

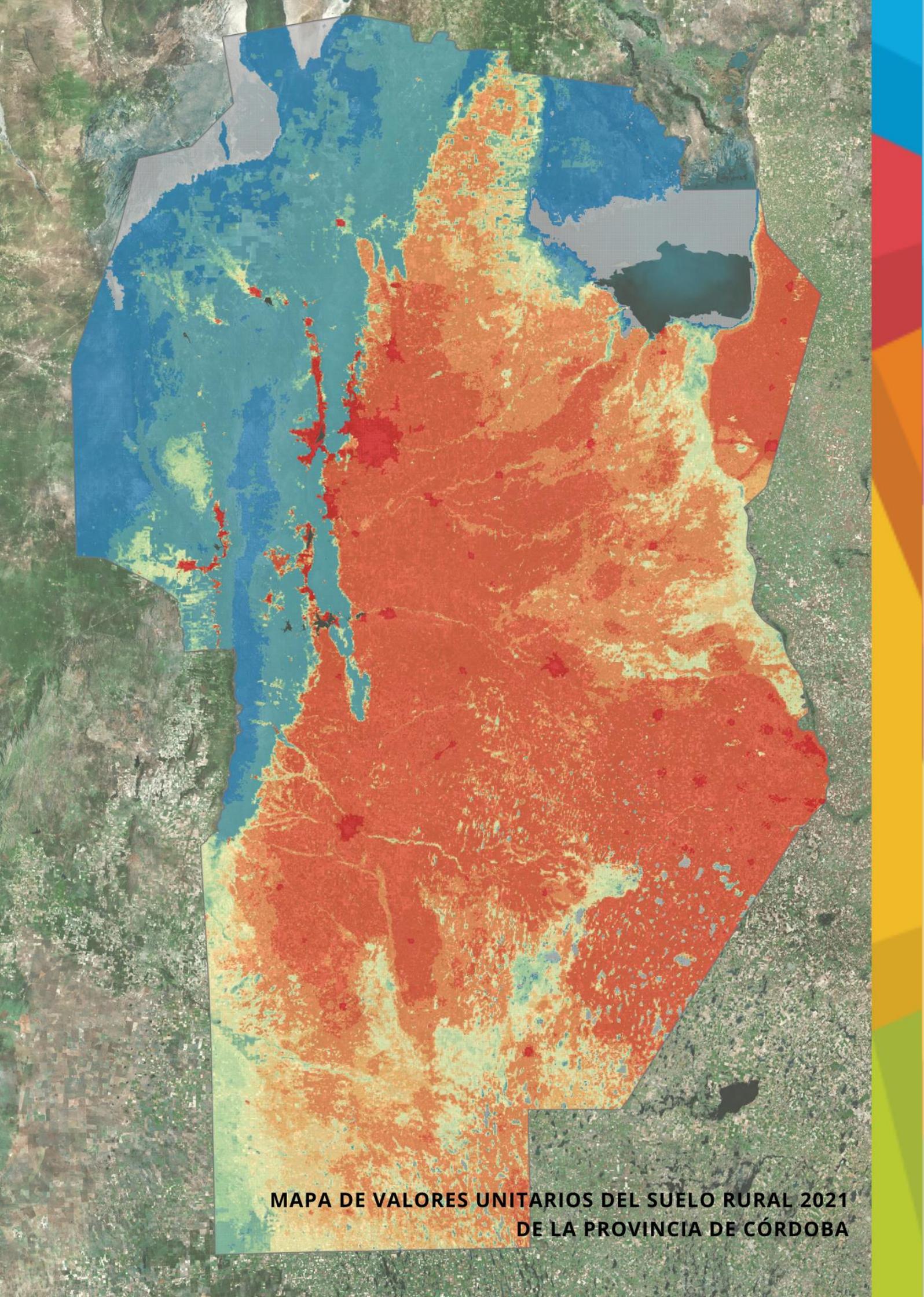
RESUMEN METODOLÓGICO
Y RESULTADOS OBTENIDOS

ESTUDIO DEL MERCADO DE SUELO RURAL

DE LA PROVINCIA DE
CÓRDOBA 2021

DICIEMBRE 2021

**IDECOR - INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA**



**MAPA DE VALORES UNITARIOS DEL SUELO RURAL 2021
DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA**

Organismos ejecutores

- 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 (FCEFN), Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

Licencia

ESTUDIO DEL MERCADO DE SUELO RURAL DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA 2021. 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 Rural de la Provincia de Córdoba 2021. Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR).

Contenido

Resumen	7
1. ¿Cuánto vale la tierra rural en la Provincia de Córdoba?	9
2. Síntesis metodológica 2021	11
3. Relevamiento del mercado inmobiliario	14
3.1 Ejecución del relevamiento de mercado y sistematización de datos de mercado	14
3.2 Control de calidad inicial.....	15
4. Homogeneización y análisis de los valores de mercado	17
5. Descripción de la muestra final de mercado	19
5.1 Muestra correspondiente al sector Rural.....	20
5.2 Muestra correspondiente al sector periurbano y de usos especiales	21
6. Variables independientes usadas en los modelos de valuación de la tierra rural y de la tierra periurbana y de usos especiales	23
6.1 Variables provenientes de la base de datos catastral	23
6.2 Variables de localización	24
6.3 Variables de suelo y vegetación	24
6.4 Variables topográficas	26
6.5 Variables hidrológicas	26
6.6 Variables climáticas	28
6.7 Variables de Infraestructura	28
6.8 Variables económicas	29
6.9 Variables del sector periurbano y/o de usos especiales.....	30
7. Modelos valuatorios y calidad de las estimaciones	31
8. Resultados obtenidos y valor de la tierra rural 2021	32
8.1 Sector rural.....	33
8.2 Sector periurbano y de usos especiales.....	36
8.3 Análisis particular de consistencia de las estimaciones	39
Bibliografía	40
ANEXO I: Metodologías aplicadas para la actualización de valores históricos del Observatorio del Mercado Inmobiliario, estimación de márgenes de negociación y ajustes por superficie.....	42
ANEXO II. Indicadores de desempeño de valuaciones de la IAAO (International Association of Assessing Officers).....	45
ANEXO III. Variables utilizadas en modelo del sector netamente rural.....	47
ANEXO IV. Variables utilizadas en modelo periurbano y de usos especiales.....	51
ANEXO V: Ficha técnica Estudio de Valores Rurales 2021	53

Resumen

El presente informe es una descripción de los **datos, metodologías y resultados alcanzados en el estudio de mercado de los valores del suelo rural**, llevado adelante en toda la Provincia de Córdoba durante 2021.

Desde fines de 2017, y de manera sostenida, los estudios inmobiliarios urbanos y rurales son realizados por IDECOR (Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba) para la Dirección General de Catastro, con el propósito de determinar correctamente la valuación de inmuebles y actualizar las técnicas y metodologías valuatorias que aplica el Catastro Provincial. Estos trabajos se desarrollan en el marco de un programa integral de reforma e innovación a la valuación masiva de inmuebles y fortalecimiento del impuesto inmobiliario, que impulsa el Ministerio de Finanzas de Córdoba.

El equipo de trabajo es de carácter interinstitucional y multidisciplinario, conformado por más de 25 personas de IDECOR, de diferentes perfiles (economistas, geógrafos, ingenieros, agrónomos, biólogos, agrimensores, arquitectos, profesionales de sistemas), con la participación de la Dirección General de Catastro y, vía convenio, de especialistas e investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y unidades especializadas de CONICET en Córdoba.

En lo que respecta a los estudios de los nuevos valores de la tierra rural 2021 se fijaron metas particulares, en continuidad con desarrollos de años anteriores e implementaciones metodológicas claves recientemente incorporados en 2020; entre las que se mantiene la **estimación de los valores sobre una grilla regular de 25 ha** (consistente en 652.727 celdas de 500 m de lado) y la segmentación del espacio de estudio en **dos subconjuntos**; por un lado, **el rural propiamente dicho**, que representa el 98,1% de la grilla total, en el cual se identifican mayormente actividades del tipo agrícola ganadero; y por otro, el **espacio periurbano y de usos especiales**, correspondiente a la proporción restante del 1,9%, donde se reconocen espacios de borde urbano en ciudades grandes y medianas con mixtura de actividades (agricultura intensiva, industrial, residencial) y otros sectores con impronta turística y/o residencial dispersa. En consecuencia, se aplican modelos diferenciales que contemplan las singularidades de cada uno de estos submercados inmobiliarios referidos.

Se aplican, además, a partir de modelos de econometría espacial, distintos coeficientes para descontar efectos de los datos muestrales y expresarlos en términos homogéneos y comparables, como valores unitarios de la tierra (VUT). Los mismos buscan, por un lado, descontar los efectos de la superficie de cada parcela sobre el valor por hectárea (asumiendo que superficies mayores tienen un valor por hectárea menor que superficies más pequeñas); por otro, conocer el margen de negociación implícito en los datos relevados como “ofertas” en relación a los datos correspondientes a transacciones efectivamente realizadas. También se aplican parámetros para capturar el efecto del tipo de cambio, bajo el supuesto de que el mercado de la tierra rural puede mostrar niveles de dolarización diferenciales en el espacio.

Es importante resaltar, así mismo, que **los trabajos de investigación y desarrollo se llevaron a cabo dentro del año calendario**, entre los meses de febrero y noviembre, haciendo posible la determinación de la nueva valuación de la tierra de manera anual, en los más de 2 millones de inmuebles de la provincia, distribuidos en más de 450 localidades y un espacio rural de 165.000 km². Los cálculos de los valores unitarios de la tierra para todas las propiedades rurales (cerca de 173.600 parcelas) pudieron completarse

acabadamente y la calidad de los resultados se refleja favorablemente, en un **error promedio provincial de 17,5%**.

Con respecto a la estimación del valor unitario de la tierra (VUT) rural, **la media provincial de la tierra rural se ubica en 743.000 \$/ha (equivalente en el estudio, a 5.740 usd/ha)**. En lo que respecta a los submercados específicos estudiados, la media de valor de la tierra rural en zona periurbana y usos especiales, resulta en 5.948.000 \$/ha (45.940 usd/ha), mientras que la media del valor de la tierra netamente rural alcanza los 645.000\$/ha (4.980 usd/ha).

El documento 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 valores de la tierra en la provincia, remarcando los resultados obtenidos en áreas específicas y sectores de importancia. En el capítulo 2, se presenta una síntesis de la metodología y principales procesos implementados.

El capítulo 3 detalla cómo se llevó adelante el relevamiento del mercado inmobiliario y, a continuación, en el capítulo 4 se enuncian los procedimientos aplicados para el procesamiento y análisis de las observaciones. Aquí también, se remite a la metodología aplicada para la actualización de los datos históricos del OMI y a los criterios considerados en la homogeneización de las observaciones de mercado.

En el capítulo 5 se describe la conformación de la muestra final para el modelado. Y seguidamente, en los capítulos 6 y 7, se desarrollan las principales variables independientes, con sus fuentes y métodos de cálculo. Finalmente, en el capítulo 8 se presenta una síntesis de los resultados obtenidos. En la sección de Anexos se proporciona información ampliada acerca de procedimientos particulares usados en ciertas etapas. También se facilita una ficha técnica resumen con la información clave considerada en los estudios 2021 y resultados principales.

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

En su extenso territorio la Provincia de Córdoba presenta una importante diversidad geográfica en la que confluyen dos formas de relieve principales: por un lado, cordones montañosos en la porción occidental con dirección norte-sur con sus valles y sectores de piedemonte; y por otro lado, una extensa y variada llanura que bordea las sierras, en la que se extiende la depresión de la Laguna de Mar Chiquita, en el extremo noreste, la región de las Salinas Grandes hacia el noroeste y una dinámica zona núcleo, altamente productiva que se entremezcla con suelos anegables en la porción sureste.

Por supuesto, también se reconocen los espacios urbanos con sus respectivos bordes de transición hacia el área rural, en los que conviven una multiplicidad de usos y actividades: nuevos loteos residenciales, complejos recreativos y turísticos, asentamientos informales, polos industriales, espacios naturales, entre otros. Estas áreas periurbanas y de usos especiales experimentan un mayor fraccionamiento de la tierra (respecto de las tierras rurales propiamente dichas) y diversas lógicas de mercado, entre ellas las del sector productivo vinculadas a actividades agrícolas ganaderas y las del sector inmobiliario relacionadas al uso residencial, turístico y otros usos singulares. Cabe resaltar que, en ocasiones, en la base de datos del Catastro Provincia se presentan parcelas con metodología de valuación rural en sectores urbanos relativamente consolidados, por lo que es necesario que la grilla de estimación de valores rurales incluya estos espacios.

¿Cómo se distribuyen los valores rurales promedios?, ¿Dónde se encuentran los valores más altos en la provincia? ¿Y los más bajos?

En términos generales, **la media provincial de la tierra rural se ubica en 743.000 \$/ha (equivalente en el estudio, a 5.740 usd/ha)**. En lo que respecta a los submercados específicos estudiados, la media de valor de la tierra rural en **zona periurbana y usos especiales, resulta en 5.948.800 \$/ha (45.940 usd/ha)**, mientras que la media del **valor de la tierra netamente rural alcanza 645.000\$/ha (4.980 usd/ha)**.

En este contexto, es en las **zonas de transición urbano-rural y de usos especiales** donde se detecta un incremento del valor unitario de la tierra rural, resultando **una media provincial en esos sectores que alcanza los 5.948.000 \$/ha (45.930 usd/ha)**, con valores máximos en Capital de hasta 49.455.000 \$/ha (382.000 usd/ha) y valores mínimos de 44.000 \$/ha (340 usd/ha), en zonas urbanas de muy baja consolidación.

A otra escala, considerando las principales ciudades de llanura, se observa que el mayor valor promedio de la tierra periurbana se registra en el área en torno a la ciudad Capital con una media que ronda los 17.027.000 \$/ha (131.500 usd/ha). En un segundo escalón, le siguen los valores periurbanos de San Francisco con una media de valor de 14.539.000 \$/ha (112.277 usd/ha) y cuyo máximo valor unitario es 36.225.000 \$/ha (279.750 usd/ha). En cuanto a los aglomerados de María Villa (junto a Villa Nueva) y Río Cuarto (que incluye Las Higueras), ambos presentan situaciones similares con valores unitarios promedios que van entre casi los 11.000.000 \$/ha y 12.000.000\$/ha (84.300 \$/ha y 91.900 usd/ha) y con valores máximos 26.845.000 \$/ha (207.300 usd/ha) y 25.620.000 \$/ha (197.850 usd/ha), respectivamente. En otro orden, se destacan otros sectores contiguos al área de Capital, como lo son La Calera con un valor promedio superior de 8.871.000 \$/ha (68.500 usd/ha) y Malagueño con una media de 4.725.000 \$/ha (36.500 usd/ha). Por su parte, el aglomerado Jesús María- Colonia Caroya se destaca con una media de 6.048.000\$/ha (46.700 usd/ha) y un máximo valor de 21.735.000 \$/ha (167.850 usd/ha).

En lo que respecta a los sectores vinculados al desarrollo de actividades turísticas y/o de usos especiales, es en el corredor de Sierras Chicas donde se registra el mayor valor promedio, siendo de 3.386.000 \$/ha (26.150 usd/ha). Le sigue el extenso Valle de Punilla (de norte a sur, se extiende desde la localidad de Capilla del Monte, pasando por Villa Carlos Paz y hasta San Antonio de Arredondo) donde el valor unitario de la tierra alcanza un promedio de 2.963.000 \$/ha (22.900 usd/ha). Apenas por debajo sigue en valor el corredor de Paravachasca, concentrado en los alrededores de Alta Gracia- Anisacate (hacia el oeste, incluye San Clemente), con una media de 2.874.000 \$/ha (22.200 usd/ha).

Con valores promedios similares, cierran la lista el Valle de Traslasierra, con sus distintivas localidades de Villa Dolores, Las Rosas, Mina Clavero, Las Rabonas, entre otras; y el Valle de Calamuchita, con una mayor extensión y dispersión en sus localidades, abarcando desde la localidad de Potrero de Garay y Villa Ciudad de América en inmediaciones del Lago Los Molinos, hasta las pequeñas localidades de La Cruz y Río de los Sauces hacia el sur, incluyendo las destacadas localidades de Villa General Belgrano, Santa Rosa de Calamuchita, Villa Yacanto, La Cumbrecita. Los respectivos valores unitarios promedios de la tierra rural para estos últimos dos sectores mencionados son: 1.721.000 \$/ha (13.300 usd/ha) y 1.488.000 \$/ha (13.250 usd/ha).

En el **espacio netamente rural, donde predominan las actividades agrícolas y ganaderas**, con un rango de valores que va entre 1.000 \$/ha (8 usd/ha) y 10.000 \$/ha (80 usd/ha), correspondiente a zonas de borde de salinas y bañados de la Laguna Mar Chiquita, hasta los 2.400.000 \$/ha (18.500 usd/ha) en la zona núcleo, específicamente en las proximidades de Marcos Juárez y General Roca.

Considerando la **capacidad de uso de la tierra**, los suelos de mayor aptitud (Clase I y Clase II), localizados mayormente en los departamentos Marcos Juárez, Unión y parte de San Justo, toman valores desde los 413.000 \$/ha (3.200 usd/ha, casos particulares) hasta los \$ 2.400.000/ha (18.500 usd/ha), según la localización y otras variables zonales. Los suelos de aptitud media (Clase III y Clase IV), de mayor proporción en el sector de actividades productivas, presentan un valor promedio de 930.000 \$/ha (7.200 usd/ha) y los suelos con limitaciones mayores (Clases V, VI y VII), tienen valores en orden de los 272.000 \$/ha (2.100 usd/ha).

2. Síntesis metodológica 2021

En términos generales el enfoque de estimación de los valores de la tierra rural 2021 mantiene la línea de los estudios realizados en años anteriores, donde en base a un **conjunto de observaciones de mercado y diversa información de geográfica** se entrenan **algoritmos de aprendizaje computacional** con el propósito de realizar predicciones del comportamiento del mercado y del valor de la tierra **sobre una grilla regular de 500 metros (consistente en 652.727 celdas de 25 ha)**. Así mismo, se destacan algunas innovaciones sustanciales incorporadas en los recientes estudios de 2020 que valen ser destacadas.

La principal modificación aplicada en 2020 consistió en **segmentar el espacio de estudio en dos submercados inmobiliarios, el rural propiamente dicho y el espacio periurbano y/o relacionado a usos específicos** (actividad turística, usos residenciales de baja densidad, entre otros). Para cada uno de estos subconjuntos se entrenaron diversos algoritmos y se aplicaron modelos predictivos diferenciales; para ello, fue necesario dividir el relevamiento de valores y el tratamiento particular de las observaciones de mercado, como así también información territorial (variables independientes o covariables) utilizada en cada caso.

Además, se consideran los parámetros estudiados en 2020 para la homogeneización de las muestras de mercado,, resultantes de **modelos de econometría espacial para descontar los efectos de la superficie** de cada parcela sobre el valor por hectárea (asumiendo que superficies mayores tienen un valor por hectárea menor que superficies más pequeñas); conocer el **margen de negociación** implícito en los datos relevados como “ofertas” en relación a los datos correspondientes a transacciones efectivamente realizadas; y el **efecto del tipo de cambio**, dado el supuesto de que el mercado de tierra rural puede mostrar niveles de dolarización diferenciados en el espacio. Los coeficientes obtenidos se utilizan, así, para descontar estos efectos de los datos muestrales y expresarlos en términos homogéneos y comparables, como valores unitarios de la tierra (VUT).

Para el **modelado del sector rural**, debió estimarse el valor unitario de la tierra para las 640.552 celdas, que conforman la grilla total. Para cada una de estas celdas **se generó información territorial consistente en más de 100 covariables**. Entre ellas, pueden mencionarse el mapa de [Cobertura de Suelo](#), mapas de diversas propiedades de suelo, como el de [Materia Orgánica](#) y el de [Contenido de Fósforo](#), elaborados conjuntamente con investigadores de CONICET, la Secretaría de Agricultura e INTA Regional Córdoba y el mapa de [Capacidad de Uso y el Índice de Productividad](#) (cartas de suelo de INTA). Se consideraron también, datos de clima (lluvias y temperaturas, series históricas), topografía (altura y pendiente), hidrología (agua subterránea, cursos de agua, etc.), humedad y sequía, infraestructura y asentamientos humanos (distancia a red vial, localidades, centros de acopio, red de energía eléctrica) y datos de pertenencia o entorno (áreas naturales, ocupación y fragmentación urbana, entre otras). Además, se contemplaron las zonas de bosque natural y zonas anegadas con alta recurrencia.

Para el modelado del **espacio periurbano y sectores de usos especiales**, se consideraron áreas definidas por características diferenciales respecto tanto a la dinámica del mercado inmobiliario como a las transformaciones espaciales. Se trata principalmente de bordes urbanos en ciudades medianas y grandes y localidades turísticas donde se verifica mayor grado de heterogeneidad y dinámica en sus procesos territoriales. La definición de estas áreas presenta un desafío significativo, dado que las mismas se corresponden con un territorio intermedio, en constante transformación entre los espacios propiamente rurales y aquellos específicamente urbanos. La variabilidad y colindancia de actividades diversas en esta

zona de interfaz se buscó captar tanto a partir de la selección e incorporación de variables independientes pertinentes, como desde la construcción y aplicación de una metodología adecuada para la determinación de valores.

La totalidad del área periurbana y de usos especiales resultó finalmente compuesta por 12.175 celdas (1,9% del total), mayoritariamente localizadas en la Ciudad de Córdoba y su área metropolitana, grandes ciudades como Villa María, Río Cuarto y San Francisco; y zonas turísticas de los principales corredores y valles de la provincia. La definición de estas zonas surgió luego de analizar más de 400 localidades de la provincia de Córdoba, considerando variables como el [nivel de fragmentación urbana](#), fraccionamiento parcelario (información derivada de la base catastral), transformaciones espaciales (nuevos fraccionamientos) visibles en imágenes satelitales y estudios de casos ad hoc, y cantidad y tipo de las observaciones del mercado inmobiliario contenidas en OMI (datos registrados como turísticas, con potencial urbano, otras muestras no rurales).

Una vez identificado (delimitados) los sectores periurbanos y de usos especiales, para el modelado de estos valores específicos, se **utilizaron 45 covariables**. Entre las más importantes, destacan el Mapa de Cobertura de Suelo detallado anteriormente, el índice de fragmentación urbana construido por IDECOR (ya referenciado), el fraccionamiento parcelario rural y urbano calculados a partir de la base parcelaria de la Dirección General de Catastro, la accesibilidad (distancia a rutas o calles), variables relacionadas a normativas específicas (OTBN; áreas de resguardo ambiental, etc.), localización de puntos de interés turísticos en el entorno (hoteles, camping, centros recreativos, entre otros) a partir de información abierta de OpenStreetMap, entre otras.

La Figura 1 presenta esquemáticamente el proceso general llevado adelante para la determinación masiva de los valores de la tierra rural en la provincia de Córdoba, actualizado a 2021, que lleva adelante el equipo de IDECOR conjuntamente con el Catastro Provincial.

Figura 1: Proceso de trabajo del Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

3. Relevamiento del mercado inmobiliario

El objetivo del relevamiento fue recopilar información relevante del mercado que permitiera comprender las dinámicas de desarrollo y del mercado rural en cada región. Para ello se concentró la búsqueda en datos como ofertas, ventas, remates y tasaciones, principalmente, en toda la extensión del espacio rural de la provincia.

3.1 Ejecución del relevamiento de mercado y sistematización de datos de mercado

La complejidad y diversidad del territorio provincial presenta distintos escenarios. De ahí la importancia de implementar diferentes estrategias a la hora de relevar el mercado para que la muestra sea lo más representativa posible y no esté sesgada por alguna fuente u origen de la información.

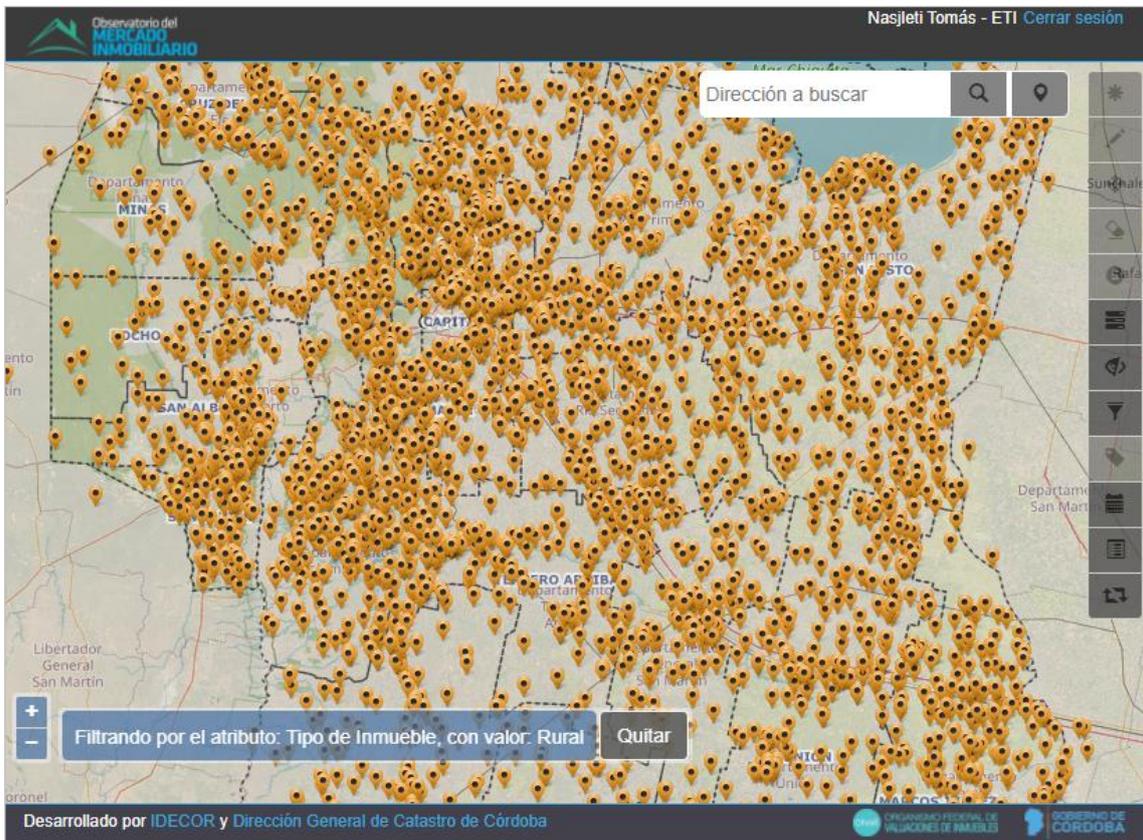
Para el levantamiento de datos se desplegaron dos estrategias principales que luego se complementaron con otros recursos. Durante la recolección de la información se utilizó el [Observatorio del Mercado Inmobiliario](#) (OMI) como herramienta común para sistematizar los datos. Las observaciones georreferenciadas en OMI debían contar tanto con el valor total y la superficie del lote (información básica de cada registro), entre demás datos particulares, y de ser posible, información adicional de arrendamiento y/o rendimiento agrícola, para loteos con dichos usos. Esta información adicional fue utilizada principalmente como variable de control y verificación de la información registrada.

Por un lado, se trabajó con una red de agentes locales en las 3 zonas correspondientes con la región donde predomina la actividad agropecuaria, siendo estos profesionales con conocimiento de la zona de estudio y formación en agronomía, agrimensura o corretaje inmobiliario. Esto permitió distribuir las tareas de recolección de datos e información cualitativa, en forma simultánea durante los meses de marzo a julio de 2021. El objetivo de esta red de agentes consistió en relevar alrededor de 150 observaciones de inmuebles rurales o fracciones periurbanas para cada una de las zonas, ampliando así el volumen de datos ya existente en el Observatorio.

Entre las fuentes, pueden mencionarse portales de avisos clasificados web, informes de tasaciones de organismos oficiales y tasaciones auxiliares ejecutadas por el mismo equipo de trabajo,

Los datos recolectados durante 2021 tienen como objetivo reforzar y actualizar la base de muestras relevadas desde 2017 en OMI (Figura 2). Además de la búsqueda en gabinete y el trabajo de campo por parte de agentes locales, la muestra también se complementa con información proveniente de una encuesta llevada a cabo por IDECOR en 2018, a través de una aplicación móvil desarrollada ad-hoc, con el patrocinio de la FCEFyN de la UNC, INTA Córdoba, Colegio de Ingenieros Agrónomos y la Secretaría de Agricultura de Córdoba, y en la que participaron 453 profesionales aportando datos (valores de mercado) en aproximadamente 1.500 localizaciones.

Figura 2: Muestras rurales en el Observatorio del Mercado Inmobiliario, Provincia de Córdoba



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

3.2 Control de calidad inicial

Durante la instancia del relevamiento se generaron controles tempranos antes del análisis y procesamiento de la muestra. Estos controles de calidad preliminares apuntan a cubrir estándares mínimos respecto a carga adecuada, en función de criterios establecidos en el Observatorio. En ese marco, se verifica que los datos relevados sean completos, consistentes (asegurando fuentes de calidad) y útiles a los fines del proyecto, con el objetivo de que la muestra sea representativa y adecuadamente distribuida en toda el área de estudio. Además, se verifica la correcta ubicación y correspondencia con la información catastral.

En un segundo control, se considera la coherencia del valor, estableciendo relaciones con determinadas variables que permiten definir los distintos ambientes (cobertura de suelo, clase de suelo, índice de productividad, recurrencia de agua, entre otras) y comparando el valor unitario con datos vecinos próximos. Para aquellos datos que presentan grandes diferencias, se verifica directamente con la fuente y origen del dato, estableciendo así la validación de cada observación. Estas acciones permiten ajustar la información relevante y establecer un primer filtro de la muestra relevada.

Considerando el relevamiento 2021, la base de datos rurales en OMI **alcanzó las 5.495 observaciones**, que registra información desde 2017. Entre el conjunto de datos, se identifican valores de venta, de oferta, valores unitarios de referencia (VUR), tasaciones y remates. La distribución de los datos relevados según año y departamento se puede observar en Tabla 1.

Tabla 1: Cantidad de datos relevados por año y departamento

Departamento	Año de registro					Total
	2017	2018	2019	2020	2021	
Calamuchita	3	174	83	64	16	340
Capital	0	21	47	46	10	124
Colón	6	107	117	121	38	389
Cruz Del Eje	11	84	60	47	12	214
General Roca	18	106	8	39	26	197
Gral. San Martín	8	92	26	12	10	148
Ischilín	3	48	18	22	3	94
Juárez Celman	3	71	6	26	14	120
Marcos Juárez	31	126	26	24	68	275
Minas	9	14	5	16	0	44
Pocho	3	25	6	4	1	39
Pte.Roque Sáenz Peña	10	77	19	31	55	192
Punilla	4	95	80	66	3	248
Río Cuarto	12	184	28	95	31	350
Río Primero	7	129	46	105	40	327
Río Seco	1	37	22	49	12	121
Río Segundo	10	106	34	48	33	231
San Alberto	3	83	60	47	6	199
San Javier	4	83	45	17	12	161
San Justo	8	231	57	96	139	531
Santa María	12	144	69	78	17	320
Sobremonte	1	13	2	24	1	41
Tercero Arriba	17	127	11	21	17	193
Totoral	2	52	31	40	13	138
Tulumba	4	50	15	57	6	132
Unión	56	114	48	77	32	327
Total	246	2.393	969	1.272	614	5.495

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

4. Homogeneización y análisis de los valores de mercado

Con el objetivo de hacer comparables los datos de mercado y analizar la consistencia espacial de la muestra, se aplican modelos de econometría espacial desarrollados en 2020 para descontar los efectos del tipo de cambio vigente al momento de relevar la información, considerar los efectos de la superficie del campo (muestra), como así también del tipo de valor (si se trata de una oferta, una venta o tasación). A continuación, se presenta un resumen de estos procedimientos (por mayores detalles, consultar Anexo I).

Actualización de las muestras de mercado a un mismo momento del tiempo

El procedimiento retoma la metodología aplicada en 2020, basada en el concepto de “elasticidades”¹, que considera **el cambio porcentual que experimenta el valor por hectárea de la tierra rural en pesos frente a una variación porcentual en el tipo de cambio**. Aunque se asume que el mercado inmobiliario rural está totalmente dolarizado, corresponde verificar si este supuesto se confirma, particularmente en sectores de la Provincia con actividades no vinculadas al comercio internacional; contemplar este efecto es importante para hacer comparables observaciones de mercado relevadas en diferentes momentos del tiempo en un entorno en donde el tipo de cambio fue altamente variable.

Esta metodología permite, no sólo re-expresar todas las observaciones a un mismo momento del tiempo, sino también reutilizar así las observaciones de mercado relevadas durante años anteriores. Para ello, se toma la evolución del tipo de cambio como variable para realizar la actualización.

Para ello siguieron las siguientes pautas en la preparación final de la muestra:

- Los datos relevados en dólares se convirtieron a pesos al tipo de cambio oficial² promedio mensual, según la fecha del dato e informado por el Banco Central de la República Argentina (BCRA).
- Luego, con los valores expresados en pesos para toda la muestra, se estimó el modelo lineal que permitió obtener el valor de la elasticidad buscada. **La elasticidad del valor por hectárea ante variaciones en el tipo de cambio resultó estadísticamente significativa e igual a 0,97.**
- Por último, se actualizaron todos los datos de mercado a la fecha fijada del estudio (mayo de 2021), el tipo de cambio adoptado fue \$129,49 por dólar, que resulta de considerar el tipo de cambio oficial, incluyendo el impuesto PAIS, para el mes de mayo de 2021.

Ajuste de la muestra considerando margen de negociación

Los valores muestrales relevados corresponden a valores de oferta y de venta de inmuebles, lo que hace necesario considerar la existencia de un margen de negociación implícito en los valores de oferta que permita ajustarlos y hacerlos comparables a observaciones de mercado correspondientes a transacciones efectivamente realizadas (venta).

¹ 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.

² A partir de enero del año 2020 se tiene en cuenta el tipo de cambio oficial incluyendo el impuesto PAIS (dólar solidario).

Para la consideración de estos ajustes, se retomaron los parámetros del margen de negociación estimados en 2020, para lo cual se estimó un modelo de regresión espacial considerando el logaritmo del valor por hectárea de la tierra en función del tipo de valor (venta u oferta). **Los márgenes de negociación estimados resultaron en un 7% para datos de campos agrícolas y mixtos** (es decir, a los datos de campos en oferta se debe descontar un 7% del valor para hacerlos comparables a una venta) **y en 15% para campos ganaderos**. Para los lotes periurbanos y de uso especial se estimó un margen de negociación de 20%.

Ajuste de la muestra considerando la superficie

Para realizar los ajustes por superficie se parte del supuesto de que las parcelas de mayor superficie pueden ofrecerse en el mercado inmobiliario a un valor por hectárea menor; este efecto debe ser descontado para poder realizar comparaciones entre datos relevados que se corresponden a parcelas de diferentes dimensiones.

Para ello, se consideran nuevamente los parámetros de los estudios 2020, en los que se determinó que **el valor por hectárea ante cambios en la superficie de la parcela (en relación a la parcela de superficie mediana) es igual a -0,03%**. Es decir, cuando la superficie aumenta un 10% en relación a la mediana de los campos, el valor por hectárea se reduce en 0,3%

5. Descripción de la muestra final de mercado

Es oportuno resaltar que a las observaciones registradas en OMI (fuente principal) se incluyen tasaciones auxiliares, denominadas valores unitarios de referencia (VUR), realizadas por el equipo de profesionales que participan del estudio. Los VUR suelen utilizarse como recurso en sectores particulares donde no se registran observaciones de mercado (por ejemplo, lagunas no permanentes o zonas anegables, bosques protegidos, médanos, transiciones periurbanas, etc.), por tanto, los modelos no alcanzaban a capturar la variabilidad de los valores del mercado. De este modo, la muestra final quedó conformada por **un total de 6.126 observaciones**, considerando todas las fuentes y orígenes (Tabla 2).

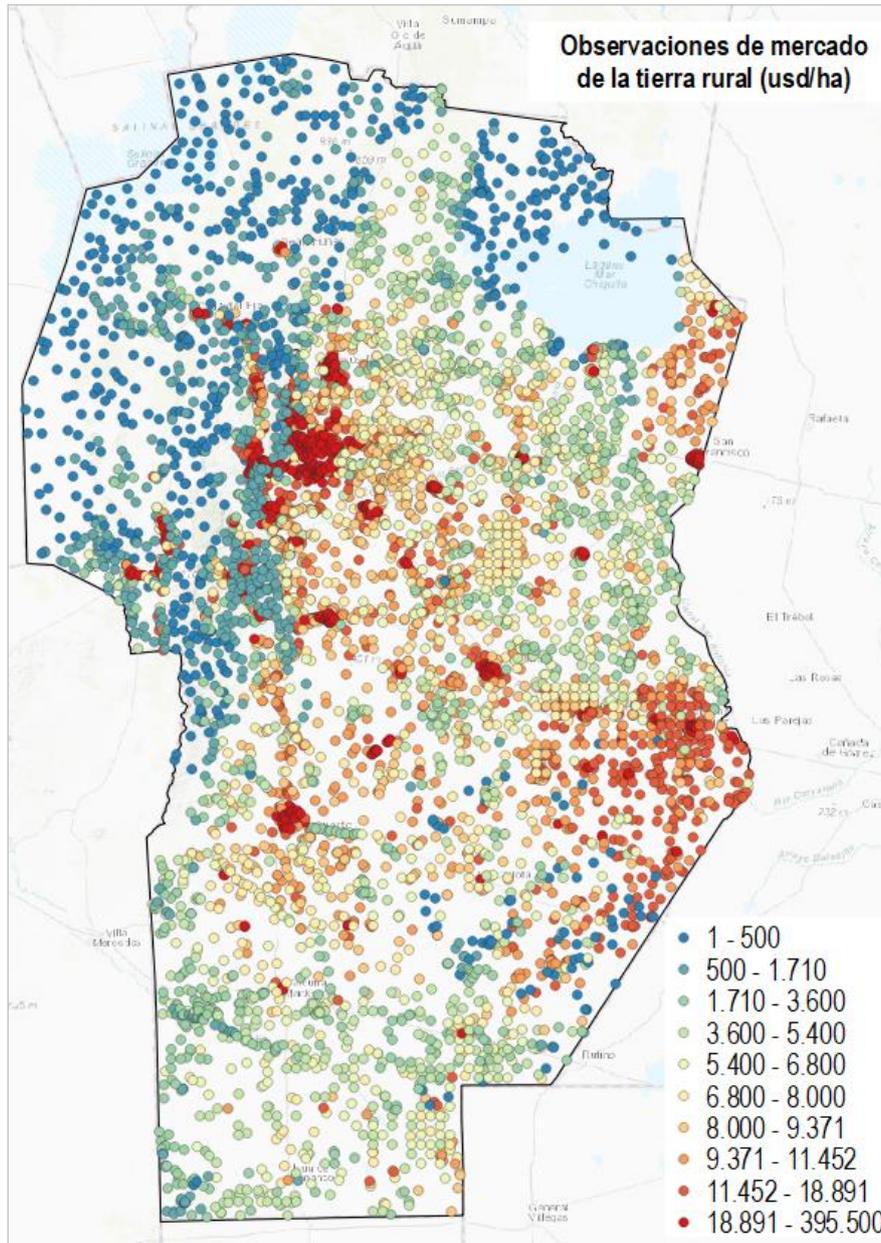
Tabla 2: Distribución de las observaciones de mercado en función del origen de los datos

Origen	Cantidad de Observaciones	% del total
Aplicación móvil (participación profesionales 2018)	582	9,5
Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI)	3.295	53,8
Valores Unitarios de Referencia (VUR)	2.249	36,7
Total	6.126	100%

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

La Figura 3 detalla la distribución espacial de **la muestra resultante, simbolizada** en función del valor por hectárea de la tierra rural homogeneizado (VUT = Valor Unitario de la Tierra).

Figura 3. Distribución espacial de la muestra final de mercado rural, 2021



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

Con el objetivo de estimar el valor unitario de la tierra en ambientes diferenciales como el propiamente rural y el sector periurbano y de usos especiales, se dividió la muestra en dos subconjuntos mencionados.

5.1 Muestra correspondiente al sector Rural

Para el estudio del espacio rural se utilizaron **5.179 observaciones**, considerando sólo aquellos datos pertenecientes al área rural y que la actividad imputada en OMI corresponda al sector agropecuario.

La Tabla 3 presenta la estadística descriptiva de la muestra del sector rural homogeneizada, expresada tanto en dólares por hectárea como pesos por hectárea.

Tabla 3: Estadísticas descriptivas de la muestra del sector rural

Valores 2021	n	Media	Mediana	Min	Max	CV (%)	P10	P90
En dólares	5.179	5.809	5.937	1	19.935	72	400	11.296
En pesos	5.179	752.200	768.800	1	2.581.000	72	51.700	1.463.000

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

Del análisis de la muestra, resulta una media de 752.200 \$/ha (5.809 usd/ha) y una mediana apenas superior de 768.800 \$/ha (5.937 usd/ha). Los valores se ubican en el rango de \$1 a 2.581.000 \$/ha (1 a 19.935 usd/ha, teniendo en cuenta que se incorporaron observaciones auxiliares con el valor \$1 en cuerpos de agua y zonas protegidas) con una variación relativa a la media del 72%. El 10% de las observaciones de menor valor (P10) se ubicaron por debajo de los 51.700 \$/ha (400 usd/ha) mientras que el 10% de las observaciones de mayor valor (P90) se ubicaron por encima de 1.463.000 \$/ha (11.296 usd/ha).

Así mismo, los datos de mercado permitieron evaluar el estado de situación de las valuaciones catastrales vigentes, conforme los indicadores de la IAAO (International Association of Assessing Officers, mayor información en Anexo II). La tabla 4 presenta los resultados para el espacio rural, los que se basan en cálculos del ratio (división) entre el valor catastral vigente (al 100%) y el valor de mercado relevado. Se aprecia que la mediana del ratio es menor a 0,9 (límite sugerido por la IAAO), indicando la conveniencia de actualizar los valores. Los Coeficientes de Variación y de Dispersión (CV y CD respectivamente) permiten evaluar el grado de uniformidad horizontal y se estiman en un 21% y 18 % respectivamente. Por último, el PRD (Diferencial Relacionado al Precio) que permite evaluar el grado de uniformidad vertical, muestra un valor medio para toda la provincia de 1,10; indicando una estructura de valores de la tierra relativamente regresiva, conforme las variaciones de los precios registrada en el mercado desde el último estudio.

Tabla 4: Estadísticas indicadores IAAO de la muestra en el sector rural

Mediana del ratio	Media del ratio	Media ponderada	CV	CD	PRD
0,69	0,75	0,67	0,21	0,18	1,10

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

5.2 Muestra correspondiente al sector periurbano y de usos especiales

Para el estudio de la trama periurbana y de usos especiales, **se contemplaron 1.133 observaciones** que pertenecen al área periurbana y de usos especiales (940) y rural próxima a los centros urbanos (193 observaciones, también utilizadas en el modelo del sector rural).

En la Tabla 5 se presentan las estadísticas descriptivas de los datos muestrales específicos del área periurbana.

Tabla 5: Estadísticas descriptivas de la muestra del sector periurbano y de usos especiales

Valores 2021	n	Media	Mediana	Min	Max	CV (%)	P10	P90
En dólares	940	56.156	30.828	600	395.500	120	7.550	127.607
En pesos	940	7.272.000	3.992.000	77.700	51.213.000	120	978.000	16.524.000

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

Los valores ubicados en el área periurbana y de usos especiales presentan una media de 7.272.000 \$/ha (56.156 usd/ha) y una mediana de 3.992.000 \$/ha (30.828 usd/ha). Los valores se ubican en el rango de 77.700 a 51.213.000 \$/ha (600 a 395.500 usd/ha) con una variación relativa a la media del 120%. El 10% de las observaciones de menor valor (P10) se ubicaron por debajo de los 978.000 \$/ha (7.550 usd/ha) mientras que el 10% de las observaciones de mayor valor (P90) se ubicaron por encima de 16.524.000 \$/ha (127.607 usd/ha).

Los datos de mercado permiten conocer el estado de situación de las valuaciones catastrales, conforme los indicadores de la IAAO (Internacional Association of Officers, mayor información en Anexo II). La tabla 6 presenta los resultados para el espacio periurbano y de usos especiales, los que se basan en el cálculo del ratio (división) entre el valor catastral vigente (al 100%) y el valor de mercado relevado. Se aprecia que la medida del ratio es menor a 0,9 (límite sugerido por la IAAO), indicando la conveniencia de actualizar los valores. Los Coeficientes de Variación y de Dispersión (CV y CD, respectivamente) permiten evaluar el grado de uniformidad horizontal y se estiman en 30 % y 23 % respectivamente. Por último, el PRD (Diferencial Relacionado al Precio) que permite evaluar el grado de uniformidad vertical, muestra un valor promedio para toda la provincia de 0.94; indicando una estructura de valores de la tierra levemente progresiva.

Tabla 6: Estadísticas indicadores IAAO de la muestra en el sector periurbano y de usos especiales

Mediana del ratio	Media del ratio	Media ponderada	CV	CD	PRD
0,69	0,60	0,65	0,30	0,23	0,94

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

6. Variables independientes usadas en los modelos de valuación de la tierra rural y de la tierra periurbana y de usos especiales

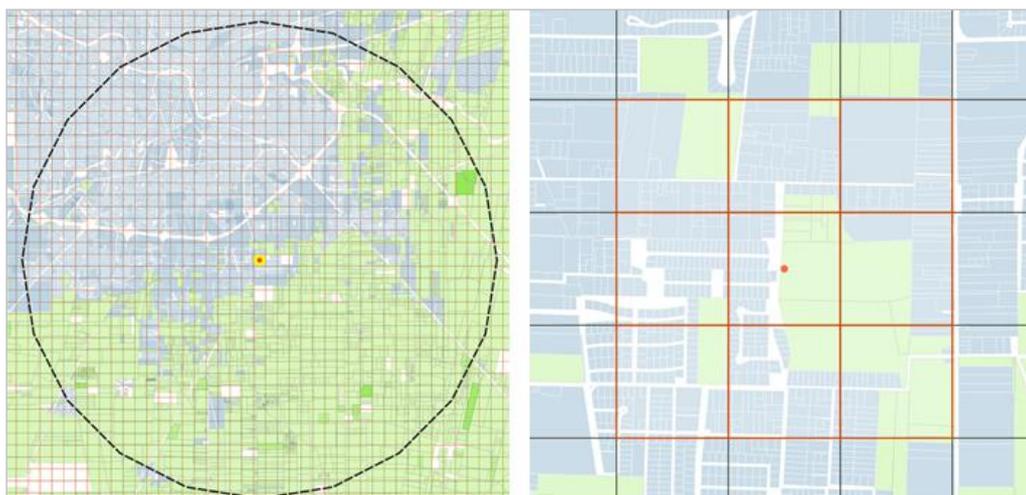
La construcción de variables independientes implicó una ardua recopilación de datos de diversas fuentes y fue realizada para las 652.727 celdas que componen el territorio provincial. El proceso de cálculo implicó la elaboración de **más de 135 covariables**³ las cuales pueden resumirse en catastrales, pertenencia, suelo/vegetación, topográficas, hidrológicas, climáticas, infraestructura, económicas y periurbanas/turísticas. En los Anexos III y IV se encuentra el listado con la descripción de cada una de estas variables.

6.1 Variables provenientes de la base de datos catastral

Las variables catastrales fueron calculadas a partir de la base de datos de la Dirección General de Catastro y responden a las siguientes características: porcentaje de superficie de parcelas de tipo rural en la celda, porcentaje de superficie de parcelas de tipo urbana en la celda, superficie promedio de las parcelas en la celda (en hectáreas) calculadas en un entorno de 5 kilómetros. Adicionalmente, se calculan la cantidad de parcelas y la cantidad de parcelas rurales considerando las celdas aledañas.

En la Figura 4 se ejemplifican los procesos utilizando datos catastrales. En ambos casos el cálculo se realiza considerando el entorno encerrado por las figuras de línea roja. En la imagen izquierda se ejemplifica la construcción de la superficie promedio de parcelas (en hectáreas) en un entorno de 5 km para cada grilla. En la figura de la derecha, la cantidad de parcelas rurales considerando cada celda y sus vecinas inmediatas.

Figura 4. Ejemplos de cálculos de entorno utilizando datos catastrales



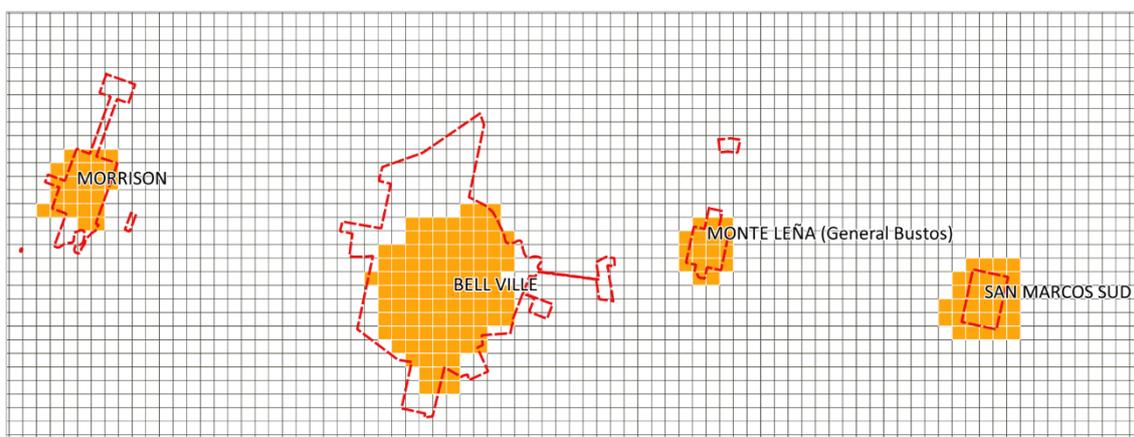
Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

³ Es necesario destacar que una sola fuente de datos puede producir más de una variable. Por ejemplo: el mapa de [Cobertura de Suelo \(1 ha\)](#) permite calcular el porcentaje de píxeles presentes en cada celda para cada una de las 21 coberturas, de modo que se obtienen 22 variables provenientes de una misma fuente de datos.

6.2 Variables de localización

Las variables de pertenencia analizan las características de cada celda según su ubicación respecto a normativas vigentes (Figura 5), dentro de este grupo de variables se estudia la pertenencia a áreas de resguardo ambiental (Ley 9.164), la pertenencia a áreas naturales protegidas, el ordenamiento territorial de bosque nativo (OTBN Ley 9.814) y estudios específicos tales como el mapa de fragmentación urbano.

Figura 5. Pertenencia a áreas de resguardo ambiental (naranja) para la aplicación de agroquímicos



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

6.3 Variables de suelo y vegetación⁴

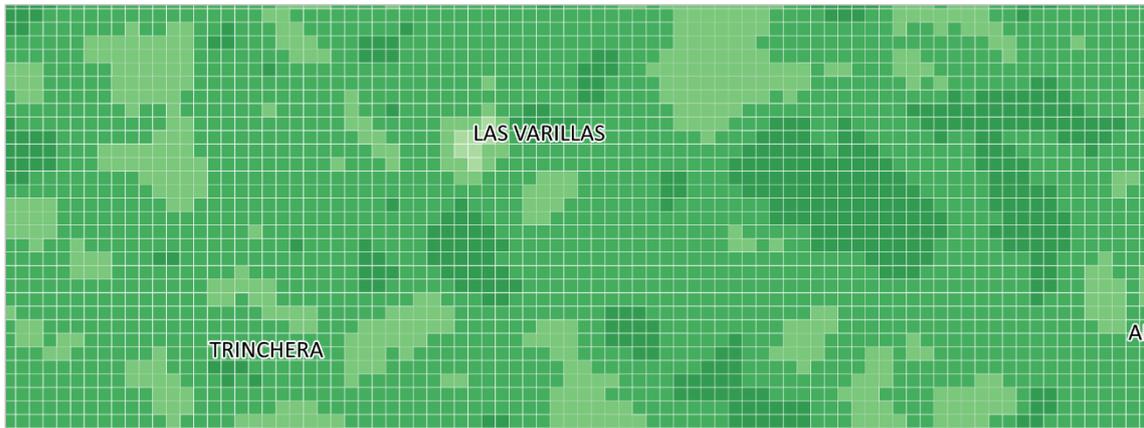
Las variables de suelo y vegetación explican la conformación de cada grilla en relación a datos sobre suelo, entre ellos:

- Cartas de Suelo de INTA (Capacidad de Uso de Suelo, Índice de Productividad, Limitantes de Suelo), utilizando la versión actualizada a 2021.
- Cobertura de Suelo 2017/2018 1 (ha)
- Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) - a través de datos obtenidos de MODIS⁵ utilizando una serie histórica de 2000 a 2020 (Figura 6)
- Otros productos elaborados mediante datos de campo referidos a la composición química de los suelos, como ser materia orgánica, fósforo, potasio, nitrógeno, arcilla, entre otras. Estos mapas corresponden a nuevos productos de IDECOR y sus detalles puede consultarse en el [Informe de Mapeo de Propiedades de Suelo](#) (Figuras 7 y 8).

⁴ Los datos utilizados se encuentran publicados por IDECOR en los mapas de [Cartas de Suelo](#) y de [Limitantes de Suelo](#), [Materia Orgánica del Suelo](#), [Cobertura y Uso de Suelo \(1 ha\)](#), [Materia Orgánica del Suelo](#), [Contenido de Fósforo del Suelo](#), [Variables Granulométricas](#), [pH del Suelo](#), entre otros.

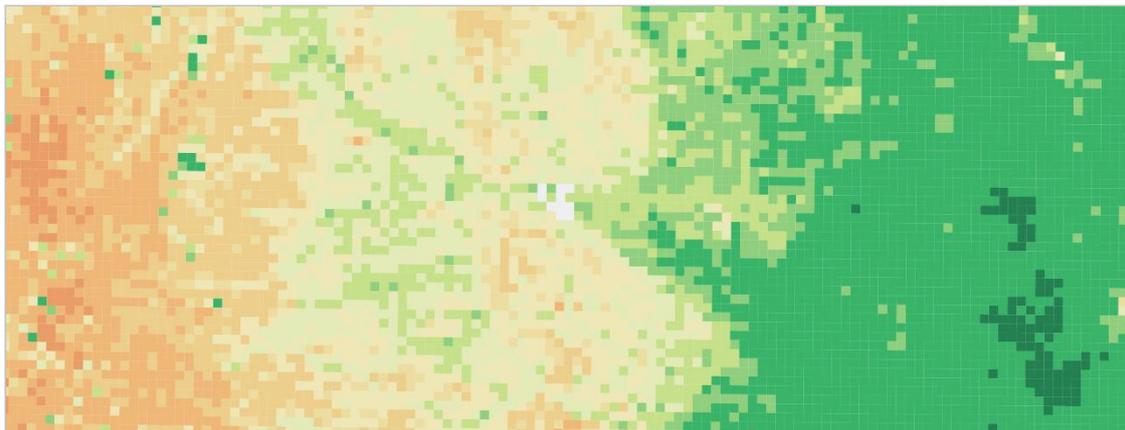
⁵ MODIS (o espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada) es un sensor remoto (satélite) que realiza la recolección de datos con una frecuencia diaria con una resolución que varía entre los 250 y los 1.000 metros, dependiendo del producto. Para más información consultar la página web oficial <https://modis.gsfc.nasa.gov/>.

Figura 6. Cálculo de Mediana de NDVI por celda



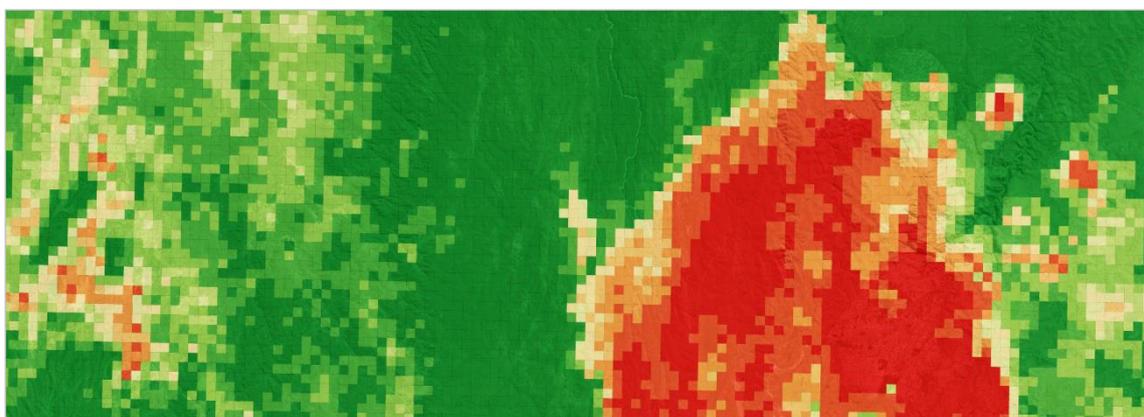
Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

Figura 7. Nivel de Contenido de Fósforo del Suelo



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

Figura 8. Materia Orgánica del Suelo



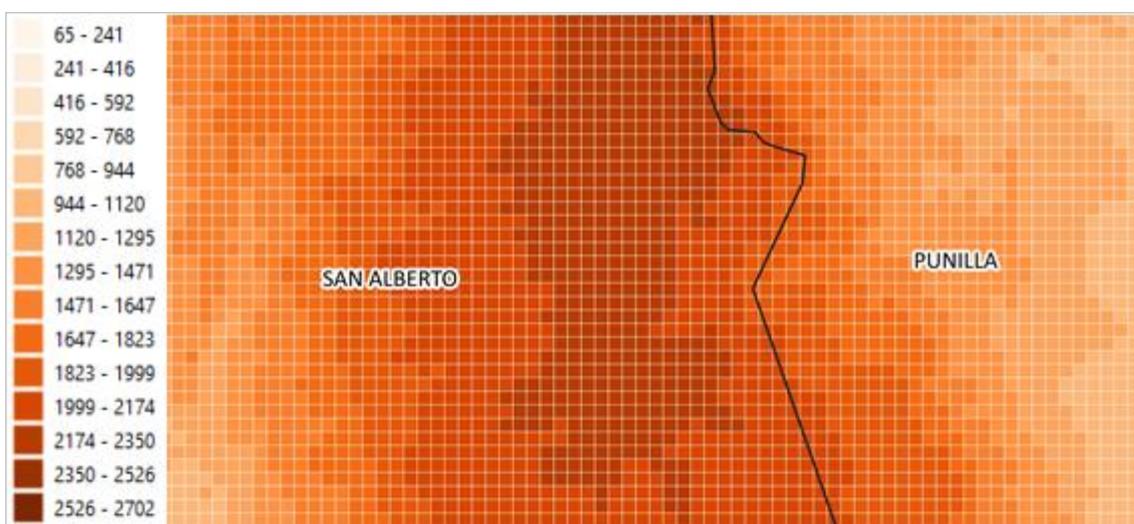
Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

6.4 Variables topográficas

Las variables topográficas⁶ se calcularon a partir de modelos digitales de elevación, el modelo utilizado es el MERIT DEM, el cual fue desarrollado incorporando la eliminación de múltiples componentes de error (sesgo absoluto, ruido de banda, ruido de moteado y sesgo de altura de árbol) y representa las elevaciones del terreno con una resolución de 3 segundos (~ 90 m en el Ecuador).

Las variables que se calcularon a partir de esta fuente de información son: Mediana de la altitud (msnm), Desvío estándar de la altitud (msnm), Mediana de la pendiente (%) y Desvío estándar de la pendiente (%).

Figura 9. Cálculo de la mediana de la altitud (msnm) por celda



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

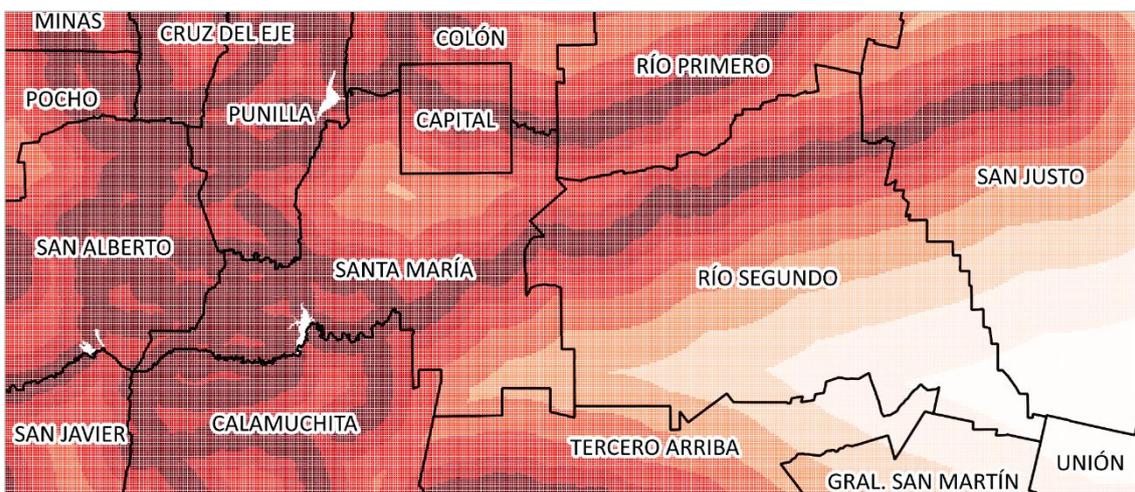
6.5 Variables hidrológicas

Las variables hidrológicas surgieron a partir de datos de la Administración Provincial de Recursos Hídricos (APRHI)⁷, se calcularon para cada grilla y, en el caso de las distancias, responden al centroide de la grilla. Se calcularon, de esta manera, la distancia a ríos, nivel freático, salinidad de agua entre otras (Figura 10).

⁶ Los datos utilizados se encuentran publicados por IDECOR en el mapa de [Relieve Provincial](#).

⁷ La información oficial de la Provincia puede consultarse en el [Portal de Información Hídrica de la Provincia de Córdoba](#) (PIHC) y en el mapa de [Recursos Hídricos](#) en [Mapas Córdoba](#).

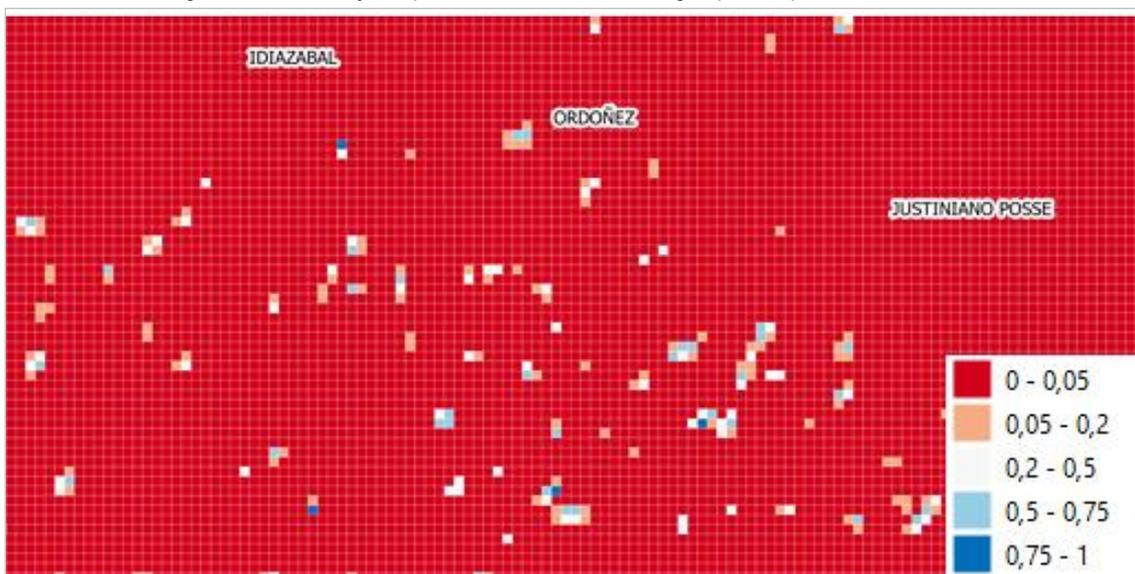
Figura 10. Distancia a cursos de agua (en metros)



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

Además, se realizó un análisis de recurrencia hídrica, en base a estudios desarrollados por Pekel et Al. (2018), utilizando una clasificación de imágenes Landsat en agua/no agua, entre los años 1984 y 2018. ⁸En base a esta clasificación se han realizado productos complementarios, tales como la recurrencia en distintos periodos de tiempo [1984 - 2000], [2001 - 2009], [2010 - 2018] (Figura 11).

Figura 11. Porcentaje de píxeles detectados como agua para el período 2020-2021



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

⁸ Los datos mencionados fueron utilizados mediante la plataforma [Google Earth Engine](#), para más información se debe consultar el documento [Global Surface Water - Data Users Guide \(v2\)](#)

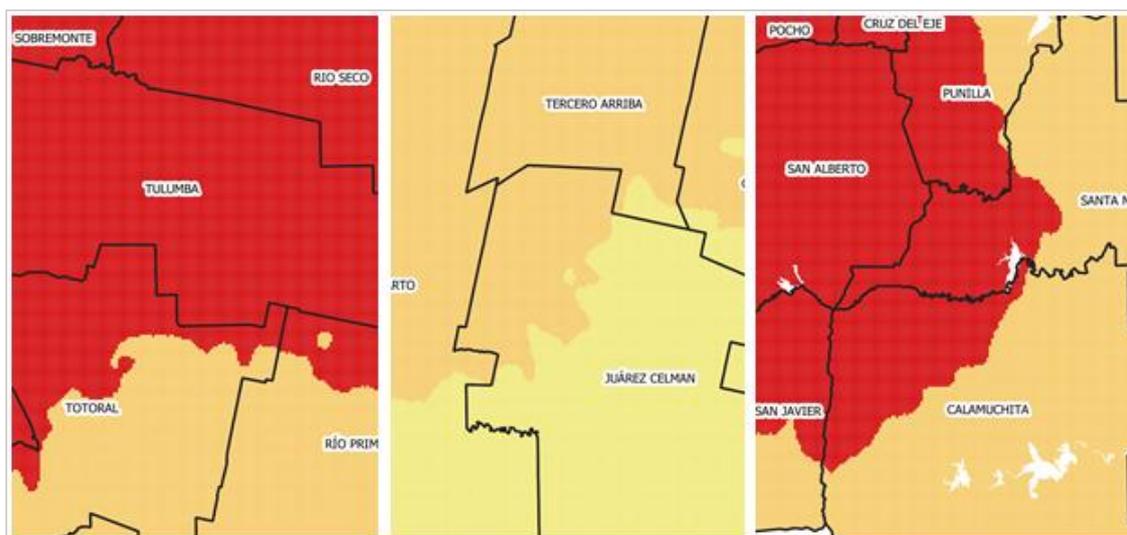
6.6 Variables climáticas

Las variables climáticas se desarrollan a partir de productos derivados de la base de datos WorldClim, la cual contiene datos sobre temperatura, precipitaciones y radiación solar para el período entre 1970 y 2000 y con una resolución de 1 km., que fueron re-escaladas a una resolución de 500m mediante el método Convolución Cúbica. Calculando variables resumen de temperatura, radiación solar, déficit hídrico y precipitaciones.

Además, se complementaron con cálculos de Evapotranspiración, a partir de productos elaborados por el Servicio Geológico de Estados Unidos utilizando datos del sensor MODIS con una resolución de 500 metros. Obteniendo una media para el período 2001-2018.

También se computó el Índice de Severidad de Sequía media histórica, para el período 1960-2018, el cual se basa en el concepto de demanda-suministro de agua, teniendo en cuenta el déficit entre la precipitación real y la precipitación necesaria para mantener las condiciones de humedad climática o normal (Figura 12). La fuente corresponde a la base de datos TerraClimate.

Figura 12. Índice de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI). La escala varía de rojo a amarillo, donde en rojo se identifican las zonas con mayor severidad



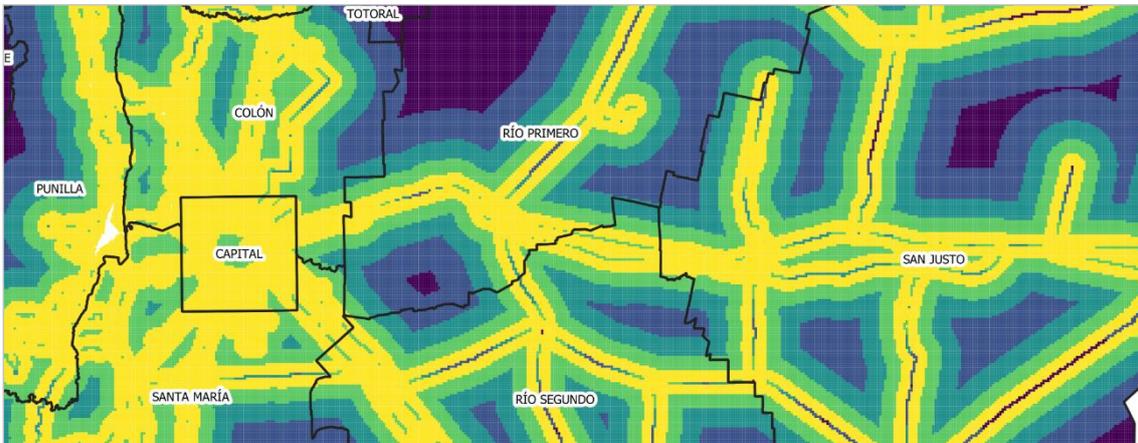
Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

6.7 Variables de Infraestructura

Las variables de infraestructura fueron calculadas a partir del relevamiento a campos realizados por agentes calificados, en función de entrevistas realizadas y de datos del mercado inmobiliario. Las variables calculadas corresponden a distancias euclidianas (en metros) a partir del centroide de cada celda. Surgen así variables como distancia a red eléctrica, distancia a centros urbanos, entre otras.

Se utilizaron fuentes de datos complementarias tales como publicaciones de la Dirección Provincial de Vialidad, información sobre redes eléctricas publicadas por la Secretaría de Energía de la Nación, etc.

Figura 13. Distancia a red vial pavimentada



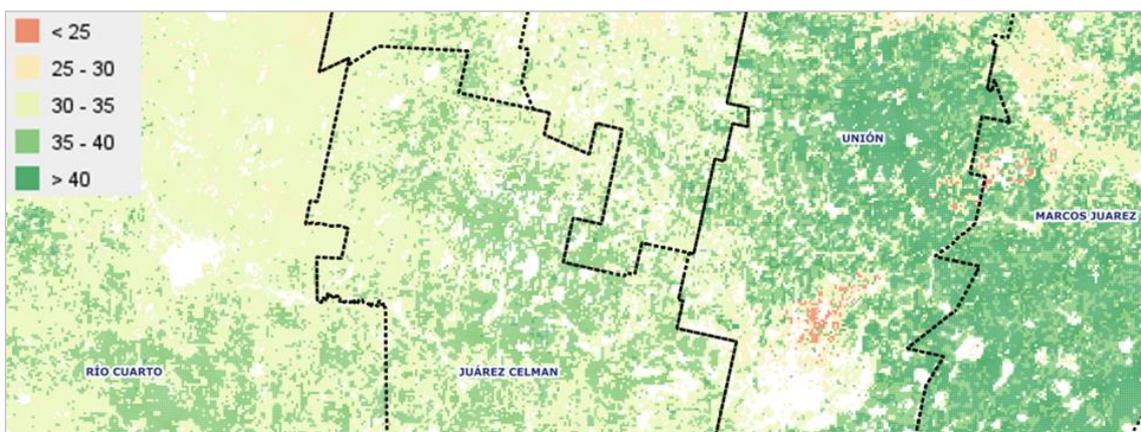
Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

6.8 Variables económicas

Las variables económicas se desarrollaron a partir de dos fuentes. En primera instancia se utilizó información publicada por la Bolsa de Cereales de Córdoba, datos que, a través de técnicas geoestadísticas y de aprendizaje computacional, permitieron estimar variables de arrendamiento y rendimiento agrícola de soja y maíz, de forma histórica.

Respecto de la campaña 2020/2021, se utilizaron datos obtenidos de un estudio piloto realizado por IDECOR junto con la Secretaría de Agricultura de la Provincia de Córdoba⁹.

Figura 14. Predicción de Rendimiento para cultivos estivales (Soja - qq/ha) - Campaña 20/21



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

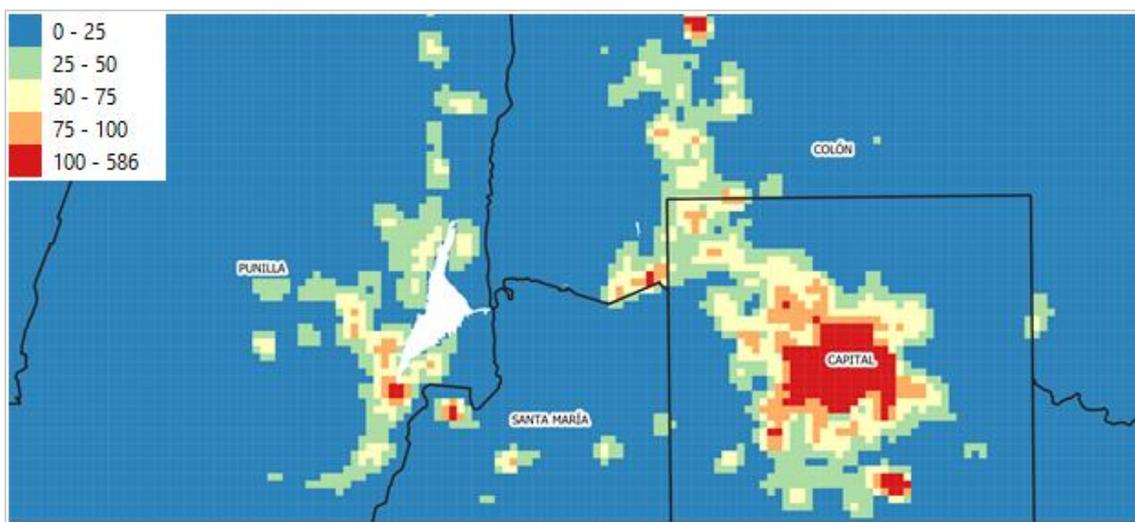
⁹ Prontamente los productos de este estudio se encontrarán disponibles en la plataforma de la IDE provincial de [Mapas Córdoba](#).

6.9 Variables del sector periurbano y/o de usos especiales

Las variables consideradas para el sector de interfaz rural-urbano, corresponden a un conjunto de productos elaborados a ad-hoc que contribuyen a la descripción territorial de la trama periurbana y de usos especiales de la provincia. En el variado conjunto, se destacan aquellas variables relacionadas a:

- cantidad de puntos turísticos observados en OSM (OpenStreetMap),
- la cantidad de ofertas y ventas de inmuebles en total y la cantidad oferta y venta inmobiliaria de actividad turística, provenientes del Observatorio de Mercado Inmobiliario.
- superficie construida
- cantidad de parcelas con superficies menores a 3 hectáreas, entre otras.

Figura 15. Cantidad de ofertas y ventas en los últimos 3 años considerando un entorno que incluye cada celda y sus vecinas inmediatas



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

7. Modelos valuatorios y calidad de las estimaciones

Tal como se detalló anteriormente, para la determinación de los nuevos valores rurales de la Provincia, por la diversidad territorial y el comportamiento del mercado inmobiliario observado, el modelado se dividió en 2 espacios diferentes: **rural** y **periurbana y de usos especiales**.

Para tal fin se implementaron modelos de Valuación Masiva Automatizada (AVM, por sus siglas en inglés), que consideran la utilización de herramientas geomáticas (SIG, procesamiento de imágenes, análisis espaciales, datos libres, etc.) y la predicción de valores a partir de algoritmos de aprendizaje automático. Los algoritmos analizados fueron **Random Forest** (rf), **Quantile Random Forest** (qrf) y **Gradient Boosting Machine** (gbm).

Con el propósito de comparar la calidad predictiva de los modelos, se utilizó la técnica de validación cruzada en 10 grupos. Esta consiste en subdividir la muestra en 10 grupos de igual tamaño, extraer uno de los grupos, estimar los modelos utilizando los 9 grupos restantes y medir su capacidad predictiva sobre la del grupo extraído. El procedimiento continúa de manera iterativa hasta que cada uno de los 10 grupos es evaluado fuera de la muestra. Este proceso resulta de relevancia para evaluar la calidad de las estimaciones fuera de la muestra. Por el contrario, si la calidad de las estimaciones se evalúa con los mismos datos utilizados en la construcción de los modelos, el error disminuye de manera artificial, generándose el problema conocido como sobreajuste del modelo (overfitting), con consecuencias potencialmente graves en la aplicación de una política pública de esta índole.

Para medir el nivel de ajuste de cada modelo se utilizó error relativo promedio en valor absoluto (MAPE, por sus siglas en inglés), que es una medida estándar en la bibliografía y se define de la siguiente manera:

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

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 es la cantidad de datos en la muestra.

El modelo que presentó el mejor nivel de ajuste fue el modelo **Quantile Random Forest** (qrf), con el **menor MAPE, siendo este igual al 17,5%**. En la Tabla 7, se muestra el valor del MAPE para los distintos modelos.

Tabla 7: MAPE para los distintos modelos ajustados (%)

Modelo	qrf	rf	gbm
MAPE	17,5	23,2	36,1

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

Desde el siguiente [link](#)¹⁰ puede accederse al informe ejecutivo interactivo del sector rural y periurbano, donde se detalla la muestra utilizada y su distribución espacial, estadísticas descriptivas, mapas dinámicos, variables más importantes del modelo elegido y detalles de los resultados.

¹⁰ Desde el [link](#) puede descargarse el informe en formato HTML y abrirse desde cualquier explorador.

8. Resultados obtenidos y valor de la tierra rural 2021

A nivel general para todo el territorio provincial, considerando tanto el ambiente rural como el periurbano y de usos específicos, se observa la siguiente estadística descriptiva de la predicción del VUT, en dólares y pesos por hectárea.

Tabla 8: Estadística descriptiva de la predicción del VUT para la Provincia de Córdoba

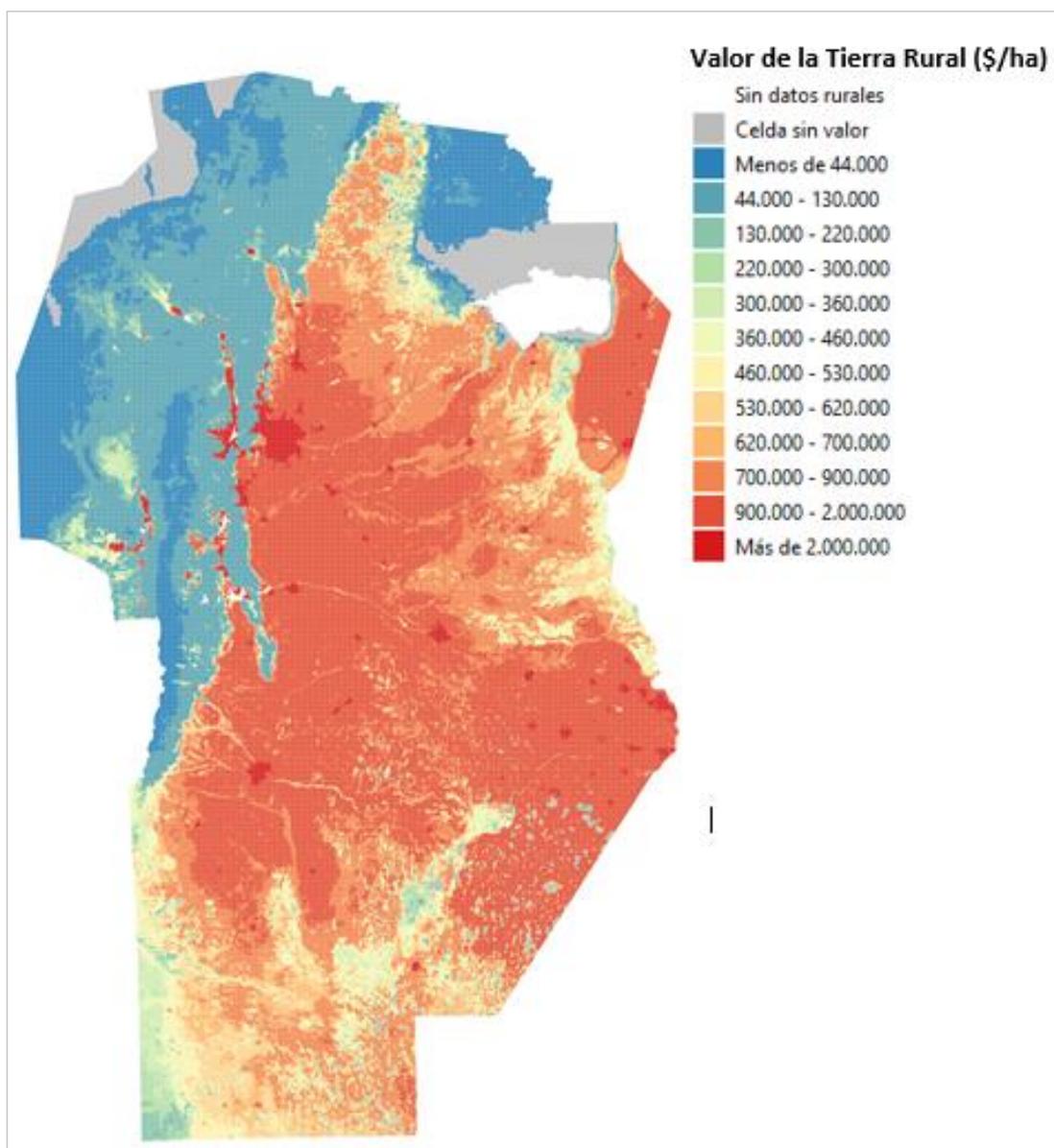
Valores 2021	Media	Mediana	Min	Max	CV	P10	P90
En dólares	5.740	5.213	1	381.921	184	205	9.653
En pesos	743.000	675.000	1	49.455.000	184	26.550	1.250.000

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

El **promedio general resultó de 743.000 \$/ha (5.740 usd/ha)**, con un valor mediano de 675.000 \$/ha (5.213 usd/ha). A su vez, los valores estimados oscilan de \$1/ha a 49.455.000 \$/ha (1 a 381.921 usd/ha) con un coeficiente de variación del 184%.

La Figura 16, a continuación, muestra la estructura del VUT estimado para toda la Provincia de Córdoba, tanto del sector específicamente rural, como del sector periurbano y de usos específicos.

Figura 16. Mapa de Valores Unitarios del Suelo Rural 2021, a escala provincial



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

Se detallan a continuación los resultados obtenidos en el sector propiamente rural y en el sector periurbano y de usos específicos, atendiendo a las particularidades de cada uno de ellos y a las diferencias obtenidas en las respectivas estimaciones del valor de la tierra.

8.1 Sector rural

De la estimación del VUT en el sector propiamente rural, surge la siguiente estadística descriptiva general.

Tabla 9: Estadísticas descriptivas de la predicción del VUT en el sector rural

Valores 2021	Media	Mediana	Min	Max	CV	P10	P90
En dólares	4.977	5.136	1	18.500	76	195	9.450
En pesos	645.000	665.000	1	2.400.000	76	25.250	1.223.700

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

El **VUT del sector rural, en promedio, resultó de 645.000 \$/ha (4.977 usd/ha)**, con un valor mediano de 665.000 \$/ha (5.136 usd/ha). A su vez, los valores estimados oscilan de 1 a 2.400.000 \$/ha (1 a 18.500 usd/ha) con un coeficiente de variación del 76%.

Los indicadores IAAO medidos en los nuevos valores 2021 mejoran según puede observarse en la tabla 10. La media del ratio se estima en valor 0,99, lo que indica que la actualización de los valores del suelo cumple con el propósito de aproximar los valores catastrales a los valores de mercado. Así mismo, los indicadores que informan los niveles de uniformidad horizontal (CV y CD) y vertical (PRD) también mejoran en relación a los cálculos en el apartado 5.1, ponderando en el mismo sentido los resultados obtenidos de los estudios de mercado llevados adelante.

Tabla 10: Estadísticas indicadores IAAO de los valores predichos en el sector rural

Mediana del ratio	Media del ratio	Media ponderada	CV	CD	PRD
0,99	1,00	0,97	0,06	0,05	1,03

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

A continuación, en Tabla 11 se presenta el valor medio por hectárea a nivel departamental, tanto en pesos cómo en dólares, con su correspondiente variación porcentual en relación a los valores estimados en 2020.

Tabla 11: Estadísticas descriptivas de la predicción de valor de la tierra rural 2021, por departamento

Departamento	Valor medio Rural (usd/ha)	Variación usd (%)	Valor medio Rural (miles \$/ha)	Variación pesos (%)
Calamuchita	2.200	-0,3	285	41,62
Capital	8.985	2,2	1.163	45,24
Colón	6.660	1,7	862	44,5
Cruz Del Eje	473	-1	61	40,64
Gral. Roca	4.335	0	561	42,05
Gral. San Martín	7.772	0,6	1.006	42,9
Ischilín	696	0,7	90	43,05
Juárez Celman	7.108	1,2	920	43,77
Marcos Juárez	10.699	0,1	1.385	42,19
Minas	270	-7,1	35	32,63
Pte. R. Sáenz Peña	480	-3,6	62	37,11
Pocho	5.157	0,4	668	42,62
Punilla	630	0,9	82	43,34
Río Cuarto	6.376	0,9	826	43,34
Río Primero	6.132	0,4	794	42,62
Río Seco	1.276	-0,5	165	41,34
Río Segundo	8.430	0,6	1.092	42,9
San Alberto	720	-1,9	93	39,4
San Javier	1.263	-1,4	164	40,09
San Justo	6.425	1,2	832	43,77
Santa María	6.523	1,2	845	43,77
Sobremonte	438	4,5	57	48,74
Tercero Arriba	8.705	1,1	1.127	43,63
Totoral	5.347	0	692	42,05
Tulumba	1.204	-0,4	156	41,48
Unión	7.701	0,4	997	42,62
Total	4.977	0%	453	41,60%

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

A nivel general, los valores estimados medidos en dólares no presentan variación respecto a los resultados obtenidos en 2020 (41,6% en pesos)¹¹, lo que expresa que los valores por hectárea en dólares no sufren variaciones a niveles macro.

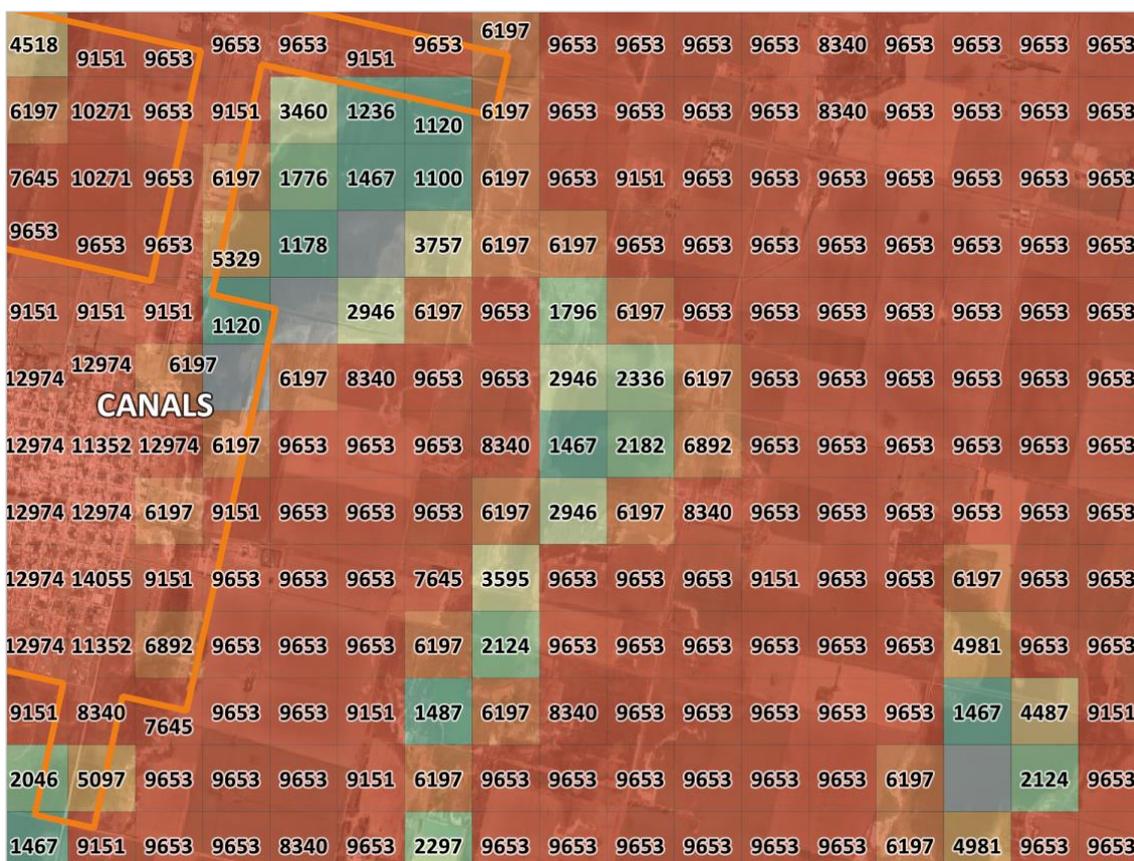
En cuanto a la importancia de las variables, para el sector rural las variables más relevantes que corresponden a la estimación del VUT 2021 son el valor unitario de la tierra resultante de los estudios 2020 (vur_2020) en usd/ha y la cobertura de cultivos anuales en secano (n2_cob16). Le siguen en relevancia

¹¹ La variación en el tipo de cambio desde mayo 2020 a mayo de 2021 se ubica en 42%.

(http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Cierre_de_cotizaciones.asp) Nota: Mayo de 2021 incluye Impuesto País del 30%

variables relacionadas a mediciones económicas y otras que describen condiciones de suelo, entre ellas: rendimiento de maíz y de soja en quintales (qq_maiz; qq_soja), el índice de productividad mediano (ip_mediano), capacidad de uso del suelo (cu_moda) y arrendamientos 2020/21 (arrenda_2021).

Figura 15. Mapa de valores del sector rural, expresados en dólares por hectárea. Ejemplo: Zona del sureste provincial, en inmediaciones de la localidad de Canals (Dpto. Unión)



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

8.2 Sector periurbano y de usos especiales

De la estimación del VUT para la trama periurbana y de usos especiales, surge la siguiente estadística descriptiva general.

Tabla 12: Estadísticas descriptivas de la predicción del VUT en sector periurbano y de usos especiales

Valores 2021	Media	Mediana	Min	Max	CV	P10	P90
En dólares	45.936	22.164	340	381.921	130	3.887	112.441
En pesos	5.948.000	2.870.000	44.000	49.455.000	130	503.000	14.560.000

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

El **VUT del sector periurbano y de usos especiales, en promedio, resultó de 5.948.000 \$/ha (45.936 usd/ha)**, con un valor mediano de 2.870.000 \$/ha (18.5000 usd/ha). A su vez, los valores estimados oscilan entre los 44.000 \$/ha a 49.455.000 \$/ha (340 a 381.921 usd/ha), con un coeficiente de variación del 130%.

Los indicadores IAAO medidos con los nuevos valores 2021 mejoran en relación a los informados en el punto 5.2, según puede observarse en la Tabla 13. La media del ratio se acerca al valor 1(uno), lo que indica que la actualización de los valores del suelo cumplen con el propósito de aproximar los valores catastrales a los valores de mercado. Así mismo, los indicadores que informan los niveles de uniformidad horizontal (CV y CD) también muestran mejoría.

Tabla 13: Estadísticas indicadores IAAO de los valores predichos en el sector periurbano y de usos especiales

Mediana del ratio	Media del ratio	Media ponderada	CV	CD	PRD
0,99	0,99	0,99	0,03	0,03	1,04

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

A continuación, en la Tabla 14 se presenta el valor medio por hectárea a nivel departamental, tanto en miles de pesos cómo en dólares, con su correspondiente variación en relación a los valores estimados en 2020.

Tabla 14: Estadísticas descriptivas de la predicción de valor de la tierra periurbana y de usos especiales 2021, por departamento, Provincia de Córdoba

Departamento	Valor medio Periurbano y usos especiales (usd/ha)	Variación usd (%)	Valor medio Periurbano y usos especiales (miles \$/ha)	Variación pesos (%)
Calamuchita	12.058	6,3	1.561	51,6
Capital	132.595	2,3	17.170	45,39
Colón	34.924	1,3	4.522	43,92
Cruz Del Eje	14.267	4,3	1.847	48,43
Gral. Roca	11.065	8,9	1.433	55,92
Gral. San Martín	72.284	-0,6	9.360	41,2
Ischilín	20.452	5,1	2.648	49,68
Juárez Celman	39.375	0	5.099	42,05
Marcos Juárez	39.855	-0,2	5.161	41,76
Minas	3.699	14	479	65,17
Pte. R. Sáenz Peña	8.116	7,3	1.051	53,23
Pocho	29.660	1,6	3.841	44,36
Punilla	22.673	1,8	2.936	44,65
Río Cuarto	64.782	2	8.389	44,95
Río Primero	26.036	-1,5	3.371	39,95
Río Seco	8.962	11,7	1.160	60,87
Río Segundo	40.826	-0,3	5.287	41,62
San Alberto	16.015	-0,2	2.074	41,76
San Javier	10.966	3,9	1.420	47,81
San Justo	59.777	-0,7	7.741	41,06
Santa María	23.578	2	3.053	44,95
Sobremonte	9.440	11,7	1.222	60,87
Tercero Arriba	43.968	0,2	5.693	42,33
Totoral	29.788	-2,4	3.857	38,72
Tulumba	9.452	8,1	1.224	54,57
Unión	34.676	-0,1	4.490	41,91
Total	45.787	0,30%	4.169	44,70%

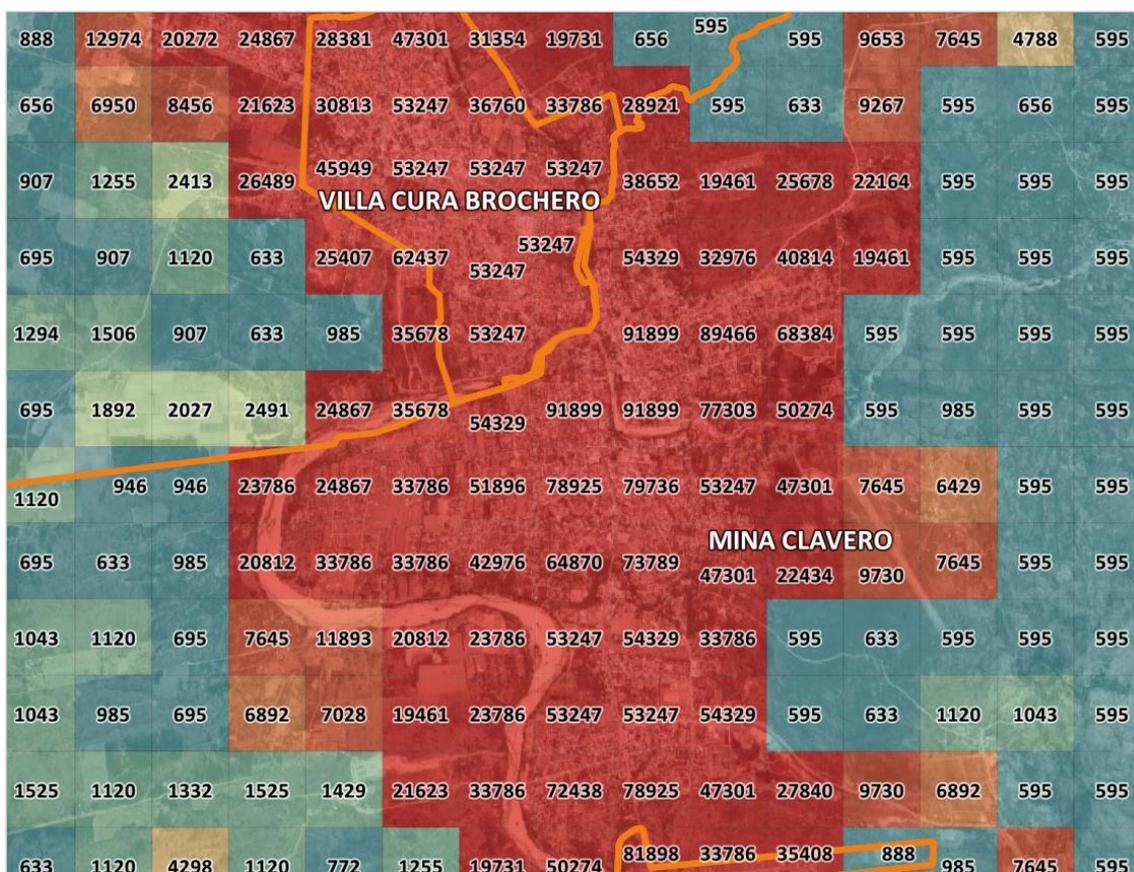
Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

A nivel general, el cambio porcentual respecto al valor estimado en 2020, en dólares fue del 0,3%, mientras que en pesos presenta un aumento porcentual del 44,7%. Es importante destacar que estas leves variaciones obedecen, en buena medida, a las innovaciones metodológicas incorporadas en la estimación anterior, que permitieron aproximarse con mayor precisión al valor de la tierra en estos sectores.

Para el sector periurbano y de usos especiales, las variables relevantes que corresponden a la estimación del VUT 2021 son: el Valor Unitario de la Tierra medido en dólares para el año 2020 (*vur_2020*), seguido de variables relacionadas al nivel de fraccionamiento de la tierra como son superficie media de parcela en entorno de 5km (*parce_medi*) y cantidad de parcelas en entorno (*parce_cant*). Resultan relevantes también

las variables de porcentaje de superficie en Categoría Espacio Abierto Rural (frag_ear), porcentaje de cobertura de suelo en condición de urbanización consolidada y porcentaje de superficie construida en la celda (sup_constr).

Figura 16. Mapa de valores estimados del sector periurbano y de usos especiales, expresados en dólares por hectárea. Ejemplo: Localidades del corredor turístico del Valle de Traslasierra (Dpto. San Alberto)



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

8.3 Análisis particular de consistencia de las estimaciones

Los valores obtenidos de la modelización fueron sometidos posteriormente a una revisión cualitativa de carácter general y de consistencia espacial, con el objetivo de validar resultados considerando las características territoriales locales y los valores relevados en OMI. Esta tarea fue llevada adelante por el equipo de profesionales abocados al proyecto y permitió detectar detalles de la estimación o cálculo entre celdas vecinas en ambientes y casos singulares.

Esta revisión significó **el ajuste particular de 7.422 celdas, menos del 1% del total de la grilla rural de la provincia**. Se trata, en su mayoría, de celdas correspondientes a áreas agrícolas anegables y/o bordes de lagunas, cómo ser Laguna Mar Chiquita y otras de menores dimensiones en el sureste provincial. Otros espacios revisados a nivel de celda fueron aquellos de características periurbanas y de usos especiales, entre los que se resaltan los incluidos con actividad turística y rurales residenciales de baja densidad.

Bibliografía

- 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., 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.
- García, C. L., Piumetto, M., Teich, I., Morales, H., Kindgard, A., Fuentes, M. L., Bosio, M. J., Ravelo, A. (2018). Mapas de Cobertura del Suelo de la Provincia de Córdoba - Niveles 1 a 3. Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR).
- 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.
- Marshall, A. (1890). *Principles of economics* Macmillan. London (8th ed. Published in 1920).
- Monayar, V., Salomon, M., Margonari, A., Fuentes, M. L., Piumetto, M. A., (2-3 de octubre de 2019). Aportes metodológicos para la valuación de la tierra en áreas periurbanas de la provincia de Córdoba. 4to Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos. Transformaciones metropolitanas en América Latina. 4to Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos. Transformaciones metropolitanas en América Latina. Los Polvorines, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.
- Monzani F., Bullano, M. E., Carranza, J. P., Piumetto M. A., Córdoba M. A. & Cerino R. M. (29-30 de octubre de 2020). La Capacidad de Uso de la Tierra de la Provincia de Córdoba y sus Relaciones Agronómicas. Asociación Argentina de Economía Agraria. Reunión Anual 2020.
- 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.
- Palmer, W. (1965): "Meteorological Drought". Research paper no.45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau.

Piumetto, M. A., 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., 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.

Piumetto, M. A., García, G., Centeno, F., Fuentes, M. L., Córdoba, M., Monzani, F., Carranza, J. P. (8-9-10 de octubre de 2019). Innovación en la valuación masiva rural: nuevo modelo valuatorio de la provincia de Córdoba. XII Congreso Nacional de Agrimensura. Mendoza, Argentina.

ANEXO I: Metodologías aplicadas para la actualización de valores históricos del Observatorio del Mercado Inmobiliario, estimación de márgenes de negociación y ajustes por superficie

Actualización de valores históricos del Observatorio del Mercado Inmobiliario a un mismo momento de tiempo

El objetivo de esta sección explica la metodología adoptada en 2020, con la que se logró re-expresar todas las observaciones a un mismo momento del tiempo, basada en el concepto de elasticidad.

El concepto de elasticidad fue introducido por Alfred R. Marshall en 1890, con el propósito de cuantificar el impacto que la variación de una variable tiene sobre otra en términos porcentuales, en donde esta última depende de la primera.

En este caso en particular, se buscó estimar el cambio porcentual que experimenta el valor por hectárea de la tierra rural en pesos (*valor_ha*) 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 ha respecto al logaritmo natural del tipo de cambio, Ecuación (2):

$$elasticidad_{TC} = \frac{\Delta\%(valor_{m^2})}{\Delta\%TC} = \frac{\delta \ln(valor_{m^2})}{\delta \ln \ln(TC)} \quad (2)$$

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

Para analizar el tipo de cambio, se ejecutó un modelo de regresión espacial considerando el logaritmo natural del valor por hectárea de la tierra y el logaritmo natural del tipo de cambio promedio mensual correspondiente a la fecha de relevamiento de cada observación. El modelo estimado se detalla en la Ecuación (3):

$$\ln(val_ha) = \beta_0 + \beta_1 \ln(TC) + \sum \beta_i x_i + \mu \quad (3)$$

Dónde:

$\ln(val_ha)$ = logaritmo natural del valor por hectárea de la tierra rural, en pesos.

β_0 = ordenada al origen

β_1 = efecto de un cambio porcentual del tipo de cambio sobre el valor por hectárea de la tierra rural. Al estar planteado el problema en términos logarítmicos, en la literatura económica se conoce este efecto como elasticidad.

$\ln(TC)$ = logaritmo natural del tipo de cambio promedio del mes de relevamiento del dato.

β_i = efecto del cambio de la variable logaritmo natural del valor por hectárea en pesos, ante un cambio en una unidad de la variable x_i .

x_i = variables independientes.

μ = término de error.

Si bien se contemplaron un conjunto de variables (x_i), a los fines del estudio sólo se consideró el efecto del tipo de cambio sobre el valor por hectárea en pesos. Al plantearse un modelo aditivo, posibilita este tipo de análisis e interpretación en términos de elasticidades.

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 dependencia espacial, 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 aleatorio o en ambas de manera simultánea. En función de los resultados obtenidos en estos tests, se procede a realizar un modelo con autocorrelación en la variable dependiente (SAR), en el error (SEM) o en ambos (SAC).

Una vez estimado el modelo, se procede a la actualización de los valores muestrales siguiendo la Ecuación (4) para toda observación i .

$$valor_act_ha_i = \left(1 + \left(\frac{tc_act}{tc_obs_i} - 1\right) elasticidad_i\right) valor_ha_i \quad (4)$$

Dónde:

$valor_act_ha_i$: valor por hectárea en pesos de la observación, actualizado según el tipo de cambio vigente a la fecha deseada.

tc_act : tipo de cambio correspondiente a la fecha a la cual se quiere actualizar la base de datos. Para el presente estudio, se fijó como fecha de referencia el mes de mayo de 2020.

tc_obs_i : tipo de cambio observado de la fecha de relevamiento de la observación i .

$elasticidad_i$: es el parámetro β_1 que surge del modelo lineal (o el efecto total en caso de tratarse de modelos SAC o SAR) en el modelo lineal.

$valor_ha_i$: valor por hectárea en pesos (de la fecha de relevamiento) observado para el dato.

Estimación de los márgenes de negociación

Los valores muestrales relevados corresponden a valores de oferta y de venta de inmuebles, lo que hace necesario considerar la existencia de un margen de negociación implícito en los valores de oferta que permita ajustarlos a posibles valores de venta.

Para estimar el margen de negociación, se estimó un modelo de regresión espacial considerando el logaritmo del valor por hectárea de la tierra en función del tipo de valor (tv , variable categórica: 0 si es venta y 1 si es oferta), surgiendo el siguiente modelo, detallado en la Ecuación (5):

$$\ln(\text{valor_act_ha}) = \beta_0 + \beta_1 tv + \sum \beta_i x_i + \mu \quad (5)$$

Dónde:

$\ln(\text{valor_act_ha})$ = logaritmo natural del valor por hectárea de la tierra, actualizado a mayo de 2020.

β_0 = ordenada al origen

β_1 = efecto de un cambio en la relación de oferta a venta sobre el valor por hectárea de la tierra, actualizado a mayo de 2020.

tv = tipo de valor, es una variable categórica que asume el valor 0 si el precio relevado es de venta y 1 si el precio es de oferta (una parcela que se encuentra "en venta").

β_i = efecto del cambio de la variable logaritmo natural del VUT en pesos, ante un cambio en una unidad de la variable x_i .

x_i = variables independientes. Ver Anexo II y III para más detalle.

μ = término de error.

Ajuste de la muestra por superficie

Con el propósito de inferir si el valor por hectárea se modifica de acuerdo a la superficie de la parcela, se contempló el siguiente modelo, detallado por la Ecuación (6):

$$\ln(\text{valor_act_ha}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{sup}) + \sum \beta_i x_i + \mu \quad (6)$$

Dónde:

$\ln(\text{valor_act_ha})$ = logaritmo natural del valor por hectárea de la tierra, actualizado a mayo de 2020.

β_0 = ordenada al origen

β_1 = efecto del logaritmo natural de la superficie de la parcela sobre el valor por hectárea de la tierra rural. Al estar planteado el problema en términos logarítmicos, en la literatura económica se conoce este efecto como elasticidad.

$\ln(\text{sup})$ = logaritmo natural de la superficie de la parcela, en hectáreas.

β_i = efecto del cambio de la variable logaritmo natural del VUT en pesos, ante un cambio en una unidad de la variable x_i .

x_i = variables independientes. Ver Anexo II y III para más detalle.

μ = término de error.

ANEXO II. Indicadores de desempeño de valuaciones de la IAAO (International Association of Assessing Officers)

Los indicadores recomendados por la IAAO (International Association of Assessing Officers) permiten evaluar el estado de situación de las valuaciones catastrales vigentes 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 (valor catastral 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.

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

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 vigentes.

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

Media Ponderada: es otro estadístico que se calcula a partir del ratio. Se obtiene efectuando la sumatoria del valor catastral 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.

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

Los niveles de uniformidad horizontal pueden conocerse analizando el CV (Coeficiente de Variación) y el CD (Coeficiente de Dispersión) del conjunto de datos del clúster, 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.

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

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

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 valuaciones. La fórmula de cálculo se indica a continuación:

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

Para evaluar la uniformidad vertical puede utilizarse el **PRD (Price Related Differential)**. Si el se considera una estructura de precios regresiva, mientras que si el , la estructura de valores vigente 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 III. Variables utilizadas en modelo del sector netamente rural

resg_agrop: Pertenencia Área Resguardo Ambiental (Ley 9.164)

cat_otbn1: % superficie sin presencia de bosque nativo (OTBN Ley 9.814)

cat_otbn2: % superficie en Categoría Verde (OTBN Ley 9.814)

cat_otbn3: % superficie en Categoría Amarilla (OTBN Ley 9.814)

cat_otbn4: % superficie. en Categoría Roja (OTBN Ley 9.814)

nat_prot: Pertenencia a Área Natural Protegida

altura_median: Mediana de la altura (msnm)

altura_stdev: Desvío estándar de la altura (msnm)

pend_median: Mediana de la pendiente (%)

pend_stdev: Desvío estándar de la pendiente (%)

tipo_suelo: Posición- Orden de suelo

drenaje: Posición - Limitante edafológica de drenaje

alcalinidad: Posición- Limitante edafológica de alcalinidad sódica

prof_efect: Posición- Limitante edafológica de profundidad efectiva

salinidad: Posición- Limitante edafológica de salinidad

textura: Posición- Limitante edafológica de textura

nitrogeno18: Contenido de nitrógeno en suelo

potasio18: Contenido de potasio en suelo

cic18: Capacidad de intercambio catiónico

d_rios: Distancia a ríos principales (metros)

salinid_agua: Categorías de peligrosidad de salinidad de agua

nfreatico: Profundidad del nivel freático (metros)

acc_riego: Pertenencia a área servida de riego por gravedad

t_med_anual: Temperatura media anual (1970-2000) World Clim

rad_solar: Radiación solar media acumulada (1970-2000)

d_urbaniz: Distancia a centros urbanos con más de 2000 hab (metros)

d_urb_agen: Distancia a localidad de importancia zonal (metros)

d_redelect: Distancia a red eléctrica (metros)

d_cacopio: Distancia a localidad con centro de acopio (metros)

d_puerto: Distancia a puerto (San Lorenzo, Rosario en metros)

arrenda_hist: Arrendamiento agrícola zonal. Promedio campañas BCCBA

rto_sj_hist: Rendimiento zonal de soja. Promedio campañas de 2015 a 16/17 BCCBA

rto_mz_hist: Rendimiento zonal de maíz. Promedio campañas de 2015 a 16/17 BCCBA

arrenda_2021: Arrendamiento agrícola zonal. 1ra estimación 20/21 BCCBA

rto_mz1718: Rendimiento zonal de maíz. Cálculos finales campaña 17/18 BCCBA

rto_sj1718: Rendimiento zonal de soja. Cálculos finales campaña 17/18 BCCBA

ndvi_mediana: Mediana de NDVI (promedio histórico 2000-2020)

ndvi_stdev: Desvío estándar de NDVI (promedio histórico 2000-2020)

evapo_medi_an: Evapotranspiración media mensual acumulada de la serie (2001-2020)

pp_med_an: Precipitación media acumulada anual histórica (1958-2019)

t_min_med: Temperatura máxima anual media (1958-2019)

t_max_med: Temperatura mínima anual media (1958-2019)

def_hidric: Déficit hídrico medio histórico (1958-2019)

pdsi: Índice de Severidad de Sequía media histórica (1958-2019)

rec_1median: mediana dentro de la celda

rec_1stdev: desvío estándar dentro de la celda

rec_2median: mediana dentro de la celda

rec_2stdev: desvío estándar dentro de la celda

rec_3median: mediana dentro de la celda

rec_3stdev: desvío estándar dentro de la celda

perc_agua_perm: % agua en la celda (Año hidrológico 2020/06/01 al - 2021/04/20)

perc_agua_aneg: % agua en la celda (Año hidrológico 2020/06/01 al - 2021/04/20)

n2_cob0: % superficie de cobertura sin clasificar

n2_cob1: % superficie Monte

n2_cob2: % superficie Arbustales y matorrales

n2_cob3: % superficie Pastizal natural

n2_cob4: % superficie Pastizal con rocas o suelo desnudo

n2_cob5: % superficie Rocas
n2_cob6: % superficie Suelo desnudo
n2_cob7: % superficie Salina
n2_cob8: % superficie Cuerpos de agua
n2_cob9: % superficie Zonas Anegables
n2_cob10: % superficie Cursos de Agua
n2_cob11: % superficie Urbano compacidad alta
n2_cob12: % superficie Urbano compacidad media
n2_cob13: % superficie Urbano compacidad baja
n2_cob14: % superficie Urbano Compacidad muy baja o Abierto
n2_cob15: % superficie Infraestructura vial
n2_cob16: % superficie Cultivos anuales de secano
n2_cob17: % superficie Cultivos Irrigados
n2_cob18: % superficie Pasturas implantadas
n2_cob19: % superficie Pasturas naturales manejadas
n2_cob20: % superficie Cultivos Hortícolas
n2_cob21: % superficie. Plantaciones forestales maderables
frag_0: % superficie mapeo fragmentación sin clasificar
frag_uec: % superficie en Categoría Urbano Edificado Compacto
frag_ued: superficie en Categoría Urbano Edificado Disperso
frag_re: % superficie en Categoría Rural Edificado
frag_eau: % superficie en Categoría Urbanizado Abierto
frag_bu: % superficie en Categoría Borde Urbano
frag_ear: % superficie en Categoría Espacio Abierto Rural
frag_agua: % superficie en Categoría agua
sup_constr: % superficie construida
parce_cant: Cantidad de parcelas en entorno (5 km)
parce_medi: Superficie media de parcela en entorno (5 km)
cu_moda: Moda de CU de la celda

ip_median: Mediana del Índice de Productividad
ip_stdev: Desvío estándar del Índice de Productividad
long_rvial: Longitud de red vial y primaria en la grilla
long_res_osm: Longitud de red tipo residencial OSM en la grilla
cu_clase0: % Capacidad de Uso sin clasificar
cu_clase1: % Capacidad de Uso clase I
cu_clase2: % Capacidad de Uso clase II
cu_clase3: % Capacidad de Uso clase III
cu_clase4: % Capacidad de Uso clase VI
cu_clase5: % Capacidad de Uso clase V
cu_clase6: % Capacidad de Uso clase VI
cu_clase7: % Capacidad de Uso clase VII
cu_clase8: % Capacidad de Uso clase VIII
cu_clase9: % Capacidad de Uso clase áreas misceláneas
mo: Contenido de materia orgánica en suelo
p: Contenido de fósforo en suelo
ph: pH del suelo
arcilla: valores de contenido de arcilla- SH
limo: valores de contenido de limo
arena: valores de contenido de arena
vur_2018: Valor unitario Tierra rural 2018
vur_2019: Valor unitario Tierra rural 2019
vur_2020: Valor unitario Tierra rural 2020
qq_maiz: Rinde Maíz en Quintales. Estimación 2021
qq_soja: Rinde Soja en Quintales. Estimación 2021

ANEXO IV. Variables utilizadas en modelo periurbano y de usos especiales

resg_agrop: Pertenencia Área Resguardo Ambiental (Ley 9.164)

cat_otbn3: % superficie en Categoría Amarilla (OTBN Ley 9.814)

cat_otbn4: % superficie en Categoría Roja (OTBN Ley 9.814)

d_rios: Distancia a ríos principales (metros)

d_urbaniz: Distancia a centros urbanos con más de 2000 hab (metros)

d_urb_agen: Distancia a localidad de importancia zonal (metros)

d_redelect: Distancia a red eléctrica (metros)

n2_cob1: % superficie Monte

n2_cob2: % superficie Arbustales y matorrales

n2_cob8: % superficie Cuerpos de agua

n2_cob10: % superficie Cursos de Agua

n2_cob11: % superficie Urbano compacidad alta

n2_cob12: % superficie Urbano compacidad media

n2_cob13: % superficie Urbano compacidad baja

n2_cob14: % superficie Urbano Compacidad muy baja o Abierto

n2_cob16: % superficie Cultivos anuales de secano

n2_cob17: % superficie Cultivos Irrigados

n2_cob18: % superficie Pasturas implantadas

n2_cob19: % superficie Pasturas naturales manejadas

n2_cob20: % superficie Cultivos Hortícolas

n2_cob21: % superficie Plantaciones forestales maderables

frag_uec: % superficie en Categoría Urbano Edificado Compacto

frag_ued: % superficie en Categoría Urbano Edificado Disperso

frag_re: % superficie en Categoría Rural Edificado

frag_eau: % superficie en Categoría Urbanizado Abierto

frag_bu: % superficie en Categoría Borde Urbano

frag_ear: % superficie en Categoría Espacio Abierto Rural

sup_constr: % superficie construida

parce_cant: Cantidad de parcelas en entorno (5 km)
parce_medi: Superficie media de parcela en entorno (5 km)
ip_median: Mediana del Índice de Productividad
ip_stdev : Desvío estándar del Índice de Productividad
long_rvial: Longitud de red vial y primaria en la grilla
long_res_osm: Longitud de red tipo residencial OSM en la grilla
perc_rural: % sup. de parcelas de tipo rural en la celda
perc_urb: % sup. de parcelas de tipo urbana en la celda
sup_med_parc: Superficie promedio de las parcelas en la celda (en hectáreas)
cant_3ha_t: Cant. de parcelas en un entorno de celdas aledañas
cant_3ha_rur: Cant. de parcelas rurales en un entorno de celdas aledañas
cant_osm_turi: Cant. de puntos turísticos de OSM en un entorno de celdas aledañas
cant_oferta_inm: Cant. de ofertas y ventas (OMI + sellos) en un entorno de celdas aledañas
cant_turi_omi: Cant. de ofertas de tipo turística en un entorno de celdas aledañas
peri_2020: Celdas periurbanas
peri_rf: Clasificación de celdas periurbanas
vur_2018: Valor unitario Tierra rural 2018
vur_2019: Valor unitario Tierra rural 2019
vur_2020: Valor unitario Tierra rural 2020

ANEXO V: Ficha técnica Estudio de Valores Rurales 2021

Síntesis provincial: 652.727 celdas de la grilla de estimación	
Base de estimación	Parcelas con valuación rural: 173.597
Fuente de datos inmobiliarios	Registros del Observatorio del Mercado Inmobiliario de inmuebles rurales
Fecha de relevamiento	Relevamiento 2021: enero a julio 2021 Base histórica OMI: desde julio 2017 (actualizados según modelo ad-hoc)
Base de conocimiento	Relevamiento 2021: 614 observaciones Base histórica OMI: 5.495 observaciones
Muestra final de observaciones	6.126 datos de mercado
Unidad espacial de los resultados	Valores a nivel de celdas de 500m x 500 m (25 ha)
Alcance de los resultados	Valor Unitario de la Tierra (VUT) en pesos por hectárea, al mes de mayo de 2021
Unidad y redondeo	\$ (pesos argentinos), redondeado cada \$500, \$1.000, \$1.500, \$2.500, \$5.000 o \$10.000 según decil al cual corresponda
Calidad de los resultados	Promedio del Error Relativo Promedio en Valor Absoluto (<i>mean absolute percentage error</i> , MAPE): 17,5%
VUT (\$/ha), estadísticas principales	<p>Media provincial: \$743.000 (5.740 usd/ha)</p> <p>Espacio rural general Media provincial: \$645.000 (4.980 usd/ha) Valor máximo: \$2.400.000 (18.500 usd/ha) Valor mínimo: \$1.000 (8 usd/ha; se excluyen celdas en condiciones de inundación extrema, con VUT referencial de \$1)</p> <p>Periurbanos y usos especiales Media provincial: \$5.948.800 (45.940 usd/ha) Valor máximo: \$49.455.000 (382.000 usd/ha) Valor mínimo: \$44.000 (340 usd/ha)</p>



Ministerio de
FINANZAS



mapascordoba.gob.ar idecor.cba.gov.ar

idecor@cba.gov.ar