



BID

Banco Interamericano
de Desarrollo

CATASTRO,
VALORACIÓN INMOBILIARIA
Y TRIBUTACIÓN MUNICIPAL:
Experiencias para mejorar su articulación y efectividad

HUÁSCAR EGUINO Y DIEGO ERBA
Editores

CATASTRO, VALORACIÓN INMOBILIARIA Y TRIBUTACIÓN MUNICIPAL:

Experiencias para mejorar su articulación y efectividad

HUÁSCAR EGUINO Y DIEGO ERBA
EDITORES



CATASTRO, VALORACIÓN INMOBILIARIA Y TRIBUTACIÓN MUNICIPAL:

Experiencias para mejorar su articulación y efectividad

HUÁSCAR EGUINO Y DIEGO ERBA
Editores

Clasificaciones JEL: C5, C8, R3, R5

Palabras clave: catastro, impuesto predial, tributación municipal, valoración, observatorios de valores

Copyright © 2020 Banco Interamericano de Desarrollo.
Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20577
www.iadb.org

RESUMEN

Esta nota presenta nuevos esquemas que aprovechan *big data* y procesamiento en la nube para crear mapas de valores de terrenos y propiedades para posibilitar nuevos esquemas tributarios más equitativos y eficientes. Durante las dos primeras décadas del siglo XXI, los países de América Latina y el Caribe invirtieron una gran cantidad de recursos en proyectos de modernización catastral. En su mayoría, los objetivos de estos proyectos fueron integrar los sistemas de catastro y registro de la propiedad, sin prestar suficiente atención a la gestión fiscal y la tributación. Una estrategia alternativa consiste en cambiar el modelo catastral, vinculándolo con la administración tributaria mediante nuevos métodos valuatorios y el establecimiento de observatorios para el levantamiento continuo y sistemático de datos del mercado inmobiliario. La implementación de modelos de valuación masiva automatizada (VMA) posibilita predecir valores a partir de algoritmos y modelos matemáticos. El uso de herramientas tales como inteligencia artificial, sistemas de información geográfica, datos de acceso libre, procesamiento de imágenes en la nube, así como *big data*, permite avanzar con eficiencia y calidad hacia el desarrollo de nuevos mapas de valores. Actualizar las valuaciones inmobiliarias y modelar el funcionamiento del mercado de suelo posibilita la estructuración de esquemas tributarios más equitativos e inteligentes, que promuevan más y mejores políticas públicas.

ÍNDICE

Siglas y abreviaturas	9
Acerca de los autores y editores	11
Agradecimientos	14
Introducción	16

1	Evolución del modelo catastral y de los métodos de valuación	20
	Evolución de los modelos catastrales: ¿parte de la solución o parte del problema?	21
	Referencias catastrales	25
	Observatorios del mercado inmobiliario	26
	Consideraciones finales sobre la renovación de modelos catastrales	29

2	Catastro multifinanciado en la práctica: el caso del municipio de Fortaleza (Brasil)	32
	Modernización del catastro: transitando hacia un instrumento multifinanciado	32

Fortalecimiento del aspecto económico: mayor equidad y mayor recaudo	35
Fortalecimiento del aspecto estructural del CTM: el catastro apoyando al urbanismo	36
Fortalecimiento del aspecto institucional del CTM: el observatorio urbano de valores	37
Consideraciones finales sobre la modernización catastral a nivel municipal	39
 La innovación como clave para la actualización de valores: el caso de la Provincia de Córdoba	42
Diagnóstico: el retraso de los valores catastrales	42
Desafíos y fortalezas del proceso de valuación	45
Enfoque multidisciplinario, cooperación e innovación	46
Inteligencia artificial y metodologías aplicadas	46
Resultados obtenidos	49
Lecciones aprendidas sobre la revaluación masiva a nivel regional	52
Referencias bibliográficas	54
Anexo	
Procesamiento de datos para elaborar mapas de valores	57
Técnicas modernas y avanzadas para la valuación masiva y el mapeo de valores	61

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ALC	América Latina y el Caribe
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAMA	Valuación masiva asistida por computadora
COD	Coficiente de dispersión
CONICET	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)
CTM	Catastro territorial multifinanciaro
CUIT	Clave única de identificación tributaria
DTI	Declaración de transacción inmobiliaria
ERM	Error relativo mediano
ERP	Error relativo promedio
FCEfYN	Centro de Estudios Territoriales de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
FIG	Federación Internacional de Agrimensores
FMM	División de Gestión Fiscal del BID
GAMA	Valuación masiva asistida geográficamente
GPS	Sistema de posicionamiento global
IAAO	Asociación Internacional de Peritos Valuadores
IBI	Impuesto a los bienes inmuebles
IDE	Infraestructuras de datos espaciales
IDECOR	Infraestructuras de datos espaciales de la Provincia de Córdoba
IDERA	Infraestructura de datos espaciales de la República Argentina
IERAL	Instituto de Estudios sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana
IIBB	Impuesto a los ingresos brutos
ISO	Organización Internacional de Estandarización

Catastro, valoración inmobiliaria y tributación municipal:

Experiencias para mejorar su articulación y efectividad

ITBI	Impuesto a la transmisión del bien inmueble
LILP	Instituto Lincoln de Políticas de Suelo
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OFeVI	Organismo Federal de Valuaciones de Inmuebles
OMI	Observatorio del mercado inmobiliario
OUV	Observatorio urbano de valores
PIB	Producto interno bruto
PNAFM	Programa Nacional de Apoyo a la Modernización Administrativa y Fiscal de los Municipios Brasileños
RACAM	Red Académica de Catastro Multifinalitario
SARAR	Modelo autorregresivo espacial con errores autorregresivos
SEUMA	Secretaría Municipal de Urbanismo y Medio Ambiente de Fortaleza
SIG (GIS)	Sistemas de información geográfica
SIT	Sistema de información territorial
SITFOR	Sistema de información territorial del Municipio de Fortaleza
TIC	Tecnologías de la información y comunicación
VMA (AVM)	Valuación masiva automatizada

ACERCA DE LOS AUTORES Y EDITORES

HUÁSCAR EGUINO

Especialista Líder en Gestión Fiscal del BID. Es economista especializado en gestión fiscal de gobiernos subnacionales, descentralización, gestión de la inversión pública, financiamiento de entidades territoriales y cambio climático. Cuenta con más de 20 años de experiencia en el BID, habiendo trabajado en 17 países de la región latinoamericana y brindado asesoramiento directo a más de 75 gobiernos subnacionales. Desde fines de 2019 es responsable del desarrollo de la agenda del BID en temas de gestión fiscal y cambio climático. Tiene una maestría en Desarrollo Local y Regional en el Instituto de Estudios Sociales (Universidad de Rotterdam, Holanda) y estudios de posgrado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, Universidad de Harvard y Universidad de Pennsylvania.

DIEGO ERBA

Consultor Internacional en temas catastrales (Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, *Millennium Challenge Corporation*). Ingeniero agrimensor por la Universidad Nacional de Rosario. Magíster en Teledetección por la Universidad Federal de Santa María y en Catastro Multifinalitario por la Universidad Federal de Santa Catarina, ambas de Brasil. Doctor en Agrimensura por la Universidad Nacional de Catamarca. Post-Doctor por las Universidades Shiga (Japón), Clark (EE. UU.) y Andina (Ecuador). Profesor Asociado en el *Lincoln Institute of Land Policy*. Miembro del Grupo de Catastro 3D de la Federación Internacional de Agrimensores. En los últimos años dio más de 100 conferencias en 25 países, produjo ocho libros, coordinó videos educativos y cursos a distancia, publicó artículos en periódicos y congresos internacionales. Coordinador de la Red Académica de Catastro Multifinalitario.

EVERTON DA SILVA

Profesor de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil, en el Departamento de Geociencias. Ingeniero agrimensor por la *União das Faculdades de Criciúma*, Brasil. Maestro en Catastro Técnico Multifinalitario y Doctor en Ingeniería de la Producción por la UFSC. Ha sido Profesor de Catastro Técnico Municipal en la Universidad del Extremo Sur Catarinense. Ha coordinado trabajos de relevamientos catastrales y valuación masiva de inmuebles en diversas ciudades de Brasil. Es Profesor Asociado en el *Lincoln Institute of Land Policy*, donde colabora en cursos de educación a distancia y presenciales. Miembro de la Red Académica de Catastro Multifinalitario. En la UFSC, está acreditado en el curso de posgrado de Ingeniería de Transportes y Gestión Territorial, en la línea de investigación de catastro territorial multifinalitario. Coordina el *Grupo de Observação e Transformação do Território*.

AUGUSTO DE OLIVEIRA

Auditor del Tesoro Municipal de la Secretaría de Finanzas (SEFIN) del Municipio de Fortaleza, Brasil. Ingeniero Civil, Licenciado en Derecho, con Posgrado en Informática y Maestría en Economía del Sector Público. Ha participado en el desarrollo e implementación de varios proyectos de la SEFIN relacionados con la tributación inmobiliaria, entre ellos: revisión de la legislación del impuesto de transmisión de bienes inmuebles, redacción de instrucciones normativas, implementación de nuevas tecnologías para la valuación de inmuebles a través de modelos econométricos e inteligencia artificial, establecimiento de valores genéricos, sistemas de información geográfica, catastro territorial multifinalitario, observatorio urbano de valores, entre otros.

MARIO PIUMETTO

Consultor en el Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba, Argentina (desde 2017), que coordina estudios para la Reforma y Fortalecimiento de las Valuaciones y el Impuesto Inmobiliario, habiendo completado en forma anual (2018 y 2019) la actualización de los valores de la tierra urbana y rural en más de 400 localidades y 2 millones de inmuebles, en un territorio de 165.000 km². Agrimensor por la Universidad Nacional de Córdoba y Especialista en Cartografía, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica por la Universidad de Alcalá (España). Entre 2005 y 2011 fue Director de Catastro de la ciudad de Córdoba. En el ámbito académico, en la Universidad Nacional de Córdoba es docente de la carrera de Agrimensura, Director de la Diplomatura en Catastro aplicado al Desarrollo Urbano y Director del Centro de Estudios Territoriales. Desde 2005, es profesor asociado en el Programa para América Latina

y el Caribe del *Lincoln Institute of Land Policy*. Es coautor de varios artículos y publicaciones sobre catastros y administración territorial aplicada a políticas de suelo.

TERESA ITURRE

Asesora en la Comisión de Coparticipación Federal de Impuestos del Senado de la Nación. Ha sido coordinadora en el Programa de Fortalecimiento de la Gestión Provincial de la Secretaría de Provincias y Municipios del Ministerio del Interior, Vivienda y Obras Públicas de Argentina, y ha coordinado el armado y puesta en funcionamiento del Organismo Federal de Valuación de Inmuebles en Argentina. Contadora Pública Nacional, egresada de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Tucumán. Se ha especializado en la investigación y formulación de proyectos en temas relacionados con el federalismo fiscal, los sistemas tributarios y la administración pública en Argentina, Ecuador, El Salvador, México y Paraguay. Ha ocupado diversos cargos en la gestión provincial y nacional, y en organismos federales.

ALEJANDRO RODRÍGUEZ

Consultor en la División de Gestión Fiscal del BID, donde trabaja en temas de gobiernos subnacionales y descentralización. Tiene una maestría en Asuntos Públicos por la Universidad de Princeton. Antes de incorporarse al BID trabajó como asesor en política pública de legisladores y titulares de diversas secretarías y dependencias de gobiernos subnacionales en México. Coordinó una organización sin ánimo de lucro a nivel local.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos expresar nuestro agradecimiento a todos los que contribuyeron, directa o indirectamente, a la preparación de este documento, y a todos los que participaron en el proyecto asociado “Soluciones Digitales para la Tributación Subnacional” (RG-T3099), liderado por la División de Gestión Fiscal (FMM) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a saber:

- Los autores Everton da Silva, Augusto de Oliveira, Mario Piumetto, Teresa Iturre y Alejandro Rodríguez por lograr plasmar su conocimiento técnico y experiencias prácticas en un texto de fácil lectura dirigido a una audiencia compuesta por profesionales y técnicos municipales interesados en la materia aunque no necesariamente especializados en catastros, valoración inmobiliaria o tributación.
- Alejandro Donati y Carlos Rubinstein, del Centro de Estudios de las Administraciones Tributarias Subnacionales de Argentina; Vitor Puppi, Jurandir Gurgel y Jeferson Passos, de la Asociación Brasileña de Secretarios de Hacienda de las Ciudades Capitales; Gilberto Toro y Sandra Milena Castro, de la Federación Colombiana de Municipios, y José Luis Flores y Amador Palomera, del Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas de México por su activa participación en el proyecto. Asimismo, João Destro de Brasil y las empresas iSUR de Argentina, GEOStudio de Colombia y CartoData de México por el desarrollo de las herramientas del proyecto.
- Los miembros de la Red de Descentralización y Gestión Fiscal Subnacional de América Latina y el Caribe por su interés y por los aportes realizados durante el webinar sobre el tema de esta publicación, que motivaron el desarrollo del presente documento.

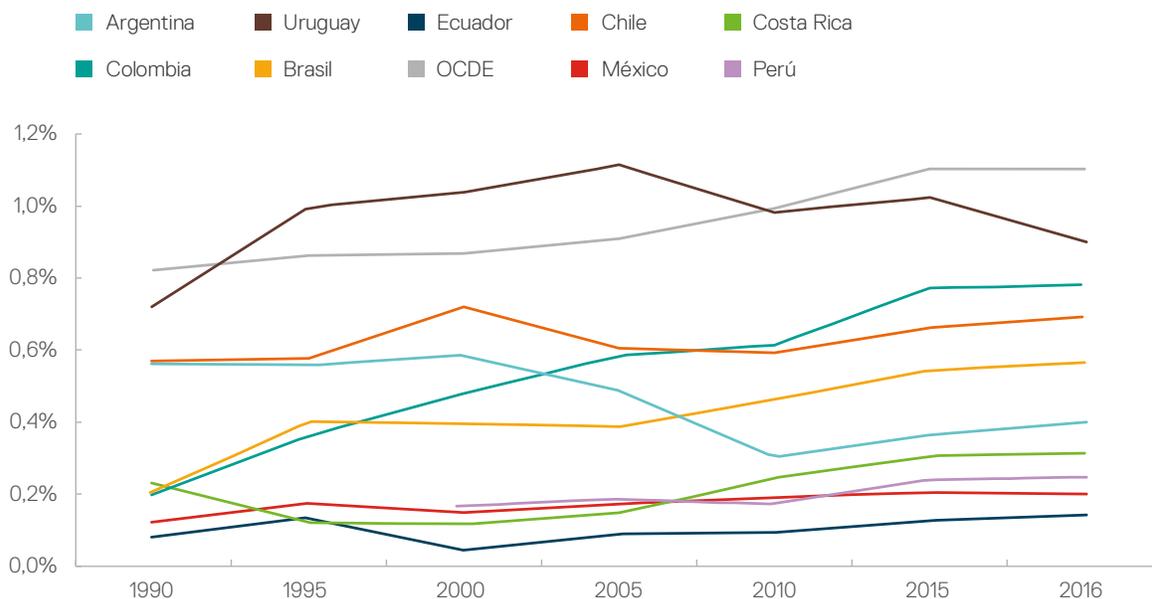
- Luciana García Nores, de la Iniciativa de Bienes Públicos Regionales, y Kyle Strand, Lorena Cano, Laura Paonessa, Elizabeth Rodríguez y Michelle Mars, de Código para el Desarrollo del BID, por su colaboración y compromiso con el proyecto. Asimismo, Adela Barrio, Valeria Habib y Mónica Villar, por el apoyo logístico para el exitoso desarrollo del mencionado webinar.
- Carola Pessino, Alejandro Rasteletti y Silvia Salamanca por sus valiosos comentarios y sugerencias durante la etapa de revisión del documento. Sus aportes fueron esenciales para mejorar la calidad de la publicación.
- Evelyn Cermeño, Peiyuan Xu, Diana Champi y, en especial, Hugo Menéndez, por su entusiasmo e incansable dedicación en la ejecución del proyecto RG-T3099 y en el desarrollo de actividades e insumos técnicos que aportaron decididamente al contenido de esta publicación.

INTRODUCCIÓN

HUÁSCAR EGUINO

El impuesto predial en América Latina y el Caribe (ALC) tiene un rendimiento relativamente bajo. Una rápida comparación de la importancia de este impuesto respecto al Producto Interno Bruto (PIB) de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y ALC ilustra esta afirmación: en el primer caso, el impuesto predial representa en promedio algo más del 1% del PIB, mientras que en ALC ningún país llega a ese nivel (gráfico 1).

De acuerdo con un reciente estudio sobre el potencial tributario del impuesto predial (Brosio *et al.*, 2018), conservadoramente se estima que en los países en desarrollo el impuesto podría generar al menos 1% del PIB. A su vez, el mismo estudio indica que la mayor parte del potencial del impuesto predial se concentra en las áreas urbanas. Ahora bien, si consideramos que ALC es la región más urbanizada del mundo, puesto que 80% de su población vive en áreas urbanas (UN-Habitat, 2016), resulta claro que el impuesto predial podría ser una fuente de recursos muy importante para las principales ciudades de la región. Por ejemplo, las estimaciones realizadas para Brasil y Colombia –países con tasas de urbanización de 85,7% y 76,4%, respectivamente (UN-Habitat, 2016)– indican que, en el primer caso, el impuesto predial podría alcanzar 1,2% del PIB, en tanto que, en el segundo, llegaría a 1,4% (Bonet, Muñoz y Pineda, 2014).

Gráfico 1. Impuestos recurrentes sobre bienes inmuebles en ALC, porcentaje del PIB

Fuente: OCDE *et al.* (2019).

Las causas del bajo desempeño del impuesto predial han sido ampliamente discutidas en varios estudios (Slack y Bird, 2014; Bonet *et al.*, 2014) y, en general, pueden agruparse en dos grandes categorías:

- 1) las relacionadas con las políticas tributarias y las políticas de descentralización fiscal que incluyen, entre otras, la determinación de responsabilidades tributarias entre los diferentes niveles de gobierno; la incidencia de los impuestos sobre la equidad y el crecimiento; las competencias tributarias de los gobiernos subnacionales, y el conjunto de incentivos para los tomadores de decisiones y los contribuyentes.
- 2) las relacionadas con el funcionamiento de las administraciones tributarias que incluyen el correspondiente marco legal y normativo (por ejemplo, los códigos tributarios municipales); los sistemas de catastro y de administración tributaria, y las capacidades institucionales de los gobiernos responsables del impuesto predial.

Este documento no pretende discutir las diferentes causas del bajo rendimiento del impuesto predial, sino que se concentra en un aspecto muy específico de

la segunda categoría: cómo mejorar el vínculo entre los sistemas de catastro y de administración tributaria a partir de la adopción de los valores de mercado de las propiedades, como referencia para la determinación de las obligaciones correspondientes al impuesto a la propiedad.

La principal razón por la que este documento presta especial atención a los temas de valuación es que en ALC prevalece la práctica de determinar los valores de las propiedades a partir de decisiones políticas y administrativas que, a su vez, tienen incidencia sobre la brecha entre los valores de mercado y los valores catastrales utilizados para determinar el impuesto. En efecto, la práctica más difundida en ALC es que los valores catastrales de las propiedades se determinen a partir de sus atributos y que las decisiones técnicas sean supeditadas a consideraciones de economía política, lo que ocasiona, al menos, los siguientes problemas: i) dificultad de mantener actualizados los atributos de las propiedades mediante procedimientos administrativos engorrosos (por ejemplo, el llenado de formularios con las características de los inmuebles); ii) injerencia política en la determinación de las bases tributarias, las tasas o alícuotas, y iii) aplicación de múltiples exenciones tributarias.

Por otra parte, algunos de los problemas técnicos que enfrentan los gobiernos a la hora de cobrar el impuesto predial son los siguientes: i) sus catastros tienen cobertura incompleta por la importancia que tiene la informalidad; ii) los catastros no generan información confiable sobre los valores de los predios, y iii) la liquidación del impuesto se realiza utilizando tablas de valores para las construcciones y zonas homogéneas para el suelo, lo que genera problemas de inequidad y de ineficiencia tributaria.

Este documento explica cómo las tecnologías de la información y las técnicas de análisis y procesamiento de datos pueden ayudar a actualizar la información catastral utilizando información del mercado inmobiliario disponible en línea. La solución que se propone consiste en utilizar precios de oferta e información

La desactualización de los valores catastrales redunda en la inequidad tributaria. Revertir esta situación es posible a través del procesamiento de datos del mercado inmobiliario disponibles en línea, aplicando modelos de valuación masiva basados en inteligencia artificial.

de transacciones efectivas como insumos para elaborar modelos de valuación masiva, que a su vez permiten ajustar los valores catastrales de forma ágil y eficiente. Asimismo, propone que los gobiernos a cargo del impuesto predial ajusten los valores catastrales con información del mercado y, a partir de allí, definan su política tributaria y mejoren la cobranza.

El presente documento fue preparado sobre la base de los materiales desarrollados en el proyecto del BID “Soluciones Digitales para la Tributación Subnacional” (RG-T3099), en el que participaron entidades vinculadas con la tributación predial de Argentina, Brasil, Colombia y México.¹ Su propósito es presentar la forma en que se pueden mejorar las estimaciones de los valores catastrales utilizando información de mercado, y cómo este insumo puede contribuir para que las administraciones tributarias mejoren la recaudación del impuesto predial.

A tal fin, el documento se ha organizado en tres secciones y un anexo. En la primera sección, se presentan los principales lineamientos de la modernización catastral, haciendo hincapié en el vínculo de catastro y las administraciones tributarias. En la segunda, se presenta el caso del municipio de Fortaleza (Brasil), mientras que en la tercera, el de la Provincia de Córdoba (Argentina). Por último, el anexo incluye una breve presentación de la forma en que se procesan los datos para elaborar los mapas de valores.

Los temas presentados fueron previamente discutidos en un webinar organizado por la Red de Descentralización y Gestión Fiscal Subnacional de América Latina y el Caribe (coordinada por el BID), durante el cual los participantes solicitaron elaborar un texto de fácil lectura que sirva de introducción a las nuevas técnicas de actualización de los valores catastrales, con el propósito de contribuir a mejorar el desempeño del impuesto predial en ALC. Se espera que las próximas páginas cumplan con ese propósito

1 Las entidades responsables de este proyecto en los países indicados fueron: i) en Argentina, el Centro de Estudios de las Administraciones Tributarias Subnacionales; ii) en Brasil, la Asociación Brasileña de Secretarios de Hacienda de las Ciudades Capitales; iii) en Colombia, la Federación Colombiana de Municipios, y iv) en México, el Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas.

EVOLUCIÓN DEL MODELO CATASTRAL Y DE LOS MÉTODOS DE VALUACIÓN

DIEGO ERBA Y HUÁSCAR EGUINO



Durante las dos primeras décadas del siglo XXI, América Latina y el Caribe (ALC) invirtió una gran cantidad de recursos en proyectos de modernización catastral. En general, los objetivos de estos proyectos fueron integrar la información de los sistemas de catastro y registros de la propiedad, regularizar la propiedad informal y, en algunos casos, contribuir a mejorar la planificación territorial y la gestión fiscal.

La estrategia operativa de estos proyectos incluía la adquisición de productos cartográficos para la delimitación y ubicación de los predios; es decir, las actividades se iniciaban por el catastro físico y continuaban por el jurídico, relegando al catastro económico (establecimiento de los valores prediales) para un momento posterior y complicando –incluso, en algunos casos, inviabilizando– la sostenibilidad de las inversiones realizadas. Respecto de esta estrategia operativa, Lübeck (2016, págs. 26-27) afirma que “el 50% de los objetivos de desarrollo sostenible están relacionados con la tierra, y en una estimación muy aproximada, alcanzarlos a través de las estrategias tradicionales de adquisición de datos catastrales llevaría unos 500 años de trabajo”. En este contexto, todos los involucrados en la modernización de los catastros se preguntan cuál es la mejor estrategia a seguir.

Una alternativa a la falta de atención de la dimensión económica del catastro pasa por la renovación de las estrategias operativas y por un cambio en el modelo catastral. La nueva propuesta contempla la aplicación de métodos avanzados de levantamiento de datos y valuación masiva de inmuebles, propiciando una mayor utilización de la información del mercado inmobiliario disponible en línea y estableciendo una mejor articulación de los sistemas de catastro con los de administración tributaria.

EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS CATASTRALES: ¿PARTE DE LA SOLUCIÓN O PARTE DEL PROBLEMA?

La mayor parte de los gobiernos de ALC, en distintos grados, sigue estructurando y manejando sus catastros de acuerdo con un modelo catastral que incluye básicamente los siguientes datos: i) dimensiones y ubicación de las parcelas (catastro físico); ii) nombre del propietario o poseedor (catastro jurídico), y iii) alguna información sobre el valor (catastro económico). El catastro físico contiene documentos cartográficos y datos alfanuméricos que caracterizan cada parcela y sus edificios; el catastro jurídico (también llamado catastro legal) contiene documentos que demuestran la relación de propiedad o tenencia entre las personas y el suelo, y el catastro económico registra datos que permiten determinar los valores de los inmuebles (Erba y Piumetto, 2016).

Las deficiencias de este modelo de catastro tradicional radican en su reducida cobertura e incompletitud, y en la inequidad valuatoria que se genera al tratar a los predios similares como diferentes. La cobertura reducida se refiere a la falta de registro de predios (principalmente ocupados informalmente), mientras que la incompletitud se refiere a la falta de información cartográfica y/o de las características de los predios catastrados. La inequidad se manifiesta de dos formas: cuando inmuebles semejantes, que deberían tener valores similares con relación al mercado, poseen valores diferentes en las bases catastrales (inequidades horizontales), o cuando inmuebles que no tienen valores semejantes en el mercado, por tener características diferenciadas, están registrados con valores catastrales similares (inequidades verticales).

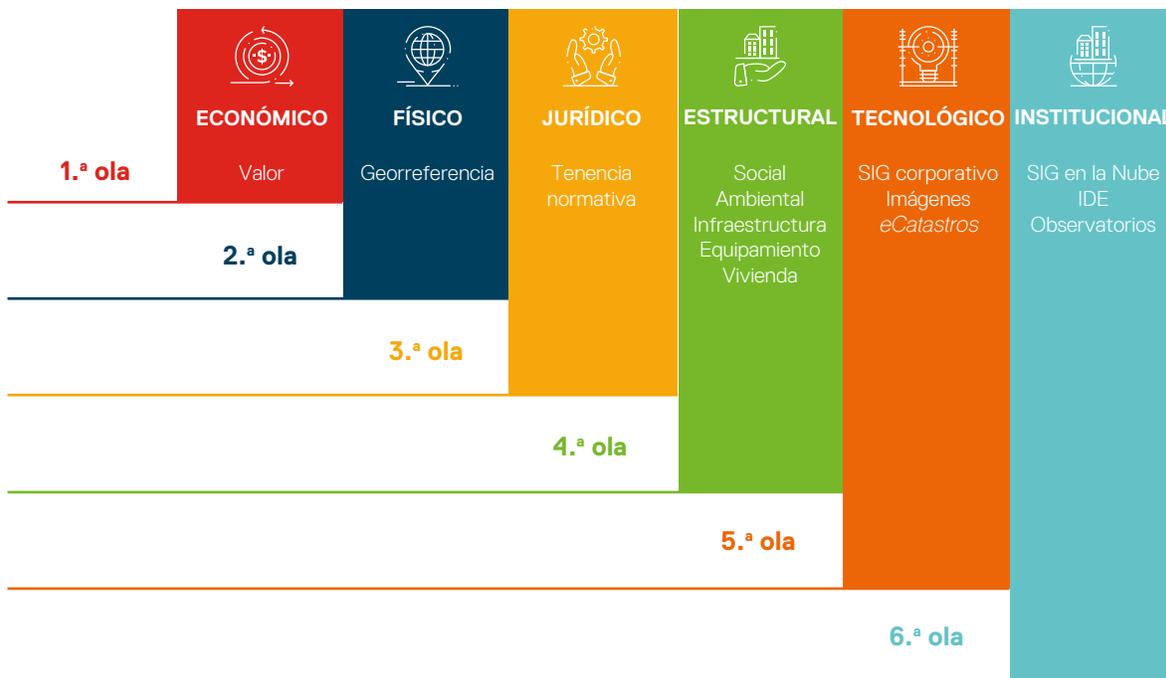
Las inequidades horizontales y verticales están masivamente presentes en los catastros de la región y derivan de: i) la desactualización de las variables que conforman el valor del terreno y de las construcciones; ii) la desactualización de las diferentes categorías constructivas, y iii) la adopción de valores de suelo sobre la base de la definición de zonas homogéneas dentro de las cuales existen diferencias significativas. Cuantificar los grados de inequidad requiere un trabajo estadístico importante y exige contar con datos de los valores catastrales y de mercado. De Cesare *et al.* (2016) comprobaron que, en ALC, los niveles de valuación catastral pueden variar respecto de los valores de mercado entre 5% y 98%, impactando directamente en el desempeño del impuesto predial y, en muchos casos, transformándolo en un impuesto regresivo.

La alternativa al anterior modelo catastral (que a los fines de esta publicación llamaremos “catastro ortodoxo”) es el catastro territorial multifinanciado (CTM). El CTM es el resultado de varias etapas de evolución del catastro ortodoxo, que se amplía porque: i) incorpora nuevas variables territoriales; ii) aplica nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC), y iii) facilita la innovación y la cooperación interinstitucional mediante la interoperabilidad de diferentes agentes y sistemas de información (por ejemplo, sistemas de catastro y registro).² El potencial del CTM para la gestión pública es muy grande, pues contempla aspectos clave para el planeamiento y la financiación subnacional al incluir datos referidos a las regulaciones urbanísticas y ambientales; los servicios básicos; el equipamiento y la infraestructura urbana; el perfil socioeconómico de las familias, etc. Los datos referidos a estos catastros temáticos –información sectorial georreferenciada– normalmente se encuentran en diferentes instituciones públicas y en empresas prestadoras de servicios, las cuales pueden interactuar a través del CTM, evitando la duplicidad de los datos y logrando mayor eficiencia de las inversiones. Para ello, no solo es necesario realizar inversiones en nuevas tecnologías, sino también establecer alianzas institucionales o asociaciones formales a través de acuerdos de cooperación o convenios, concretando esfuerzos conjuntos orientados a compartir datos, información, personal, equipos y métodos de trabajo.

El gráfico 2 muestra los aspectos que integran el modelo CTM: los cuatro primeros aspectos corresponden a los datos y los dos últimos a las geotecnologías.

2 La **interoperabilidad** ha sido definida como la habilidad de dos o más sistemas para intercambiar información y utilizarla (IEEE, 1997). Más recientemente el concepto fue ampliado y normalizado en la ISO-19119 sobre servicios web, y se lo define como la capacidad para comunicar, ejecutar programas o transferir datos entre varias unidades funcionales sin necesidad de que el usuario conozca las características específicas de esas unidades.

Gráfico 2. Aspectos del modelo de catastro multifinalitario



Fuente: Elaboración propia a partir de la adaptación de la figura 3 (pág. 9) en Erba (2016).

Varios gobiernos de ALC están gradualmente adoptando el enfoque del CTM (tal es el caso de Brasil y Colombia). Algunos de los factores que han contribuido a esta creciente adopción son: i) el desarrollo del marco conceptual del CTM y de las estrategias de alianzas institucionales y cooperación intersectorial; ii) los avances de las TIC, que han facilitado la interoperabilidad entre los sistemas de las entidades involucradas; iii) el potenciamiento de las técnicas de análisis de datos basadas en información georreferenciada; iv) el incremento de la oferta profesional de técnicos capacitados en el manejo de datos georreferenciados, y v) el creciente reconocimiento de los beneficios del CTM para el diseño de políticas. El CTM es particularmente atractivo para los gobiernos subnacionales debido a que su implementación no requiere grandes inversiones –como ocurría en el pasado–; a la vez, brinda información valiosa para la planificación territorial, la prestación de servicios e infraestructuras, la gestión medioambiental y la gestión fiscal.

La mayor disponibilidad de geotecnologías para respaldar el proceso de estructuración del CTM; la masificación en el uso de sistemas de información geográfica (SIG), y la disminución de los costos de las aplicaciones comerciales,

junto con la popularización de herramientas sofisticadas como los vehículos aéreos no tripulados (*drones*) y las aplicaciones móviles para la recolección de datos, han creado nuevas oportunidades para la modernización y el desarrollo de los CTM.

Mientras el catastro ortodoxo se estructura mediante un SIG local y, eventualmente, cuenta con una interface web (*e-catastro*³), un catastro multifinalitario se materializa a través de infraestructuras de datos espaciales (IDE). Una IDE es un conjunto de normas y estándares que facilitan la accesibilidad de la información geográfica por parte de las diferentes jurisdicciones, entidades sectoriales y la sociedad en su conjunto. Las IDE permiten acceder a datos, productos y servicios geoespaciales, publicados en internet bajo estándares y normas comunes, asegurando su interoperabilidad y uso. Además, establecen las responsabilidades de los organismos respecto de la información que publican y actualizan.⁴

Las IDE no reemplazan a los SIG de cada institución, sino que establecen relaciones entre ellos para poder generar información más completa, actualizada y detallada sobre una jurisdicción. Al crear definiciones estándar para todos estos datos, las IDE permiten que las instituciones trabajen de forma independiente y simultánea en sus propios campos de acción, utilizando sus propios sistemas.

Una geotecnología más reciente que potencia la interoperabilidad con mayor eficiencia que las IDE es el SIG en la nube.⁵ La estructuración del catastro territorial bajo una IDE o un SIG en la nube facilita, además, los procesos de participación ciudadana (particularmente en la planificación urbana) y de cumplimiento de las obligaciones tributarias.

3 Catastro en línea conformado como un sistema de información pública a cargo de una institución.

4 Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina – IDERA (<https://www.idera.gob.ar/>).

5 Los SIG en la nube (*GIS in the cloud*) han abierto la posibilidad de mejorar significativamente el desarrollo de aplicaciones SIG convencionales y proporcionan servicios de visualización y análisis de la información geográfica a un mayor número de usuarios en todo el mundo. Ello está poniendo en cuestión el uso tradicional de los SIG, en vista del abanico de posibilidades y mejor rendimiento que ofrece este nuevo paradigma (adaptado de definiciones encontradas en <https://www.unigis.es/sig-en-la-nube-que-ventajas-nos-aportan/>).

REFERENCIAS CATASTRALES

Estamos en la época de oro de la información georreferenciada, un período marcado por el uso masivo de la cartografía y del GPS a través de los aplicativos de acceso libre, gratuito y global. Los ciudadanos, aun con conocimientos muy básicos, los usan con bastante pericia sin percatarse de que existe un sistema de referencia único que relaciona todos y cada uno de los elementos representados. En el área catastral es justamente la georreferenciación la que permite estructurar bases de datos con la ubicación, forma y dimensiones de cada predio. La adopción de un sistema de referencia único (coordenadas) permite dar

continuidad gráfica a la información territorial y, además, materializa la interoperabilidad al integrar documentos cartográficos generados por diferentes actores.

Las intervenciones públicas que expanden las redes de los servicios amplían el perímetro urbano, cambian el uso y las densidades y tienen un impacto sobre los valores del suelo en el mercado. Por tanto, el mercado inmobiliario debe ser la referencia para los registros catastrales.

Sin embargo, todavía no ocurre lo mismo en el área de catastro económico. Muchas veces los datos no son comparables por falta de estandarización y de una referencia única. En parte esto ocurre porque los valores de los inmuebles se determinan de manera administrativa, a partir de procesos poco claros que se caracterizan por la manipulación de los datos, la subjetividad y los intereses particulares. Por otra parte, la determinación de los valores se aprueba en las instancias de decisión política, lo que puede afectar la equidad con la que debe tratarse a todos los contribuyentes, lo cual desestimula el pago de los impuestos relacionados con el territorio.

Para salir de esta situación es necesario que se establezca una política catastral clara y objetiva, que referencie todos los valores de los inmuebles a un sistema único e inobjetable. La referencia debe ser el mercado inmobiliario, ya que los valores establecidos en las transacciones inmobiliarias son el resultado de las intervenciones públicas que impactan el valor del suelo (existencia de redes de infraestructuras y servicios, normas de uso de suelos, reglas de usos y densidades, delimitación del perímetro urbano y áreas de expansión, entre otros) y las privadas que generan mejoras y construcciones.

Cuando los valores catastrales usan como referencia el mercado inmobiliario, las variables a registrarse se reducen y simplifican. Los avisos públicos y/o los sitios web de las inmobiliarias asumen protagonismo, pues en ellos constan las informaciones que efectivamente condicionan la demanda (precio, superficie del terreno, superficie construida, número de cuartos, baños y cocheras).

En este sentido, una de las tendencias que viene cobrando impulso en ALC es el establecimiento de observatorios del mercado inmobiliario (OMI), que permiten capturar información comercial y generan los datos necesarios para actualizar los catastros económicos de forma objetiva y sencilla.

OBSERVATORIOS DEL MERCADO INMOBILIARIO

Un observatorio es una estructura administrativa y tecnológica que monitorea la ciudad a través de imágenes y censos. Puede ser estructurado por la institución que administra el catastro territorial, por instituciones privadas o académicas, o bien a través de alianzas interinstitucionales que congreguen varias organizaciones con un interés común en determinados espacios urbanos y en temáticas urbanas específicas. Mientras que los observatorios territoriales se estructuran con la finalidad de recabar y/o publicar datos útiles para definir políticas públicas en general,⁶ los OMI realizan levantamientos de los datos requeridos para generar mapas de valores, necesarios para definir la política tributaria del impuesto predial, la contribución por mejoras y la recuperación de plusvalías (véanse los casos de Fortaleza y Córdoba más adelante).⁷

En ALC, los OMI tomaron diferentes formas. Un ejemplo es el proyecto “Valores del Suelo en América Latina”, estructurado en una plataforma SIG en la nube con el objetivo de sistematizar valores puntuales del suelo urbano.⁸ El OMI arrancó en 2016 en virtud de una pregunta de investigación: ¿es posible levantar

6 Entre tantos ejemplos latinoamericanos pueden mencionarse el Observatório das Metrôpoles (<http://observatoriodasmטרপোল.net.br/wp/>) y el Observatório das Remocoes (<http://observatorioderemocoes.fau.usp.br/>).

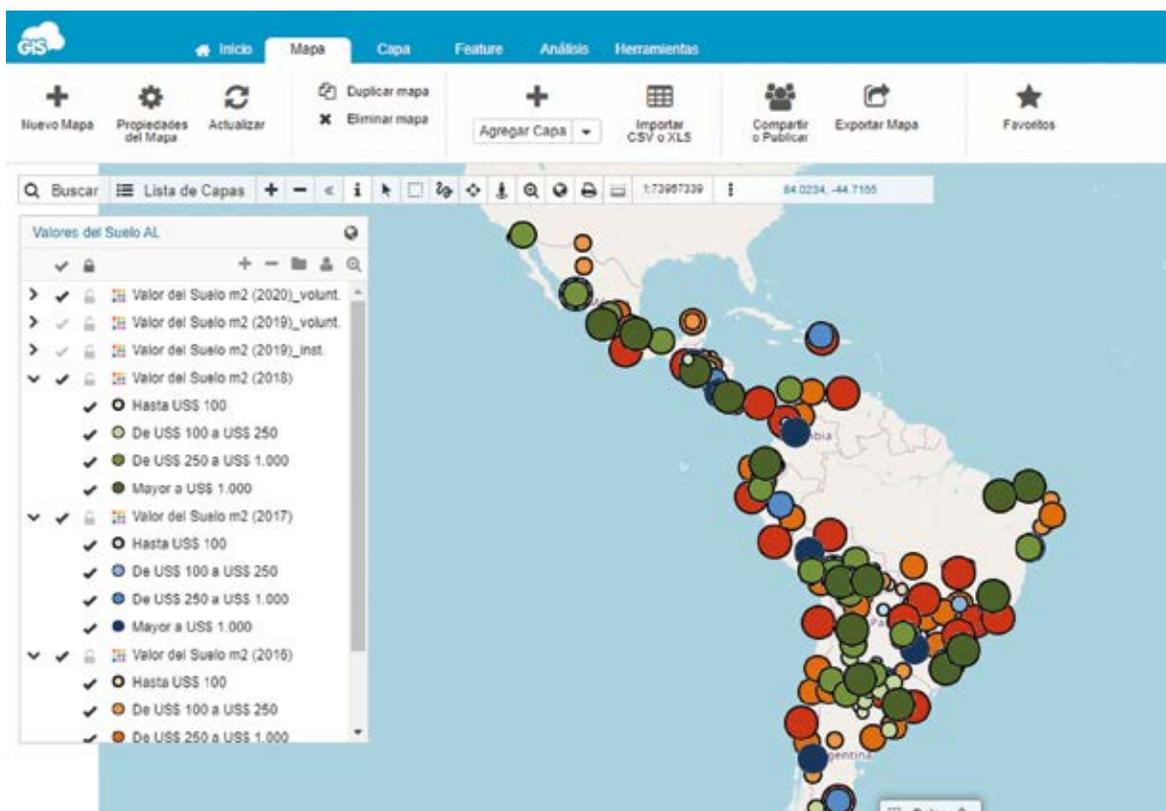
7 Entre los casos destacados en la región se encuentran el Observatorio Técnico Catastral de Bogotá (<https://www.catastrobogota.gov.co/es/observatorio-tecnico-catastral-otc/>); el Observatorio Inmobiliario de Medellín (<http://catastrooime.blogspot.com/>), y el Observatorio del Mercado Inmobiliario de la Provincia de Córdoba (OMI) (<https://omi.cba.gov.ar>).

8 <https://valorsueloamericalatina.org/>.

y sistematizar datos del mercado de suelo en cantidad y calidad, en un corto período, con un presupuesto limitado, utilizando técnicas de *crowdsourcing*?⁹

La respuesta positiva se evidencia en la imagen 1, que muestra una importante diseminación de los observatorios urbanos a partir de la capacidad contributiva de colaboradores voluntarios de diferentes países. Los innumerables puntos localizados en la plataforma SIG en la nube presentan, además de su posición geográfica, el valor del metro cuadrado de suelo en dólares de Estados Unidos y el año de levantamiento del dato.

Imagen 1. Valor del suelo en ALC en 2016, 2017 y 2018



Fuente: <https://editor.giscloud.com/map/482036/valores-del-suelo-al>.

9 *Crowdsourcing* (del inglés *crowd* –multitud– y *outsourcing* –recursos externos–) se podría traducir al español como colaboración abierta distribuida o externalización abierta de tareas, y consiste en externalizar tareas que, tradicionalmente, realizaban empleados o contratistas, dejándolas a cargo de un grupo numeroso de personas o de una comunidad, a través de una convocatoria abierta (adaptado de <https://es.wikipedia.org>).

La alternativa al anterior enfoque (basado en la digitalización manual de observaciones) es aplicar algoritmos que pueden capturar información de forma mucho más rápida que los seres humanos. Esos algoritmos son los denominados *web scrapers*. El *web scraping* (también conocido como *web harvesting*, *web data extraction* y *web data mining*) consiste en identificar datos no estructurados en la *world wide web* –originalmente registrados en formato HTML– y organizarlos en bases de datos o planillas. El *software* permite construir un agente (*bot* o *spider*) con la capacidad de bajar, procesar y organizar datos de forma automatizada y organizada.¹⁰

En el área de estudios del mercado inmobiliario, el uso del *web scraping* se remonta a iniciativas privadas: investigaciones desarrolladas por empresas que buscaban información sobre inmuebles en venta en páginas web de distintas fuentes. Con los datos recopilados, detectaban si alguna propiedad tenía un precio por debajo del promedio del mercado en su zona y evaluaban la compra para reformarla o simplemente para revenderla en mejores condiciones, sustrayendo de ello un lucro importante. En el sector público, particularmente en la generación de bases de datos del mercado inmobiliario como insumo para actualizar el catastro económico, su aplicación es incipiente pero creciente. Esto se debe a que el uso de los datos del mercado inmobiliario reduce los costos y abrevia los plazos de actualización de los valores catastrales, permitiendo generar información continua y completa a lo largo del espacio y del tiempo al correlacionar datos de distintas fuentes de manera rápida y confiable (en el anexo 1 figura una explicación más detallada de los aspectos técnicos del procesamiento de datos para la elaboración de mapas de valores).

Los observatorios del mercado inmobiliario reducen costos y agilizan la actualización de los valores catastrales, permitiendo generar información continua y completa al correlacionar datos de distintas fuentes de manera rápida y confiable.

¹⁰ Entre los *web scrapers* más conocidos se encuentran los que se enfocan en reserva de hoteles, tales como <http://www.despegar.com>, <http://www.momondo.com>, <http://www.trivago.com> y <http://www.booking.com>.

CONSIDERACIONES FINALES SOBRE LA RENOVACIÓN DE MODELOS CATASTRALES

La implementación del modelo de catastro multifinanciado implica que se lleven adelante más cambios en la gestión pública que en los aspectos tecnológicos; por esta razón, no se requieren grandes inversiones. El catastro multifinanciado es modular y sus componentes no necesariamente tienen que ser estructurados simultáneamente ni de forma secuencial, lo que conforma uno de sus principales beneficios.

La enorme y acelerada evolución de los métodos y de las técnicas de valuación y de captura de datos de mercado revela que los catastros económicos pueden transformarse muy rápidamente, incluso con mayor rapidez que las políticas tributarias que rigen el impuesto predial.

Los resultados arrojados por los OMI estructurados por iniciativas públicas, proyectos privados, programas conjuntos y/o planes académicos prueban que es posible generar información económica del suelo urbano de forma masiva a partir de datos provenientes de múltiples fuentes.

Los métodos de *crowdsourcing* o *web scraping* son muy importantes para generar grandes volúmenes de datos sistematizados y de calidad. No obstante, el mantenimiento de los OMI exige un trabajo multidisciplinario que permita generar una base de conocimiento sostenible a lo largo del tiempo, contribuyendo a que el catastro continúe desarrollándose sobre la base de la interoperabilidad.

Seguir sometiendo los mapas de valores a decisiones subjetivas de políticos, administradores tributarios o intereses particulares no hace más que mantener el *statu quo* y el bajo desempeño del impuesto predial en ALC.

El catastro es un órgano técnico que mide y representa el territorio y el mercado inmobiliario. Las dimensiones que determina son inexorables y deben registrarse en sus bases de datos sin quedar sujetas a interferencias. En otras palabras, el catastro como institución debe ser un órgano eminentemente técnico que funcione de forma colaborativa y con base en estándares que permitan la interoperabilidad de sus diferentes módulos. Cuando reconozcamos lo anterior, habremos dado un importante paso para que el catastro realmente sirva de base a la modernización del impuesto predial en ALC.





CATASTRO MULTIFINALITARIO EN LA PRÁCTICA: EL CASO DEL MUNICIPIO DE FORTALEZA (BRASIL)



EVERTON DA SILVA Y AUGUSTO FERREIRA DE OLIVEIRA

Fortaleza es una gran urbe del nordeste brasileño y es la capital del estado de Ceará. Tiene una población de 2,6 millones de habitantes, un catastro con casi 780.000 predios, un ambiente construido extremadamente variado, un mercado de suelo muy dinámico y una enorme afluencia de turistas e inversionistas por su ubicación privilegiada en la costa atlántica. En este contexto, el Gobierno municipal de Fortaleza (Prefeitura de Fortaleza) decidió invertir para contar con un catastro bien estructurado que permita atender diferentes necesidades derivadas de la gestión pública.

MODERNIZACIÓN DEL CATASTRO: TRANSITANDO HACIA UN INSTRUMENTO MULTIFINALITARIO

En 2009, Fortaleza comenzó a dejar atrás un modelo catastral ortodoxo, conceptualmente limitado, de acceso restringido, caracterizado por representaciones espaciales en papel, datos desactualizados e incompletos y falta de integración con otras bases de datos. Era un catastro cuya única finalidad era apoyar la gestión tributaria, tarea que ejecutaba con bajo grado de efectividad.

La nueva década inició con la implementación del modelo de catastro territorial multifinalitario (CTM), propiciado por un proyecto desarrollado en el marco del Programa Nacional de Apoyo a la Modernización Administrativa y Fiscal de los Municipios Brasileños (PNAFM) del BID. El financiamiento permitió estructurar un plan catastral ambicioso, adquirir nuevos datos y actualizar la base catastral. El plan incorporó la visión denominada Catastro 2014 (Kaufmann y Steudler, 1998) y se sustentó en tres pilares de cambio: paradigmas, modelo y sistema informático.

El catastro, que hasta entonces tenía un papel coadyuvante, pasó a ser parte central de la gestión territorial al incorporar un sistema de información territorial (SIT) que gestiona todos los datos georreferenciados, abriendo puertas para que otros sectores de la administración interactúen y lo utilicen. El sistema de tributación dejó de condicionar al catastro y se transformó en un consumidor de datos y protagonista de la actualización de la base catastral. El nuevo sistema informático remodeló la base de datos catastrales y generó un nuevo procedimiento de administración, reemplazando las estructuras de las bases que solo estaban al servicio del área de impuestos.

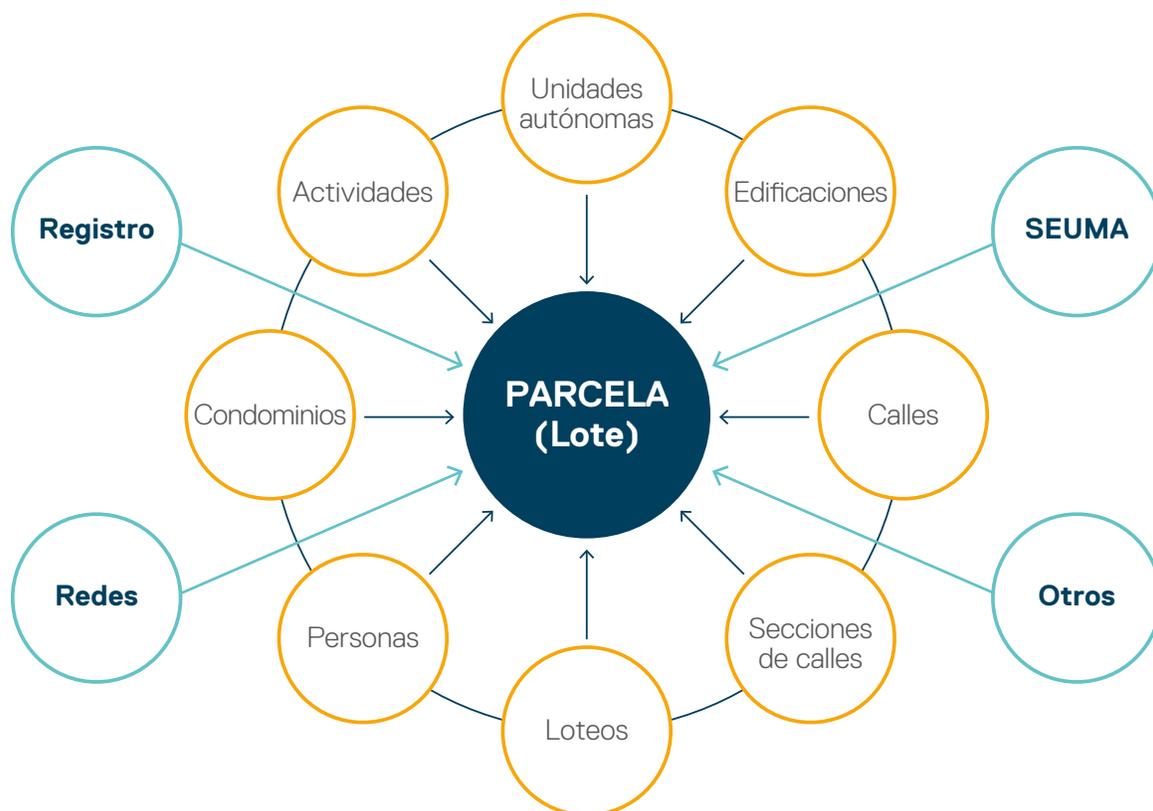
La concepción de un sistema catastral centrado en la parcela, interoperable con diversos órganos públicos y privados, permitió consolidar el modelo multifinalitario en Fortaleza. Esta transformación amplió la disponibilidad de datos abiertos y diversificó los procesos de atención remota a la ciudadanía.

El modelado de la base de datos pasó a considerar al lote (o parcela) como elemento central de gestión del catastro (gráfico 3). Bajo este esquema conceptual, la parcela se transformó en el centro de la gestión y se reconfiguró como elemento común para el relacionamiento con los distintos catastros temáticos. De esta manera, los principios básicos del catastro quedaron respaldados, pues desaparecieron las ambigüedades entre las parcelas y sus registros asociados. Así, la nueva base de datos, más amplia y accesible, materializó el concepto de catastro multifinalitario.

La concepción del sistema catastral estipuló que la base de datos sea abierta e interoperable con las bases de la Secretaría Municipal de Urbanismo y Medio Ambiente (SEUMA) y del observatorio urbano de valores (OUV), brindando la opción de que otras instituciones, como el Registro de Inmuebles y las empresas

de servicios públicos, se integren al sistema. Los elementos que direccionaron el establecimiento de un catastro multifinalitario fueron analizados en detalle por Silva (2002 y 2015), destacándose su adaptabilidad y espacialidad.

Gráfico 3. Esquema conceptual del sistema catastral de Fortaleza



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Silva (2006) y de la Secretaría Municipal de Urbanismo y Medio Ambiente (SEUMA).

El nuevo sistema catastral SIT fue desarrollado en plataforma web y con programas de libre acceso, sin generar costos por licencias de software para la administración municipal (imagen 2), lo que también contribuyó a su éxito y posterior mantenimiento.

Imagen 2. Pantalla del SIT del municipio de Fortaleza (SITFOR)

Fuente: Sistema de Información Territorial de Fortaleza (Secretaría de Finanzas, SEFIN).

FORTALECIMIENTO DEL ASPECTO ECONÓMICO: MAYOR EQUIDAD Y MAYOR RECAUDO

La inversión de BRL 16 millones (aproximadamente USD 10 millones) para la implementación del nuevo sistema catastral, junto con los cambios normativos relacionados con la valuación de inmuebles, permitió aumentar en 2014 la emisión del impuesto predial en unos BRL 40 millones (aproximadamente USD 17 millones), lo cual corresponde a un incremento de más del 18% respecto del año anterior.¹¹ En otras palabras, fue posible recuperar ampliamente la inversión inicial tan solo en la primera emisión posterior a la modernización del catastro.

En los años siguientes, la disponibilidad de datos actualizados elevó el número de usuarios, a la vez que incrementó la demanda de información geográfica, generando la necesidad de una nueva inversión orientada a mejorar la base catastral. Durante 2016 y 2017 se aplicaron BRL 13.482.400 (aproximadamente USD 3 millones) a nuevos levantamientos de datos (ortofotos, perfilamiento láser del relieve y del ambiente construido, y fotografías de las fachadas de los predios) orientados a acompañar la dinámica de crecimiento del municipio. La actualización catastral de 70.000 predios se realizó totalmente desde la oficina,

¹¹ El valor de emisión en 2013 fue de BRL 214 millones, y en 2014 llegó a BRL 253 millones.

recolectando datos de las imágenes sin la necesidad de realizar inspecciones en el terreno. El proyecto contó, nuevamente, con el apoyo del PNAFM.

Dos resultados directos del proceso de 2016 y 2017 fueron: i) el incremento en la facturación del impuesto predial en alrededor de BRL 32 millones (aproximadamente USD 8 millones) a partir de 2018, y ii) un mayor cumplimiento tributario asociado a la mayor transparencia con la que se determinaron los valores catastrales.

FORTALECIMIENTO DEL ASPECTO ESTRUCTURAL DEL CTM: EL CATASTRO APOYANDO AL URBANISMO

La modernización del sistema catastral generó una ola positiva de innovación en el municipio, impulsando varias acciones para mejorar la administración municipal, entre ellas, el desarrollo de nuevas aplicaciones.

En 2015, la SEUMA lanzó el portal “Fortaleza Online”, mediante el cual el ciudadano tiene acceso a diversos servicios en línea, entre los que destaca el licenciamiento para nuevas construcciones que ahora puede realizarse de forma casi inmediata. Hasta fines de 2019, estaban disponibles 34 servicios, todos basados en la información catastral del municipio. Uno de los servicios más accedidos del portal es la “Consulta de Aptitud para Actividades Económicas y para la Construcción”. La respuesta de este servicio pasó de tardar 120 días (cuando se realizaba a través de expedientes en papel) a realizarse de forma inmediata (desde el portal). El número de consultas pasó de un promedio de 80 por semestre a 265 por día. Indudablemente, este tipo de acción ha impulsado la economía de la ciudad.

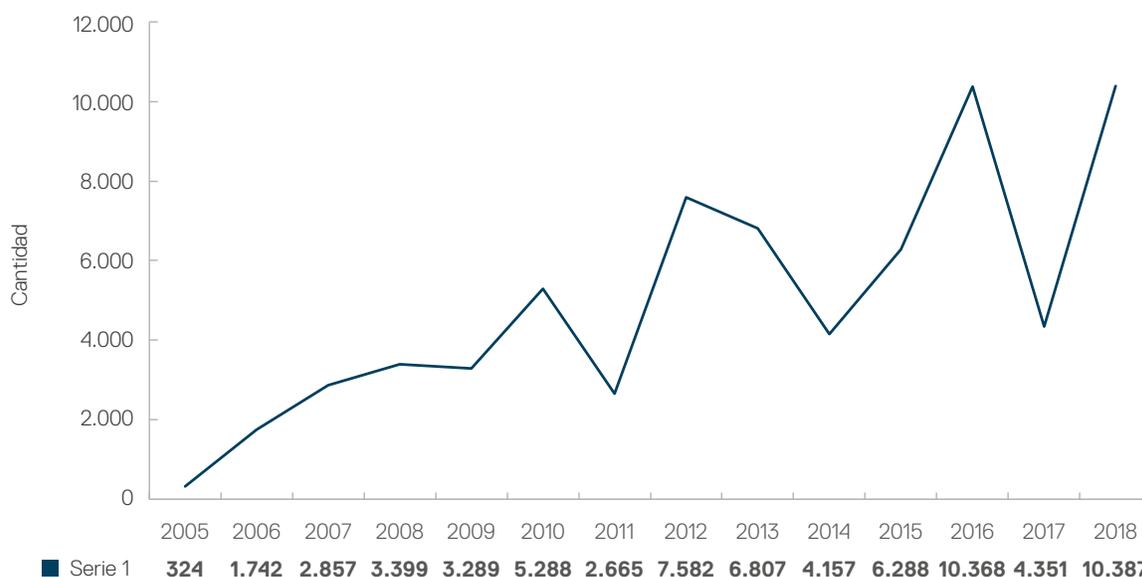
El sistema de catastro cruza las capas de información del plan de ordenamiento territorial con el catastro territorial y los catastros temáticos, lo que permite la realización de consultas automatizadas para casi un 80% de las solicitudes de los usuarios. Este cambio posibilitó la migración desde procesos muy burocráticos –basados en papeles– hacia una mayor agilidad en la prestación de servicios, aportando una mayor dinámica a la economía local. Un resultado importante de este proceso fue la disminución del desplazamiento de los ciudadanos hacia la alcaldía y, consecuentemente, de los costos de operación de la institución. En 2018, solo con la emisión de certificados en línea, se registró una reducción en los costos de operación de aproximadamente BRL 1,8 millones (aproximadamente USD 500.000).

Por otra parte, algunos de estos servicios generaron ingresos importantes. A marzo de 2019 se habían recaudado BRL 23.008.035 (aproximadamente USD 7 millones); es decir, cuatro veces más que el valor de la inversión para la modernización de los servicios. El portal “Fortaleza Online” ha contribuido a que la ciudad se convierta en una de las capitales mejor estructuradas en términos de administración en línea con base catastral. Además, el portal contribuyó a que se designe a Fortaleza como la tercera ciudad inteligente de Brasil.

FORTALECIMIENTO DEL ASPECTO INSTITUCIONAL DEL CTM: EL OBSERVATORIO URBANO DE VALORES

El nuevo sistema catastral permitió avanzar hacia la multifinalidad a través de la reestructuración del observatorio urbano de valores (OUV), que había iniciado sus actividades en 2005. El OUV fue construido como un módulo del SIT, y permitió la mejora de la estructura de datos, personal, equipos y procedimientos de recolección de datos, mediante la incorporación de las más modernas técnicas de *web scraping* y *web crawling*. En ese contexto, el número de datos de mercado experimentó un incremento significativo a lo largo del tiempo, tal como muestra el gráfico 4.

Gráfico 4. Evolución de la base de datos del observatorio urbano de valores inmobiliarios



Fuente: Oliveira (2018).

La integración del OUV y el SIG propició la elaboración de mapas de valores del suelo para mejorar los procesos de valuación y el cobro del impuesto predial. Además, permitió automatizar el cobro del impuesto al traslado de dominio,¹² otra fuente importante de ingresos para el municipio.

El modelado del mercado inmobiliario continuó evolucionando, y pasó a efectuarse mediante técnicas de inferencia estadística y de *machine learning*, lo que permitió generar mejores estimaciones para gran parte de los inmuebles de la ciudad.

También se desarrolló una aplicación para lograr la interacción del SIT con el sistema de tributación inmobiliaria, la cual fue puesta a disposición de las notarías. Esta aplicación permite que los funcionarios de estas instituciones puedan verificar si el valor declarado en la transacción es compatible con el estimado por el modelo de valuación masiva durante cualquier transacción inmobiliaria. De ese modo, en los casos en que se identifican inconsistencias al momento de procesar la documentación legal, se utiliza el valor estimado por el modelo del Gobierno municipal. Esta estrategia derivó en importantes avances, entre los cuales destacan: i) la automatización del 75% de las transacciones inmobiliarias; ii) la reducción del tiempo de emisión de los recibos de pago del impuesto al traslado de dominio de cuatro días a solo 15 minutos, y iii) la posibilidad de no apersonarse en la alcaldía, pues todo el proceso puede resolverse directamente en la notaría. Por otra parte, a partir de la implementación, se generó: i) la reducción de los costos del proceso; ii) la oportunidad de actualizar los datos catastrales de forma inmediata; iii) un mejor control de la base imponible del impuesto al traslado de dominio, y iv) la disminución del flujo de vehículos en la ciudad.

La estrategia de capacitación fue uno de los pilares del éxito de la administración municipal. La modernización tecnológica y el entrenamiento en SIG permitieron a los funcionarios apropiarse de las herramientas de gestión, potenciando el desarrollo de mejores políticas públicas.

¹² En Brasil, el denominado impuesto a la transmisión del bien inmueble (ITBI) se cobra a partir de una declaración de transacción inmobiliaria (DTI), que pasó a controlarse con mayor eficiencia y eficacia a partir de la modernización del catastro en Fortaleza.

CONSIDERACIONES FINALES SOBRE LA MODERNIZACIÓN CATASTRAL A NIVEL MUNICIPAL

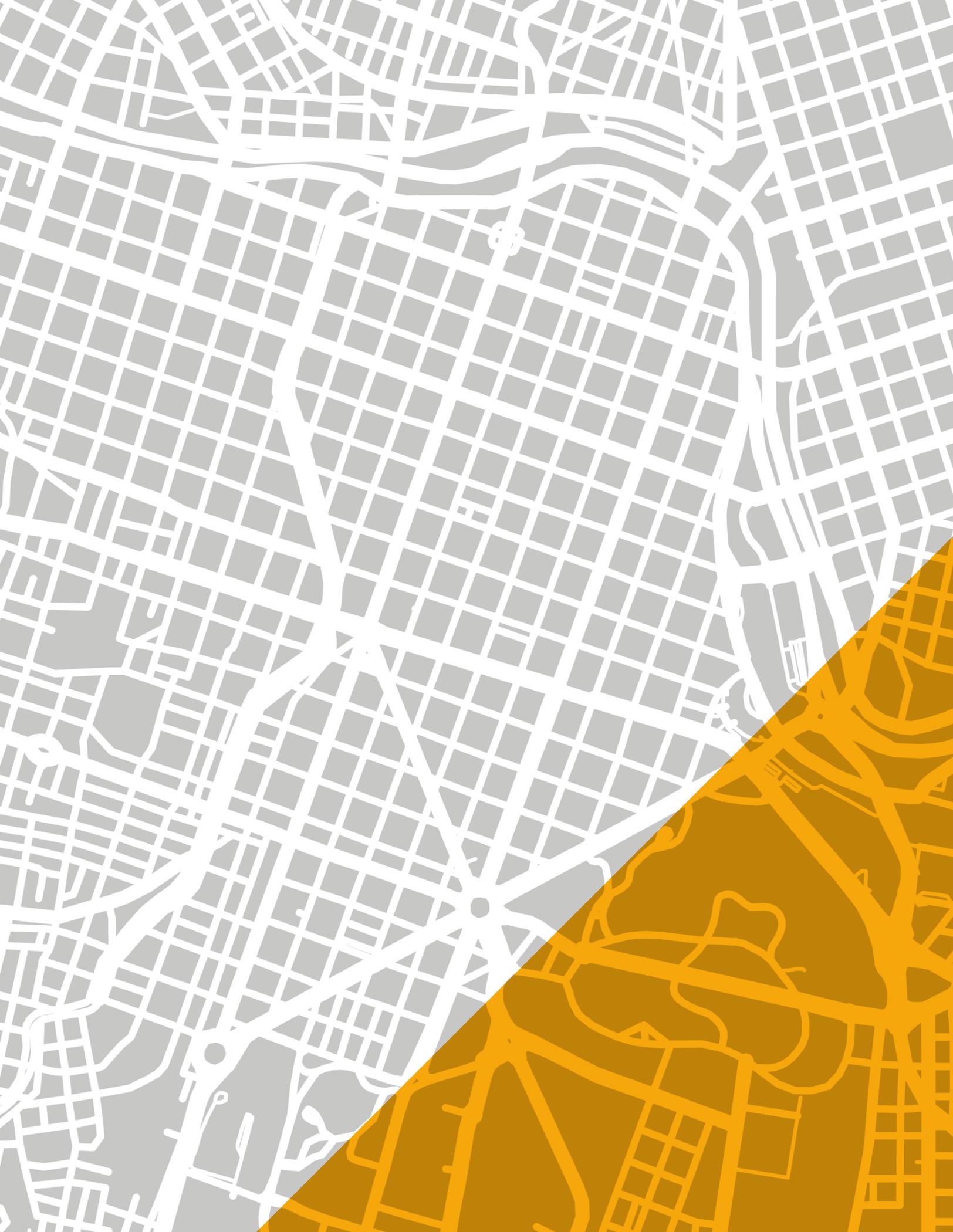
La disminución real de la burocracia, tanto para los empleados y funcionarios como para los ciudadanos en general, resultó clave en el convencimiento sobre la efectividad y la eficiencia del Plan Catastral.

La estrategia de capacitación ha sido uno de los pilares del éxito del gran cambio que promovió la administración municipal a través de la mejora de la gestión territorial. Las acciones de modernización conceptual y tecnológica, sumadas a la capacitación del personal en la operación del SIT y del SIG, permitieron que los funcionarios se apropiasen de los conceptos y los procesos, potenciando el desarrollo de mejores políticas públicas.

Ingresar al mundo digital fue esencial para la mejora y actualización de los datos, lo cual incluyó, entre otras acciones: i) levantamientos cartográficos y catastrales sistematizados en una base cartográfica digital generada a partir de aerofotografías; ii) la estructuración y formación del catastro territorial (base de datos espacial); iii) la revisión del catastro de vías públicas, y iv) la formación del catastro de secciones de vías y fotografías al nivel de calle de las fachadas de los predios.

Centrar las bases de datos en la parcela, actualizar los datos e incorporar nuevos predios a la base catastral fueron acciones decisivas para equilibrar la distribución de las cargas tributarias. No obstante, fue la reestructuración del OUV lo que resultó fundamental para la optimización del catastro económico del municipio y sus aplicaciones.

En los últimos 10 años, Fortaleza registró importantes avances y resultados en materia catastral. Por ejemplo, la mejora de la calidad de los datos en todos los aspectos permite: i) contar con valores catastrales estrictamente vinculados al mercado inmobiliario; ii) contar con datos geométricos y descriptivos de los predios actualizados; iii) fortalecer el marco de las normas y regulaciones jurídicas relacionadas, y iv) lograr una efectiva interoperabilidad de los diferentes entes involucrados en el CTM. Finalmente, los avances del municipio de Fortaleza confirman que los sistemas de catastro y los sistemas de administración del impuesto pueden interoperar de manera más efectiva cuando los primeros brindan información sobre los valores de mercado de los predios catastrados y los segundos usan esta información para llevar a cabo una gestión más eficiente y equitativa del impuesto predial.





LA INNOVACIÓN COMO CLAVE PARA LA ACTUALIZACIÓN DE VALORES: **EL CASO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA**



MARIO PIUMETTO

La Provincia de Córdoba, ubicada en el centro de la Argentina, cuenta con 3,6 millones de habitantes distribuidos en más de 400 localidades, desde ciudades grandes y conurbadas, hasta pequeños poblados. Posee una superficie de 165.000 km² –similar a la de Uruguay o la mayoría de los países de América Central y el Caribe– y más de 2 millones de inmuebles.

Los mapas de valores del suelo de la jurisdicción llevaban décadas sin actualizarse, perjudicando la equidad del tributo y los ingresos públicos. Por otro lado, no existía un conocimiento sistematizado del mercado inmobiliario y las metodologías tradicionales no aseguraban la realización de un revalúo en el plazo requerido (un año) con la calidad necesaria para acompañar una reforma integral del impuesto predial.

DIAGNÓSTICO: EL RETRASO DE LOS VALORES CATASTRALES

Los estudios realizados en la etapa inicial del proyecto, sobre casi 4.000 muestras del mercado inmobiliario relevadas *ad hoc*, demostraron que la variable más problemática en la valuación de los inmuebles era el valor del suelo. Según documentación del Catastro Provincial, los últimos estudios técnicos en áreas urbanas se habían ejecutado en 1987, con una actualización parcial en 1992, mientras que en el ámbito rural, en 1994. Los valores urbanos se encontraban en promedio al 4% del valor de mercado y la tierra rural al 13%. Por su parte, los coeficientes de dispersión, que miden el grado de uniformidad horizontal,

exhibían niveles 15 veces por encima de los estándares sugeridos por la Asociación Internacional de Peritos Valuadores (IAAO, 2013).¹³

En 2018, el valor del suelo urbano y de la tierra rural representaba 35% de la base imponible del impuesto inmobiliario, mientras que en 2019, luego de la revaluación realizada, pasó a representar 68%. El valor total de la tierra de la Provincia de Córdoba se estimó, para mediados de 2018, en USD 140.000 millones, siendo USD 65.000 millones (46%) el valor de todo el suelo urbano, aun cuando en términos de superficie representa el 1% de la provincia.

Los mapas de valores del suelo de Córdoba llevaban décadas sin actualizarse, generando inequidad valuatoria y pérdida de ingresos. El revalúo evidenció grandes diferencias entre los valores catastrales y de mercado del suelo. Estas diferencias derivaron en importantes decisiones de política tributaria.

En virtud de los problemas mencionados de calidad y equidad en las valuaciones vigentes y los compromisos asumidos en el Consenso Fiscal firmado entre la Nación y las provincias en noviembre de 2017, el Ministerio de Finanzas y la Dirección General de Catastro impulsaron un proyecto especial que fijó dos objetivos centrales: la actualización de los valores del suelo urbano y la tierra rural a niveles de mercado en toda la provincia y la implementación de métodos que asegurasen la sustentabilidad del proceso de actualización de valores. Asimismo, en el marco del acuerdo firmado entre la Nación y las provincias, se creó el Organismo Federal de Valuaciones de Inmuebles (OFeVI) (recuadro 1), cuyo objetivo es establecer metodologías comunes de valuación para todas las provincias.

¹³ El estándar mencionado sugiere valores entre 5% y 25% para el coeficiente de dispersión (COD), según el tipo de inmueble (residenciales, terrenos vacantes, etc.).

Recuadro 1. El papel del Gobierno federal en los procesos de valuación: El caso argentino

Impuesto a los bienes inmuebles (IBI): situación y desafíos. En Argentina, el IBI es responsabilidad del nivel intermedio de gobierno: las provincias. Las 23 provincias y la Ciudad de Buenos Aires llevan sus propios sistemas catastrales y lineamientos para el cobro del impuesto.

Aparte del IBI, las provincias tienen otros tributos, siendo de especial importancia el impuesto a los ingresos brutos (IIBB), el cual llegó a representar alrededor de tres cuartas partes de los ingresos tributarios provinciales (IERAL, 2016), aun cuando se trata de un impuesto altamente distorsivo (BID, 2016; OCDE, 2017). Para reducir la dependencia de las provincias con respecto al IIBB, surgió la necesidad de fortalecer otras fuentes alternativas de ingresos. La alternativa más viable es el IBI, por ser uno de los impuestos “menos distorsivos, menos procíclicos y potencialmente progresivos” (Bonet, Muñoz y Pineda, 2015).

Entre 2004 y 2016, el IBI se redujo como porcentaje del producto interno bruto (PIB) de 0,6% a 0,4% (IERAL, 2016), sobre todo debido a la falta de incentivos para los tomadores de decisiones y de recursos para la actualización de los sistemas de catastro y estimación de valores (Bonet, Muñoz y Pineda, 2015; LILP, 2014). Otros factores que explican el mal desempeño del IBI son: i) la desactualización de los sistemas y los datos catastrales; ii) el escaso registro de viviendas no formales; iii) la deficiente vinculación entre catastro-rentas-registro (BID, 2019), y iv) el desfase entre los valores catastrales y los de mercado.

Hasta el año 2015, el 40% de los inmuebles no tenía actualizados los datos de los titulares, el 50% no tenía actualizados los domicilios y el 60% no incorporaba la clave única de identificación tributaria (CUIT) en el catastro. Por otra parte, la valuación fiscal promedio país de los inmuebles era menor a 20% del valor de mercado (IERAL, 2016).

Solución: establecimiento de una instancia federal de valuación. En 2017, el Gobierno nacional y los Gobiernos provinciales se comprometieron a crear un organismo federal responsable de la valuación fiscal de las propiedades inmuebles de acuerdo con valores de mercado. De esta forma, a fines de 2018 se creó el Organismo Federal de Valuaciones de Inmuebles (OFeVI), cuyo objetivo principal es integrar un catastro nacional que refleje la realidad de los precios de mercado con mayor uniformidad y equidad a lo largo de todo el territorio argentino.

Las ventajas de contar con un sistema de información catastral nacional son: i) mayor transparencia y seguridad jurídica para los propietarios; ii) valuaciones reales y homogéneas en todo el territorio; iii) equidad tributaria; iv) mayor información para diseñar políticas públicas y decidir inversiones productivas; v) mejores herramientas para la prevención y mitigación de riesgos por desastres naturales, y vi) mediciones de impacto –sociales y económicas– de los efectos del cambio climático. Por otra parte, además de contribuir a mejorar la calidad y el volumen de información sobre los inmuebles del país, el OFeVI apoya a los Gobiernos provinciales en la gestión de fuentes de financiamiento que permitan el fortalecimiento de sus catastros.

Luego de seis meses de funcionamiento, el OFeVI ya contaba con una estructura institucional, un plan de trabajo y grupos técnicos encargados de las metodologías uniformes de valuación.

Autores:
Teresa Iturre
y Alejandro
Rodríguez

DESAFÍOS Y FORTALEZAS DEL PROCESO DE VALUACIÓN

Los dos primeros desafíos del proyecto fueron responder a un cronograma de ejecución muy apretado y a un presupuesto bastante modesto. Las normas fiscales exigieron un plazo efectivo de 12 meses para la realización de los trabajos, debiendo obtenerse los productos para noviembre de 2018. Con relación al presupuesto, si bien superó inversiones realizadas en años anteriores, fue considerablemente menor respecto de proyectos de este tipo en la región, llegando a USD 1,5 millones (aproximadamente USD 0,75 por inmueble).

La extensión y diversidad del área de estudio fue otro de los desafíos. La provincia es extensa y muy diversa en cuanto a ambientes y paisajes, con zonas de uso agropecuario mayormente (66,6% del total), pero también con montañas, zonas turísticas, áreas naturales y bosques nativos, entre otros. Lo mismo ocurre con la cantidad y diversidad de las áreas urbanas (más de 400 localidades), que incluyen desde ciudades como la capital, con 1,3 millones de habitantes, hasta pueblos pequeños con menos de 10.000 habitantes.

La falta de ejecución de proyectos similares durante un tiempo prolongado, no solo a nivel provincial sino también nacional (donde el promedio de los últimos estudios de mercado se ubica en 20 años), hizo que los equipos de gobierno y el sector privado perdieran experiencia y *know how*. Del mismo modo, no tuvo lugar una modernización tecnológica y metodológica.

Tres fueron los factores decisivos para el logro de los resultados. En primer lugar, una fuerte decisión institucional sostenida a lo largo de todo el proyecto y hasta la emisión del impuesto predial correspondiente a 2019. En segundo lugar, el hecho de que el Catastro de la Provincia de Córdoba ya contaba con un Sistema de Información Territorial y una base de datos digital de calidad, lo que resultó ser una pieza clave para la instrumentación de los trabajos técnicos. Por último, la provincia disponía de una iniciativa para establecer infraestructura de datos espaciales (IDE), lo que permitió acceder a datos territoriales de calidad, como infraestructura vial, grado de ocupación del suelo urbano, tipo y productividad de la tierra rural, entre otros.¹⁴

14 A través de la IDE de la Provincia de Córdoba (IDECOR) fue posible acceder a datos abiertos y oficiales de organismos públicos vinculados con distintas temáticas territoriales.

ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO, COOPERACIÓN E INNOVACIÓN

Algunas decisiones resultaron clave para el logro de los objetivos del proyecto. En primer lugar, destaca la formación de un equipo multidisciplinario *ad hoc*, donde se desempeñaron poco más de 30 profesionales, entre los que se cuentan agrimensores, ingenieros, agrónomos, arquitectos, agentes inmobiliarios, economistas, matemáticos y especialistas en computación, además del personal del Catastro integrado en las actividades diarias. En segundo lugar, la decisión de invertir aproximadamente 50% del tiempo del equipo técnico en investigación y desarrollo (I+D). Ambas situaciones facilitaron un alto grado de innovación y generación de conocimiento, lo que redundó en beneficio de los productos obtenidos y las acciones posteriores de capacitación y transferencia.

El esquema de ejecución también incluyó convenios con instituciones académicas y científicas, en particular con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y con el Centro de Estudios Territoriales de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN) de la Universidad Nacional de Córdoba. Estos convenios posibilitaron el agregado de valor en tareas específicas, como el procesamiento de imágenes o el modelado estadístico, y también permitieron llevar a cabo actividades de capacitación y divulgación, elaboración de documentos técnicos y acciones de transferencia, tanto para la provincia como para otros actores involucrados.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y METODOLOGÍAS APLICADAS

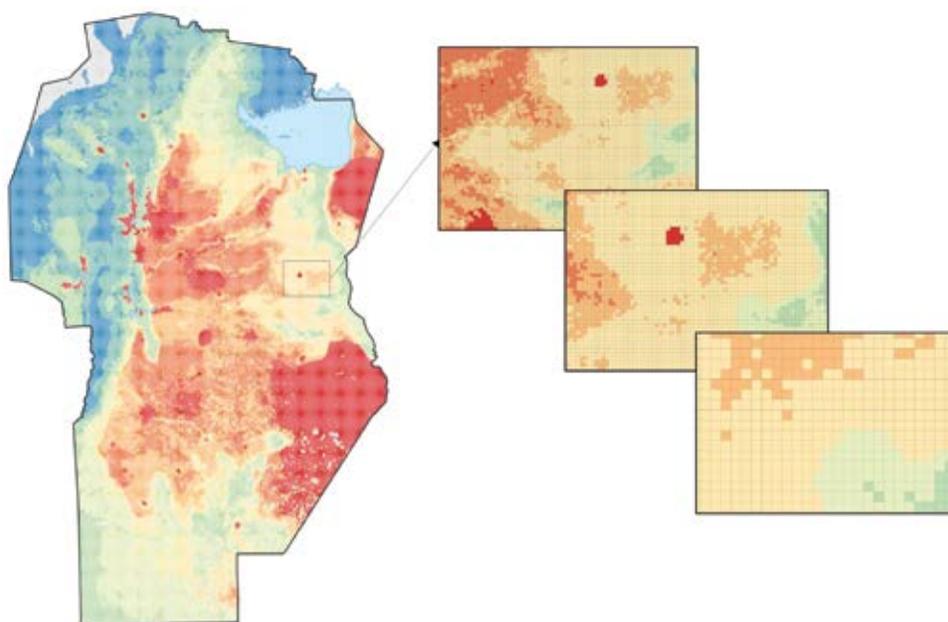
El enfoque metodológico implementó modelos de valuación masiva automatizada (*Automated Valuation Model*, AVM, por sus siglas en inglés) que posibilitaron la predicción de valores a partir de algoritmos y modelos matemáticos. Se utilizaron más de 12 técnicas alternativas geoestadísticas y de aprendizaje automático (*machine learning*), entre las que destacan *Random Forest*, *Support Vector Machine* y Redes Neuronales, corregidas en todos los casos, con un *kriging* ordinario del error de predicción. También se aplicaron distintos ensambles de los algoritmos mencionados, a través de modelos lineales generalizados.¹⁵ Con base en una instancia de validación cruzada y la

¹⁵ Para ampliar la información, véanse Breiman (2001); Breiman *et al.* (1984); Hastie, Tibshirani y Friedman (2008); Oliver y Webster (2014).

construcción de indicadores de desempeño, se seleccionó en cada localidad o zona rural el modelo de mejor calidad predictiva.

Los valores urbanos se determinaron en pesos argentinos por metro cuadrado (ARS/m²) para un lote tipo y a nivel de cuadra (lado de manzana), en un total de 332.000 segmentos distribuidos en todas las localidades estudiadas. Los valores rurales se determinaron en pesos argentinos por hectárea (ARS/ha), sobre la base de una grilla regular de 1 km por 1 km (100 ha) que, descontando superficies correspondientes a lagos y lagunas, contiene 163.770 celdas (imagen 3). Este modelo reemplazó el vigente hasta 2018, que establecía valores fijos para 833 zonas homogéneas.

Imagen 3. Modelo y grilla de valores rurales (celdas de 1 km²), Provincia de Córdoba (2019)



Fuente: IDECOR (Gobierno de Córdoba).

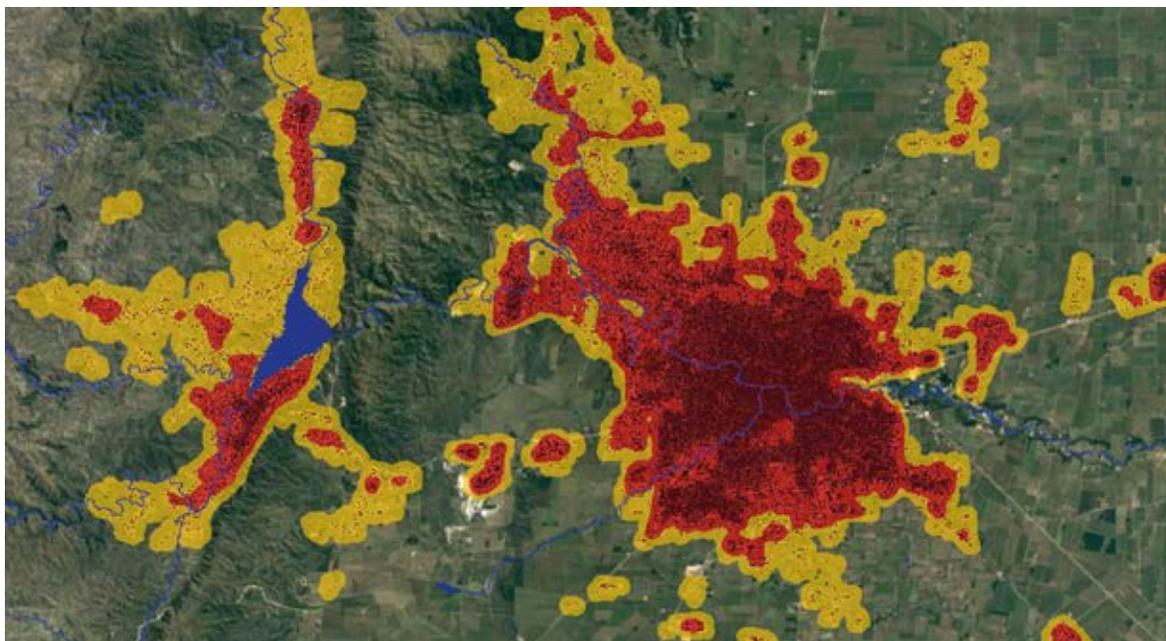
Los modelos de predicción se alimentan de dos tipos de insumos. El primero incluyó datos de localizaciones con valores de la tierra conocidos (muestras del mercado), denominados “variables dependientes”. La sistematización de este insumo se realizó a través del observatorio del mercado inmobiliario (OMI),¹⁶ donde se incorporaron más de 15.000 datos sobre terrenos de toda

¹⁶ <http://omi.mapascordoba.gob.ar>.

la provincia cuyas fuentes de información fueron principalmente sitios web especializados y, en menor medida, *scraping* de páginas de internet, ventas asentadas en registros públicos y tasaciones oficiales. En estas actividades participaron la Municipalidad de la ciudad capital (Córdoba), el Consejo de Tasaciones de la provincia, el Banco de Córdoba (banco oficial de la provincia) y una red de más de 40 profesionales que cubrieron áreas urbanas y rurales. Una etapa complementaria fue el procesamiento de la información, que incluyó el control de calidad, la homogeneización y la selección final de datos. En total, finalmente se usaron 11.208 muestras del mercado.

El segundo insumo para la construcción de los modelos son los datos territoriales que describen características del mercado inmobiliario, tales como distancia a vías principales, tamaño promedio de las construcciones o terrenos, etc., los cuales se denominan “variables independientes”. Con el propósito de asegurar la sustentabilidad del mantenimiento de las valuaciones, en la selección de las variables independientes se ponderó la disponibilidad en bases de datos públicas –Catastro o la IDE provincial– o que fueran de libre acceso. Las variables se construyeron utilizando herramientas geomáticas (SIG y de procesamiento de imágenes) y análisis espaciales avanzados. En todos los casos se trabajó con software libre.

En el ámbito urbano se destacan dos grupos de variables independientes. En el primer grupo están las denominadas “de entorno”, construidas a partir de la base del catastro, que registran datos como tamaño promedio de las edificaciones en el sector, tamaño promedio de los lotes, porcentaje del nivel edificado, etc., así como datos derivados de imágenes satelitales libres, tales como presencia de vegetación, mapas de fragmentación urbana desarrollados *ad hoc* (imagen 4), etc. En el segundo grupo están las variables que expresan las relaciones espaciales en la estructura de la ciudad, a las que se denominó “de localización o distancia”, entre las que destacan la distancia a rutas o vías principales, a zonas comerciales y a zonas de mayor/menor categoría edilicia y/o ambiental.

Imagen 4. Fragmentación urbana

Fuente: MapasCordoba, Provincia de Córdoba (<https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/25/view>).

En los estudios rurales aparecen como variables independientes significativas el mapa de cobertura de suelo 2017-18 (*land cover*, con un detalle cartográfico de 2,5 ha desarrollado especialmente para estos trabajos) y la capacidad de uso e índice de productividad, tales como clima, topografía, áreas naturales, infraestructura, asentamientos humanos, etc. En algunos sectores debió considerarse, además, la existencia de un mercado inmobiliario periurbano, con valores particulares.

RESULTADOS OBTENIDOS

A partir de las nuevas cartas de valores obtenidas se actualizaron las valuaciones de los más de 2 millones de inmuebles en toda la provincia para la vigencia 2019. Los valores del suelo urbano aumentaron en promedio 14 veces y los de la tierra rural, 8.

Los resultados fueron aprobados por Resolución de la Dirección General de Catastro y, en el mismo acto, se adoptó para la valuación catastral el 70% de los

valores resultantes del estudio.¹⁷ De este modo, se actualizaron las valuaciones conforme a los niveles de mercado y se independizó su determinación de las decisiones de la política tributaria.

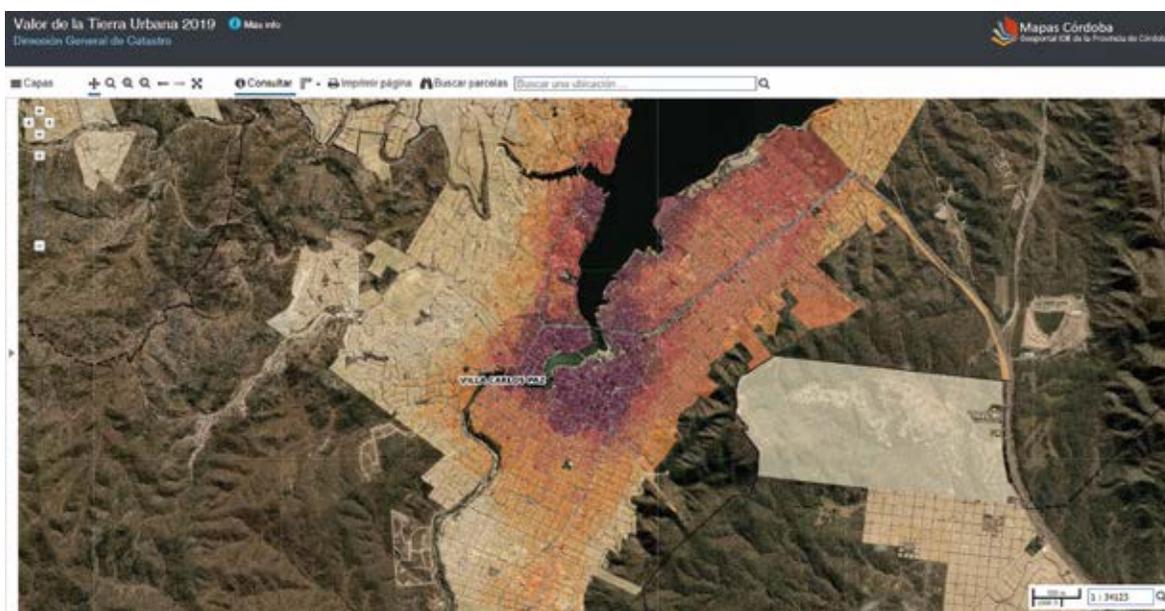
El nuevo impuesto se aplicó de forma gradual, en consideración del atraso que existía en las valuaciones. Con este fin, se utilizó un mecanismo de “topes de facturación” respecto de la emisión anterior, que alcanzó el 63% de las cuentas exigibles en 2019 y el 47% en 2020, ritmo que supone que la eliminación de aquel se logrará en el corto o mediano plazo. En cuanto a la gestión tributaria, el comportamiento de los contribuyentes en cuanto al pago de sus obligaciones no se vio afectado y el volumen de reclamos no llegó a 0,05%.

En cuanto a la calidad de los resultados, y teniendo en cuenta un control basado en muestras externas que no formaron parte de los cálculos y modelos, el promedio de los errores relativos promedio (ERP) de las localidades fue de 16% y el promedio de los errores relativos medianos (ERM), de 12%. A nivel rural, el promedio de los ERP de las zonas de procesamiento fue de 21% y el promedio de los ERM, de 16%. De acuerdo con la bibliografía internacional revisada y los niveles recomendados por la Asociación Internacional de Peritos Valuadores (IAAO), estos resultados son muy satisfactorios.¹⁸

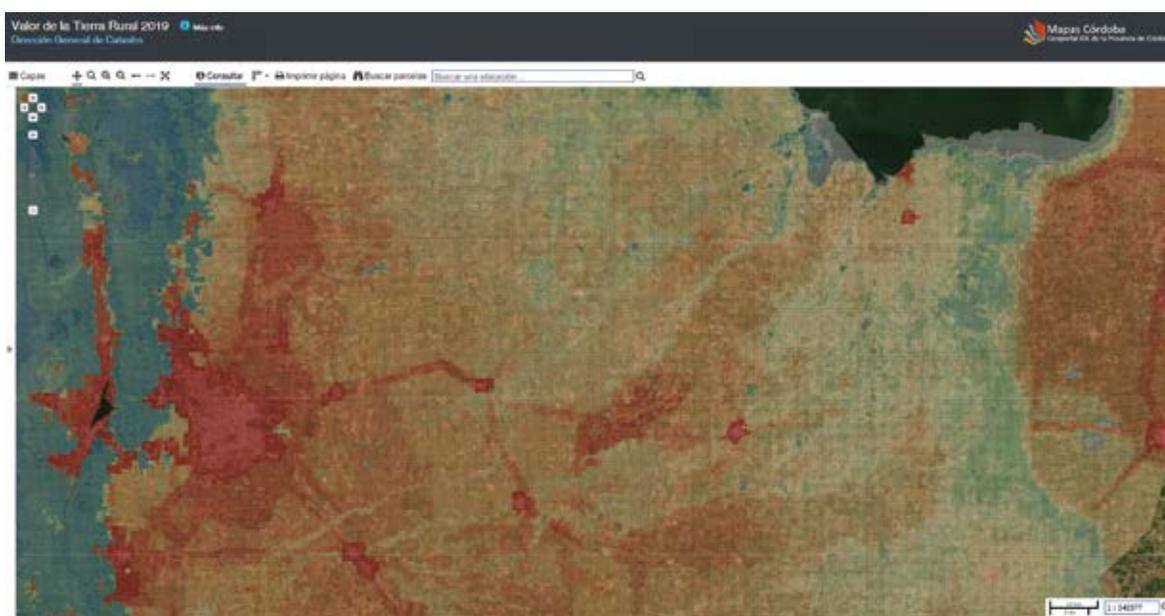
Los nuevos mapas de valores son de libre acceso y se publican en línea en MapasCordoba, el geoportal de IDE provincial (imágenes 5 y 6). La posibilidad de contar con este tipo de datos es inédita en Argentina, lo que posibilita una mayor utilización de la información en estudios académicos, trabajos profesionales y del sector privado; la implementación de instrumentos de gestión de suelo en los municipios, y una mayor transparencia del mercado inmobiliario. Por otra parte, esta actualización tendrá un impacto importante en los gobiernos locales a partir de la implementación de reformas y modernización de las tasas prediales.

17 Dicho porcentaje se estableció considerando, en primer lugar, que las valuaciones catastrales no reflejaban el mercado desde hacía casi 30 años, lo que requería una implementación gradual; en segundo lugar, también se tuvo en cuenta la exactitud de este tipo de estudios (valuaciones masivas) y las microfluctuaciones que pueden darse en los mercados a lo largo del año.

18 Pueden citarse como referencia los siguientes trabajos científicos (se utiliza como indicador el error relativo promedio –*Mean Absolute Percentage Error*, MAPE– de uso más generalizado en las aplicaciones de ciencias de datos y aprendizaje computacional): 21,73%, en Pahang Putra (2018); 12,94%, en Demetriou (2018); 13,55%, en Mimis, Rovolis y Stamou (2013); 15% a 24%, en Antipov y Pokryshevskaya (2012); 13,38% a 31,42% (MdAPE), en Taltavull, Kauko y d’Amato (Eds.) (2010); 3% a 25%, en Matysiak (2017). En cuanto a los estándares, los niveles de calidad sugeridos por la IAAO se ubican entre 5% y 25% del COD (IAAO, 2013; IAAO, 2018).

Imagen 5. Valores del suelo urbano (2019)

Fuente: MapasCordoba, Provincia de Córdoba (<https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/10/view>).

Imagen 6. Valores de la tierra rural (2019)

Fuente: MapasCordoba, Provincia de Córdoba (<https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/9/view>).

LECCIONES APRENDIDAS SOBRE LA REVALUACIÓN MASIVA A NIVEL REGIONAL

- **La valuación masiva a gran escala es viable con tecnología e innovación.** Los proyectos de actualización de valores que involucren gran cantidad de ciudades y/o territorios y plazos exigentes son posibles si se incorporan nuevas tecnologías, innovaciones metodológicas y equipos multidisciplinarios.
- **Los observatorios del mercado inmobiliario crean conocimiento.** La implementación de observatorios de valores es necesaria para una mejor administración de los datos relevados, pero también permite capitalizar dichos datos en el tiempo y desarrollar conocimiento.
- **Las nuevas tecnologías revolucionan la valuación masiva automatizada (VMA).** Herramientas como la inteligencia artificial, los sistemas de información geográfica (SIG) y el procesamiento de imágenes en la nube, así como el *big data* –todas utilizadas en este proyecto–, permiten implementar modelos de VMA y avanzar en eficiencia y calidad en el desarrollo de nuevos mapas de valores.
- **El software libre y los datos libres presentan oportunidades únicas para actualizar los catastros.** La disponibilidad de herramientas libres en el ámbito de la geomática y la ciencia de datos de gran calidad, así como el volumen y la creciente disponibilidad de geodatos libres e infraestructuras de datos espaciales (IDE), constituyen una oportunidad sin precedentes para la actualización permanente de los catastros de la región.
- **La inteligencia artificial sirve para predecir y modelar el mercado inmobiliario.** Los algoritmos de inteligencia artificial han demostrado, en este caso de aplicación, ser más flexibles para resolver problemas de predicción de valores de mercado que otros enfoques metodológicos. No obstante, su utilización requiere de nuevos profesionales y del desarrollo de competencias en los organismos catastrales.
- **El procesamiento científico aporta calidad a la valuación.** La incorporación de nuevas tecnologías no significa resignar calidad ni rigurosidad en los procedimientos y resultados; al contrario, las oportunidades para lograr mejores predicciones y datos de calidad son aún mayores.

- **La innovación en la valuación implica también la modernización de los catastros.** Los organismos catastrales deben por sí mismos y/o con el apoyo del sector académico y científico incorporar mayor innovación, diversidad profesional y tiempo a I+D. Además, deben producir y promover políticas de datos abiertos y de conocimiento abierto.
- **La cooperación institucional y la formación de redes aseguran la sustentabilidad de los cambios.** La experiencia llevada a cabo en Córdoba (Argentina) demuestra que la participación de instituciones académicas, científicas y profesionales, y de otros actores públicos y gremiales involucrados fue fundamental para aportar datos y buenas prácticas, transferir conocimiento y brindar legitimidad y fortaleza a los cambios.
- **Conocer mejor los mercados inmobiliarios permite desarrollar mejores políticas de suelo y financiamiento urbano.** Actualizar las valuaciones inmobiliarias y modelar el funcionamiento del mercado de suelo posibilitará esquemas tributarios más equitativos e inteligentes, y promoverá más y mejores políticas territoriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antipov, E. y E. Pokryshevskaya. 2012. Mass appraisal of residential apartments: An application of Random forest for valuation and a CART-based approach for model diagnostics. *Expert Systems with Applications*, 39:1772-1778.
- BID. 2016. Country Development Challenges, Argentina.
- , 2019. Propuesta para Programa de Fortalecimiento de la Gestión Provincial y primer préstamo. Disponible en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-1793049648-42>.
- Bonet, J., A. Muñoz y C. Pineda Mannheim (Eds.). 2014. El potencial oculto: Factores determinantes y oportunidades del impuesto a la propiedad inmobiliaria en América Latina. Washington D. C.: BID. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/13828/el-potencial-oculto-factores-determinantes-y-oportunidades-del-impuesto-la>.
- Breiman, L. 2001. Random Forests. *Machine Learning*, 45(1):5-32.
- Breiman, L. et al. 1984. Classification and Regression Trees. *Statistics/Probability Series*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
- Brosio, G., J. Gerbrandy y E. Ahmad. 2018. Property taxation: Economic features, revenue potential and administrative issues in a development context. EU publications.
- Carranza, J. P., M. Salomon, M. Piometto et al. 2018. Random Forest como técnica de valuación masiva del Valor del Suelo Urbano: una aplicación para la ciudad de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Congreso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - COBRAC 2018. Disponible en: <http://ocs.cobrac.ufsc.br/index.php/cobrac/cobrac2018/paper/view/608>.
- Cavalcanti Nery, A. M. 2014. Proposta de estruturação de um observatório de valores de imóveis urbanos. Dissertação apresentada ao Programa de PósGraduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Centro de Tecnologias e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, Recife (Brasil).
- de Cesare, C. M. (Ed.) 2016. Sistemas de impuesto predial en América Latina y el Caribe. Cambridge, MA. Lincoln Institute of Land Policy. Disponible en: <https://www.lincolnst.edu/sites/default/files/pubfiles/sistemas-del-impuesto-predial-full-3.pdf>.
- de Cesare, C. M. y E. Pontes Cunha (Eds.). 2012. Questões Cadastrais: Discussão, Análise e Identificação de Soluções para Problemas e Casos Práticos. Ministério das Cidades (Brasil).
- Demetriou, D. 2018. Automating the land valuation process carried out in land consolidation schemes. *Land Use Policy*, 75:21-32.
- Dirección General de Catastro y Ministerio de Finanzas de Córdoba. 2018a. Nuevos Valores Unitarios de la Tierra, vigencia 2019 - Urbano Interior, Provincia de Córdoba. Disponible en: https://idecor.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2019/02/Informe-Ejecutivo_Interior.pdf.
- , 2018b. Nuevos Valores Unitarios de la Tierra (VUT), vigencia 2019: Tierra Rural, Provincia de Córdoba. Informe ejecutivo. Disponible en: https://idecor.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2019/03/informe-ejecutivo_-valores-tierra-rural.pdf.
- Erba, D. A. (Ed.). 2007. Catastro multifinlatario aplicado a la definición de políticas de suelo urbano. Lincoln Institute of Land Policy. Disponible en: <https://www.lincolnst.edu/es/publications/policy-focus-reports/para-leer-el-suelo-urbano>.

- Erba, D. A. 2008. El catastro territorial en los países latinoamericanos. Lincoln Institute of Land Policy. Ed. Studium, Belo Horizonte (Brasil). Disponible en: <https://www.lincolnst.edu/publications/books/el-catastro-territorial-en-los-paises-latinoamericanos>.
- , 2017. Gestión de la información territorial municipal a través del catastro multifinanciarío. *Estudios de la Gestión: Revista internacional de administración*. Págs. 29-51. Corporación Editora Nacional. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar.
- Erba, D. y M. Piumetto. 2016. Para leer el suelo urbano - Catastros multifinanciaríos para la planificación y el desarrollo de las ciudades de América Latina. Lincoln Institute of Land Policy. Policy Focus Report. Disponible en: <https://www.lincolnst.edu/es/publications/policy-focus-reports/para-leer-el-suelo-urbano>.
- Ferreira de Oliveira, A. A. 2018. Business Intelligence. GRPFor. Secretaría de Finanzas. Prefeitura de Fortaleza.
- Ferreira de Oliveira, A. A., S. Vasconcelos Bandeira y S. Viana Alencar Silva. 2018. Estimativa de desempenho de métodos de aprendizaje de máquina basados em árboles de decisão frente à regressão múltipla na valoración do solo no Município de Fortaleza, Ceará. Anais do VIII Simpósio da Sociedade Brasileira de Engenharia de Avaliações- SOBREA. Brasil: Joao Pessoa/PB.
- Hastie, T., R. Tibshirani y J. Friedman. 2008. The Elements of Statistical Learning. Data mining, Inference and Prediction. Springer Series in Statistics (Springer).
- IAAO. 2013. Standard on Ratio Studies. International Association of Assessing Officers. Disponible en: https://www.iaao.org/media/standards/Standard_on_Ratio_Studies.pdf.
- , 2018. Standard on Automated Valuation Models (AVMs). International Association of Assessing Officers. Disponible en: https://www.iaao.org/media/standards/AVM_STANDARD_2018.pdf.
- IDECOR. 2019a. Nuevos Mapas de Valores de la Tierra en la Provincia de Córdoba. Disponible en: <https://idecor.cba.gov.ar/nuevos-mapas-de-valores-de-la-tierra-en-la-provincia-de-cordoba/>.
- , 2019b. ¿Cómo se determinaron los nuevos Valores de la Tierra Urbana en la provincia de Córdoba? Disponible en: <https://idecor.cba.gov.ar/como-se-determinaron-los-nuevos-valores-de-la-tierra-urbana-en-la-provincia-de-cordoba/>.
- , 2019c. ¿Cómo se determinaron los nuevos Valores de la Tierra Rural en la provincia de Córdoba? Disponible en: <https://idecor.cba.gov.ar/como-se-determinaron-los-nuevos-valores-de-la-tierra-rural-en-la-provincia-de-cordoba/>.
- IEEE. 1997. IEEE Standard Glossary of Data Management Terminology.
- IERAL. 2016. Modernización de los sistemas de gestión financiera pública a nivel provincial en Argentina. Washington, D. C.: BID. Disponible en: <https://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getDocument.aspx?DOCNUM=EZSHARE-1793049648-13>.
- Kaufmann, J. y D. Steudler. 1998. Cadastre 2014: A vision for a future cadastral system. Switzerland, Working Group 1, International Federation of Surveyors. FIG Commission VII. Disponible en: <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/cadastre2014/translation/c2014-spanish.pdf>.
- LILP. 2014. Tributación inmobiliaria en América Latina. Base de datos.
- Loch, C. y D. A. Erba. 2007. Cadastro técnico multifinanciarío rural e urbano. Lincoln Institute of Land Policy. Ed. Studium, Belo Horizonte (Brasil).
- Lübeck, D. 2016. Airborne Dual-band Radar for Cadastre - Fit-for-purpose Approaches Are Possible Based on InSAR Technologies. GIM International, Mapping the World.

Catastro, valoración inmobiliaria y tributación municipal:

Experiencias para mejorar su articulación y efectividad

- Matysiak, G. 2017. The Accuracy of Automated Valuation Models. Report for TEGoVA.
- Mimis, A., A. Rovolis y M. Stamou. 2013. Property valuation with artificial neural network: The case of Athens. *Journal of Property Research*, 30.
- Nunlist, T. 2017. Tasación virtual: Valuación masiva con la ayuda de SIG en Shenzhen. Lincoln Institute of Land Policy. Disponible en: <https://www.lincolnst.edu/es/publications/articles/tasacion-virtual>.
- OCDE *et al.* 2019. Estadísticas tributarias en América Latina y el Caribe 2019. Paris: OECD Publishing. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/25666b8d-es>.
- OCDE. 2017. Argentina: Multi-dimensional Economic Survey. Paris: OECD Publishing. Disponible en: https://read.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-surveys-argentina-2017_eco_surveys-arg-2017-en#page1.
- Oliver, M. A. y R. Webster. 2014. A tutorial guide to geostatistics: Computing and modelling variograms and kriging. *Catena*, 113:56-69.
- Pahang Putra, N. 2018. Land Value Estimation Model as Impact of Infrastructure Development in Kaliwates Jember Indonesia. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(11):1016-1030.
- Pazolini, T. U. 2019. Observatório de Valores Imobiliários: modelagem conceitual. Dissertação apresentada ao Programa de PósGraduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (Brasil).
- Silva, E. 2006. Cadastro técnico multifinalitário: base fundamental para avaliação em massa de imóveis. Tese de doutorado em engenharia de produção. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 192 páginas. Florianópolis (Brasil).
- , 2015. Cadastro Territorial Multifinalitário: estruturação e relações institucionais. Vídeo aula. Ministério das Cidades e Lincoln Institute of Land Policy. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=aBGZ7BTj9oQ>.
- Silva, E., L. S. Ramos y C. Loch. 2001. Banco de Dados do Mercado Imobiliário Integrado ao Cadastro Técnico Multifinalitário. XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – COBREAP. Guarapari (Brasil).
- Silva, E., L. S. Ramos, C. Loch y R. Oliveira. 2002. Considerações sobre a implementação de um cadastro técnico multifinalitário. En: 5.º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis. Anais: CD.
- Slack, E. y R. Bird. 2014. The Political Economy of Property Tax Reform. OECD Working Papers on Fiscal Federalism, No. 18. Paris: OECD Publishing.
- Taltavull, P., T. Kauko y M. d'Amato (Eds.). 2010. Mass Appraisal Methods: An International Perspective for Property Valuers. *International Journal of Strategic Property Management*, 13:359-364.
- UN-Habitat. 2016. Urbanization and Development: Emerging Futures. World Cities Report 2016. Nairobi, Kenya.

ANEXO

PROCESAMIENTO DE DATOS PARA ELABORAR MAPAS DE VALORES

DIEGO ERBA Y HUÁSCAR EGUINO

Los datos correspondientes a transacciones efectivas de inmuebles edificados y baldíos son los preferidos para el procesamiento orientado a la elaboración de mapas de valor, pues corresponden a los valores que efectivamente se practican en el mercado inmobiliario. No obstante, son los más opacos y difíciles de obtener, razón por la cual deben inferirse a partir de los precios de oferta levantados a través de un observatorio. Los precios de oferta provienen de diversas fuentes, por ejemplo, sitios web de inmobiliarias, diversas publicaciones web, levantamientos en el terreno, suplementos especializados y avisos clasificados de periódicos, a las cuales suelen sumárseles los correspondientes al impuesto a la transmisión de inmuebles.

Los datos levantados por los observatorios no se correlacionan fácilmente con los datos utilizados por la mayoría de los catastros para determinar el valor de los inmuebles. Esto ocurre porque los valores catastrales se establecen mediante formularios que registran las características básicas de los inmuebles que se desactualizan fácilmente, mientras que los valores de mercado cuentan con una referencia única y son estadísticamente precisos en el momento en que se determinan.

Al inicio, la masa de datos debe pasar por una selección que defina la muestra útil para el procesamiento a través de la homogeneización (a fin de tornarlos procesables en conjunto), llevándolos a valores unitarios ($\$/m^2$) para un lote tipo. Algunas jurisdicciones aplican coeficientes de frente/fondo y superficie,

normalmente estipulados en las tablas tradicionales implementadas en la legislación de avalúos o normas de catastro.

Pueden aplicarse diferentes modelos para evaluar cada dato levantado (observación) y eliminar los atípicos para el contexto local. La prueba estadística que puede aplicarse es el índice de Moran Local, el más utilizado para determinar la autocorrelación espacial ya que permite diferenciar entre una distribución aleatoria de una variable y una situación de asociación significativa entre áreas vecinas.

Para determinar los valores de todos los inmuebles de una ciudad a partir de las muestras, una vez depurados los datos, es necesario poner en práctica modelos de valuación masiva, que estiman los valores a partir de ecuaciones y algoritmos.

Las técnicas y los métodos modernos utilizados para procesar los datos de observatorios del mercado están ligados a la econometría espacial y a la geostatística, y tienen en cuenta las interacciones geográficas derivadas de las características de la localización de los inmuebles. La técnica de regresión espacial posibilita el modelado de la dependencia espacial, mientras que el krigeaje bayesiano permite estimar valores de variables espacialmente distribuidas a partir de valores adyacentes considerados como interdependientes.

En efecto, el modelo de precios hedónicos (regresión lineal múltiple con ajuste de superficie de tendencia) está consagrado en la literatura internacional y su aplicación exige una formación intermedia. No obstante, Ferreira de Oliveira, Vasconcelos Bandeira y Viana Alencar Silva (2018), luego de comparar esa técnica con tres enfoques de aprendizaje automático (*machine learning*) con modelos de ensamble de árbol de decisión (*decision trees*) aplicados a la valuación masiva de propiedades urbanas –más precisamente como soporte para la modelización de un mapa de valores genéricos del suelo para el municipio de Fortaleza– concluyeron que en casi todas las métricas elegidas, con la excepción del nivel de valuación, estos nuevos modelos superan al modelo clásico de regresión debido a la simplicidad de uso, su libertad con respecto a la presencia de multicolinealidad entre las variables predictoras y con énfasis en la clasificación de los atributos más importantes en la formación del valor de mercado.

En este contexto se evidencia que actualmente se utilizan numerosas técnicas estadísticas, geoestadísticas y de aprendizaje automático en las jurisdicciones más avanzadas en valuaciones masivas. Los resultados de la aplicación de algunas de ellas permitirán seleccionar el modelo con mayor capacidad de predicción de valor para cada sector de la ciudad.

La calidad de las estimaciones debe evaluarse en función del error relativo promedio (*Mean Absolute Percentage Error* – MAPE) y el error relativo mediano (*Absolute Percentage Error* – MdAPE) predeterminados por estándares internacionales definidos principalmente por la Asociación Internacional de Peritos Valuadores (IAAO). Algunas jurisdicciones aún someten los resultados a controles cualitativos y de consistencia espacial por parte de sus equipos técnicos, los cuales, frecuentemente, derivan en la necesidad de efectuar correcciones particulares en los valores estimados. Una vez finalizados los trabajos técnicos, puede considerarse una reducción de los valores observados que los convierta en valores probables de venta; el porcentaje corresponde al margen de negociación que deberá determinarse al comparar dentro de la masa de datos los precios de oferta con transacciones efectivas (Carranza *et al.*, 2018).

Los valores del m² pueden espacializarse a través de diferentes elementos cartográficos: por sector catastral (o tributario), por eje de calle (o línea municipal), por manzana (cuadra) o directamente por lote (gráfico A1). En los casos en que se opte por los ejes de calle, pueden adaptarse diferentes criterios. Por ejemplo, la Dirección de Catastro de Córdoba (Argentina) atribuye el valor del m² de la línea municipal a los lotes con un solo frente; el mayor valor del m² de las líneas municipales a los lotes que presentan más de un frente (por ejemplo, con salida a dos calles o parcelas esquinas), y el valor de la línea municipal por donde tienen salida a los lotes internos.

Gráfico A1. Esquema metodológico de valuación masiva automatizada en la Provincia de Córdoba (Argentina) (2019)



Fuente: Elaborado por Mario Piumetto.

TÉCNICAS MODERNAS Y AVANZADAS PARA LA VALUACIÓN MASIVA Y EL MAPEO DE VALORES

Los resultados alcanzados por los observatorios del mercado inmobiliario prueban que es posible generar información económica del suelo urbano de calidad y en cortos períodos. De esta manera, la disponibilidad de grandes volúmenes de datos de mercado y los progresos asociados a las ciencias de la computación abren nuevas posibilidades para que el catastro económico genere la información de base (el valor comercial de los predios) para la administración de los impuestos, las tasas y las contribuciones.

Ferreira de Oliveira *et al.* (2018) afirman que el “análisis espacial multicriterio” se muestra muy eficaz en la valorización inmobiliaria, pues permite sintetizar varios criterios que influyen sobre los valores. Los autores recomiendan realizar análisis con técnicas aún más elaboradas, como por ejemplo la lógica *fuzzy* y la “media ponderada ordenada”, a fin de diseñar mejores modelos de valuación masiva. En caso de que se disponga de grandes volúmenes de datos de mercado, los investigadores recomiendan el uso de métodos que trasciendan las zonas homogéneas, entre los cuales se destacan la geoestadística (*kriging*, *kriging regression* y *kriging external drift*), la econometría espacial (*spatial error model*, *spatial lag model* y *SARAR models*) y el aprendizaje automático (*random forest*, *boosting regression tree*, redes neuronales y *supported vector machines*). También se consiguen buenos resultados con métodos híbridos que combinan *random forest* con *kriging*; *boosted regression tree* con *kriging*, y redes neuronales con *kriging*, entre otros.

Las técnicas de valuación masiva y de mapeo de los valores evolucionaron de manera significativa en el último lustro. Entre los avances más interesantes en el mundo, incluso en el ámbito académico pero con potencial de uso en América Latina y el Caribe (ALC), se destaca el desarrollado por el Centro de Valuación de Shenzhen, en China (Nunlist, 2017). Se trata de una extensión del sistema de valuación masiva asistida por computadora (CAMA, por sus siglas en inglés, *computer-assisted mass appraisal*) que ha permitido valorar áreas metropolitanas completas desde una computadora de escritorio y aún es un estándar internacional. Las técnicas de valuación masiva como CAMA se han basado en un sistema bidimensional porque los datos que utilizan se representan en planos. No obstante, como los sistemas de información geográfica (SIG) evolucionaron en cuanto a las representaciones y la administración eficiente de datos en 3D, el nuevo método propone unir las técnicas CAMA

con las herramientas GIS (siglas en inglés de SIG), y se lo denomina GAMA (por sus siglas en inglés, *geographic assisted mass appraisal*).

En todos los casos, la base de estos avances es la disponibilidad de información georreferenciada y el desarrollo de métodos cuantitativos que bien pueden aplicarse de manera más generalizada en los países de ALC donde existe necesidad de modernizar la forma en que se determinan los valores catastrales y de sentar las bases para que los impuestos prediales generen los recursos que potencialmente pueden brindar.

CATASTRO, VALORACIÓN INMOBILIARIA
Y TRIBUTACIÓN MUNICIPAL:

Experiencias para mejorar su articulación y efectividad

HUÁSCAR EGUINO Y DIEGO ERBA

EDITORES



