionales se vuelve una herramienta de gestión territorial, en este caso, del dominio público.

2. CONSIDERACIONES PARA UN OTL 4D

En primer lugar, es importante recordar que un OTL es toda “porción de territorio en el cual existen condiciones jurídicas homogéneas dentro de sus límites” (FIG, 1998). Cuando esas condiciones homogéneas tienen delimitaciones espaciales (por ejemplo, el derecho de propiedad adquirido para un piso de un edificio), se configura un OTL tridimensional. En consecuencia, siguiendo a ALBERDI Y ERBA (2016), una parcela 4D se define como aquella que, desde su concepción jurídica, es dinámica en el espacio-tiempo. Este concepto puede extenderse a todos los OTL, involucrando a los que:

- naturalmente cambiarán sus elementos esenciales en el tiempo, modificándose o hasta extinguiéndose (e. g. parcelas linderas a los cauces móviles), y
- en la causa jurídica que les dio origen se estipularon acciones modificatorias en base a lapsos de tiempo (e. g. derecho de superficie).

En la literatura específica se ha avanzado mucho en la definición de un catastro 4D, no obstante, sin llegar a conclusiones acabadas. Se lo puede entender como concepto amplio que comprende no sólo la dinámica del parcelario, sino también la aparición/extinción de restricciones, cambios en la titularidad de los derechos, por citar sólo algunos aspectos de los OTL. Es un término en discusión que involucra necesariamente la variable temporal en los múltiples aspectos que afectan al ordenamiento territorial derivado de las causas jurídicas que le dan origen (ALBERDI Y ERBA, 2016).

VAN OOSTEROM ET AL. (2006) postularon tres tipos de tiempo catastrales:

- Tiempos de actualización de datos registrales;
- Tiempos derivados de eventos legales (e. g. creación o extinción de una parcela); y
- Tiempos derivados de cambios en los derechos de propiedad (e. g., derechos de tiempo compartido, corrimiento de límites, entre otros).

El tipo de tiempo catastral que involucra las “variaciones en el derecho con el tiempo” (VAN OOSTEROM ET AL., 2006) es el único que abarca a los límites dinámicos. En ese sentido, el autor destaca que en las parcelas donde alguno de sus límites está relacionado con hechos físicos naturales (como cauces), existe un *lifeline* geoespacial. En términos teóricos, este concepto comprende el registro de todas las posiciones relevadas que alcanzó el objeto entre dos momentos (VAN OOSTEROM ET AL, 2006, citando a EGENHOFER, 2006), es decir, una historia catastral. Este registro de posiciones es ampliamente utilizado en numerosas y diversas disciplinas: MARK (1998), cita como ejemplo la búsqueda de patrones de movimiento en animales.

Esta teorización se completa con la diferenciación entre tiempos lineales y tiempos

ramificados (SASS, 2013), donde los primeros se componen de una secuencia única de posiciones, mientras que los ramificados se estructuran de manera que, luego de cada posición, el elemento pueda tomar una nueva ubicación entre varias posibles. La modelación de la coordenada temporal, por consiguiente, debe sintetizar de alguna manera esa historia catastral, representando la tendencia al movimiento de los límites de la parcela (Figura 1).

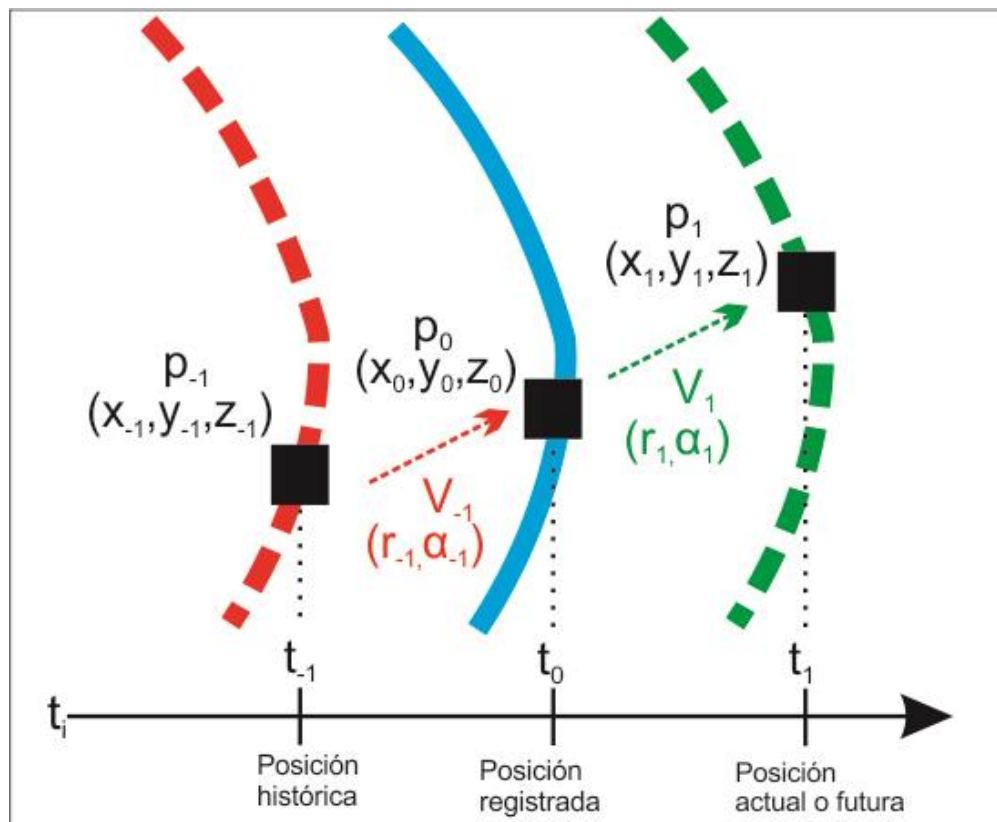


Figura 1 – Interpretación gráfica de la modelación matemática del tiempo lineal ideal aplicado a elementos dinámicos del paisaje.

En términos matemáticos ideales, la modelación catastral debe encontrar una $f(p)$ que defina el vector V_1 en base a registros antecedentes:

$$f(x_{-1}, y_{-1}, z_{-1}, t_{-1}) = V_1(r, \alpha) : (x_0, y_0, z_0, t_0) \bullet V_1(r, \alpha) = (x_1, y_1, z_1, t_1) \quad (1)$$

donde: la letra t se refiere al momento del dato, y no a la coordenada temporal que se discute más adelante, que estará en función de V . Por otro lado, la posición p_1 es ilustrativa y no implica necesariamente que entre p_0 y p_1 deba existir una coincidencia de tipo topológica (misma cantidad de segmentos, puntos, nodos, etc.)

La forma en que los catastros registren esta variabilidad dependerá de los objetivos para los cuales sean concebidos, pero se entiende que entre el tiempo ramificado y el lineal hay un *continuum* en el que una modelación será más efectiva cuanto mayor sea el acercamiento al tiempo lineal, es decir, cuando logre reducir al mínimo posible la incertidumbre sobre posiciones futuras

de un elemento móvil. En ese sentido, para los elementos naturales es bien conocido que el sólo registro de posiciones previas no es suficiente para modelar posiciones futuras, sino que requiere información e interpretaciones adicionales que no siempre son modelables. En lo que sigue se presenta la situación actual del catastro argentino para luego discutir las posibilidades de avanzar en los postulados precedentes.

3. EL REGISTRO DE LOS RÍOS EN ARGENTINA

Antiguamente desde el derecho romano la noción jurídica sobre los ríos era atravesada por la cuestión del bien común. En ese contexto en el que las aguas superficiales fueron fundamentales para el desarrollo de los pueblos en tanto medio de transporte, abastecimiento para consumo y riego, y, a la vez, un riesgo latente para las poblaciones ubicadas a sus veras, se incluyeron dentro del dominio público del Estado. Desde entonces es reconocida la dinámica hidrológica y geomorfológica de los cuerpos de agua y en particular de los ríos, con sus regímenes de crecidas y estiajes, los cuales implicaban ventajas e inconvenientes para los asentamientos. La limitación del dominio público de las aguas, por estas características, ha sido siempre materia discutible que actualmente tiene en cuenta la estadística hidrológica del río, considerando que el límite del cauce es la porción de tierra que se inunda de manera regular o frecuente, en forma “ordinaria”.

En la Parte General del CCyCN se mencionan como bienes del dominio público, entre otros, a las aguas que corren por cauces naturales, delimitados por la Línea de Ribera (LdR) definida por la altura a la que llega “el promedio de las crecidas máximas ordinarias” (art. 235). Es la causa jurídica que pone límites a los cursos y cuerpos de agua naturales, frente a los inmuebles del dominio privado. Determinada la LdR, es el propietario de un fundo ribereño sabrá hasta dónde alcanza su derecho de propiedad en el lado que linda con el curso de agua (figura 2).

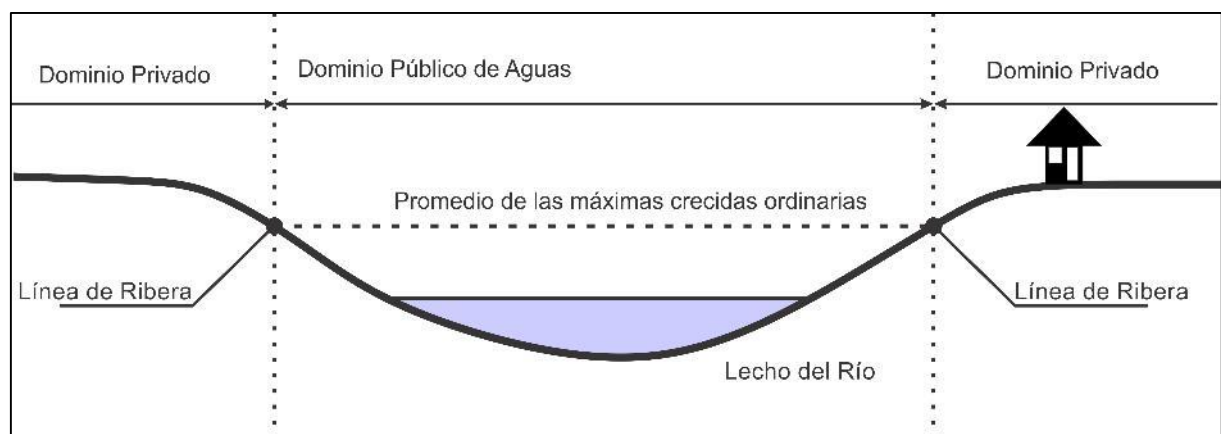


Figura 2 –Ubicación de la Línea de Ribera en relación a los dominios privados y público.

Desde el momento que se presenta como un promedio de determinados niveles ocurridos anteriormente, se introduce la variable temporal en la definición. Muchos trabajos técnicos han asociado a la idea de crecidas ordinarias una recurrencia de 2 años para generar la Línea de Ribera en base a modelos hidrológicos matemáticos (ej: Hec-Ras). También existen metodologías de análisis estadístico de registros hidrométricos en sitios puntuales, sobre todo cuando se

determinaron LdR en tiempos en los que los modelos todavía no existían o no eran de fácil acceso. De cualquier manera, el trabajo siempre se basó en el tratamiento estadístico de una serie de datos no siempre disponibles. En los casos donde sí está determinada, se la ha generado para un momento determinado y con los datos disponibles hasta entonces, constituyéndose en un límite fijo en el tiempo, relacionada a alturas hidrológicas o a modelos matemáticos. En muchos trabajos de hidrología se ha demostrado que los ríos pueden modificar sus regímenes hacia alguno más húmedo o más seco, por lo que la LdR determinada anteriormente quedaría sobre o subestimada. Esta situación se está empezando a entender, de manera que, para la provincia de Santa Fe, la nueva Ley Provincial de Aguas recientemente sancionada reconoce en su artículo 126 que “la Línea de Ribera es esencialmente mutable”.

Estas deficiencias en el entendimiento estructural del límite ribereño tienen sus consecuencias catastrales. En Argentina, la línea de ribera no se registra como una parcela, sino como un elemento del paisaje. Al límite lo fija la mensura que se hace de la parcela y que en su confección debe adoptar la línea de ribera que se haya calculado (en los pocos casos que existan). Así, el OTL “río” queda constituido por la sucesión de parcelas linderas a la LdR. En algunas provincias, la situación es más compleja. En la de Santa Fe, por ejemplo, se ha registrado al río como un elemento lineal del paisaje en un momento dado bajo una condición hidrológica determinada, que, junto a la actualización arbitraria de parcelas mediante mensuras, ha generado conflictos en la base de datos (Figura 3). Sumado a eso, desde la perspectiva de la mitigación del riesgo la Pcia. incorporó su propio ordenamiento basado en restricciones al dominio (Figura 4). Así, establece que los cauces naturales se encuentran comprendidos en el Área I, cuyos límites resultan de la digitalización de las áreas inundadas por la crecida de recurrencia bianual más reciente que se pudo relevar en imágenes satelitales (INCOCIV, 2013). Con la misma metodología se estipuló el área II, pero para crecidas de 10 años de recurrencia. Estos OTL son los que se utilizaron en el presente trabajo para el análisis crítico y la formulación de propuestas de modelación de LdR como OTL-4D.

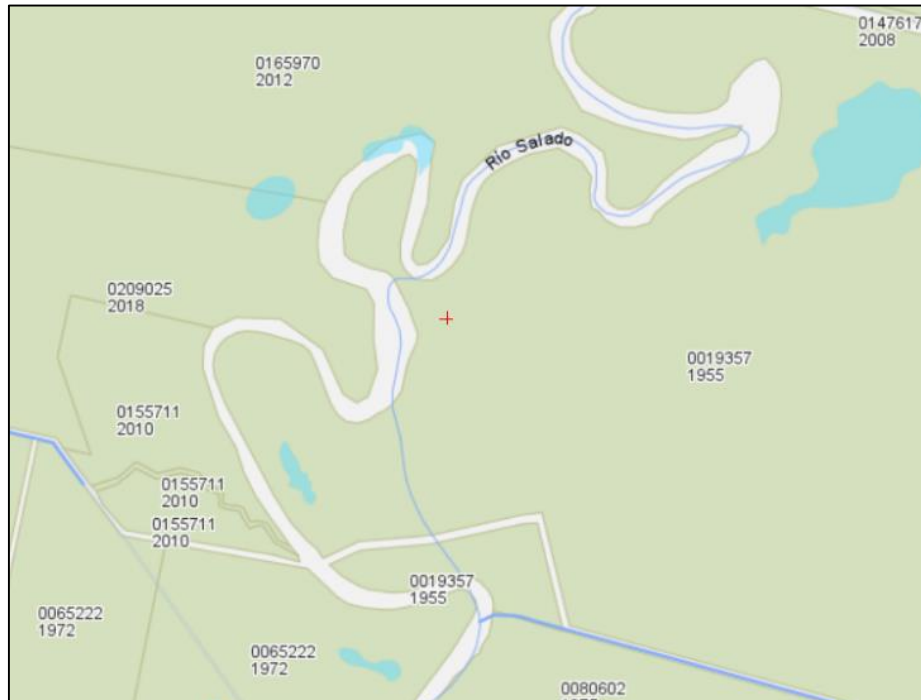


Figura 3 – Inconsistências catastrais entre limites de parcelas e los cauces digitalizados.
Fuente: Servicio de Catastro e Información Territorial, Santa Fe, Argentina.

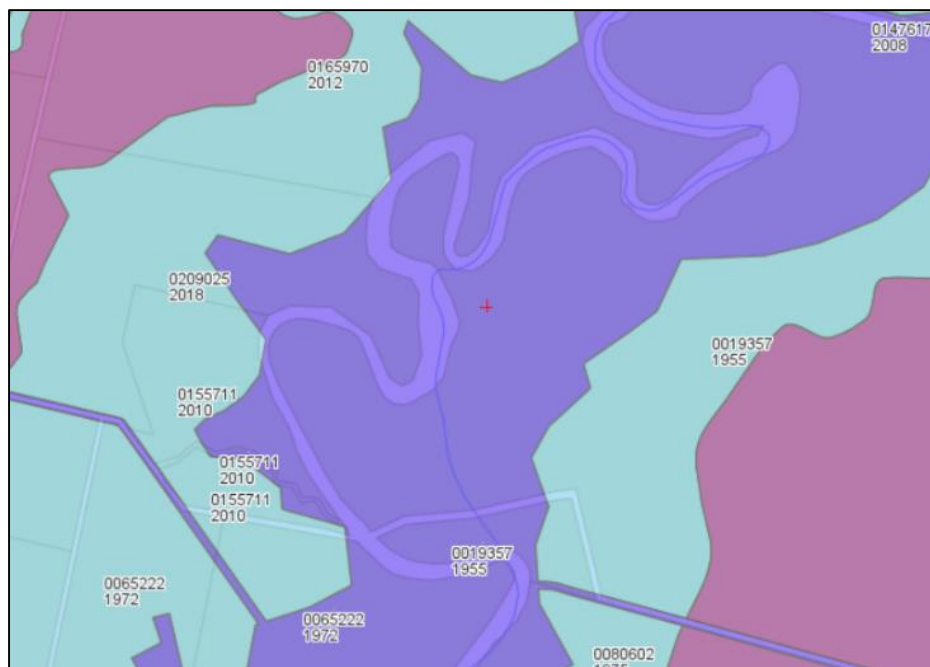


Figura 4 – Cartografía representativa de la Ley Provincial N° 11.730. En azul aparecen las áreas inundables con 2 años de recurrencia, en celeste las de 10 años y en violeta las que no presentan rasgos de excedentes hídricos en el suelo. Fuente: Servicio de Catastro e Información Territorial, Santa Fe, Argentina.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó como área de estudio un tramo del Río Salado (Pcia. de Santa Fe, Argentina) dada la existencia de registros, la cercanía para los trabajos de campo y a que en ámbitos de llanura los límites de los ríos son más sensibles a los pequeños cambios de cota. Se utilizó la capa catastral de límites fluviales área I, elaborada por INCOCIV (2013) a modo de polígono de río registrado, por la similitud con la definición de Línea de Ribera. Esta capa vectorial se cruzó con superficies de elevación “MDE-Ar” (IGN, 2016) para añadir la coordenada z al objeto y así construir el OTL tridimensional. La obtención del vector V1 se buscó a través del análisis de distintas capas de información que dan cuenta de la movilidad de los límites, tanto por cambios en el régimen de escurrimiento (mayor o menor caudal) como por variaciones morfológicas producto de la dinámica natural del cauce.

Las capas de información consideradas están comprendidas por: a) el mapa geomorfológico del área (RAMONELL & AMSLER, 2005), los registros hidrométricos de las estaciones cercanas al tramo y las imágenes satelitales de las crecidas más importantes del río, para los estudios de la estabilidad hidrológica del límite; b) fotografías aéreas del año 1983 como contraste de imágenes satelitales actuales para la evaluación de los cambios del uso del suelo y c) por último, las cartas topográficas del IGN basadas en relevamientos de la década de 1940, con las que se estudiaron los cambios morfométricos en la posición del cauce. Todo el material se integró en un SIG sobre el cual se obtuvo una entidad constituida por las 3 variables espaciales, junto a la 4ta dimensión como característica secundaria cuya modelación catastral se analiza mayor profundidad en el apartado de discusiones. En la figura 5 se muestran las capas de información utilizadas y los mapas obtenidos.

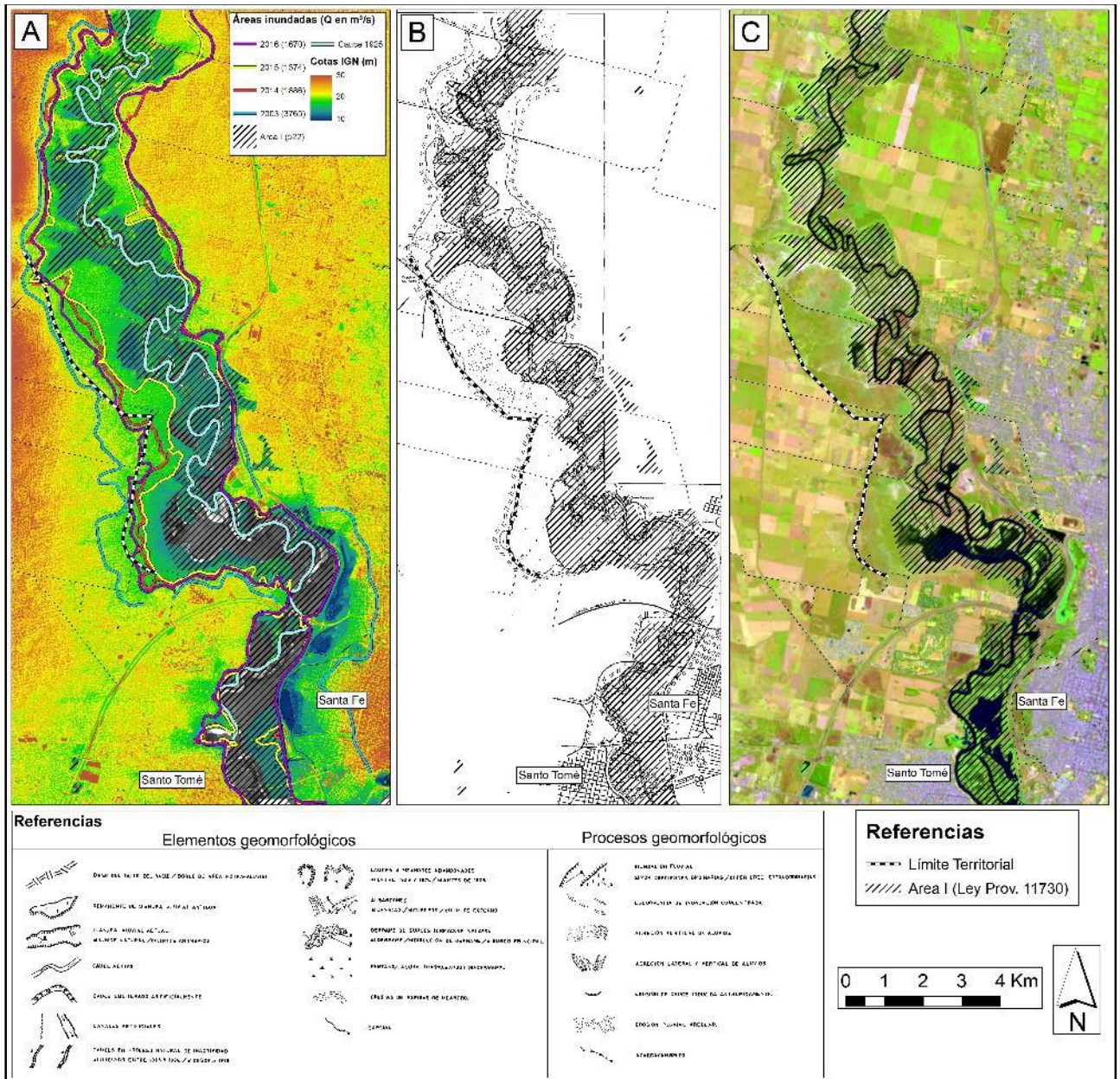


Figura 5. Mapas de información base utilizadas en el SIG. A) Alcances de las crecidas del río Salado sobre el MDE-Ar; B) Mapa geomorfológico (RAMONELL Y AMSLER, 2005); C) Imagen Landast 8 RGB.

5. OTL 3D y 4D

Las propuestas de modelación de objetos catastrales tridimensionales son abundantes y bien documentadas. Sin embargo, como el objetivo del presente trabajo es profundizar las discusiones en torno a la coordenada temporal, para la coordenada espacial se consideró un modelo sencillo

basado en la simple incorporación de un valor de altura referido a una superficie de nivel conocida y controlada. Para ello se utilizó el MDE-Ar, un modelo digital de elevaciones corregido con la red altimétrica nacional. Si bien la discusión sobre su pertinencia en términos absolutos para el registro catastral es materia pendiente, la homogeneidad en la calidad y precisión de los datos permiten su utilización en este ejercicio de modelación.

Para la coordenada temporal (t) se siguió el planteo de EGENHOFER, 2006, construyendo la *geolifeline* de posiciones ocupadas por el OTL con anterioridad al presente. El vector de la 4ta coordenada se obtuvo del procesamiento de las diferentes capas de información mencionadas, considerando como posición inicial de la *geolifeline* t_{-1} a la obtenida por INCOCIV (2013). En primer lugar, si se considera el hidrograma de valores máximos de caudal del río en la zona, se observa que la tendencia del régimen es al aumento de caudales (Figura 6), lo que obliga a considerar que lo obtenido en un momento puede perder validez en un algún momento.

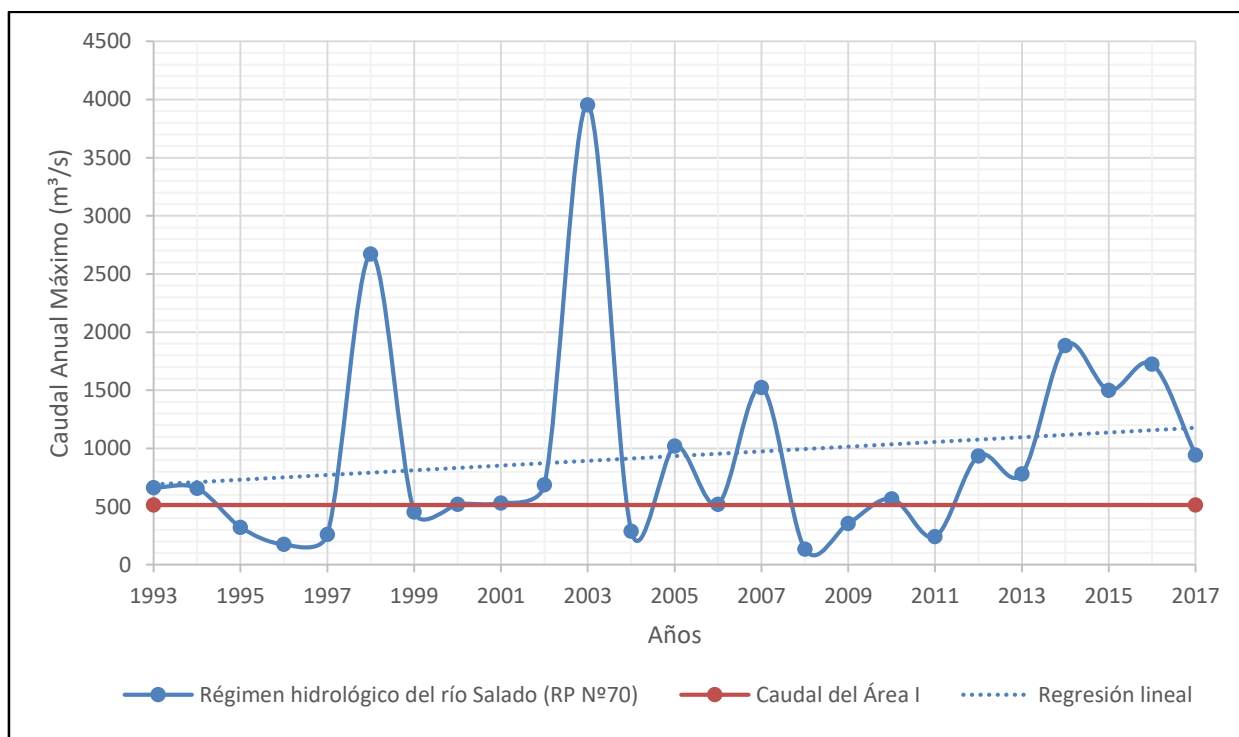


Figura 6 – Caudales anuales máximos del río Salado entre los años 1993 y 2017 (25 años).

Concretamente, lo que se desprende del gráfico de la figura y del artículo 126 de la Ley Provincial de Aguas de Santa Fe es que se debe traducir en los catastros al menos la dinámica hidrológica. Cuando se analiza la expresión espacial de algunos de los caudales indicados se comprueba que el vector V_1 tendrá orientación y magnitud desde la t_{-1} hacia los polígonos de crecidas más externos, “empujando” el límite del río y afectando las parcelas linderas. El procesamiento matemático para alcanzar una poligonal tridimensional que sintetice esta tendencia excede los alcances de este trabajo, pero el estado del arte de los SIG multitemporales confirma que dicha tarea se puede resolver a través de un *Geospatial Event Model* (SIABATO ET AL, 2018), asumiendo en este caso a los límites fluviales como los objetos y las crecidas como los

eventos En adición, el mapa geomorfológico confirma que el área posiblemente inundable es similar a la que muestran las líneas de alcance de crecidas, lo que añade peso a la tendencia expansiva del límite. Si se analizan los usos del suelo, en el cuadro C de la figura 5 se observa que el aprovechamiento rural de las parcelas está limitado en forma coincidente con los dos mapas anteriores, sumando datos a la caducidad del límite definido hasta 2013.

El resultado del modelo es una entidad cuyos nodos se componen de cuatro coordenadas que representan la posición actual y la tendencia a futuro (Figura 7), aunque también podría incluirse la información histórica. Matemáticamente, se describe como:

$$P_0 = x_0, y_0, z_0, t_0 : t_1 = V(r_1, \alpha_1) \text{ para un momento dado} \quad (2)$$

donde r es la magnitud y α la dirección del desplazamiento. De esta manera, P_0 se convierte en un OTL con influencia en las parcelas linderas, tal como ocurre en los hechos reconocidos por la legislación, por los planificadores territoriales y por los agentes de mercado. De hecho, la afectación resultante de esta modelación tiene un alto grado de correspondencia con lo que los especialistas mapearon como área inundable.

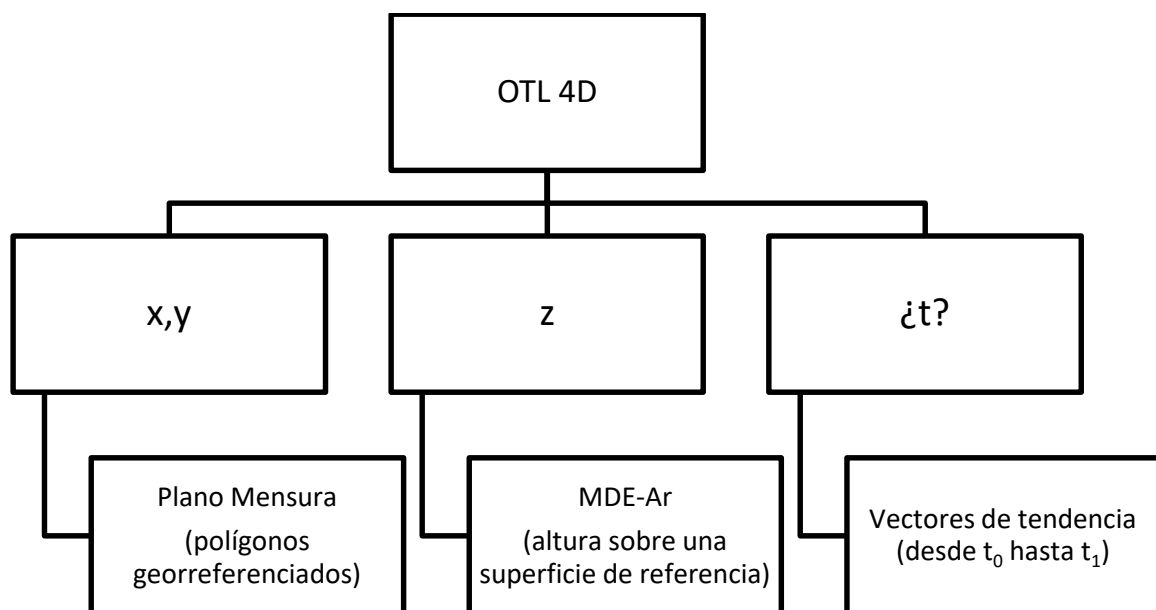


Figura 7– Esquema conceptual de un componente de OTL 4D registrable en la estructura jurídico catastral argentina.

6. DISCUSIONES

La modelación tanto conceptual como práctica de las entidades que los catastros deben registrar no debe ser una discusión abstracta. Las legislaciones locales y los intereses gubernamentales configuran los ejes rectores de las instituciones catastrales y los fines que persiguen. En ese sentido, la definición de OTL puede modelarse conforme la tecnología disponible que permita medir y representar, pero si no se comporta a su vez como una herramienta de transformación o gestión territorial, puede convertirse en un gran despliegue tecnológico de poca utilidad. En Argentina, y particularmente en la Agrimensura, abundan las discusiones sobre la movilidad o caducidad de los límites, pero las inconsistencias catastrales que algunos OTL ponen de manifiesto que los catastros no son estáticos (o al menos no dependen sólo de la dinámica parcelaria).

La literatura específica ha avanzado en relación a la incorporación de la variabilidad temporal en los elementos catastrales. De hecho, en el anexo N de la Norma Internacional ISO 19512, se sugieren posibles abordajes para la cuestión histórica y dinámica de las entidades registradas, para las cuales ya se cuenta con otra Norma ISO que define los términos de referencia (ISO 19108). Si se reconoce la existencia de OTL dinámicos, los modelos de registración deben apuntar a describirlos, pero también a entenderlos en un sentido útil para la planificación territorial, para la generación de normativa, y no como un mero archivo de entidades. El marco teórico del Catastro Multifinalitario es un contexto que permite estos enfoques, pero la situación actual de los catastros latinoamericanos todavía no se ha adaptado a las necesidades territoriales de su población.

7. CONCLUSIONES

En el trabajo aquí descrito se pudo observar que los OTL son dinámicos en algunos casos, condicionados fuertemente por cómo se los defina jurídica y técnicamente. Cuando la dinámica del objeto se manifiesta en sus elementos catastrales espaciales, esto es, en sus coordenadas x,y,x, la registración multitemporal cobra sentido en tanto permite la administración de esa variabilidad. El catastro 4D así diseñado excede a un sistema de registro histórico para convertirse en una herramienta de planificación territorial, en la que son tenidos en cuenta no sólo los vaivenes de las parcelas o límites sino sus consecuencias en los aspectos jurídicos y económicos.

La modelación de OTL 4D es una discusión abierta y necesaria que necesita del análisis de la teoría general del catastro, su sentido y finalidad, como así también el abordaje de los avances tecnológicos y los enfoques de estudio multidisciplinarios.

Referencias bibliográficas

- ALBERDI, R. & ERBA, D. A. "Parcela 4D y Catastro en Argentina". 12vo Congreso de Cadastro Técnico Multifinalitario e Gestao Territorial (COBRAC), Florianópolis. 2016.
CODIGO CIVIL Y COMERCIAL DE LA NACION. Buenos Aires, Argentina. 2015.

DONALDSON, J. W. “Paradox of the Moving Boundary: Legal Heredity of River Accretion and Avulsion”. *Water Alternatives* 4. 2011.

DÖNER, F., THOMPSON, R., STOTER, J., LEMMEN, C., PLOEGER, H., VAN OOSTEROM, P. & ZLATANOVA, S. “4D cadastres: First analysis of legal, organizational, and technical impact – With a case study on utility networks”. *Land Use Policy*, Volume 27. Elsevier. 2010.

DÖNER, F., THOMPSON, R., STOTER, J., LEMMEN, C., PLOEGER, H. & VAN OOSTEROM, P. “4D Land Administration Solutions in the Context of the Spatial Information Infrastructure”. *FIG Working Week 2008*, Stockholm. 2008.

EGENHOFER, M.J. “GeoSpatial Lifelines”, in: *Spatial Data: mining, processing and communicating*, Abstracts Collection Dagstuhl Seminar, Eds: Jörg-Rüdiger Sack, Monika Sester, Michael Worboys and Peter van Oosterom. 2006.

INCOCIV 2013

FIG. “Cadastre 2014, a vision for a future cadastral system”. Technical report, Federation International des Géomètres, Commission 7, J. Kaufman and D. Steudler. 1998.

GHAWANA, T., HESPANHA, J., ZEVENBERGEN, J. & VAN OOSTEROM, P. “Groundwater management in Land Administration: a spatio-temporal perspective”. *FIG Congress 2010*, Sidney, Australia. 1998.

IGN. Instituto Geográfico Nacional. “Modelo Digital de Elevaciones de la República Argentina”. Disponible en: www.ign.gob.ar. 2016

INCOCIV. “Implementación de la Ley Provincial N° 11.730: Zonificación y Regulación del uso del suelo en áreas inundables en sistemas hídricas de la Provincia de Santa Fe”. Gobierno de la Provincia de Santa Fe. Informe Final Santa Fe, Argentina. 2013

KITSAKIS, D. & PAPAGEORGAKI, I. “Towards 3D modelling of public law restrictions in water bodies”. 10th World conference on water resources and environment Pantia Rhei”, Atenas, Grecia. 2017.

Loch, C. & Erba, D. A. (2007). *Cadastro técnico multifinalitário rural e urbano*, Ed. Studium, Belo Horizonte, Brasil.

MARK, D. “Geospatial lifelines”. In: *Integrating spatial and temporal databases*. 1998.

RAMONELL, C. G. y AMSLER, M. L. Avulsión y rectificación de meandros en planicies de bajo gradiente: consideraciones para su predicción. *Ingeniería del Agua*, Vol. 12, N° 3: 1-18. 2005.

SASS, G. G. “Um método de análise de dados temporais para o cadastro territorial multifinalitário urbano”. Tesis Doctoral. Presidente Prudente, Brasil. 2013.

SIABATO, W., CLARAMUNT, C., ILARRI, S. & MANSO-CALLEJO, M. A. “A survey of modelling trends in temporal GIS”. ACM Computing Surveys, Vol. 51, N° 2, art. 30. 2018.

VAN OOSTEROM, P., PLOEGER, H. ET AL. “Aspectos of a 4D Cadastre: a first exploration”. XXIII FIG Congress. Munich, Alemanha. 2006.

VAN OOSTEROM, P. “Research and development in 3D cadastres”. Computers, Environment and Urban Systems 40. Elsevier. 2013.