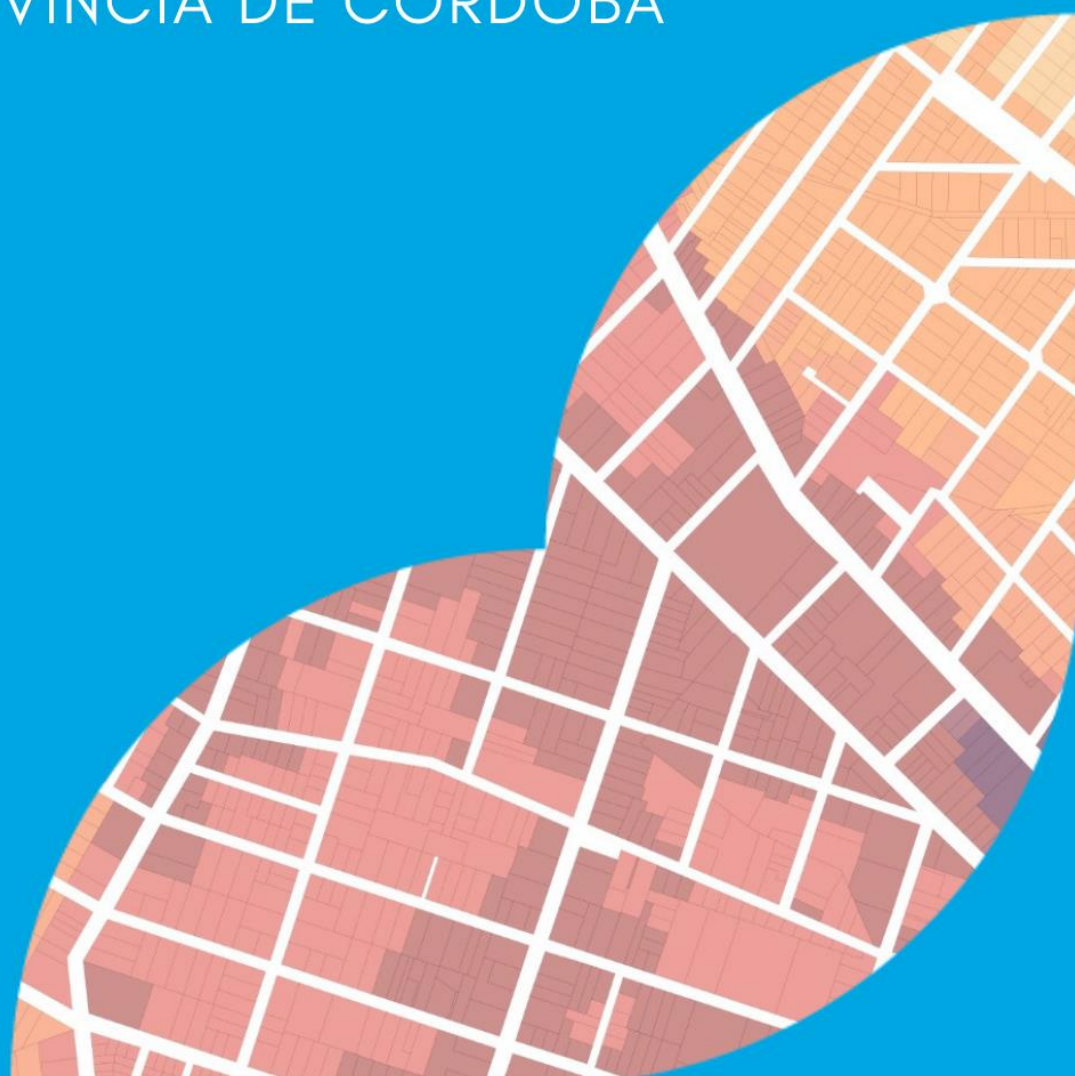




I N F O R M E

ESTUDIO DEL MERCADO DE SUELO URBANO

DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA
AÑO 2022



**MAPA DE VALORES DE SUELO URBANO 2022,
ÁREA CENTRAL DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA**



Organismos participantes

Desarrollo

- Dirección General de Catastro, Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba.
- IDECOR (Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba).
- Centro de Estudios Territoriales, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEfyN), Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

Versión y Licencia

- ESTUDIO DEL MERCADO DE SUELO URBANO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA 2022. Está distribuido bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. Libre para compartir, distribuir, copiar y adaptar.



- Citar como: Estudio del Mercado de Suelo Urbano de la Provincia de Córdoba 2022. Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR).

Contenido

Resumen	5
1. ¿Cuánto vale la tierra urbana en la Provincia de Córdoba?	7
2. Síntesis metodológica 2022	10
3. Relevamiento del mercado inmobiliario	14
3.1. Organización del relevamiento de mercado.....	16
3.2. Levantamiento y sistematización de datos de mercado.....	16
3.3. Control de calidad inicial	17
4. Procesamiento y análisis de las observaciones de mercado	18
4.1. Clusterización de localidades.....	18
4.2. Actualización de las muestras de mercado a un mismo momento de tiempo	20
4.3. Homogeneización de valores de mercado y actualización de coeficientes de ajuste para terrenos	21
4.4. Variables de morfología y ubicación.....	24
5. Descripción de la muestra final de mercado	26
6. Variables independientes usadas en los modelos de valuación de la tierra urbana	29
6.1 Variables provenientes de la estructura urbana y del mercado Inmobiliario	29
6.2 Variables provenientes de la base catastral	32
6.3 Variables derivadas de imágenes satelitales	38
7. Modelos valuatorios y calidad de las estimaciones	39
8. Resultados obtenidos y valores del suelo urbano 2022	41
Referencias Bibliográficas	45
ANEXO I: Metodología para la actualización de valores históricos del Observatorio del Mercado Inmobiliario.....	47
ANEXO II: Parámetros usados en la homogeneización de terrenos.....	51
ANEXO III: Indicadores de desempeño de valuaciones de la IAAO	54
ANEXO IV: Variables independientes usadas en los modelos de valuación masiva del suelo urbano	56
ANEXO V: Metodología para la actualización de coeficientes de ajuste a la valuación de departamentos en altura.....	58
ANEXO VI: Ficha técnica Estudio de Valores Urbanos 2022	62

Resumen

El presente informe presenta los datos, metodologías y **resultados alcanzados en los estudios de mercado de los valores del suelo urbano en todas las localidades de la Provincia de Córdoba, ejecutados durante 2022.**

En el marco de un programa permanente de innovación y fortalecimiento del impuesto inmobiliario, impulsado por el Ministerio de Finanzas a partir de 2017, cada año se determinan los valores de mercado de la tierra urbana y rural en todos los inmuebles de la provincia.

Con dicho propósito, la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba, IDECOR ejecuta en forma anual estudios técnicos de carácter masivo que resultan insumos esenciales en la determinación de la valuación de los inmuebles que fija el Catastro Provincial. Las actividades constituyen un conjunto integrado de diversas tareas y estudios específicos, que permiten generar nuevos conocimientos, actualizar técnicas y metodologías valuatorias, como también, capitalizar datos de base generados en otras líneas de investigación llevadas adelante por la IDE provincial. Esta sinergia entre los estudios, posibilita la eficiencia en costos y plazos de ejecución, asegurando la calidad y sustentabilidad de los resultados.

Los trabajos se llevan a cabo dentro de cada año calendario, entre los meses de febrero y noviembre, haciendo posible la actualización anual de los valores de la tierra urbana y rural para los más de 2 millones inmuebles urbanos y rurales de la provincia, distribuidos en sus más de 450 localidades y un espacio rural de 165.000 km².

En continuidad con desarrollos e implementaciones metodológicas incorporadas en años anteriores, para los estudios de valores de la tierra urbana 2022 se establecieron metas particulares que, especialmente, consolidan las innovaciones introducidas en 2020. Desde ese año la estimación de los valores unitarios de la tierra homogeneizados (VUT) se ejecuta **a nivel de parcela** (desestimando la asignación de valores por línea municipal -por cuadra- como tradicionalmente se hizo hasta 2019). Otro hito importante alcanzado y mantenido, es el cálculo de los **coeficientes de ajuste de terrenos de manera particular para el mercado de Córdoba**, los que fueron nuevamente estimados a partir de datos actuales y regionalizados según las diversas zonas de la provincia. De igual manera, fueron actualizados los **coeficientes de comercialización (CC) o ajuste de valores a los departamentos en altura**, aplicados desde el año 2020 y nuevamente estimados este año.

Los trabajos mencionados se basan principalmente en relevamiento de información inmobiliaria que se registra y gestiona desde el **Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI) de la Provincia de Córdoba**. Durante 2022 se sistematizaron **cerca de 9.000 nuevos datos urbanos**, entre los que se incluyen valores de terrenos (baldíos), edificados e inmuebles en propiedad horizontal (PH).

El proceso termina con la producción final de mapas web de valores del suelo urbano libre de mejoras para todas las propiedades urbanas de la provincia (poco más de 1,9 millones de cuentas). Los resultados se lograron en forma acabada dentro de los plazos requeridos y con un importante **nivel de calidad (error promedio provincial de 11,17%)**.

Respecto a los resultados generales, el promedio ponderado de los valores medianos por clúster, se estimó en **\$9.281** a nivel provincial, lo cual representa un 45% por encima de la mediana del valor 2021 (\$6.381), que a su vez significó un 51% de aumento respecto del valor 2020.

El documento a continuación, se organiza en varios capítulos, que siguen en general los principales procesos ejecutados. El primero, describe en líneas generales la magnitud y distribución de los nuevos valores de la tierra urbana en la provincia, remarcando los resultados obtenidos en las principales ciudades y otros sectores de importancia. El capítulo 2 presenta una síntesis de la metodología y los principales procesos implementados.

El capítulo 3 detalla cómo se llevó adelante el relevamiento del mercado inmobiliario en todas las localidades; y el capítulo 4 enuncia los procedimientos aplicados para el procesamiento y análisis de las observaciones de mercado, de manera regionalizada por clústeres de localidades. En este capítulo también se remite a la metodología de actualización de los datos históricos del OMI y los criterios considerados en la homogeneización de los datos de mercado.

El capítulo 5 describe la conformación de la muestra final de mercado; y seguidamente, en los capítulos 6 y 7, se desarrollan las principales variables independientes utilizadas, con sus fuentes y métodos de cálculo, y los lineamientos considerados en la construcción de los modelos por localidad. El capítulo 8 presenta una síntesis de los resultados obtenidos.

El documento se complementa con una serie de Anexos donde se proporciona información extra de los diferentes procedimientos aplicados. También se facilita una ficha técnica resumen con la información clave considerada en los estudios 2022 y principales resultados.



1. ¿Cuánto vale la tierra urbana en la Provincia de Córdoba?

Por su geografía, el territorio urbano de la Provincia de Córdoba presenta múltiples situaciones, desde grandes urbes o conglomerados de ciudades, como el caso del Área Metropolitana de la ciudad de Córdoba o el corredor de Sierras Chicas, hasta parajes pequeños en zonas serranas o pueblos de baja consolidación, aislados en la llanura pampeana.

En dicha heterogeneidad es importante conocer *¿Dónde se encuentran los mayores valores urbanos en la provincia? ¿Y los más bajos? ¿Cuáles son los valores promedios en general?*

Como es de esperarse los valores urbanos más caros de la provincia se localizan en la ciudad de **Córdoba Capital**, en el sector de Plaza España en inmediaciones del Parque Sarmiento, donde los valores del suelo alcanzan **máximos de \$1.165.500/m²**, mientras que el valor mediano de la ciudad es de \$24.600/m².

En el interior provincial (Imagen 1), la localidad con el **valor máximo es Río Cuarto, con \$155.000/m²**. Sigue el ranking la localidad turística de Villa Carlos Paz, con su máximo valor en \$139.500/m² en proximidad al Lago San Roque. Luego siguen las ciudades de Villa María y San Francisco, con precios máximos de \$125.500/m² y \$98.250/m² respectivamente. Continúan la lista tres ciudades del clúster de centralidades económicas pampeanas, Río Tercero, Marcos Juárez y Bell Ville, con valores de hasta \$80.000/m². En otro escalón aparece Villa General Belgrano, con un máximo de \$61.500/m².

Un patrón común que se observa en las ciudades mencionadas, es la distribución de valores más altos en las zonas céntricas, mientras que los más bajos se registran en los sectores económicos deprimidos o de baja consolidación urbana, muchos ubicados en la periferia de dichas localidades.

En cuanto a la distribución de **valores medianos más altos**, encabeza la lista de las 10 ciudades la localidad de **Jesús María con un valor de \$21.100/m²**. Le sigue la localidad de Villa Carlos Paz con valores de \$17.500/m², luego Villa María y San Francisco \$16.900/m² y \$15.300/m², respectivamente. Por debajo, se encuentran Villa Allende y Villa Nueva con valores de \$14.900/m².

Continúa la lista la localidad de Oncativo, con valores de \$14.000/m², seguido de Río Tercero y Río Cuarto con \$13.900/m² y \$13.800/m². Luego, finaliza la lista con una mínima diferencia La Calera con \$13.200/m².

Del otro lado de la tabla, los valores de mediana más bajos se corresponden con sitios de baja consolidación urbana, como son las localidades de Cañada del Sauce (Dpto. Calamuchita), Salsacate (Dpto. Pocho), La Poblacion (Dpto. San Javier), entre otros; que registran valores de VUT de \$400/m². Con valores medianos que alcanzan los \$500/m², se identifican otros poblados (de los departamentos Calamuchita, Punilla e Ischilín) y del arco noroeste, como son Ischilín (Dpto. Ischilín), Los Gigantes (Dpto. Punilla), Panaholma (Dpto. San Alberto), entre otros. Con valores hasta \$700/m² se pueden mencionar otras



localidades pequeñas y dispersas de llanura, como Tala Cañada (Dpto. Pocho) y Alpa Corral (Dpto. Río Cuarto), entre otras.

La tierra urbana ¿es más cara en zonas serranas o en localidades de llanura?

Dentro de los corredores serranos, las ciudades con los valores del suelo más altos se corresponden mayormente a aquellas relacionadas con la actividad turística. En este orden, la ciudad de Villa Carlos Paz en el Valle de Punilla, se confirma como la más costosa con un valor mediano de \$17.500/m². Dentro del mismo valle le sigue en valor, la vecina localidad de San Antonio de Arredondo con una mediana de \$7.600/m².

Con valores inferiores, en otros en el Valle de Traslasierras le siguen Villa Cura Brochero y Mina Clavero, con medianas de valores que se ubican en \$6.500/m². Por su parte, las localidades de Villa Santa Rosa de Calamuchita (Calamuchita), Los Cocos (Punilla), La Cumbre (Punilla) ocupan lugares intermedios, con una distribución de valores entre los \$1.500/m² y \$2.500/m².

En las localidades incluidas en el clúster de las centralidades económicas pampeanas, donde se encuentran las principales localidades de llanura, se reconoce a Jesús María cómo la más valorada (que se corresponde también a la segunda ciudad de la provincia con el máximo valor mediano de la tierra urbana). Por su parte, Alta Gracia presenta un VUT mediano de \$7.100/m², siendo la de menor valor en el clúster de localidades mencionadas.

En el siguiente gráfico (Figura 1) se presenta el ranking de las diez primeras localidades del interior con los valores medianos más altos de la tierra urbana en la provincia. Se excluye la ciudad de Córdoba por sus características, la cual presenta un VUT mediano de \$24.600/m², con un valor mínimo de \$950/m² y un máximo de \$1.165.500/m².



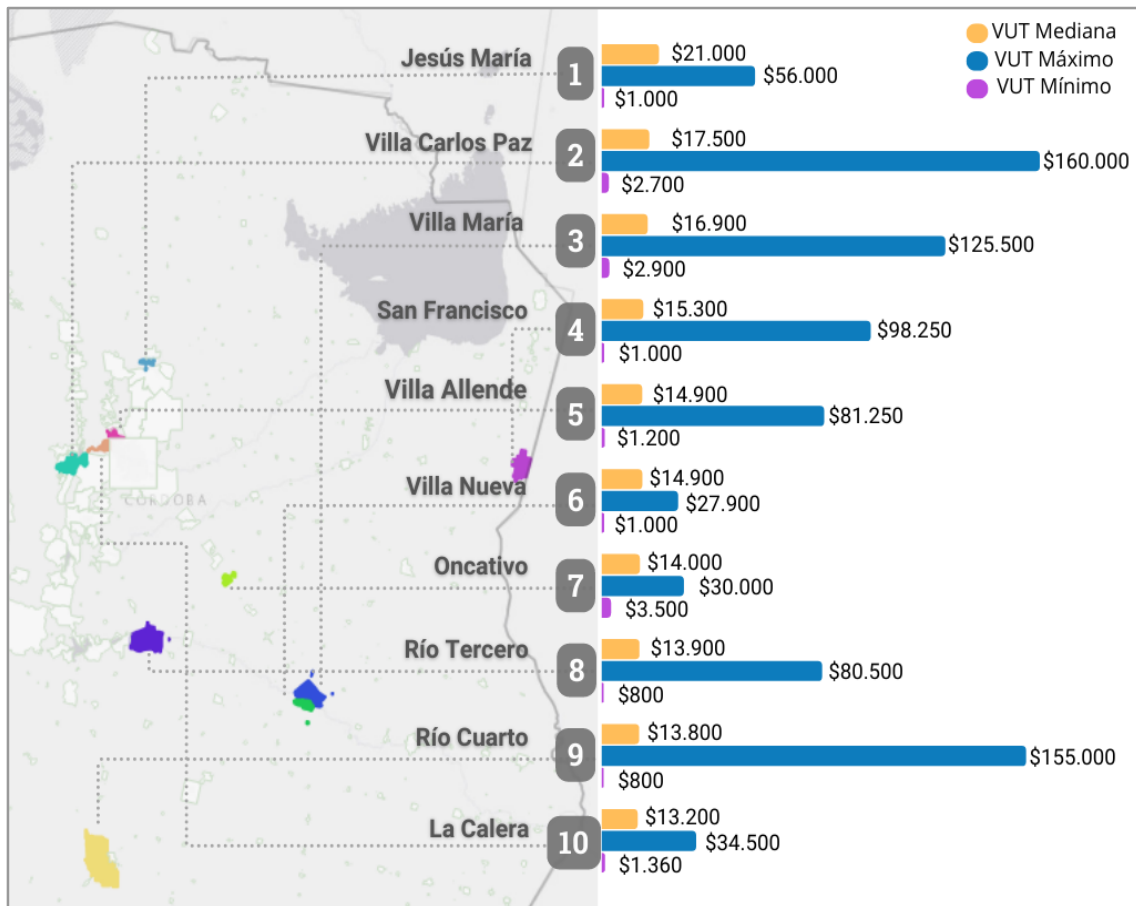


Figura 1. Primeras diez localidades del interior con los **valores medianos de VUT** urbano más altos de la provincia de Córdoba y sus respectivos valores máximos y mínimos

Fuente: IDECOR, 2022

2. Síntesis metodológica 2022

En continuidad con la metodología implementada en años anteriores, los estudios 2022 mantuvieron las innovaciones y modificaciones incorporadas en cuanto a la determinación de los valores masivos a nivel parcelario, eliminando el cálculo y la asignación de los Valores Unitarios de la Tierra (VUT) por línea municipal (cuadra) y la actualización de los **Coefficientes de Homogeneización (CH)¹ de valores de terrenos**, calculados de manera automatizada por primera vez en 2020.

Estos últimos consideran las particularidades de los mercados inmobiliarios actuales y locales en cuanto a la penalización que imponen sobre el valor por metro cuadrado de la tierra, diferentes características físicas y topológicas de las parcelas, como la superficie, la medida del frente, forma o ubicación en la cuadra o manzana; se incluye, además, la homogeneización correspondiente a características propias de mercado sobre los datos relevados, como la situación jurídica (con o sin escritura) y el tipo de valor (oferta o venta).

La aplicación de estos cambios metodológicos incorporados en 2020 habían requerido definir, en primer lugar, grupos o clústeres de localidades urbanas similares en su conformación territorial, estructura parcelaria y perfil socioeconómico, agrupando las 457 localidades de la provincia según características similares. En cada uno de dichos clústeres, obtenidos aplicando la técnica de clusterización fuzzy c-means (Bezdek et al. 1984), se estudiaron y aplicaron diferentes criterios de homogeneización para los terrenos y sirvieron así mismo, para diferentes etapas del procesamiento.

A través de técnicas de econometría espacial se estimaron en cada clúster dos modelos lineales. El primero estimó el impacto de las variaciones en el tipo de cambio sobre el valor por metro cuadrado de la tierra, para luego expresar toda la muestra a un mismo momento del tiempo; de esta forma se busca recuperar datos relevados en años anteriores, lo que permite multiplicar la base de datos de mercado a procesar. En Argentina esto es particularmente relevante, ya que una parte importante del mercado inmobiliario se encuentra dolarizado y los episodios de devaluación de la moneda son frecuentes, impactando en la variación de los precios de un año a otro (de igual modo, repercuten los procesos inflacionarios).

El segundo modelo captura los efectos locales sobre el valor por metro cuadrado de la tierra, de la superficie, la forma, la medida del frente y la ubicación en la cuadra o manzana. Se suma, además, la posibilidad de dar cuenta de los efectos de la situación jurídica y el tipo de valor relevado (venta u oferta), como método útil de homogeneización de valores muestrales, previo al proceso de determinación masiva de los nuevos valores. La aplicación de esta metodología permite determinar un **coeficiente de homogeneización** que resume los

¹ Los CH son el resultado de un cálculo y asignación automatizado a nivel de parcela, los cuales reemplazan las conocidas tablas de coeficientes de “frente y fondo” (CFF), construidas sobre los principios establecidos por Fitte y Cervini (1939), para la Ciudad de Buenos Aires.



impactos de las características particulares de cada parcela en la muestra para poder re expresar el valor por metro cuadrado en una medida homogénea (correspondiente a una parcela típica en el clúster), contemplando las particularidades locales del mercado inmobiliario, y en donde ya han sido descontados los efectos de la superficie, la forma, el frente, la ubicación en la cuadra, la situación jurídica y el tipo de valor, sobre el valor por metro cuadrado.

Definido el Valor Unitario de la Tierra (VUT), es decir datos actualizados a un mismo momento del tiempo y homogeneizados en función de las características intrínsecas de cada parcela y del mercado inmobiliario local, se procede al entrenamiento de algoritmos de inteligencia artificial para cada uno de los 11 grupos (clusters) de localidades definidas con anterioridad, y realizar posteriormente las predicciones del valor unitario de la tierra a nivel parcelario. Este punto implica la desaparición de las líneas municipales como entidad geográfica para la asignación de los valores, simplificando el proceso de mantenimiento de la estructura cartográfica de la base catastral. Esta estrategia resuelve, además, los problemas originados en líneas municipales de extensión considerable, líneas municipales en contra frente con líneas más cortas o parcelas internas en fraccionamientos de cierta extensión, que toman valores del frente o acceso sobre la línea municipal. Adicionalmente, se solucionan inconvenientes observados en zonas que no cuentan con línea municipal o deficiencias en el dibujo de la línea municipal, evitándose la necesidad de su saneamiento gráfico.

Paralelamente, con la función de homogeneización estimada para cada aglomerado, se calculan los coeficientes de ajuste para cada parcela de la base catastral, tomando en consideración las particularidades del mercado inmobiliario local y el efecto en el valor por metro cuadrado de la tierra en función de la superficie, la medida del frente, la forma y ubicación en la cuadra o manzana. Esta asignación automática de coeficientes reemplaza la asignación manual de coeficientes de frente y fondo, eliminando la posibilidad de error humano en la carga y brindando objetividad, propia de una fórmula matemática basada en evidencias del mercado actual y local. Esto permitió, a su vez, la corrección de errores de carga acumulados durante décadas, que a priori serían imposibles de resolver sin emprender una revisión completa de toda la base de datos.

Para la aplicación de los algoritmos antes señalados, que permiten llegar a la **estimación del valor unitario de la tierra urbana a nivel de parcela** y para todo el territorio provincial, resulta necesario contar con un conjunto de variables independientes que, a priori, afecten o determinen el valor de la tierra. El desarrollo de estas variables independientes, de carácter territorial, implicó el uso de distintas técnicas y herramientas geomáticas (SIG, procesamiento de imágenes, análisis espaciales, etc.) y la recopilación y procesamiento de diversas fuentes de información, provenientes del mercado inmobiliario, de la estructura urbana, de la base de datos catastral y de imágenes satelitales, entre otras.



Del amplio conjunto de datos territoriales estudiados, se construyen más de 55 variables (independientes), entre las que se pueden destacar las denominadas de “entorno”, construidas en base a datos catastrales o normativos, como el valor promedio de la superficie edificada del sector, promedio del tamaño de lotes, porcentaje edificado y/o baldío, incidencia de la edificación, etc. Otro importante conjunto son aquellas variables derivadas del procesamiento de imágenes satelitales, que permiten la obtención de distintos índices relacionados a niveles de fragmentación urbana, consolidación edilicia, presencia de vegetación, entre otros. También se destacan las variables de “distancia”, como a rutas o vías principales, a zonas comerciales, cursos y cuerpos de agua, zonas de mayor o menor interés inmobiliario, etc. Algunos de estos datos forman parte de la IDE provincial, lo que constituye un aporte significativo para la aplicación y el mantenimiento de los procesos valuatorios a futuro.

Por último, es importante mencionar que se mantiene la aplicación del coeficiente de ajuste a los departamentos en altura, con su correspondiente actualización a 2022. El mismo busca disminuir la brecha entre la valuación catastral inicialmente determinada y el valor de mercado, llamado comúnmente en la bibliografía especializada “**coeficiente o factor de comercialización**”².

La Figura 2 presenta esquemáticamente el proceso general llevado adelante para la determinación masiva de los valores de la tierra urbana (VUT) en la provincia de Córdoba, que lleva adelante el equipo de IDECOR conjuntamente con el Catastro Provincial.

La extensión territorial provincial, la complejidad de los fenómenos estudiados y el desafío de cumplir las metas propuestas en tiempo y calidad, requiere la participación de un equipo interinstitucional y multidisciplinar competente para llevar adelante los análisis territoriales y detallados del mercado inmobiliario.

En ese marco, estos trabajos son llevados adelante por la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR), participando un equipo de más de 20 personas con diferentes perfiles y áreas de formación (economistas, geógrafos, agrimensores, ingenieros, agrónomos, biólogos, arquitectos, profesionales de sistemas), junto a especialistas e investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y de unidades especializadas de CONICET en Córdoba.

² Para ampliar información sobre el cálculo del Coeficiente de Ajuste de Departamentos en Alturas consultar el Anexo V.



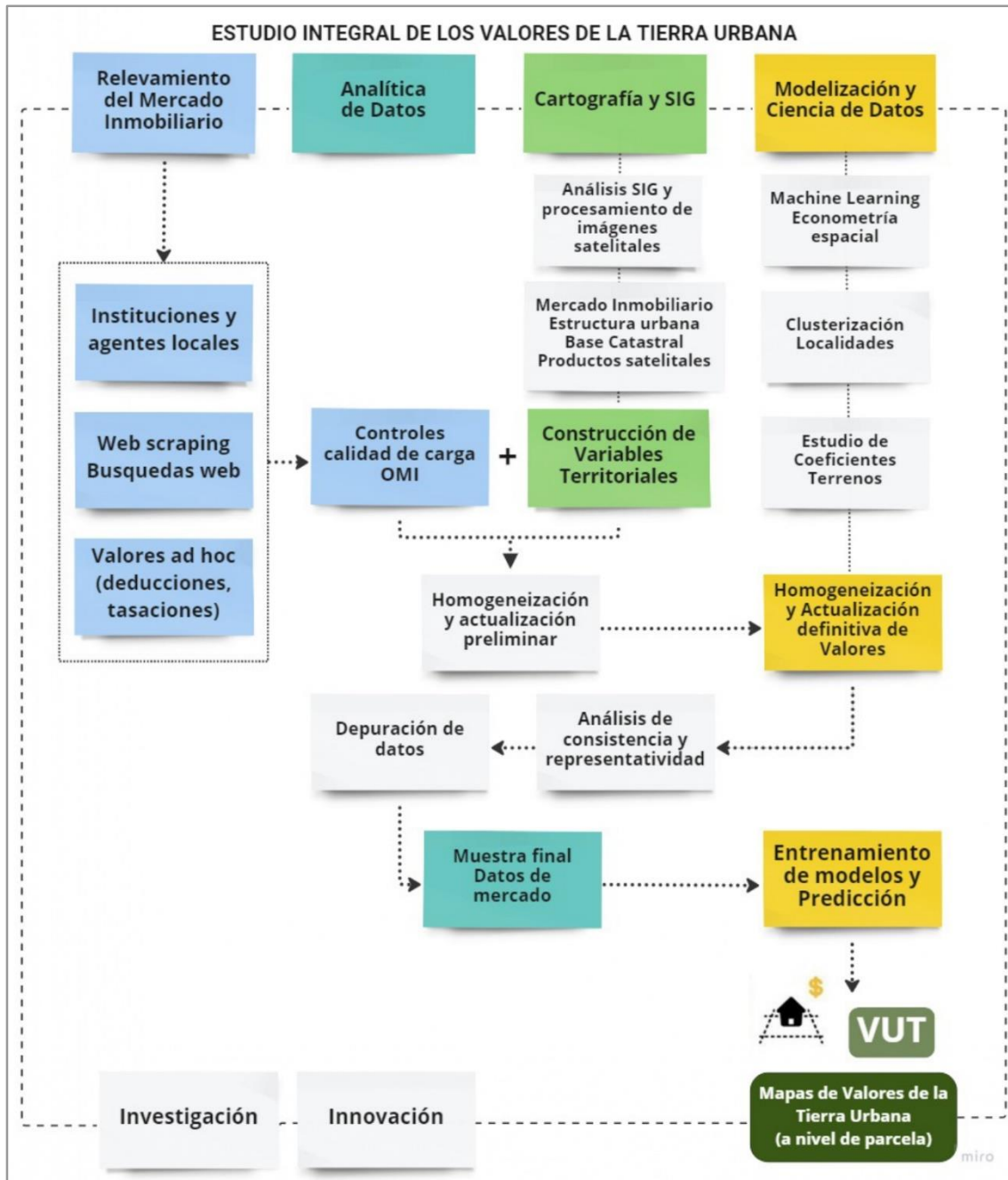


Figura 2: Proceso de trabajo para la predicción de los valores unitarios de la tierra 2022

Fuente: IDECOR, 2022

IDECOR ejecuta los trabajos en estrecha colaboración con -y para- la Dirección General de Catastro de la Provincia. Adicionalmente, en especial en lo referido al Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI), participan además, el Consejo General de Tasaciones de la Provincia, el Tribunal de Tasaciones de la Nación, el Banco de Córdoba, colegios profesionales y equipos técnicos de los municipios de Córdoba Capital, Río Cuarto, Villa María, Alicia, Cosquín, Mina Clavero, Nono, Villa Carlos Paz, Villa Giardino, Villa General Belgrano y Luque.

3. Relevamiento del mercado inmobiliario

El objetivo del relevamiento es recolectar información original del mercado inmobiliario que permita estudiar y comprender las dinámicas del desarrollo territorial y las particularidades del mercado local. A tal fin, se ejecutan trabajos en todos los centros urbanos de la provincia (más de 450 localidades, incluida Córdoba Capital) y se relevan datos de todo tipo (ofertas, en su mayoría, pero también ventas, remates y tasaciones).

El relevamiento de datos se apoya en el [Observatorio del Mercado Inmobiliario](#) (OMI) de la Provincia de Córdoba, una aplicación web desarrollada por IDECOR que posibilita el registro y sistematización de datos de mercado en una base georreferenciada, con el fin de analizar la evolución y la dinámica de los precios de inmuebles urbanos y rurales. Los datos se categorizan según el tipo de inmueble, ya sea baldío, edificado, PH o rural.

La plataforma actualmente cuenta con más de 68.000 datos urbanos y rurales del mercado inmobiliario de la provincia. Como parte de la mejora continua, durante 2022 el OMI recibió varias actualizaciones en su plataforma, donde las innovaciones y nuevas funcionalidades en el diseño procuran una imagen más limpia, clara e intuitiva. Entre las novedades que presenta la nueva versión, se destaca la incorporación de diferentes secciones que facilitan el acceso al mapa de relevamiento, materiales de ayuda, guías de carga y uso, entre otras facilidades para el contacto con los desarrolladores y administradores. En la Figura 3 puede apreciarse la interfaz de la nueva plataforma y la distribución espacial de los datos actualmente registrados en el Observatorio, en este caso, diferenciados por tipo de inmueble.

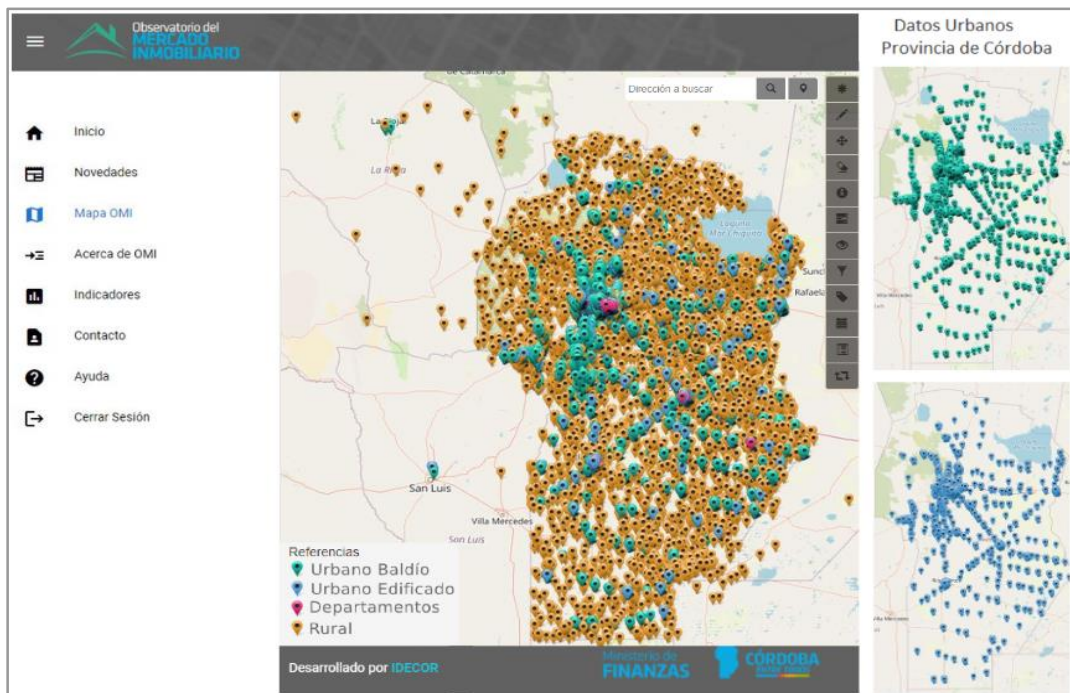


Figura 3: Plataforma OMI de la Provincia de Córdoba.

Fuente: IDECOR, 2022

Además, desde un menú específico se puede acceder a gráficos indicativos de ciertos 'Indicadores OMI' (figura 4). Allí se pueden observar de manera sencilla estadísticas actualizadas sobre diferentes variables que permiten múltiples posibilidades de análisis sobre todos los datos sistematizados en el observatorio como plataforma colaborativa.

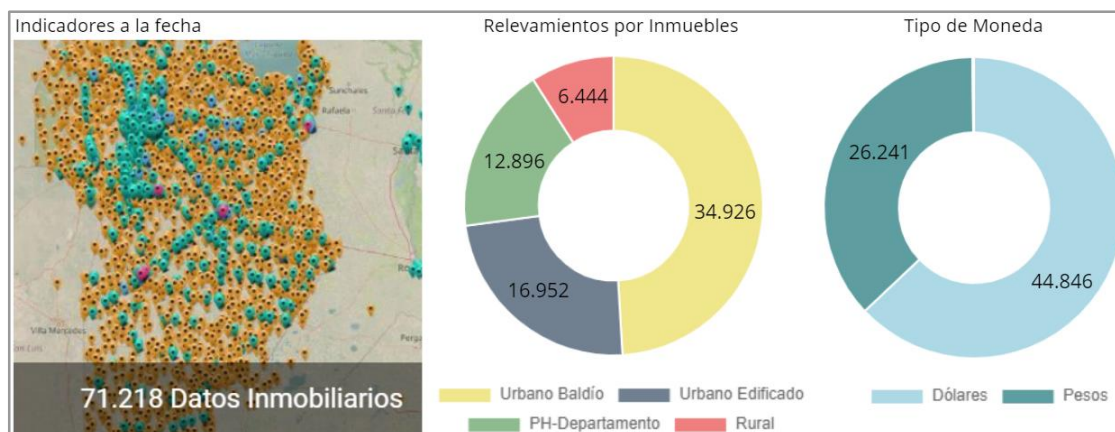


Figura 4: Indicadores Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI), de la Provincia de Córdoba.

Fuente: IDECOR, 2022

En cuanto a la carga de datos, durante el 2022 se relevaron más de 5.000 baldíos, los que informan de manera directa el valor de la tierra urbana libre de mejoras (representan el 34% del total de datos relevados en 2022, en toda la provincia) y algo más de 3.700 edificados (25% del total). Además, se registraron cerca de 1.000 datos correspondiente a inmuebles rurales, más de 2.700 datos de inmuebles bajo el régimen de Propiedad Horizontal y alrededor de 2.500 alquileres (que incluyen viviendas, comercios, departamentos, entre otros)

En la Tabla 1 puede apreciarse la cantidad y tipo de datos sistematizados para los estudios urbanos, según el año de los trabajos.

Tabla 1: Cantidad de datos urbanos según el año de relevamiento y tipo de inmueble.

Cantidad de datos por Tipo de Inmueble	Año de relevamiento						Total general
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Baldíos	1.369	7.195	6.096	8.147	5.256	5.063	27.870
Edificados	718	2.700	2.356	3.059	4.043	3.747	16.623
Total general	2.087	9.895	8.452	11.206	9.299	8.810	44.493

Fuente: IDECOR, 2022



3.1. Organización del relevamiento de mercado

El relevamiento del año 2022 se planificó en forma integral teniendo en cuenta que el objetivo apuntó a actualizar los valores de la tierra siguiendo el agrupamiento de localidades en los clústers urbanos ya definidos en el año 2020 (ver Capítulo 4). En este sentido, buscando cubrir toda el área de estudio en forma simultánea, se recolectaron datos desde febrero a agosto mediante varias técnicas de levantamiento como se nombran en el apartado siguiente.

La cantidad de datos a relevar se fijó en función de las experiencias de años anteriores, estableciéndose un objetivo para el relevamiento 2022 de 8.000 datos urbanos, entre edificados y baldíos.

3.2. Levantamiento y sistematización de datos de mercado

El territorio provincial presenta distintos escenarios, a nivel de mercados urbanos: la ciudad de Córdoba Capital y su área metropolitana; las tres grandes ciudades del interior (Río Cuarto, Villa María y San Francisco) con su correspondientes áreas de influencia; grupos de ciudades medianas de llanura, con traza en damero, de conformación más simple y ordenada; localidades de sierras, de traza irregular, conurbanizadas y más complejas por la topografía; hasta llegar al resto de localidades pequeñas y dispersas. En esta complejidad de escenarios nace la importancia de implementar distintas estrategias a la hora de relevar el mercado y conformar una muestra que sea lo más representativa posible y no esté sesgada por determinadas fuentes y/u origen de la información.

Para la recolección y sistematización de la información, la plataforma OMI posibilita el trabajo conjunto y simultáneo de todos los actores, instituciones y agentes involucrados.

En el caso del relevamiento de datos 2022, se desplegaron varias estrategias que luego se complementaron con otros recursos. Una de ellas, fue trabajar con el apoyo de más de 10 equipos municipales -con funcionarios y personal técnico- que formaron parte del relevamiento y mantienen su compromiso aportando datos al Observatorio. Entre los municipios participantes se destacan los aportes de los equipos de Córdoba Capital, Río Cuarto, Villa María, Alicia, Cosquín, Mina Clavero, Nono, Villa Carlos Paz, Villa Giardino, Villa General Belgrano, Villa María y Luque.

El aporte de los mismos resultó en torno al 15% en promedio del total de datos recolectados en 2022 en dichas localidades. Este grupo de usuarios de 12 ciudades, sumaron más de 1.400 datos al Observatorio.

Por otro lado, se mantuvo la carga por medio de agentes, quienes son profesionales de la zona, con formación en arquitectura, ingeniería, agrimensura



o corretaje inmobiliario; con conocimiento del territorio y la dinámica inmobiliaria local, y buenas relaciones con las principales instituciones y actores económicos y sociales de la zona.

No obstante, el equipo de trabajo de IDECOR y el Catastro Provincial, llevaron adelante la búsqueda de información inmobiliaria en portales de avisos clasificados, incorporando dato a dato en el Observatorio. Así mismo, mediante la técnica “scraping” de portales web, se llevó a cabo la extracción masiva de datos, para su posterior normalización, análisis de consistencia, filtro y selección de observaciones que finalmente se incorporaron a OMI. La técnica permitió conocer anticipadamente el volumen, distribución y la calidad de la información existente, pero también implicó un importante tiempo para la sistematización y saneamiento de datos.

También se incorporaron tasaciones oficiales del Consejo de Tasaciones de la Provincia de Córdoba y en zonas con poca información del valor de la tierra libre de mejoras, se realizaron estimaciones de valores de terreno a partir de inmuebles edificados, vía deducción de mejoras.

La participación de usuarios de distintos grupos técnicos tiene como fin obtener una muestra de datos relevados no sesgada a una fuente de información, sino que provenga de diferentes orígenes y enfoques, siempre y cuando la información sea de calidad y pueda estructurarse.

De esta manera, entre los diversos tipos de datos sistematizados mediante OMI se pueden mencionar: ofertas publicadas en la web, ofertas relevadas in situ, tasaciones oficiales, tasaciones profesionales, remates, ventas, deducciones de mejoras ad hoc, valores unitarios de referencia, entre otras.

3.3. Control de calidad inicial

Durante la instancia de relevamiento de datos se llevan en forma permanente controles de calidad preliminar, que apuntan a cubrir estándares mínimos respecto a carga adecuada y en función de los criterios fijados por el Observatorio. Los datos deben ser completos, consistentes (asegurando fuentes de calidad) y útiles a los fines de los diversos estudios; así mismo, convenientemente distribuidos y en áreas representativas. En todos los casos, se verifica que la información sea completa, la ubicación correcta y en correspondencia con los datos de la base catastral.

En un segundo control, se verifica la coherencia del valor estableciendo entornos inmediatos, comparando el valor unitario de cada dato con la mediana del valor de sus vecinos próximos. Para aquellos datos que presentan grandes diferencias o dudas, se verifica directamente con la fuente origen.





4. Procesamiento y análisis de las observaciones de mercado

4.1. Clusterización de localidades

Con el objetivo de capturar los efectos locales sobre el valor por metro cuadrado de la tierra, se procede al procesamiento y análisis de las observaciones de mercado por grupos de localidades de características similares.

El agrupamiento (clusterización) de las localidades conforme a el funcionamiento de los mercados de suelo locales, es implementado de los trabajos 2020 y es el realizado por medio del algoritmo Fuzzy c-Means³ (Bezdek et al. 1984), sometidos luego a una técnica de comunicación estructurada sobre un panel de 10 expertos. surgió una versión final del agrupamiento, que cuenta con 11 clústeres o aglomerados urbanos; la conformación y cantidad de localidades que cada uno de ellos posee puede observarse en la Tabla 2.

Tabla 2: Cantidad de localidades por clúster conformado

Clúster	Cantidad Localidades
Gran Córdoba (Sur-Noreste)	13
Gran Córdoba (Oeste-Noroeste)	11
Centralidades Económicas Pampeanas	8
Ciudades Grandes	9
Localidades Serranas Turísticas	32
Ciudad de Córdoba	1
Localidades Pampeanas Medianas	48
Localidades Serranas	50
Centralidades Económicas Noroeste	5
Localidades Arco Noroeste	48
Localidades Pampeanas Pequeñas	232
Total	457

Fuente: IDECOR, 2020

³ En términos generales, la metodología de k-Means, propuesta por J.B.MacQueen, es un algoritmo de clusterización no supervisado que se propone encontrar k divisiones que satisfagan un determinado criterio (Y. Liand Wu, 2012). Dado que el algoritmo es no-jerarquizado, es necesario que se defina previamente el número de zonas. Definidas las particiones, se aplica el algoritmo Fuzzy c-Means, que es una generalización del k-Means. Consiste en minimizar una función de distancia (Euclidiana, Mahalanobis, Manhattan, entre otras), que relaciona un punto u observación con el centroide o centro del grupo establecido previamente en el hiperplano. El método se refiere a una partición difusa “suave”, en la que se define el grado de pertenencia de cada observación a cada uno de los clústeres. Finalmente, se define la ubicación de cada observación al grupo en el cual presente el mayor grado o probabilidad de pertenencia.



En la Figura 5 puede apreciarse la distribución espacial de la clusterización efectuada sobre las localidades urbanas de la Provincia de Córdoba.

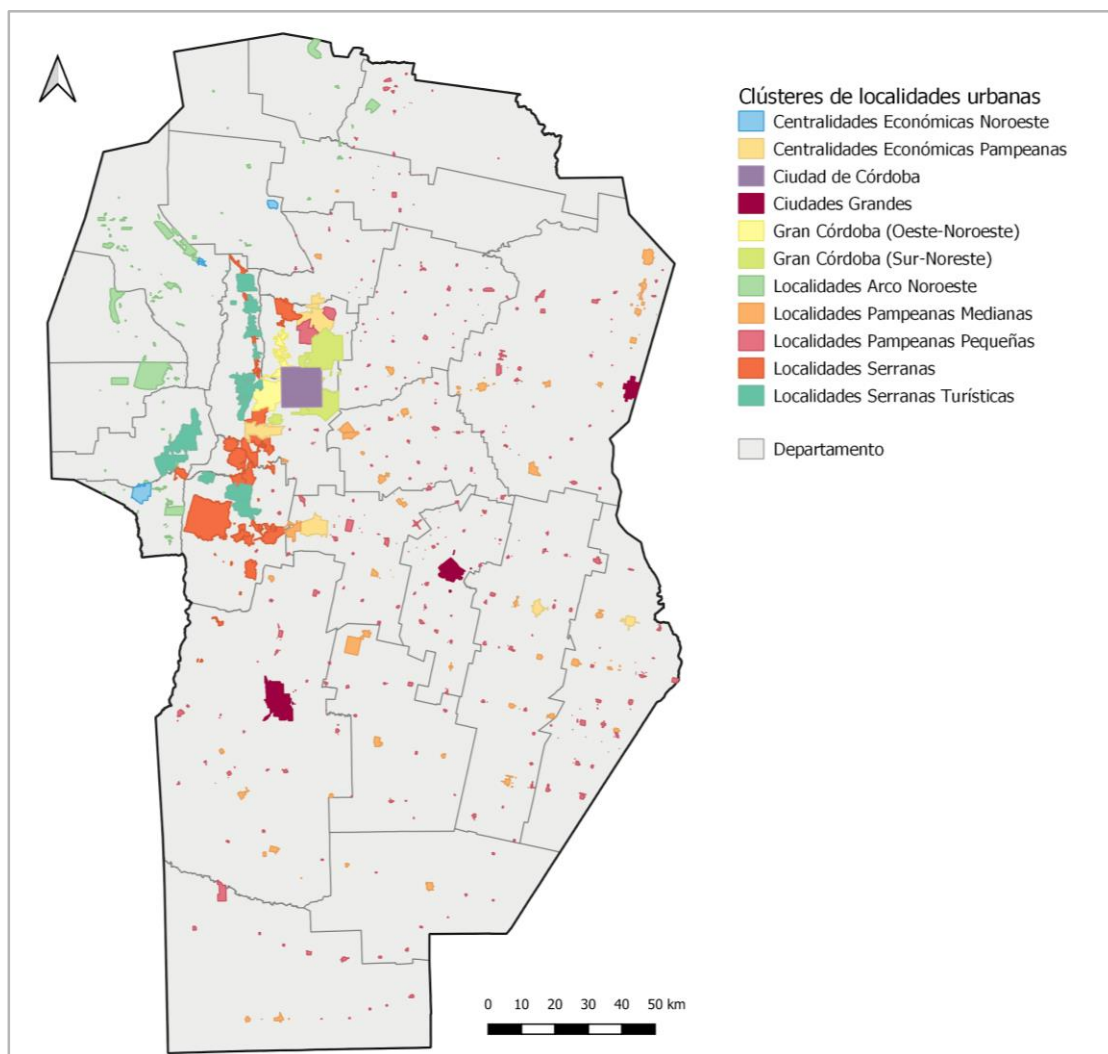


Figura 5: Mapa de clusterización de localidades para estudios de mercado de suelo urbano, Provincia de Córdoba
Fuente: IDECOR, 2020

4.2. Actualización de las muestras de mercado a un mismo momento de tiempo

A fin de aprovechar los datos registrados en el Observatorio desde 2017, lo que permite multiplicar la cantidad de información a utilizar en los modelos valuatorios, se aplicó la metodología diseñada en 2020 que posibilita reexpresar todas las observaciones a un mismo tipo de cambio, es decir, a un mismo momento de tiempo (Bullano, et al. 2020). A estos fines, en 2020 se investigó el concepto de “elasticidad”, introducido por Alfred R. Marshall (Marshall, 1890) con el propósito de cuantificar el impacto que la variación de una variable tiene sobre otra, en donde esta última depende de la primera. La aplicación de este concepto a los valores de mercado sirvió para estimar el cambio porcentual que experimenta el valor por metro cuadrado de la tierra en pesos (valor_m^2) frente a una variación porcentual en el tipo de cambio.

Matemáticamente, este valor puede ser calculado mediante la derivada del logaritmo natural del valor por metro cuadrado, respecto al logaritmo natural del tipo de cambio, como se detalla en la Ecuación (1).

$$\text{elasticidad}_{TC} = \frac{\Delta\%(\text{valor_m}^2)}{\Delta\%TC} = \frac{\delta \ln(\text{valor_m}^2)}{\delta \ln (TC)} \quad (1)$$

En otras palabras, el concepto de elasticidad se asemeja al nivel de respuesta del valor por metro cuadrado de la tierra cuando varía el tipo de cambio, es decir, al grado de dolarización que posee el mercado inmobiliario en estudio.

Considerando que se trabajó con observaciones desde 2017 hasta 2022, que conforme los criterios del Observatorio se registraron con la moneda de la publicación o fuente (es decir, en pesos o dólares según correspondiera), se siguieron las siguientes pautas en la preparación final de la muestra: los datos relevados en dólares se convirtieron a pesos al tipo de cambio oficial⁴ promedio mensual, según la fecha del dato informado por el Banco Central de la República Argentina (BCRA). Luego, con los valores en pesos de toda la muestra, se calcularon las elasticidades aplicando la metodología desarrollada en 2020. Por último, se actualizaron todos los datos de mercado a la fecha fijada del estudio (mayo de 2022); el El TC adoptado fue **\$ 203 por dólar**, que resulta de considerar el tipo de cambio oficial, incluyendo impuesto PAIS, para el mes de mayo de 2022 ($tc_{act} = 160$), más la retención del 35% del Impuesto a las Ganancias.

Para mayor detalle sobre los cálculos y resultados de las elasticidades obtenidos en cada clúster en los que se agruparon las localidades de la provincia consultar el Anexo I.

⁴ Para el tratamiento de toda la serie de datos se utilizó el dólar oficial, y a partir de la entrada en vigencia de tipos de cambio diferenciales incluyó el impuesto PAIS (dólar solidario), más la retención del 35% del impuesto a las ganancias. Independientemente de ello, el modelo de regresión estimado permite considerar el efecto diferencial del tipo de cambio en el espacio, observándose impactos más grandes en algunos sectores urbanos que en otros.

4.3. Homogeneización de valores de mercado y actualización de coeficientes de ajuste para terrenos

En continuidad con la metodología diseñada en 2020, se actualizan los coeficientes que permiten homogeneizar el valor por metro cuadrado de la tierra urbana, es decir, corregir el valor por metro cuadrado de las muestras de mercado para que todos los valores sean comparables.

El valor por metro cuadrado de un predio depende de su superficie, medida de frente, forma, ubicación en la cuadra o manzana (medial, esquina, interno, salida a dos calles), la situación jurídica del inmueble (con o sin escritura, ya sea por posesión o un lote en preventa) y el tipo de valor relevado (valor de oferta o de venta/tasación), entre otras variables. Estas relaciones pueden expresarse como una ecuación lineal, si se toma logaritmo natural en la variable dependiente, en la superficie y el frente. En 2020 se indagaron alternativas metodológicas que no sólo permitían actualizar la intensidad con la cual el mercado inmobiliario penaliza el frente, fondo, forma y/o ubicación en la cuadra de los predios urbanos, sino también analizar el impacto diferencial de estos efectos en el territorio, conforme su ubicación geográfica (Cerino, et al. 2020). Estas investigaciones determinaron la superación del modelo Fitte-Cervini⁵, determinando los parámetros estimados de las distintas variables que conforman la función de homogeneización, para cada clúster (ver Anexo II).

La función de homogeneización, en el proceso de valuación masiva luego es aplicable a toda la base parcelaria, con la salvedad que las variables tipo de valor y situación jurídica asumen siempre el valor cero (venta y con escritura, respectivamente) en todos los predios. En consecuencia, los parámetros de estas variables no afectan el coeficiente de homogeneización en la base parcelaria.

El objetivo es obtener un coeficiente que permita homogeneizar el valor por metro cuadrado de la tierra urbana, es decir, ajustar los valores de mercado en términos de superficie, frente, forma, ubicación en la cuadra o manzana, tipo de valor y situación jurídica. Un lote típico se caracteriza por tener una superficie y medida del frente igual a la mediana respectiva de cada variable en el clúster en particular, forma regular, ubicación medial, tipo de valor igual a venta y con escritura. Finalmente, para las parcelas similares al lote típico, el coeficiente asumirá un valor cercano a 1.

En la Tabla 3 pueden apreciarse las características de los lotes tipo por cada cluster, por las cuales el coeficiente final calculado tomará valor 1.

⁵ En 1939 el arquitecto R. Fitte y el agrimensor A. Cervini publicaron su trabajo pionero “Antecedentes para el estudio de normas para tasaciones urbanas en Capital Federal” a solicitud del Banco Hipotecario Nacional de Argentina (Fitte y Cervini, 1939), con el objetivo de establecer criterios relativamente estandarizados para guiar el estudio del valor de los inmuebles urbanos. Estos criterios fueron adaptados y modificados, incorporando otros efectos además del frente y el fondo, como la ubicación en la cuadra o la forma de la parcela. Sin embargo, se trata de criterios basados en un estudio realizado hace mucho tiempo, sobre una localización y características de mercado acotadas. Nada garantiza que las reglas de mercado que operaban en la ciudad de Buenos Aires en 1939 se cumplan con la misma intensidad en la actualidad, ni que estas reglas sean trasladables de manera directa a todas las localidades de la provincia de Córdoba.



Tabla 3: Características del lote típico estimado por clúster.

Dimensiones lotes tipo por cluster	Sup. Mediana (m ²)	Frente Med. (m)	Forma	Ubi. en la cuadra	Tipo de Valor	Situación Jurídica	Coef
Gran Córdoba (S-NE)	496	15	Regular	Medial	Venta	Escritura	1
Gran Córdoba (O-NO)	499	15	Regular	Medial	Venta	Escritura	1
Centr.Econ. Pampeanas	360	12	Regular	Medial	Venta	Escritura	1
Ciudades Grandes	291	10	Regular	Medial	Venta	Escritura	1
Local. Serr. Turísticas	648	20	Regular	Medial	Venta	Escritura	1
Ciudad de Córdoba	285	11	Regular	Medial	Venta	Escritura	1
Local. Pamp. Medianas	334	12	Regular	Medial	Venta	Escritura	1
Localidades Serranas	600	18	Regular	Medial	Venta	Escritura	1
Centralid. Económ. NO	435	15	Regular	Medial	Venta	Escritura	1
Local. Arco Noroeste	435	15	Regular	Medial	Venta	Escritura	1
Local. Pamp. Pequeñas	440	15	Regular	Medial	Venta	Escritura	1

Fuente: IDECOR, 2022

En la Tabla 4 pueden apreciarse los parámetros estimados de las distintas variables que conforman la función de homogeneización de cada clúster.

A modo de ejemplo, podemos interpretar los resultados presentados para el cluster “**Localidades Serranas Turísticas**”. La tabla mencionada indica que, manteniendo el resto de las variables constantes, un aumento del 100% en la superficie de un lote, en relación a la superficie mediana del clúster (648 m²), para la venta del mismo se refleja en una reducción del valor por metro cuadrado de la tierra del 32,1% (Coeficiente de Superficie = -0,321). Es decir, **un aumento del 10% en la superficie, se refleja en una reducción del valor por metro cuadrado de la tierra del 3,21%.**

Otro ejemplo, en un aumento del 100% en relación a la mediana del frente (20 m), se refleja en una suba de valor por metro cuadrado de la tierra del 5,9%.(Coeficiente de Frente = 0,0594). Por último, una parcela de forma irregular se ve afectada en su valor por un 13,8% (Coeficiente de Forma = -0,1388).

Tabla 4: Parámetros estimados de la función de homogeneización para cada clúster 2022

Clúster	Sup.	Frente	Forma	Ubicación en la cuadra			Tipo de Valor	Situación Jurídica
				Esquina	Inter-no	Salida a 2 o más calles		
Gran Córdoba (S-NE)	-0,215	0,00	-0,20	0,194	-0,235	0,00	0,48	-0,127
Gran Córdoba (O-NO)	-0,312	0,032	-0,129	0,1	-0,131	0,00	0,43	-0,102
Centr.Econ. Pampeano.	-0,246	0,133	-0,121	0,104	-0,186	0,132	0,382	-0,059
Ciudades Grandes	-0,238	0,095	-0,097	0,083	-0,352	0,00	0,171	-0,110
Local. Serr. Turísticas	-0,321	0,059	-0,139	0,00	-0,236	-0,079	0,337	-0,209
Ciudad de Córdoba	-0,203	0,136	-0,122	0,050	-0,214	0,00	0,096	0,168
Local. Pampean.	-0,334	0,066	-0,131	0,00	-0,209	-0,129	0,275	-0,228
Local. Serranas	-0,321	0,059	-0,139	0,00	-0,236	-0,079	0,337	-0,209
Centralid. Econ. NO	-0,318	0,00	-0,131	0,10	-0,154	-0,208	0,363	-0,219
Local. Arco Noroeste	-0,318	0,00	-0,131	0,10	-0,154	-0,209	0,363	-0,219
Local. Pampean. Peq.	-0,263	0,00	-0,133	0,128	-0,382	-0,303	0,186	-0,059

Fuente: IDECOR, 2022

4.4. Variables de morfología y ubicación

Como parte de las reformas implementadas en 2020 fue necesario automatizar el cálculo de las variables de morfología parcelaria y ubicación en la cuadra o manzana, las que se utilizan en la función de homogeneización.

La morfología de las parcelas y su ubicación en la cuadra o manzana atiende a dos factores principales. En primer lugar, a propiedades particulares de las mismas, como sus ángulos internos o la longitud de los lados; por otro lado, a la relación de la parcela con su entorno. Para estudiar estos factores se recurrió a la modelización de la entidad de estudio (parcela) bajo dos modelos, un modelo geométrico y un modelo topológico.

La Figura 6 muestra un ejemplo de los resultados obtenidos de la clasificación morfológica en una manzana (mediante el algoritmo de clasificación Random Forest).

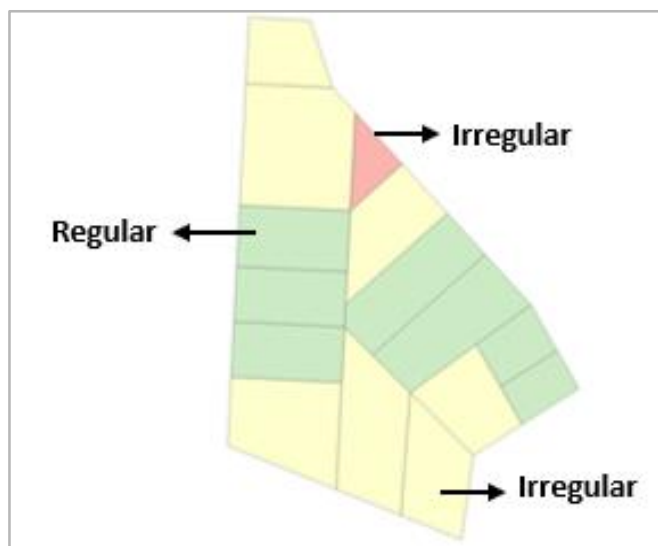


Figura 6: Clasificación de parcelas según forma
Fuente: IDECOR, 2020

Por otro lado, para la clasificación de parcelas según su ubicación en la cuadra o manzana, se utilizaron variables que caracterizan las parcelas tanto geoméricamente como en relación a su entorno. De esta manera, se crearon reglas de decisión que permitieron discriminar la ubicación de la parcela; las reglas utilizadas, además de mostrarse en Figura 7, se listan a continuación:

- Parcela esquina: se determina la asignación a esta categoría a aquellas parcelas cuya línea de frente contenga más de dos vértices y presente una relación frente / perímetro mayor a 0,35.
- Parcela con salida a dos o más calles: pertenecen a esta categoría aquellas parcelas que contengan dos o más líneas de frente, no continuas.



- Parcela interna: en esta clase se agrupan aquellas parcelas que no tienen línea de frente; como aquellas que, aun teniendo línea de frente, su longitud es menor a 5 (cinco) metros.
- Parcela medial: todas aquellas no comprendidas en las categorías descritas anteriormente.

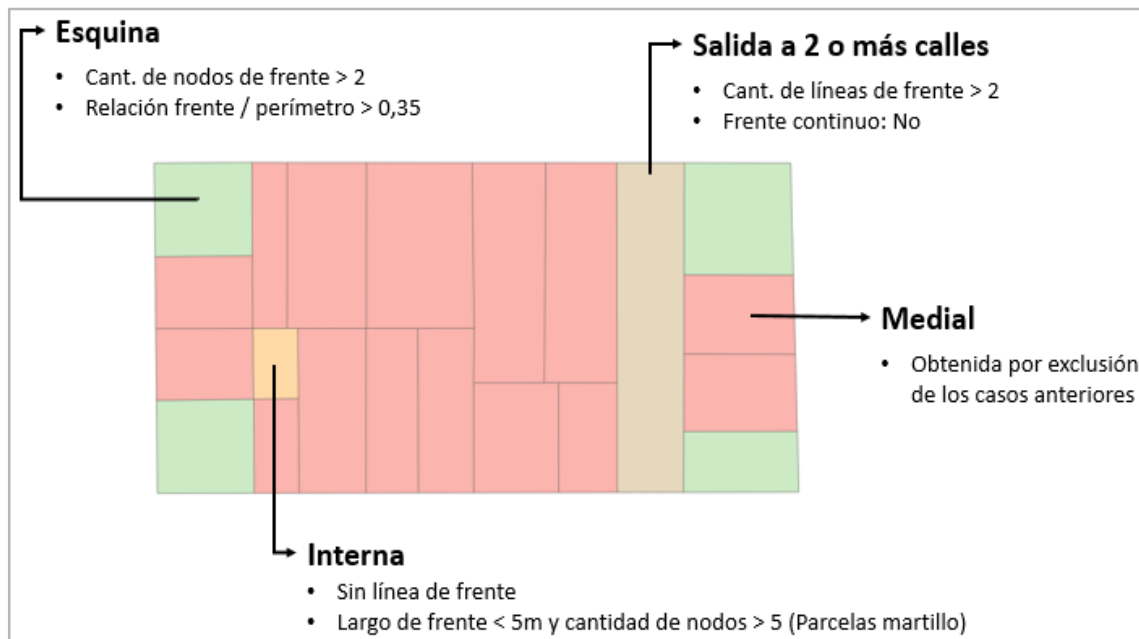


Figura 7: Clasificación de parcelas según ubicación en la cuadra
Fuente: IDECOR, 2020-2021

5. Descripción de la muestra final de mercado

La muestra de mercado finalmente utilizada para la construcción de los modelos valuatorios de 2022 fue de 11.387 datos. En la Tabla 5 se presentan las estadísticas descriptivas de la misma. En promedio la mediana muestral del Valor Unitario de la Tierra (VUT) para toda la provincia fue cercana a \$6.1250/m², un 45% mayor que los valores del 2021 y 117% superior a valores de 2020. El VUT mediano más alto corresponde al Área Metropolitana de Córdoba, con un valor de \$11.800/m², un 46% superior a la mediana de 2021 y 105% mayor a la de 2020.

Tabla 5: Estadísticas descriptivas de la muestra de mercado, por clúster

Cluster	Cant. de datos	VUT Mediano 2022 (\$)	VUT Mediano 2021 (\$)	VUT Mediano 2020 (\$)	VUT 22 vs 21	VUT 2022 vs 2020
Centralid. Econ. Pampeanas	781	8.900	6.500	4.400	37%	102%
Ciudades Grandes	732	10.900	7.550	5.000	44%	118%
Local. Serranas Turísticas	2.294	4.400	2.875	2.000	53%	120%
Área Metr. de Córdoba ⁶	3.673	11.800	8.100	5.750	46%	105%
Local. Pampeanas Med	1.069	6.000	4.100	2.750	46%	118%
Local. Serranas	1.521	2.600	1.800	1.100	44%	136%
Arco Noroeste ⁷	396	2.000	1.400	900	43%	122%
Local. Pampeanas Peq	921	2.400	1.600	1.100	50%	118%
Total/Promedio	11.387	6.125	4.240	2.875	44%	113%

Fuente: IDECOR, 2022

Resulta importante mencionar que la inflación acumulada⁸ entre mayo de 2021 y mayo de 2022 se ubicó en el 56,5% (según la variación interanual del IPC Córdoba), mientras que la variación fue del 61% considerando el IPC INDEC). Por

⁶ Incluye Córdoba Capital y los clústeres del Gran Córdoba, dividida en zona Sur-Noreste y Oeste-Noroeste.

⁷ Agrupa localidades de los clústeres Centralidades Económicas Noroeste y Localidades Arco Noroeste.

⁸ Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba (<https://estadistica.cba.gov.ar/>).

su parte, la variación en el tipo de cambio⁹ para el mismo periodo, fue del 25,4%. Estos mismos indicadores para el periodo mayo de 2020 a mayo de 2021 se ubican en un 47,6% de inflación y un incremento en el valor del tipo de cambio del 42,2%.

Así mismo, los datos relevados permitieron evaluar en cada clúster la diferencia entre el valor de mercado observado y los valores obtenidos en los estudios masivos 2021, conforme los indicadores de la IAAO (International Association of Assessing Officers, mayor información en Anexo III). La Tabla 6 presenta los principales resultados, que se basan en el cálculo del ratio (división) entre los valores de mercado resultantes del estudio realizado en 2021 y el valor de mercado observado (2022). Se aprecia que las medianas del ratio de todos los clústeres son menores a 0.9 (límite sugerido por la IAAO), indicando la conveniencia de actualizar los valores. Otro indicador relevante para el análisis es el coeficiente de dispersión (CD), que indica en específico cuánto se desvían en promedio los ratios de su mediana (es un indicador de homogeneidad de las valuaciones). En el año 2022 el CD para la provincia de Córdoba se estimó en 0,13. Por último, es interesante analizar el indicador PRD (Diferencial Relacionado al Precio), estimado en 1,03, indicando que la estructura de valor del suelo genera un funcionamiento equitativo del impuesto inmobiliario.

Tabla 6: Estadísticas indicadores IAAO de la muestra por clúster

Clúster	Mediana Ratio	Media Ratio	Media Ponderada	CV	CD	PRD
Centralidades	0,71	0,73	0,71	0,1	0,10	1,02
Ciudades Grandes	0,69	0,71	0,70	0,1	0,11	1,02
Local. Serranas	0,66	0,67	0,66	0,1	0,10	1,01
Área Metropolitana	0,70	0,71	0,67	0,1	0,12	1,06
Local. Pampeanas	0,71	0,71	0,70	0,14	0,15	1,02
Local. Serranas	0,70	0,70	0,68	0,12	0,13	1,04
Arco Noroeste	0,71	0,73	0,68	0,15	0,15	1,08
Local. Pampeanas Peq	0,72	0,73	0,69	0,15	0,15	1,05
Total	0,7	0,71	0,68	0,12	0,13	1,03

Fuente: IDECOR, 2022

A modo de ejemplo, en la Figura 8 puede observarse la distribución espacial de la muestra final de mercado en la localidad de Villa Carlos Paz, con sus

⁹ Tipo de Cambio Minorista de Referencia promedio mensual - Punta Vendedor, según datos del BCRA: http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Cierre_de_cotizaciones.asp



respectivos valores homogeneizados por m² y según fuentes de procedencia de la muestra.

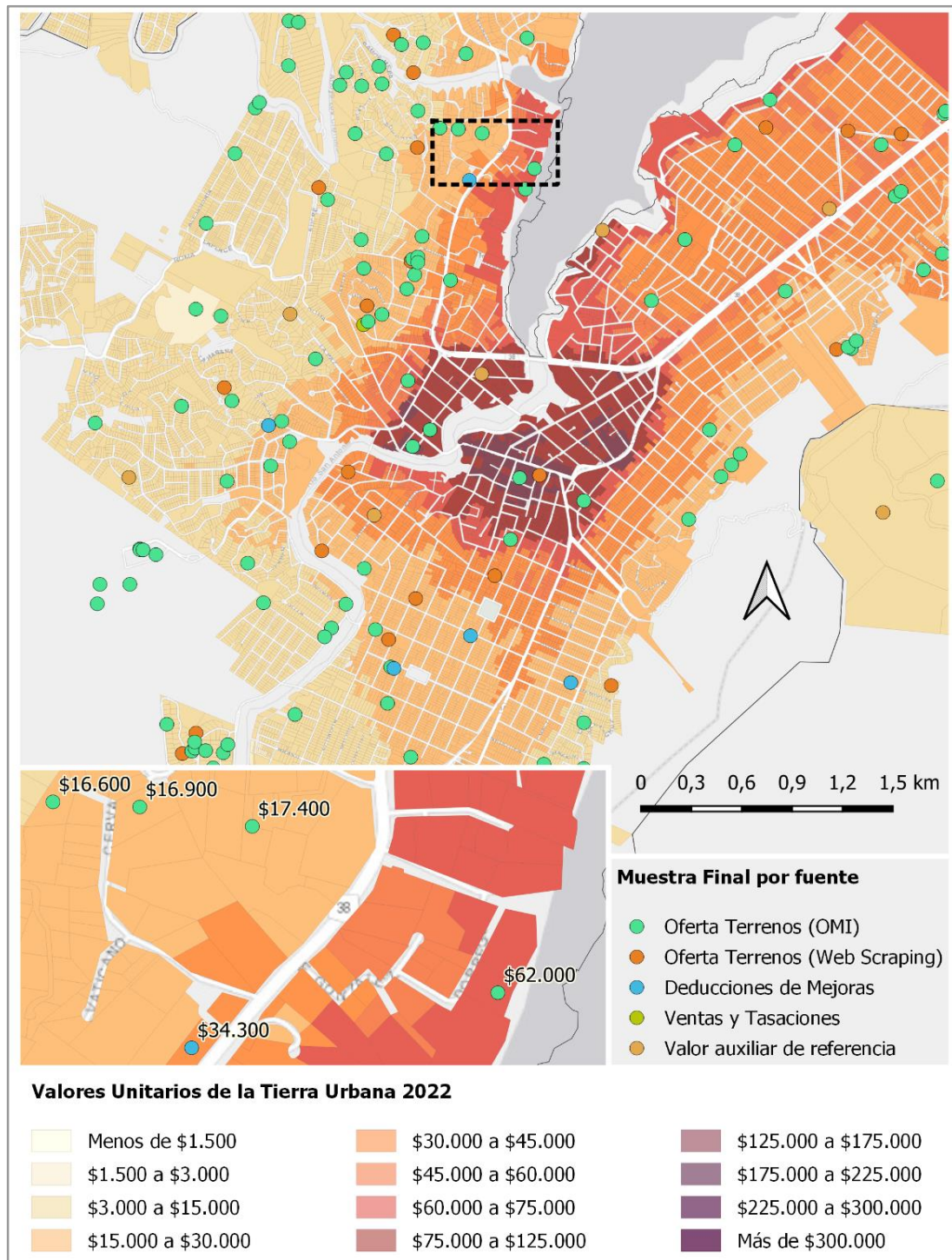


Figura 8: Distribución espacial de la muestra de mercado y resultados de la estimación de valores a nivel de parcela urbana en la Localidad de Villa Carlos Paz (valores expresados en \$/m²)

Fuente: IDECOR, 2022

6. Variables independientes usadas en los modelos de valuación de la tierra urbana

Los modelos valuatorios se desarrollan a partir de dos vertientes principales de datos. Por un lado, los datos del mercado inmobiliario que se relevan y registran en el Observatorio (OMI), los cuales, luego son procesados y homogeneizados, hasta conformar la muestra final de mercado. Y por otro lado, como en todo modelo estadístico, un segundo conjunto de datos denominadas variables independientes, que describen las características principales y rasgos distintivos del territorio, que influyen en la formación de los valores del suelo.

El desarrollo de las variables territoriales utilizadas en los modelos, requiere de la recopilación de datos de fuentes específicas y la construcción de análisis particulares, que se desarrollan a continuación. El listado de variables finalmente utilizadas para procesar los datos de mercado de 2022 se puede consultar en el Anexo IV.

6.1 Variables provenientes de la estructura urbana y del mercado Inmobiliario

El cálculo de las variables independientes necesarias para el modelado y estimaciones del mercado inmobiliario conlleva la recopilación de diversos datos del territorio, los cuales son sintetizados en los denominados **mapas esquemáticos**. Los mapas esquemáticos están conformados por varias capas de información, que originalmente responden a dos tópicos:

- Estructura del mercado inmobiliario.
- Estructura urbana.


Estos mapas recopilan la información recabada en entrevistas y recorridos in situ por equipo de relevamiento en campo, con el fin de sintetizar las características del mercado inmobiliario en cada localidad.

En vista de la tecnología disponible, se mejoró la metodología aplicada considerando la elaboración de un **único mapa web** donde se ha digitalizado la totalidad de la información para todas las localidades de la provincia, de modo que un equipo de agentes de relevamiento en campo revisó los datos de cada localidad y propuso modificaciones y/o actualizaciones pertinentes, en instancias de entrevistas específicas realizadas con el equipo técnico de IDECOR.


Las capas que se sistematizaron y trabajaron en el proceso descrito son:

- a. Singularidades de valor:** permite identificar áreas de tierra urbana por localidad con las siguientes características:
 - i. Máximo valor: delimita las áreas con los valores máximos de tierra por metro cuadrado por cada localidad.



- 
- ii. Pico de valor: determina las áreas con valores máximos locales, esto corresponde a áreas con valores altos en relación con su entorno próximo.
 - iii. Mínimo valor: delimita las áreas con los valores mínimos de tierra por metro cuadrado por cada localidad.
 - iv. Depresión de valor: determina las áreas con valores mínimos locales, esto corresponde a áreas con valores bajos en relación con su entorno próximo.

b. Tendencia de valor: permite determinar ejes en zona urbana que responde al siguiente detalle:

- v. Líneas divisorias: identifican corredores donde el valor de metro cuadrado de tierra urbana aumenta, por ejemplo, en relación con una avenida, una ruta, un río u otro elemento lineal
 - vi. Líneas de quiebre: identifican corredores donde el valor de metro cuadrado de tierra urbana sufre un quiebre intermedio, donde se verifica un salto en el valor de la tierra a uno y otro lado del corredor.
 - vii. Líneas de depresión: identifican corredores donde el valor de metro cuadrado de tierra urbana disminuye drásticamente.
- 

c. Red vial: permite clasificar la estructura vial de la localidad, identificando rutas, vías principales y vías secundarias.

d. Sectores particulares: permite delimitar aquellos sectores urbanos por categoría, según se consideran relevantes por sus características, escala o función urbana, tales como barrios populares, planes de vivienda, barrios cerrados, fraccionamientos en preventa, entre otros.

e. Información ambiental: identifica aquellos sectores urbanos o periféricos por categoría, donde se observe una relación del sector con el entorno que afecte el valor de la tierra urbana, tal como una planta cloacal, cementerios, etc.

f. Cursos y cuerpos de agua: identifica cursos de agua principales y cuerpos de agua aledaños a localidades urbanas.

g. Reservas ambientales: delimitación de áreas de reserva ambiental por normativas nacionales, provinciales y/o municipales.

En las Figuras 9 y 10 se muestran ejemplos del mapa esquemático confeccionado para la ciudad de Córdoba que reúne las dos componentes de Información de Mercado Inmobiliario y de la Estructura Urbana. De este modo, las zonas de alto perfil inmobiliario se indican en naranja y los ejes de alto valor inmobiliario, en rojo. Las zonas de bajo perfil en azul. También pueden apreciarse las variables provenientes de la estructura urbana; en amarillo se indican las rutas, en violeta las vías principales y en lila, las vías secundarias.



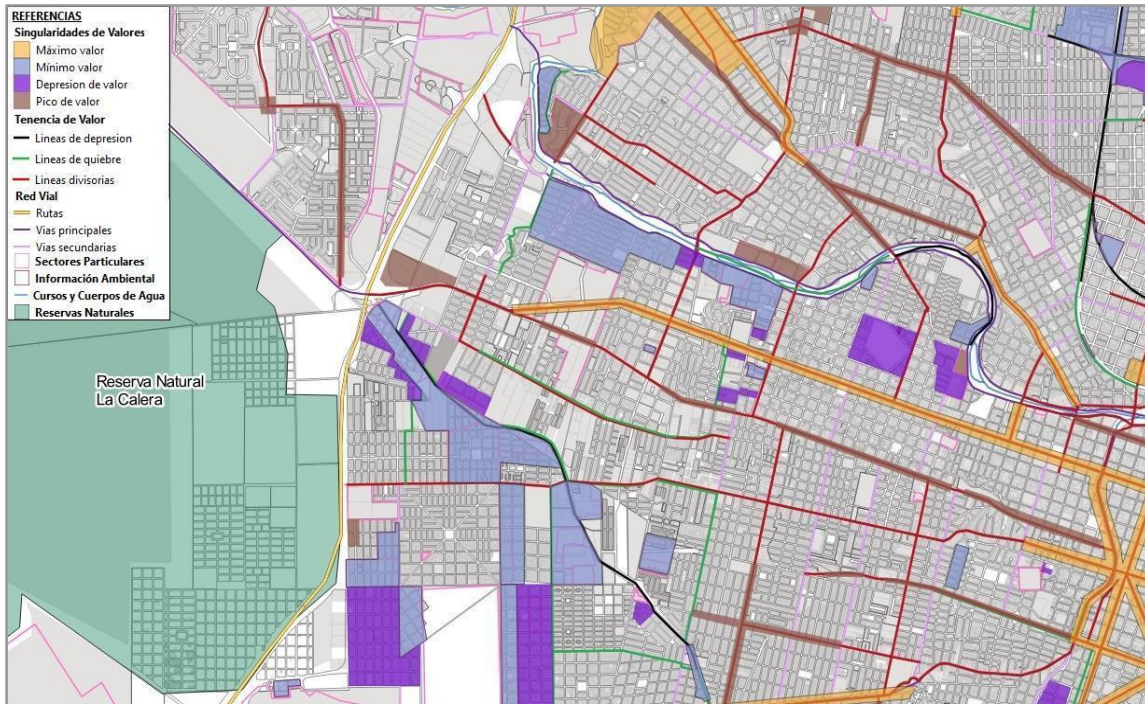


Figura 9. Mapa esquemático sobre el sector oeste de la ciudad de Córdoba.
Fuente: IDECOR, 2022



Figura 10. Ejemplo de Mapas esquemáticos en diversas localidades de la Provincia de Córdoba
Fuente: IDECOR, 2022



A partir de la información sistematizada se procedió al cálculo de variables, las cuales se obtuvieron mediante el cálculo de distancias euclidianas hasta alcanzar cada elemento, tanto para las muestras como para todas las parcelas urbanas. Entre las variables calculadas se pueden mencionar las siguientes:

- d_alta: distancia a zona de alto perfil inmobiliario
- d_baja: distancia a zona de bajo perfil inmobiliario
- d_lineadiv: distancia a ejes de alto valor inmobiliario,
- d_depre: zonas de bajo valor inmobiliario,
- d_ruta: Rutas,
- d_viasprin: Vías principales,
- d_viassec: Vías secundarias,
- d_rio: Ríos y cuerpos de agua.

6.2 Variables provenientes de la base catastral

La base catastral es una valiosa fuente de información para el procesamiento y análisis de diversas variables territoriales, dado que contiene datos correspondientes a las parcelas de todo el territorio provincial, su componente alfanumérico permite conocer características propias de cada parcela y su entorno.



En este proceso se realizó un análisis de autocorrelación espacial; este término hace referencia a la existencia de una correlación de una variable consigo misma, de tal modo que los valores de esta variable en una posición son similares con los de esa misma variable en otros puntos cercanos. Tomando como ejemplo las parcelas registradas en la base catastral, es razonable que parcelas vecinas tengan tamaños similares o superficies construidas análogas. En ocasiones, se pueden observar parcelas cuyas características difieren en relación con su entorno, por ejemplo, un único edificio de 20 pisos en un barrio residencial. La inclusión de extremos en un cálculo de entorno puede distorsionar los resultados, por tal motivo es necesario no tenerlos en cuenta, ya que no son representativos de su entorno.

De esta manera, se llevaron a cabo distintos análisis para identificar de una forma eficiente tales casos, la metodología, que permitió obtener mejores resultados, consistió en calcular, para algunos atributos, el promedio y desvío estándar existente dentro del entorno de los 500 metros. Los cuales se emplearon para definir los límites de exclusión:

- lim_inf_promedio: promedio menos 2 veces el desvio_estandar.
- lim_sup_promedio: promedio más 2 veces el desvio_estandar.

Los valores fuera de los límites establecidos fueron desestimados del cálculo. Esta metodología se aplicó sobre 3 variables para detectar los outliers: superficie de terreno, superficie de mejoras y FOT.



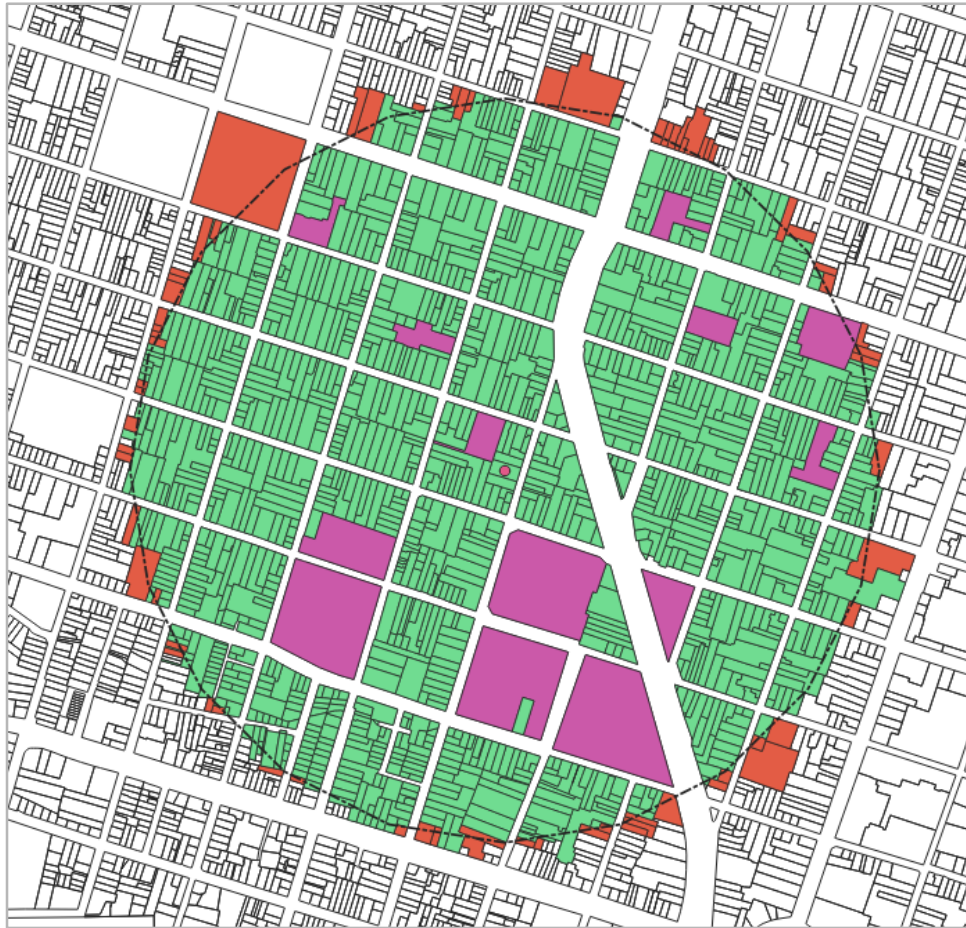


Figura 11: Proceso de cálculo de variables catastrales
Fuente: IDECOR, 2022

En la Figura 11 se puede apreciar un ejemplo del análisis espacial, las parcelas en violeta son atípicas en relación a su entorno. Las parcelas en naranja son aquellas con menos de un 30% de superficie dentro del radio de análisis. El cálculo se realiza únicamente con las parcelas en verde.

El radio de análisis fue de 500 metros y en cada cálculo se incluyeron las parcelas con más de un 30% de su superficie dentro de dicho entorno.

Las variables obtenidas corresponden a cálculos realizados, utilizando los datos de superficies de terreno, superficie edificada, cantidad de inmuebles, estado y tipo de valuación, las que se combinaron, según se describe a continuación:

- Porcentaje de Edificación (*perc_edif*): representa la intensidad de ocupación del suelo en el entorno. Se calcula mediante la expresión de la Ecuación (2).

$$perc_edif = \sum \frac{m^2 Edificado}{m^2 Parcelas} \quad (2)$$

La Figura 2 presenta esquemáticamente el proceso general llevado adelante para la determinación masiva de los valores de la tierra urbana (VUT) en la provincia de Córdoba.

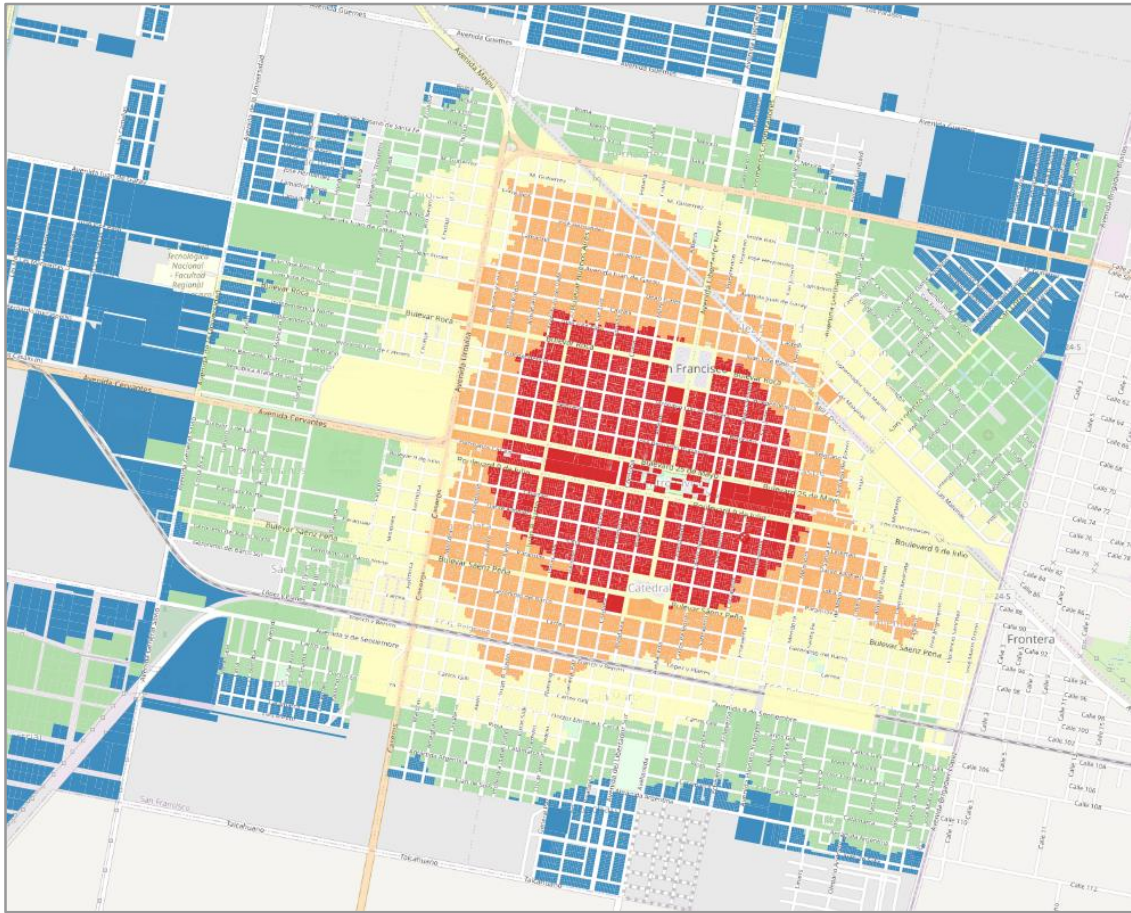


Figura 12: Variable Porcentaje edificado, localidad de San Francisco
Fuente: IDECOR, 2022

- Promedio edificado (prom_edif): corresponde a la cantidad promedio de metros cuadrados construidos por parcela edificada en el entorno; es decir, la construcción promedio existente en la zona. El valor viene dado por la Ecuación 3.

$$prom_{edif} = \sum \frac{m^2 Edificado}{Cant. Parcelas Edificadas} \quad (3)$$

- Porcentaje de baldíos (perc_bald): indica el porcentaje de parcelas baldías en relación al total de parcelas en el entorno. Se calcula mediante la Ecuación 4.

$$perc_{bald} = \sum \frac{Cant. Baldío}{Cant. Parcelas} \quad (4)$$



- Porcentaje de m² baldíos (*perc_baldm*): indica la cantidad de metros cuadrados vacantes respecto del total de tierra desarrollada (metros cuadrados de parcelas formales), en el entorno. El valor es obtenido con la Ecuación (5).

$$perc_baldm = \sum \frac{m^2 Baldío}{m^2 Parcelas} \quad (5)$$

- Promedio de lote (*prom_lote*): corresponde al tamaño promedio de las parcelas en el entorno. Indica el grado de subdivisión del área. Se obtiene mediante la Ecuación (6).

$$prom_lote = \sum \frac{m^2 Parcelas}{Cant. Parcelas} \quad (6)$$

- Porcentaje de cuentas de PH (*perc_ph_cuenta*): corresponde al porcentaje de cuentas ph sobre el total de cuentas en el entorno. El valor viene dado por la Ecuación (7):

$$perc_ph_cuenta = \sum \frac{cant_cuentas_ph}{total\ de\ cuentas} \quad (7)$$



- Porcentaje de valuación urbana (*perc_val_urb*): corresponde al porcentaje de parcelas con valuación urbana sobre el total de parcelas en el entorno. El valor viene dado por la Ecuación (8)

$$perc_val_urb = \sum \frac{cant_parcelas_val_urbana}{total\ de\ Parcelas} \quad (8)$$

- Incidencia de Edificación (*inc_edif*): corresponde a la valuación total de terreno sobre el total de metros cuadrados edificados, en un radio de 500 m. El valor viene dado por la ecuación (9)

En la Figura 13 se puede apreciar un ejemplo de cálculo de la variable Incidencia edificado para la localidad de Oncativo



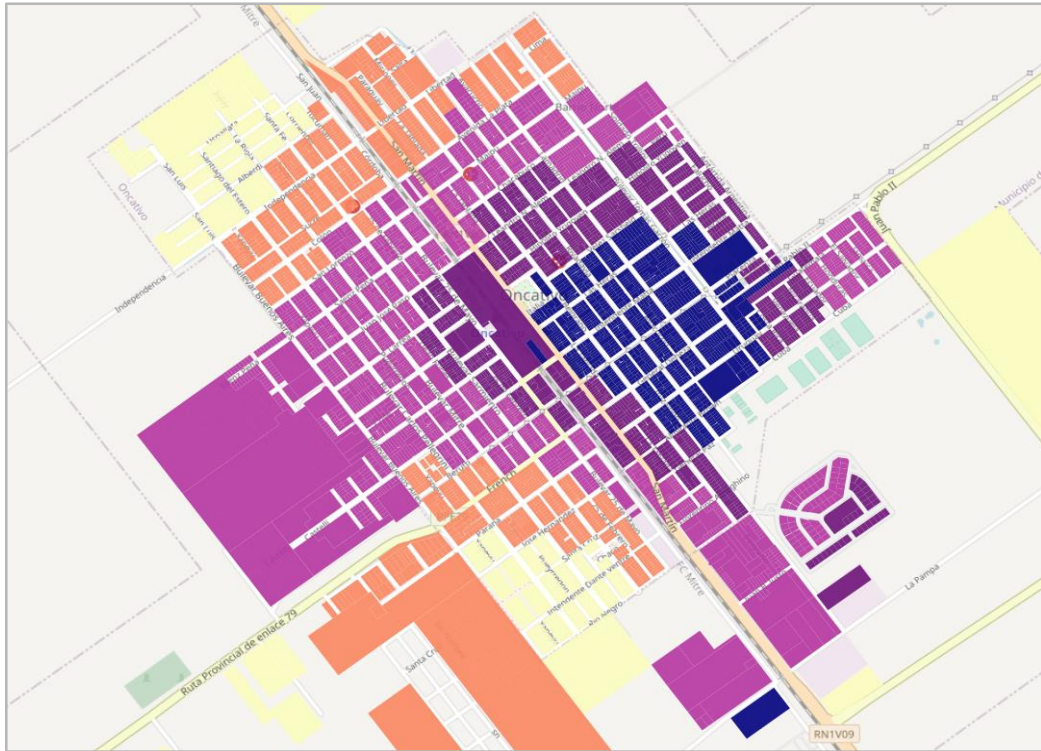


Figura 13: Variable incidencia edificado, localidad de Oncativo

Fuente: IDECOR, 2022

- Actividades Económicas (heat_ae): Mapa de calor elaborado a partir de la georreferenciación de las actividades económicas principales (basada en las bases de Ingresos Brutos de Rentas)

En la Figura 14 se puede apreciar un ejemplo de cálculo de la variable Actividades Económicas para la localidad de Río Cuarto.

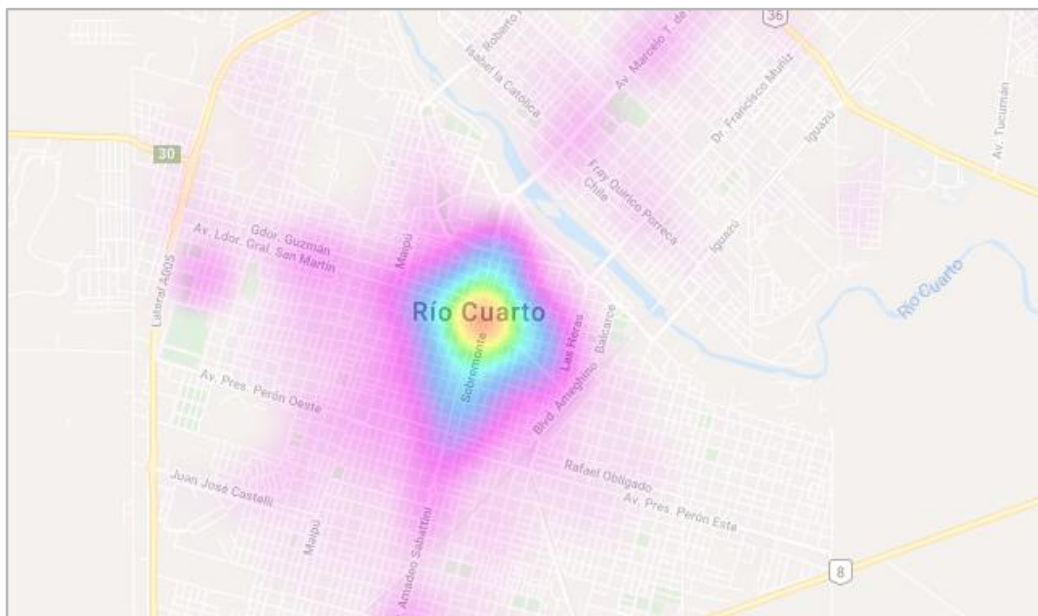


Figura 14: Variable Actividades Económicas, localidad de Río Cuarto

Fuente: IDECOR, 2022



- Densidad de calles (dens_osm): promedio de densidad de calles ponderadas de OSM, en los que se ha dado más peso a las vías de uso residencial.

En la Figura 15 se puede apreciar un ejemplo de cálculo de la variable Densidad de calles para la localidad de Río Tercero

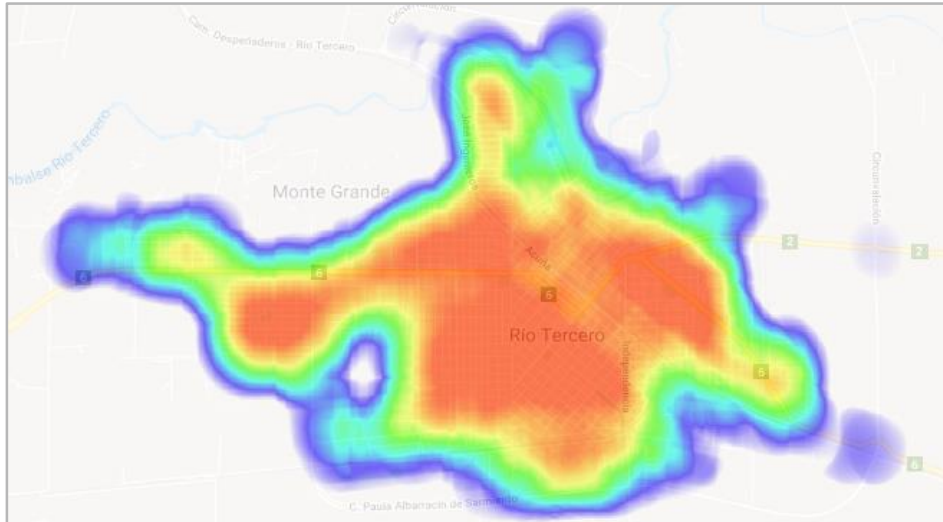


Figura 15: Variable Densidad de calles - OSM, localidad de Río Tercero
Fuente: IDECOR, 2022

- Producto Actividades Económica y Red Vial (osm_ae): Corresponde al producto de las dos variables explicadas en los puntos anteriores.

En la Figura 16 se puede apreciar un ejemplo de cálculo de la variable Producto Actividades Económica y Red Vial para la localidad de Córdoba Capital

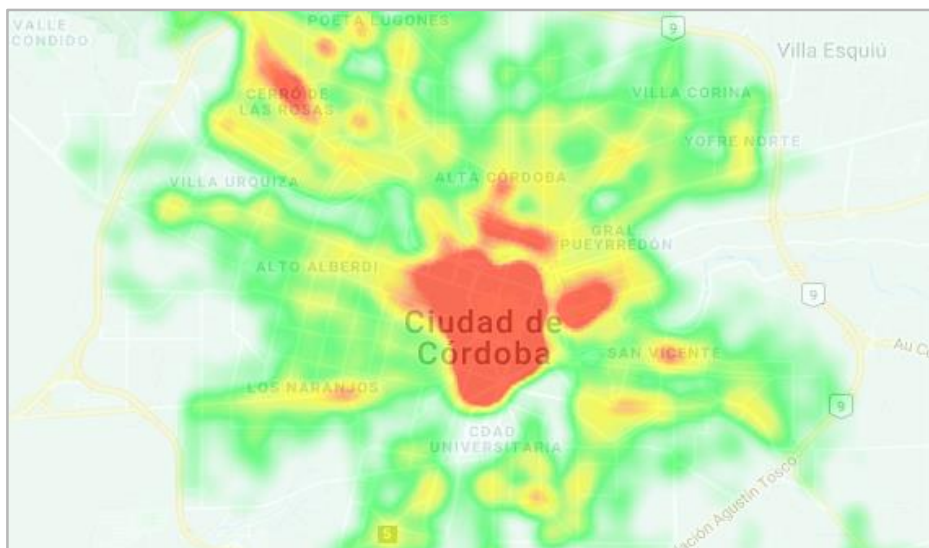


Figura 16: Producto entre Actividades económicas y Densidad de Red Vial, localidad de Córdoba Capital
Fuente: IDECOR, 2022

6.3 Variables derivadas de imágenes satelitales

Las imágenes satelitales libres permiten obtener índices y productos derivados del procesamiento y clasificación de imágenes mediante técnicas no supervisadas y a través de técnicas supervisadas, tales como Support Vector Machine (SVM) y Random Forest, para su clasificación final.

Sobre la plataforma Google Earth Engine (GEE) se procesaron imágenes Sentinel-2 de fechas entre 02/01/2022 y 31/05/2022, generando mosaicos de 10 metros de resolución, obteniendo productos mensuales mediante la técnica de Quality Mosaic, confeccionando los mosaicos al seleccionar los píxeles con mayor valor de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) para cada posición.

A partir de los mosaicos elaborados se procedió al cálculo de variables, las cuales se pueden clasificar según su metodología:

- **Variables calculadas a partir de índices obtenidos de imágenes satelitales**

Estos índices se consiguen mediante técnicas algebraicas utilizando las bandas del sensor remoto. En todos los casos, una vez elaborados los índices, se realizaron cálculos de entorno con un radio de 500 metros, de modo que cada posición indica un promedio de su entorno. Los índices utilizados son Biophysical Composition Index (bci), Ratio Normalized Difference Soil Index (rnsdi), Urban Index (ui), Normal Difference Building Index (ndbi) y Normal Difference Vegetation Index (ndvi).

- **Variables obtenidas a partir de productos derivados de imágenes satelitales**

A partir de los mosaicos elaborados ad-hoc, se procedió a realizar una clasificación estableciendo píxeles construidos (cemento, pavimento, etc.) y no construidos. Esto permitió realizar un cálculo de entorno mediante el promedio de píxeles construidos en un radio de 500 metros, variable que se denominó *ind_con*.

Además se construyó un mapa de fragmentación urbana, por medio de cálculos que relacionan la clasificación de píxeles construidos y la variable *ind_con*, basados en la metodología de Angel et Al. (2010). Este proceso permitió construir las variables: Niveles de consolidación (fragment), Urbano Edificado Compacto (porc_uec), Urbano Edificado Disperso (porc_ued), Rural Edificado (porc_re), Borde Urbano (porc_bu), Espacio Abierto Urbanizado (porc_eau), Espacio Abierto Rural (porc_ear) y cobertura de agua (agua).

En el anexo IV se presenta el listado de las variables utilizadas con su correspondiente definición.



7. Modelos valuatorios y calidad de las estimaciones

A fin de estimar los valores de la tierra urbana para todas las parcelas de la provincia se entrenaron cuatro algoritmos diferentes, mediante un proceso de validación cruzada en 10 grupos con el objetivo de medir la capacidad predictiva de cada modelo ante datos de fuera de la muestra. Los algoritmos utilizados fueron Gradient Boosting Machine (gbm), Quantile Random Forest (qrf), Support Vector Regression (svr) y Stacking (stk, modelo lineal generalizado de qrf, svr y gbm). A su vez, y con el fin de incorporar la dependencia espacial en los residuos, para cada modelo mencionado se modelaron los errores en función de las coordenadas mediante el algoritmo Kernel K-Nearest Neighbor. Así, se consideraron en total 8 (ocho) modelos: gbm, gbm_kknn, qrf, qrf_kknn, svr, svr_kknn, stk, stk_kknn.

El proceso de validación cruzada implicó subdividir la muestra en 10 grupos, sacar uno de ellos, estimar los modelos utilizando los datos de los 9 grupos restantes y medir su capacidad predictiva con el grupo de datos extraído. El procedimiento continúa de manera iterativa hasta que cada uno de los 10 grupos es evaluado fuera de la muestra. Este procedimiento se repite para cada clúster, obteniendo para cada muestra el error de la estimación (variación porcentual entre el valor predicho y el valor observado), en cada uno de los 8 modelos.

Para medir el nivel de exactitud de cada modelo y elegir el más conveniente en cada localidad, se utilizó el error relativo promedio en valor absoluto (*mean absolute percentage error*, MAPE), una medida estándar en la bibliografía, cuyo cálculo se define en la Ecuación (10).

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{|\hat{y}_i - y_i|}{y_i} \right)}{n} \quad (10)$$

Donde, \hat{y}_i es el valor predicho por el modelo para la observación i , cuando se encuentra fuera de la muestra, y_i es el valor real de la observación i y n , la cantidad de datos en la muestra de la localidad.

Si bien cada localidad cuenta con un modelo que mejor se ajusta (elegido) y una medida de calidad (MAPE), en la Tabla 7 se resume el promedio ponderado del MAPE por clúster, siendo el promedio para toda la provincia 11,17%. Las localidades del clúster de Serranas Turísticas contaron con el MAPE promedio más bajo del conjunto (9,7%), mientras que las Localidades Pampeanas Pequeñas se asocian con el MAPE promedio más alto (14,2%).

Tabla 7: MAPE (promedio ponderado) por clúster

Clúster	MAPE
Área Metropolitana de Córdoba	10,2%
Centralidades Económicas Pampeanas	10,3%
Ciudades Grandes	10,5%
Local. Serranas Turísticas	9,7%
Local. Pampeanas Medianas	12,8%
Localidades Serranas	11%
Arco Noroeste	12,7%
Local. Pampeanas Pequeñas	14,2%
Total (promedio)	11,17%

Fuente: IDECOR, 2022

Desde la Tabla 8 puede accederse a informes interactivos de cada clúster¹⁰, donde se detallan las localidades que lo conforman, la muestra utilizada y su distribución espacial, estadísticas descriptivas, mapas dinámicos, variables más importantes en cada modelo y detalles de los resultados a nivel de localidad.

Tabla 8: Enlace a los informes detallados por clúster

Clúster	Link a los informes (descargas)
Centralidades Eco Pampeanas	link
Ciudades Grandes	link
Localidades Serranas Turísticas	link
Área Metropolitana de Córdoba	link
Localidades Pampeanas Medianas	link
Localidades Serranas	link
Centralidades Económicas Noroeste	link
Arco Noroeste	link
Localidades Pampeanas Pequeñas	link

¹⁰ Desde los links deben descargarse los respectivos informes (formato HTML) y abrirse desde cualquier explorador.

8. Resultados obtenidos y valores del suelo urbano 2022

Como resultado de la aplicación de los modelos valuatorios por localidad, se estimaron los valores del suelo urbano para todas las parcelas de la provincia, en \$/m² para el lote típico del clúster, al mes de mayo de 2022. El promedio ponderado de la mediana del VUT predicho para toda la provincia es de \$9.281, un 45% superior al VUT de 2021 y un 120% mayor al VUT de 2020. La Tabla 9 resume las estadísticas descriptivas de la predicción a nivel de clúster, la Tabla 10 el valor del “Lote tipo” por clúster calculado a partir de la mediana del vut 2022.

Tabla 9: resume las estadísticas descriptivas de la predicción a nivel de clúster y la Tabla 10, el valor del “Lote tipo” por clúster calculado a partir de la mediana del VUT 2022.

Clúster	Parcelas (*)	VUT Mediano 2022 (\$)	VUT Mediano 2021 (\$)	VUT Mediano 2020 (\$)	VUT 2022 vs 2021	VUT 2022 vs 2020
Centralidades Econ. Pampeanas	111.737	10.000	7.100	4.700	41%	113%
Ciudades Grandes	150.351	14.000	9.400	6.000	49%	133%
Local. Serranas Turísticas	217.756	3.500	2.250	1.500	56%	133%
Área Metrop. de Córdoba	499.125	12.800	9.300	6.500	38%	97%
Local. Pampeanas Medianas	231.338	5.800	4.400	3.000	32%	93%
Local. Serranas	220.429	1.800	1.200	800	50%	125%
Arco Noroeste	68.139	2.400	1.600	1.200	50%	100%
Local. Pampeanas Pequeñas	185.945	2.500	1.800	1.200	39%	108%
Total / Promedio	1.684.820	9.281	6.381	4.216	45%	120%

*Estadística parcelaria al 15/10/2022. Fuente: IDECOR, 2022



Tabla 10: Valores de lote tipo por cluster de localidades.

Clúster	“Lote tipo” (Sup.)	Valor “Lote tipo” (\$)	VUT Mediano 2022 (\$)
Cent. Eco. Pampeanas	360	3.600.000	10.000
Ciudades Grandes	291	4.074.000	14.000
Local. Serranas Turísticas	648	2.268.000	3.500
Área Metro de Córdoba	426	5.495.400	12.900
Local. Pampeanas Medianas	334	2.070.800	6.200
Local. Serranas	600	1.080.000	1.800
Arco Noroeste	435	1.044.000	2.400
Local. Pampeanas Pequeñas	440	1.100.000	2.500

Fuente: IDECOR, 2022

Los valores obtenidos de la modelización son sometidos a una revisión cualitativa de carácter general y de consistencia espacial, con el objetivo de validar resultados con las características territoriales locales y los valores del observatorio inmobiliario. Esta tarea fue llevada adelante por el equipo de profesionales del proyecto y permitió detectar detalles de cálculo entre lotes vecinos o de borde de ciudades, entre otros casos.



Estas situaciones requirieron la revisión particular de los valores estimados, los cuales significaron el 10,62% del total de parcelas de la provincia. Sobre este total de parcelas revisadas, tuvieron un ajuste de valor sólo el 2,38% de parcelas; los clústeres donde se observaron mayores ajustes fueron la Ciudad de Córdoba y las localidades de Pampeanas Medianas, mientras que, Gran Córdoba (Sur-Noreste) y Localidades Arco Noroeste son los que menor porcentaje de cambio presentaron respecto al total.

Los indicadores IAAO medidos con los nuevos valores 2022 pueden observarse en la Tabla 11. La mediana del ratio¹¹ se encuentra muy cercana a 1 (uno) en todos los casos, lo que indica que los nuevos valores del suelo predichos para 2022 se encuentran alineados con los valores observados en el mercado. Así mismo, se pueden observar los indicadores que informan los niveles de uniformidad horizontal (CV y CD) y vertical (PRD) para cada clúster urbano.

¹¹ Para evitar un proceso de sobreajuste (overfitting), mediante un procedimiento de validación cruzada en 10 grupos se predice cada dato de mercado sin ser utilizado en el modelo aplicado: esto permite obtener un indicador de cuál será el nivel de proximidad de la predicción a los valores de mercado en aquellos sectores urbanos en donde no hay muestras de mercado. Para más información sobre los indicadores calculados en base a este ratio, ver Anexo III.



Tabla 11: Estadísticas IAAO de los valores predichos, por clúster

Clúster	Mediana Ratio	Media Ratio	Media Ponderada del Ratio	CV	CD	PRD
Centralidades Económ. Pampeanas	1,00	1,01	0,99	0,10	0,10	1,02
Ciudades Grandes	1,00	1,01	0,99	0,10	0,10	1,02
Local. Serranas Turísticas	1,00	1,01	0,99	0,10	0,10	1,03
Área Metrop. de Córdoba	1,00	1,01	0,99	0,10	0,10	1,02
Local. Pampeanas Med.	1,00	1,01	0,99	0,13	0,13	1,03
Local. Serranas	1,00	1,01	1,00	0,11	0,11	1,02
Arco Noroeste	1,00	1,01	0,98	0,13	0,13	1,03
Local. Pampeanas Peq.	1,00	1,02	0,99	0,14	0,14	1,03
Total	1,00	1,01	0,99	0,11	0,11	1,02

Fuente: IDECOR, 2022

Para el cálculo masivo del valor de los terrenos en la base catastral, debe multiplicarse el VUT homogéneo para el lote típico del clúster (resultados descritos en el presente capítulo y disponibles en los mapas de valores), por el nuevo Coeficiente de Homogeneización (CH) de terrenos (según se detalla en capítulo 5) y la superficie de cada parcela.

Finalmente, el mapa interactivo de valores unitarios de la tierra urbana a nivel de parcela se encuentra disponible para su consulta pública en MapasCordoba (<https://www.mapascordoba.gob.ar/>), el geoportal de IDECOR (Figura 17). Así mismo, también es posible consumirlo como geoservicio OGC o descargarlo en formatos estándares y abiertos.

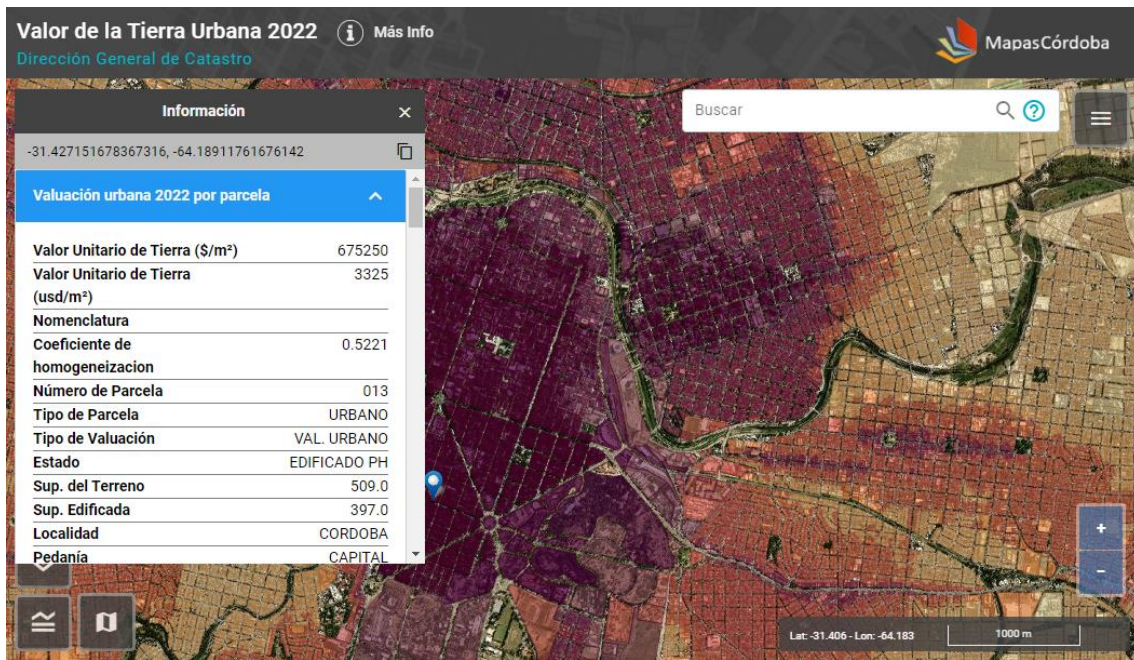


Figura 17: Mapa de Valor de la Tierra Urbana 2022, visor online de MapasCordoba.
Fuente: IDECOR, 2022

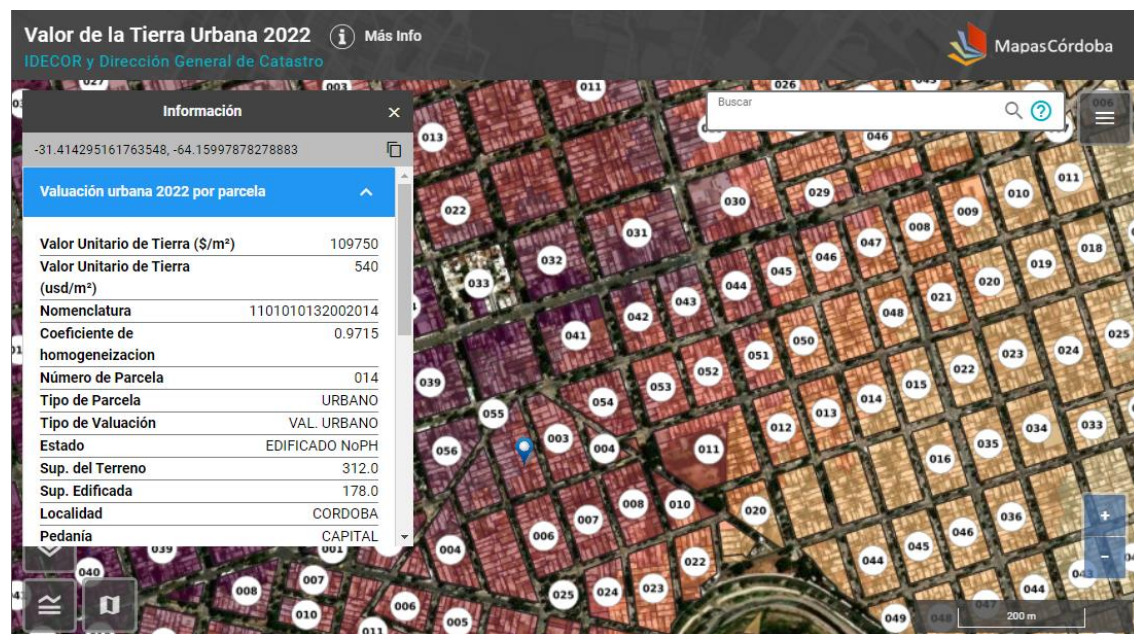


Figura 18: Mapa de Valor de la Tierra Urbana 2022, visor online de MapasCordoba.
Fuente: IDECOR, 2022

Referencias Bibliográficas

Angel, S., Parent, J., Civco, D. (2010). The Fragmentation of Urban Footprints: Global Evidence of Sprawl, 1990-2000. Lincoln Institute of Land Policy Working Paper.

Bezdek, J. C., Ehrlich, R., & Full, W. (1984). FCM: The fuzzy c-means clustering algorithm. *Computers & Geosciences*, 10(2-3), 191-203.

Bullano, M. E., Carranza, J. P., Piumetto, M. A., Cerino, R. M., Monzani, F., & Córdoba, M. A. (18-20 de noviembre de 2020). *El impacto de las variaciones del tipo de cambio sobre el valor de la tierra urbana. ¿El mercado inmobiliario está totalmente dolarizado?*. Asociación Argentina de Economía Política. Reunión Anual 2020.

Carranza, J. P., Piumetto, M. A., Salomón, M. J., Monzani, F., Montenegro, M. G., & Córdoba, M. A. (2019). Valuación masiva de la tierra urbana mediante inteligencia artificial. El caso de la ciudad de San Francisco, Córdoba, Argentina. *Vivienda y Ciudad*, (6), 90-112.

Carranza, J. P., Piumetto (2021) "A spatially based quantile regression forest model for mapping rural land values". Córdoba. Publicado en *Journal of Environmental Management*, abril 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721005715?dgcid=author>

Carranza, J. P., Salomón, M. J., Piumetto, M. A., Monzani, F., MONTENEGRO CALVIMONTE, M. G., & Córdoba, M. A. (2018). Random forest como técnica de valuación masiva del valor del suelo urbano: una aplicación para la ciudad de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Cerino, R. M., Carranza, J. P., Piumetto, M. A., Bullano, M. E., Monzani, F., & Córdoba, M. A. (9-12 de noviembre de 2020). *Homogeneización de valores de la tierra mediante técnicas de econometría espacial en valuaciones masivas automatizadas*. Congreso de Catastro Multifinalitario y Gestión Territorial. Florianópolis, Brasil.

Fitte, R. y Cervini, A. (1939). Antecedentes para el estudio de normas para tasaciones urbanas en Capital Federal. Buenos Aires, *Talleres del Banco Hipotecario Nacional*.

Golgher, A. B. and Voss, P. R. (2016). How to interpret the coefficients of spatial models: Spillovers, direct and indirect effects. *Spatial Demography*, 4(3):175-205.

Herrera, M. (2015). Econometría espacial usando stata. Breve guía aplicada para datos de corte transversal. *Documentos de Trabajo del IELDE*, 13.

IAAO - International Association of Assessing Officers Technical Standards Committee. (2014). Guidance on international mass appraisal and related tax policy. *Journal of Property Tax Assessment & Administration*, 11(1), 5-33.

IDECOR (2020). Estudio del Mercado de Suelo Urbano de la Provincia de Córdoba 2020. Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR). Disponible en: https://idecor.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2021/02/informe_Urbano_2020_.pdf



Li, Y., & Wu, H. (2012). A clustering method based on k-means algorithm. *Physics Procedia*, 25, 1104-1109.

Marshall, A. (1890). *Principles of economics* Macmillan. London (8th ed. Published in 1920).

Monzani, F., Montenegro, M. G., Piumetto, M. A., Carranza, J. P., Salomón, M. J., & Córdoba, M. A. Técnicas geoestadísticas aplicadas a la valuación masiva: el caso de la Ciudad de Río IV - Provincia de Córdoba.

Monzani, F.; Carranza, J.P.; Piumetto, M.; Polo, R.; Salomon, M.; Córdoba, M.; Monayar, V. (2020) Análisis estadístico del impacto de la superficie, el frente y el fondo sobre el valor unitario de la tierra urbana”.

Piumetto M., Nasjleti T., Toccaceli E., Fabatía J.C, Galarza F., Zavala M. S., Llarull N., (2022). El Observatorio del Mercado Inmobiliario en el marco de la IDE de la provincia de Córdoba. XVI Jornadas IDERA: Córdoba. Disponible en: <https://opendata.fi.uncoma.edu.ar/jornadasIDERA/Bloque9.html#trabajo5>

Piumetto M., Nasjleti T., Sosa Quilaleo S., Toccaceli E., Galarza F. M. (2021). Observatorio del Mercado Inmobiliario de la Provincia de Córdoba, una herramienta para la gestión de suelo. Congreso Nacional de Políticas e Instrumentos para la gestión local del suelo (virtual).

Piumetto M., Nasjleti T., Llarull N., Fabatia J. C., Zavala S. y Menendez A. (2021). ¿Cómo ejecutar un relevamiento del mercado inmobiliario? Lecciones aprendidas del Observatorio del Mercado Inmobiliario de Córdoba 2017- 2021. Congreso Nacional de Políticas e Instrumentos para la gestión local del suelo (virtual).

Piumetto M., García, G. M., Monayar, V., Carranza, J. P., Morales, H., Nasjleti, T., & Menéndez, A. (2019). Técnicas algorítmicas y Machine Learning para la Valuación Masiva de la Tierra de la provincia de Córdoba. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 6(2), 49-52.

Piumetto M. A., Morales H, Rojas M, Carranza, J. P. (2-3 de octubre de 2019). La estructura urbana de las ciudades de Córdoba desde la perspectiva de la fragmentación espacial Construcción metodológica y aplicación en políticas territoriales. 4to Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos. Transformaciones metropolitanas en América Latina. Los Polvorines, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

Piumetto M. A., Morales H, Rojas M, Fuentes M. L., Garmendia García C, Polo R. (23-24 de mayo de 2020). *La IDE como facilitadora en los procesos de valuaciones masivas automatizadas*. XIV Jornadas de Infraestructuras de Datos Espaciales de la República Argentina. Paraná, Argentina.

Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. 7 n°1. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEfyN/article/view/24388>



ANEXO I: Metodología para la actualización de valores históricos del Observatorio del Mercado Inmobiliario

La actualización de los valores históricos de OMI retoma la metodología estudiada en 2020, la cual, busca estimar el impacto de las variaciones en el tipo de cambio sobre el valor por m² de la tierra urbana, para luego expresar toda la muestra de mercado a un mismo momento del tiempo (es decir, a un mismo tipo de cambio). Aquí se introduce el concepto de “elasticidad”, que, en otras palabras, se asemeja al nivel de respuesta del valor por metro cuadrado de la tierra cuando varía el tipo de cambio, es decir, al grado de dolarización que posee el mercado inmobiliario en estudio.

Se parte del supuesto de que zonas con un funcionamiento más dinámico en el mercado de suelo, con mayor cantidad de operaciones y un mayor atractivo para el desarrollo de un ámbito de negocios, se caracterizan por una mayor reacción frente a variaciones en el tipo de cambio que zonas con mercado inmobiliario más deprimido y menor cantidad de operaciones de compra-venta. Es decir, se puede esperar que las zonas más atractivas de una ciudad, desde el punto de vista del desarrollo inmobiliario, estén “más dolarizadas” que las zonas deprimidas con valores de la tierra más bajos en términos relativos. En este sentido, plantear que la elasticidad frente al tipo de cambio no es constante en todo el territorio, resulta poco adecuado.

Ante ello, se dividió la estructura urbana en diferentes cuantiles en función del valor unitario de la tierra por metro cuadrado estimado en los estudios 2021 y, para cada uno de ellos, se estimó la elasticidad del valor por metro cuadrado ante variaciones en el tipo de cambio del dólar. Se busca así, actualizar los valores de mercado relevados en años anteriores, de la manera más acertada posible.

$$\begin{aligned} \ln \ln (\text{valor}_m^2) = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln \ln (tc) + \alpha_{0Q_i} \ln \ln (tc) \\ & : Q_i + \alpha_3 \ln \ln (sup) + \alpha_4 \ln \ln (frente) + \alpha_5 tv + \alpha_6 d_{alta} \\ & + \alpha_7 d_{baja} + \alpha_8 d_{viasprinc} + \alpha_9 perc_{edif} \\ & + \alpha_{10} prom_{lote} + \alpha_{11} ndbi + \varepsilon \end{aligned} \quad (11)$$

Se plantea la Ecuación (11) para obtener las distintas elasticidades frente al tipo de cambio:

$\ln(\text{valor}_m^2)$: logaritmo natural del valor por m² de la tierra observado.

$\ln(tc)$: logaritmo natural del tipo de cambio vigente al momento del relevamiento.

Q_i = es una variable categórica que asume 1 si la observación pertenece al cuantil i . Para todo i que pertenece a $[1, n]$ siendo n el máximo de cuantiles definidos.

$\ln(tc): Q$ = con este término se capta la relación diferencial entre el tipo de cambio y cada cuantil.

$\ln(\text{sup})$: logaritmo natural de la superficie de la parcela.

$\ln(\text{frente})$: logaritmo natural de la medida del frente de la parcela.

tv : dummy que indica el tipo de valor; “0” indica un valor de venta, mientras que “1” un valor de oferta.

d_alta : distancia a las zonas de alto valor.

d_baja : distancia a las zonas de bajo valor.

$d_viasprinc$: distancia a las vías principales.

$perc_edif$: porcentaje de m² edificado en un entorno de 500 metros.

$prom_lote$: tamaño promedio de lotes en un entorno de 500 metros.

$ndbi$: índice de construcción en base a la teledetección de ambientes construidos sobre una imagen satelital Sentinel 2 (puede consultarse mayor información en Anexo IV).

Si bien únicamente interesa el efecto del tipo de cambio sobre el valor por metro cuadrado, en los relevamientos hay aspectos que pueden diferir de una observación a la otra, lo que hace necesario controlar la estimación por estas variables. En una misma muestra coexisten parcelas con diferentes combinaciones de superficie y medida de frente; además, algunos valores pueden ser de venta, mientras que otros hacen referencia a una oferta. De igual modo, se consideran las denominadas variables de entorno que se complementan con las anteriores a la hora de explicar el valor del suelo.

Para inferir los valores de los parámetros, el primer paso consiste en estimar la ecuación lineal por medio de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Posteriormente, se procede a aplicar un test de Moran para advertir la existencia de autocorrelación espacial en los residuos del modelo. En caso de existir, se procede a realizar los test de multiplicadores de Lagrange robustos, para determinar si se deben realizar correcciones incorporando rezagos espaciales en la variable dependiente, en el término de error o en ambas de manera simultánea. En función de los resultados obtenidos en estos test, se procede a realizar un modelo con autocorrelación en la variable dependiente (SEM), en el error (SAR) o en ambos (SAC).

Las elasticidades de cada cuantil se construirán mediante la suma del efecto transversal y del efecto específico, como se puede apreciar en la Ecuación (12).

$$\begin{aligned} \text{elasticidad}_{Q_1} &= \widehat{\alpha}_1 \\ \text{elasticidad}_{Q_2} &= \widehat{\alpha}_1 + \widehat{\alpha}_{2Q_2} \\ \text{elasticidad}_{Q_3} &= \widehat{\alpha}_1 + \widehat{\alpha}_{2Q_3} \\ &\dots \\ \text{elasticidad}_{Q_n} &= \widehat{\alpha}_1 + \widehat{\alpha}_{2Q_n} \end{aligned} \tag{12}$$

Un punto relevante a destacar es que, al considerarse un modelo espacial con autocorrelación en la variable dependiente, el cálculo de las elasticidades no resulta de los coeficientes estimados únicamente, ya que debe considerarse el efecto espacial dado por el parámetro ρ ; esto es, al incorporar la dependencia espacial en la variable dependiente, se genera un efecto derrame global (global spillover). Siguiendo a Herrera (2015), la retroalimentación se produce dado que una variación en la k-ésima variable independiente, genera una variación inicial en y_i de β_{ik} unidades. Esta variación repercute en sus J vecinos, efecto capturado por el término $\rho W y$. Es decir, existirá un nuevo impacto igual a $\sum_{i \neq j} w_{ij} \beta_{jk}$ unidades. Asumiendo que $|\rho| < 1$, eventualmente el efecto se detendrá. Por otro lado, en caso de incorporar únicamente dependencia espacial en el término del error la interpretación de los coeficientes no se ve afectada.

Se presentan a continuación los resultados estimados en 2022 de las elasticidades para cada cuantil y cada clúster en que se agruparon las localidades de la provincia. Dado que los tamaños de los clústeres son dispares, también la cantidad de cuantiles. En la siguiente tabla, se pueden observar las elasticidades por cuantil, las celdas en blanco son cuantiles no existentes dentro del clúster en particular.

Clúster	Elasticidad según cuantil							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Gran Córdoba (S-NE)	0.83	0.89	0.97	1.05	-	-	-	-
Gran Córdoba (O-NO)	0.83	0.89	0.97	1.05	-	-	-	-
Centralidades Económ. Pamp.	0.79	0.94	1.01	1.08	-	-	-	-
Ciudades Grandes	0.59	0.82	0.91	0.97	-	-	-	-
Local. Serranas Turísticas	0.89	0.96	1.02	1.10	-	-	-	-
Ciudad de Córdoba	0.61	0.74	0.82	0.90	0.97	1.03	1.09	1.19
Local. Pamp. Medianas	0.96	0.99	1.04	1.12	-	-	-	-
Localidades Serranas	0.68	0.84	0.92	1.00	-	-	-	-
Centralidades Económ. Noroeste	0.65	0.77	0.85	0.96	-	-	-	-
Local. Arco Noroeste	0.65	0.77	0.85	0.96	-	-	-	-
Local. Pamp. Pequeñas	0.67	0.79	0.88	0.97	-	-	-	-

Fuente: IDECOR, 2022

Una vez obtenidas las elasticidades para cada grupo o clúster, se procede a la actualización de todos los valores muestrales mediante la Ecuación 13:

$$valor_act_m2_i = \left(1 + \left(\frac{tc_act}{tc_obs_i} - 1\right) elasticidad_i\right) valor_obs_m2_i \quad (13)$$

Dónde:

valor_act_m2_i: valor por metro cuadrado de la observación *i* actualizado a la fecha deseada. En este caso, se fijó como fecha el mes de mayo de 2020.

tc_act: tipo de cambio correspondiente a la fecha a la cual se quiere actualizar la base de datos. En este caso, se fijó como fecha el mes de mayo de 2020.

tc_obs_i: tipo de cambio observado de la fecha de relevamiento del dato *i*.

elasticidad_i: elasticidad estimada para el cuantil al cual pertenece la observación *i*.

valor_obs_m2_i: valor por metro cuadrado en pesos (de la fecha de relevamiento) observado para el dato *i*.



ANEXO II: Parámetros usados en la homogeneización de terrenos

Durante los estudios del año 2020 se desarrolló una metodología que permite determinar un coeficiente de homogeneización de terrenos que resume los impactos de las características particulares de cada parcela de la muestra para poder re expresar el valor por metro cuadrado en una medida homogénea (correspondiente a una parcela típica en el clúster), contemplando, además, las particularidades locales del mercado inmobiliario, donde ya han sido descontados los efectos de la superficie, la forma, el ancho de frente, la ubicación en la cuadra, la situación jurídica y el tipo de valor sobre el valor por metro cuadrado.

De este modo, el valor por metro cuadrado de un terreno depende de las variables de superficie, medida de frente, forma, ubicación en la cuadra o manzana (medial, esquina, interno, salida a dos calles), la situación jurídica del inmueble (con o sin escritura, ya sea por posesión o un lote en preventiva) y el tipo de valor relevado (valor de oferta o de venta/tasación), entre otras.

La Ecuación generada en 2020 (14) queda definida a continuación.

$$\begin{aligned} \ln \frac{\text{valor}}{\text{sup}} = & \beta_0 + \beta_1 \times \text{lnsup} + \beta_2 \times \text{lnfrente} + \beta_3 \times \text{forma} + \beta_{4,1} \times \text{esquina} \\ & + \beta_{4,2} \times \text{interno} + \beta_{4,3} \times \text{salida_calles} + \beta_5 \times \text{tv} + \beta_6 \times \text{sj} \\ & + \sum_j \beta_j \times X_j + \varepsilon \end{aligned} \quad (14)$$

Dónde:

$\frac{\text{valor}}{\text{sup}}$ = es el valor por metro cuadrado del predio (valor total sobre superficie).

sup = es la superficie por predio en metros cuadrados.

frente = es el ancho de frente observado en metros.

forma = es una variable categórica que asume el valor 0 si el predio se considera de forma regular y 1 si es irregular. Esta clasificación surge del entrenamiento de un algoritmo y su aplicación a la clasificación de la base parcelaria urbana de todo el territorio provincial.

esquina = asume 1 si es esquina, 0 en cualquier otro caso.

interno = asume 1 si es interno, 0 en cualquier otro caso.

salida_calles = asume 1 si tiene salida a dos o más calles, 0 en cualquier otro caso.

tv = tipo de valor, es una variable categórica que asume el valor 0 si al tomar la muestra del predio, el valor era de venta (predio vendido o tasado) y 1 si el precio era de oferta (una parcela que se encuentra “en venta”).

sj = situación jurídica, es una variable categórica que asume el valor 0 si al tomar la muestra el predio cuenta con escritura, y 1 si la situación jurídica era la contraria.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_{4,1}, \beta_{4,2}, \beta_{4,3}, \beta_5, \beta_6$ = son los parámetros a estimar: la ordenada al origen, logaritmo de la superficie, logaritmo de la medida de frente, forma, esquina, interno, salida a dos o más calles, tipo de valor y situación jurídica respectivamente.

X_j = es una matriz de variables independiente que, se supone, influyen sobre el valor por metro cuadrado (para más detalle del tipo de variables que se incluyen revisar el Anexo IV).

β_j = son los parámetros a estimar correspondientes a las variables X_j .

ε = error aleatorio.

Al igual que en la función de actualización de los valores históricos del observatorio, el primer paso para inferir los valores de los parámetros es estimar la ecuación lineal por medio de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Posteriormente se procede a aplicar un test de Moran para advertir la existencia de autocorrelación espacial en los residuos del modelo. En caso de existir, se procede a realizar los test de multiplicadores de Lagrange robustos, para determinar si se deben realizar correcciones incorporando rezagos espaciales en la variable dependiente, en el término de error o en ambas de manera simultánea. En función de los resultados obtenidos en estos test, se procede a realizar un modelo con autocorrelación en la variable dependiente (SEM), en el error (SAR) o en ambos (SAC).

Para reconocer los parámetros estimados se agrega un acento sobre los parámetros $\hat{\beta}_i$. En caso de estimarse un modelo con dependencia espacial en la variable dependiente, es necesario sumarle los efectos directos e indirectos para tener en cuenta el spillover. Considerando esta situación, los $\hat{\beta}_i$ deben ser considerados como el β_i resultante de la regresión espacial más el efecto derrame (spillover).

Denominando al valor por metro cuadrado (vm^2), despejando el logaritmo natural y aplicando propiedades del logaritmo, se obtiene la Ecuación (15):

$$vm^2 = \exp\{\widehat{\beta}_0 + \lnsup\widehat{\beta}_1 + \lnfrente\widehat{\beta}_2 + \widehat{\beta}_3 \times forma + \widehat{\beta}_{4,1} \times esquina + \dots + \widehat{\beta}_{4,2} \times interno + \widehat{\beta}_{4,3} \times salida_{calles} + \widehat{\beta}_5 \times tv + \widehat{\beta}_6 \times sj + \sum_j \widehat{\beta}_j X_j + \varepsilon\} \quad (15)$$

Suponiendo que un lote típico se caracteriza por tener una superficie y medida del frente igual a la mediana respectiva de cada variable en el clúster en particular, forma regular, ubicación medial, tipo de valor igual a venta y con escritura; el valor por metro cuadrado asociado a un lote típico (LT) vendrá dado por la Ecuación (16). Donde se reemplaza la superficie y la medida del frente, por el valor de las medianas, y a las variables forma, esquina, interno,



salida_calles, tipo de valor y situación jurídica por 0 (indicativo de una situación de parcela o lote “típico”), llevando así, a la eliminación de esos términos. El resto de las variables permanecen sin cambios.

$$vm_{LT}^2 = \exp\{\widehat{\beta}_0 + \ln \ln mediana_sup \widehat{\beta}_1 + \ln \ln mediana_frente \widehat{\beta}_2 + \widehat{\beta}_3 \times 0 + \widehat{\beta}_{4,1} \times 0 + \dots + \widehat{\beta}_{4,2} \times 0 + \widehat{\beta}_{4,3} \times 0 + \widehat{\beta}_5 \times 0 + \widehat{\beta}_6 \times 0 + \sum_j \widehat{\beta}_j \times X_j + \varepsilon\} \quad (16)$$

Dado el objetivo, consistente en obtener un coeficiente que permita homogeneizar el valor por metro cuadrado de la tierra urbana, es decir corregir el vm^2 de las muestras de mercado para que todos los valores sean comparables en términos de superficie, frente, forma, ubicación en la cuadra o manzana, tipo de valor y situación jurídica, se define el ratio entre el valor por metro cuadrado y el valor por metro cuadrado de un lote típico, como se expresa en la Ecuación (17).

$$coef = \frac{vm^2}{vm_{LT}^2} \quad (17)$$

Donde vm_{LT}^2 se corresponde al valor por metro cuadrado de una parcela, lote o predio de las características definidas para ser considerado como “típico” para el área de estudio. Así, se procede a dividir la ecuación correspondiente a un predio cualquiera por la ecuación del lote típico. Operando convenientemente se obtiene la Ecuación (18).

$$coef = \left(\frac{sup}{mediana_sup} \right)^{\widehat{\beta}_1} \times \left(\frac{frente}{mediana_frente} \right)^{\widehat{\beta}_2} \times \dots \quad (18)$$

$$\dots \times e^{\widehat{\beta}_3 \times forma + \widehat{\beta}_{4,1} \times esquina + \widehat{\beta}_{4,2} \times interno + \widehat{\beta}_{4,3} \times salida_calles + \widehat{\beta}_5 \times tv + \widehat{\beta}_6 \times sj}$$

De esta forma, para las parcelas similares al lote típico, el coeficiente asumirá un valor cercano a 1. Para obtener un valor homogeneizado o valor unitario de la tierra (vut_i), el valor por metro cuadrado actualizado de cada parcela “i” (vm_i^2) debe dividirse por el coeficiente calculado con anterioridad ($coef_i$), conforme se ha presentado en la Ecuación (19).

$$vut_i = \frac{vm_i^2}{coef_i} \quad (19)$$

En Tabla 10 pueden apreciarse los parámetros estimados de las distintas variables que conforman la función de homogeneización, en cada clúster.

ANEXO III: Indicadores de desempeño de valuaciones de la IAAO

Los indicadores recomendados por la IAAO (International Association of Assessing Officers) permiten evaluar el estado de situación de la estimación del valor del valor catastral actualizado por coeficiente de Equidad Inmobiliaria (CEI) y determinar la necesidad o no, de su actualización (IAAO, 2014). De la misma forma, los indicadores pueden ser utilizados para validar los resultados de una actualización masiva llevada adelante.

Para evaluar el nivel de las valuaciones vigentes conforme el mercado, se calcula para cada muestra del Observatorio el ratio (división) entre ambos valores (estimación del valor catastral actualizado por CEI y valor de mercado). Sobre los mismos, luego pueden calcularse otras medidas, como la media, la mediana y la media ponderada del conjunto de datos bajo análisis.

Media del ratio: es el promedio del ratio en cada ciudad, clúster o jurisdicción; su forma de cálculo se presenta en la ecuación que sigue Es una medida sensible a los valores extremos.

$$media_ratio = \frac{\sum \left(\frac{valor_{catastral\ act}}{valor_{mercado}} \right)}{n}$$

Mediana del ratio: es el valor del ratio que parte la distribución en dos, es decir, deja la misma cantidad de valores a un lado que a otro de dicho valor central; su forma de cálculo se presenta en la ecuación que sigue. Es una medida robusta frente a valores extremos, por lo que el IAAO recomienda el uso de la mediana del ratio antes que la media. Para valores mayores a 1,1 y menores a 0,9 se torna necesario actualizar los valores estimados anteriormente.

$$mediana_ratio = mediana \left(\frac{valor_{catastral\ act}}{valor_{mercado}} \right)$$

Media Ponderada: es otro estadístico que se calcula a partir del ratio. Se obtiene efectuando la sumatoria del valor catastral actualizado por Coeficiente de Equidad Inmobiliaria (CEI) en todo el clúster o jurisdicción, y dividiendo luego por la sumatoria del valor de mercado en el mismo espacio geográfico; su forma de cálculo se presenta a continuación.

$$media_ponderada = \frac{\sum valor_{catastral\ act}}{\sum valor_{mercado}}$$

Los niveles de uniformidad horizontal pueden conocerse analizando el CV (Coeficiente de Variación) y el CD (Coeficiente de Dispersión) del conjunto de datos del cluster, ciudad o jurisdicción en estudio. Ambos indicadores exhiben la dispersión, uno en relación a la media y el otro a la mediana, con se indica a continuación.

Coefficiente de Variación: mide el porcentaje promedio de desviación del ratio respecto a su media, como se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$CV = \frac{\frac{\sum \left| \frac{\text{valor}_{\text{catastral act}}}{\text{valor}_{\text{mercado}}} - \text{media_ratio} \right|}{n}}{\text{media_ratio}}$$

Coefficiente de Dispersión: mide el porcentaje promedio de desviación del ratio respecto a su mediana. Es el más utilizado para verificar la uniformidad de las estimaciones. La fórmula de cálculo se indica a continuación:

$$CD = \frac{\frac{\sum \left| \frac{\text{valor}_{\text{catastral act}}}{\text{valor}_{\text{mercado}}} - \text{mediana_ratio} \right|}{n}}{\text{mediana_ratio}}$$

Para evaluar la uniformidad vertical puede utilizarse el **PRD (Price Related Differential)**. Si el $PRD > 1$ se considera una estructura de precios regresiva, mientras que si el $PRD < 1$, la estructura de valores catastrales (actualizados por CEI) es progresiva. El PRD se calcula dividiendo la media del ratio respecto de la media ponderada, como se observa a continuación:

$$PRD = \frac{\text{media_ratio}}{\text{media_ponderada}}$$



ANEXO IV: Variables independientes usadas en los modelos de valuación masiva del suelo urbano

Variables	Cálculo
nomenclatura	Nomenclatura de la parcela
loc_catastro	Código de localidad según nomenclatura
esquina	Ubicación en la cuadra
pasillo	Ubicación en la cuadra
medial	Ubicación en la cuadra
interno	Ubicación en la cuadra
salida_calles	Ubicación en la cuadra
forma	Forma de la parcela
frente	Frente del lote
d_ruta	Distancia a Rutas
d_viasprin	Distancia a Vías Principales
d_viassec	Distancia a Vías Secundarias
d_alta	Distancia a zona de Alto Perfil Inmobiliario
d_baja	Distancia a zona de Bajo Perfil Inmobiliario
d_lineadiv	Distancia a ejes de alto valor inmobiliario
d_depre	Distancia a zonas de bajo valor
d_rio	Distancia a principales ríos y cuerpos de agua
d_cementerio	Distancia a cementerios
d_popu	Distancia a barrios populares
prom_edif	Promedio de sup edificada en un radio de 500 m
prom_lote	Promedio de sup de lote en un radio de 500 m
perc_edif	Porcentaje de m2 edificados en un radio de 500 m
perc_baladm	Porcentaje de la sup. de baldio en un radio de 500 m
perc_bald	Porcentaje de m2 badlios en un radio de 500 m
perc_ph_cuenta	Porcentaje de cuentas en ph, en un radio de 500 m
perc_val_urb	Porcentaje de parcelas con valuación urbana en un radio de 500 m
inc_edif	Valuación de terreno dividido m2 edificados, en un radio de 500 m
porc_uec	Porcentaje del tipo Urbano Edificado Compacto en un radio de 500 m
porc_ued	Porcentaje del tipo Urbano Edificado Disperso en un radio

	de 500 m
porc_re	Porcentaje del tipo Rural Edificado en un radio de 500 m
porc_eau	Porcentaje del tipo Urbano Edificado Compacto en un radio de 500 m
porc_bu	Porcentaje del tipo Borde Urbano en un radio de 500 m
porc_ear	Porcentaje del tipo Espacio Abierto Rural en un radio de 500 m
porc_agua	Porcentaje del tipo Agua en un radio de 500 m
ind_con	Porcentaje de pixeles construidos en un entorno de 500m
bci	Promedio de Biophysical Composition Index en un entorno de 500m
rndsi	Promedio de Ratio Normalized Difference Soil Index en un entorno de 500m
ui	Promedio de Urban Index en un entorno de 500m
ndbi	Promedio de Normal Difference Building Index en un entorno de 500m
ndvi	Promedio de Normal Difference Vegetation Index en un entorno de 500m
dens_osm	Promedio de densidad de calles ponderadas de OSM
heat_iibb	Mapa de calor por ubicación de Ingresos Brutos
osm_iibb	Producto de valor dens_osm y heat_iibb
fragment	Posición en el nivel de consolidación
vut_2018	Valor unitario de terreno 2018
vut_2019	Valor unitario de terreno 2019
vut_2020	Valor unitario de terreno 2020
vut_2021	Valor unitario de terreno 2021
zona	Pertenencia a aglomerado o zona de predicción
ubicacion	ubicación en la cuadra consolidada
superficie_geom	Superficie geométrica
localidad	Localidad en función del radio urbano
oferta_inmobiliaria	Oferta inmobiliaria en el entorno
fot	Factor de Ocupación Total por ordenanza

Fuente: IDECOR, 2022

ANEXO V: Metodología para la actualización de coeficientes de ajuste a la valuación de departamentos en altura

El valor de la tierra de una parcela sometida al régimen de propiedad horizontal, surge de la comparación entre el valor de mercado de los departamentos en altura contra el método de valuación catastral que se basa en la adición simple del valor de la tierra proporcional a cada unidad y el valor propio de las edificaciones (método separativo). A tal fin, se compara el valor de mercado de los departamentos contra el valor que surge de asignar a cada cuenta catastral el valor proporcional del suelo actualizado por el Coeficiente de Equidad Inmobiliaria (CEI) y el valor de las edificaciones propias de uso común y de uso exclusivo.

Así mismo, los rasgos del entorno y la ubicación relativa de una parcela tienen características de “bien público”, ya que pueden ser disfrutadas simultáneamente por todos aquellos que comparten dicha localización (su consumo es no-rival y no-excluyente, en términos de la teoría de las Finanzas Públicas)¹². Por lo tanto, realizar un prorrateo del valor del suelo según la superficie de cada departamento parece inducir a una persistente subestimación de su valuación total.

En este sentido, y en continuidad con la metodología estudiada inicialmente en 2019, se actualizaron los coeficientes de ajuste a la valuación de los departamentos en altura que permite cerrar o disminuir la brecha.

La variable de respuesta (o variable dependiente) a estimar se definió como el cociente entre el valor de mercado y el valor catastral actualizado por Coeficiente de Equidad Inmobiliaria (CEI) (tomado al 100%¹³), como se puede apreciar en la ecuación siguiente:

$$cc = \frac{\text{valor}_{\text{mercado}}}{\text{valor}_{\text{catastral act}}}$$

Por otro lado, los valores de mercado de los inmuebles objeto de análisis (departamentos en altura) surgen de relevamientos realizados por el Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI) entre 2017 y 2022. Los datos se someten a controles de calidad y depuración hasta obtener la muestra final de 2.894 observaciones. En la siguiente tabla se detalla la muestra final de departamentos en altura, clasificados por año:

¹² Para ampliar detalles sobre la metodología del cálculo del Coeficiente de Ajuste de Departamentos en Alturas consultar el [Resumen Metodológico y Resultados Obtenidos del Estudio del Mercado del Suelo Urbano de la Provincia de Córdoba 2020](#), Capítulo 10.

¹³ Esta aclaración se realiza en cuanto la Dirección General de Catastro, por decisión administrativa, adopta para los valores catastrales, el 70% de los valores de mercado, tanto de la tierra como de la construcción.

Año	Datos
2018	57
2019	380
2020	246
2021	1.180
2022	1.031
Total	2.894

Fuente: IDECOR, 2022

Dado que los datos relevados se corresponden con distintos años, surge necesario indagar sobre el nivel de dolarización del mercado de los departamentos en altura y la pertinencia de aplicar un factor de descuento para hacer comparables (un mismo momento de tiempo) todos los valores de mercado a procesar. A tal fin se realizó un análisis de econometría espacial del cual se desprende que la elasticidad del valor por m² en pesos frente a cambios porcentuales en el valor del tipo de cambio (TC) es igual a 1, lo que implica que una variación del 1% en el TC se traduce en un incremento del 1% en el valor por m² en pesos de los inmuebles. Por lo tanto, puede afirmarse que el mercado de departamentos en altura se encuentra prácticamente dolarizado.

Del mismo análisis se concluye también, que no existe evidencia muestral estadísticamente significativa, para afirmar la presencia de un factor de descuento entre los valores de "oferta" y de "venta".

Una vez reexpresados tanto los valores de mercado como los valores catastrales (actualizados por CEI) al mismo momento del tiempo, se construye el coeficiente de comercialización para dichas muestras.

Por otro lado, para estimar el coeficiente de comercialización para toda la base catastral, es necesario contar con un conjunto de variables independientes que expliquen la variable dependiente. Las variables regresoras consideradas para este caso se presentan:

- porc_coprop
- sup _propia
- sup _comun
- sup _mejoras_ph
- puntaje
- antigüedad
- total_bloques
- vut_actual
- sup_tierra_parcela
- sup_mejoras_parcela
- fot_catastro,
- total_cuentas
- perc_baldiom
- perc_edificado
- prom_lote
- prom_edif
- perc_ph

- perc_ph_cuenta,
- d_viasprin
- d_viassec
- d_alta
- d_baja
- d_lineadiv
- d_depre

Base de Datos de Predicción

A los fines de predecir los coeficientes de comercialización en todo el territorio provincial es necesario identificar las parcelas que incluyen departamentos en altura, dejando fuera aquellas que, si bien están sometidas al régimen de propiedad horizontal (PH), no hacen una utilización intensiva del espacio (por ejemplo, PH en dúplex). En función de una exploración detallada de la base de datos y diferentes indicadores de uso del suelo, se definieron dos subconjuntos de la base parcelaria total, según los siguientes criterios:

- Parcelas con régimen de PH con más de 15 cuentas, un FOT real mayor a 0,4 y menos de 180 metros cuadrados de terreno por cada cuenta.
- Parcelas PH con más de 6 cuentas y menos de 16 cuentas, con menos de 125 metros cuadrados de terreno por cada cuenta.

De la unión de ambos subconjuntos se eliminaron aquellas cuentas cuya superficie total (propia + común) fuera menor o igual a 20 m² por considerarse inconsistentes con la problemática analizada (posiblemente cocheras y bauleras, por ejemplo).

La base de datos obtenida, sobre la que se impactaron los coeficientes estimados por el modelo consta de 6.565 parcelas y 203.984 cuentas de PH. En la siguiente tabla se detalla la conformación de la base de datos de predicción, resumida por localidades:

Localidad	Cuentas	Parcelas (*)
Córdoba	156.691	4.634
Río Cuarto	16.919	551
Villa Carlos Paz	13.010	454
Villa María	6.940	350
Otras localidades	6.664	349
San Francisco	2.265	145
Gran Córdoba (sin Córdoba)	1.405	82
Total	203.894	6.565

(*) Fecha de corte de base parcelaria 15/10/2022. Fuente: IDECOR, 2022.

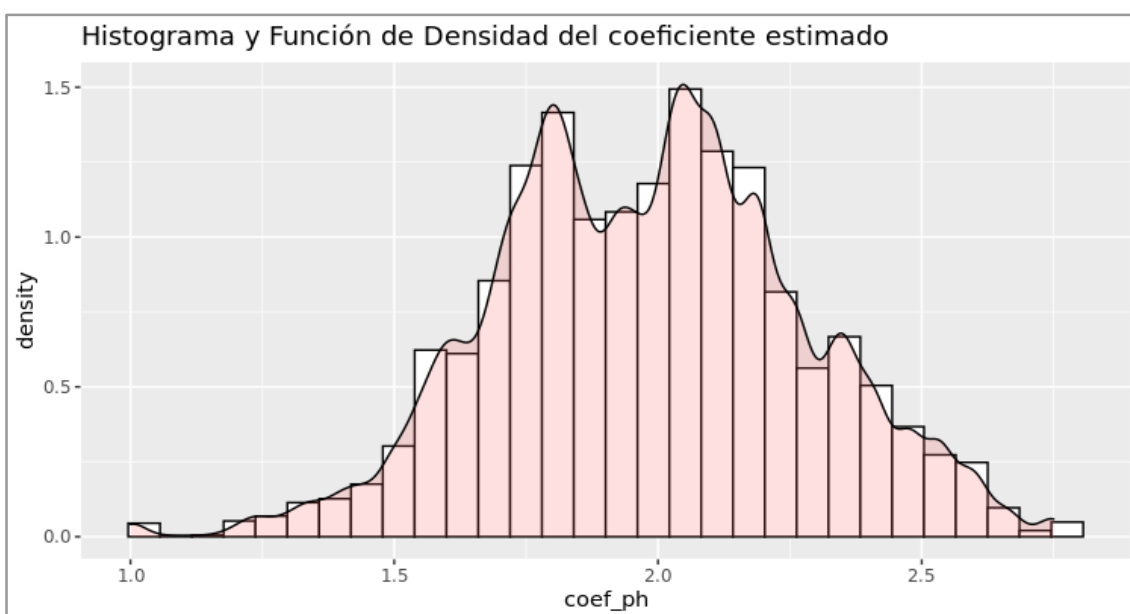




Con el objetivo de prever la posibilidad que alguna parcela asuma el estado PH durante el año 2022, se estimó un coeficiente “latente” imputado a nivel parcelario que reemplazará al coeficiente igual a 1 en caso de verificarse el cambio de estado. Esta estimación se realizó mediante una interpolación, utilizando el algoritmo Kernel K-nearest Neighbor y tomando el coeficiente predicho promedio para las 6.565 parcelas PH que cumplen con los requisitos definidos previamente como variable dependiente y las coordenadas (latitud y longitud del centroide de cada parcela) como variables independientes.

Resultados Obtenidos

De los modelos entrenados, aquel que resultó con mejor ajuste (menor MAPE) fue Quantile Random Forest (qrf). La estimación resultante arroja un coeficiente de comercialización promedio para 2022, igual a 1,98, con una mediana 1,99 y una desviación estándar igual a 0,29. La densidad de la distribución se puede apreciar en la siguiente figura:



Fuente: IDECOR, 2022.



ANEXO VI: Ficha técnica Estudio de Valores Urbanos 2022

Síntesis provincial	
Base de estimación (al 15/10/2022)	Parcelas con valuación urbana: 1.691.929 Cuentas con valuación urbana: 1.938.957
Fuente de datos inmobiliarios	Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI); inmuebles urbanos baldíos y edificados
Fecha de relevamiento	Relevamiento 2022: febrero a julio 2022 Base histórica OMI: desde julio 2017
Base de conocimiento	Relevamiento 2022: 8.800 observaciones Base histórica OMI urbana: 56.300 observaciones Base histórica OMI total: 71.000 observaciones
Muestra final de observaciones	11.387 datos de mercado
Unidades de procesamiento	457 localidades, 11 clústers urbanos
Unidad espacial de los resultados	Valores a nivel de parcela con tipo de valuación urbana, sobre extracto de la base parcelaria al 15/10/2022 (DGC)
Alcance de los resultados	Valor Unitario de la Tierra (VUT) en pesos por metro cuadrado (\$/m ²), para lote tipo por clúster, al mes de mayo de 2022
Unidad y redondeo	\$ (pesos argentinos), redondeado cada \$50, \$100, \$250, \$500 o \$1.000 según grupo de localidades (clúster) y cuantil al cual corresponde
Calidad de los resultados	Promedio del Error Relativo Promedio en Valor Absoluto (<i>mean absolute percentage error</i> , MAPE) de todos los cluster: 11,17%
VUT (\$/m²), estadísticas principales	Promedio ponderado de valores medianos de clúster: \$9.281 (45,7 USD) Valor máximo: \$1.165.500 (5.741 USD) Valor mínimo: \$300 (1,5 USD) (se excluyen parcelas inundadas o en condiciones de inundación extrema, con VUT \$1)



IDECOR

Ministerio de
FINANZAS



CÓRDOBA
entre todos

 mapascordoba.gob.ar  idecor.gob.ar

 idecorecba.gov.ar