



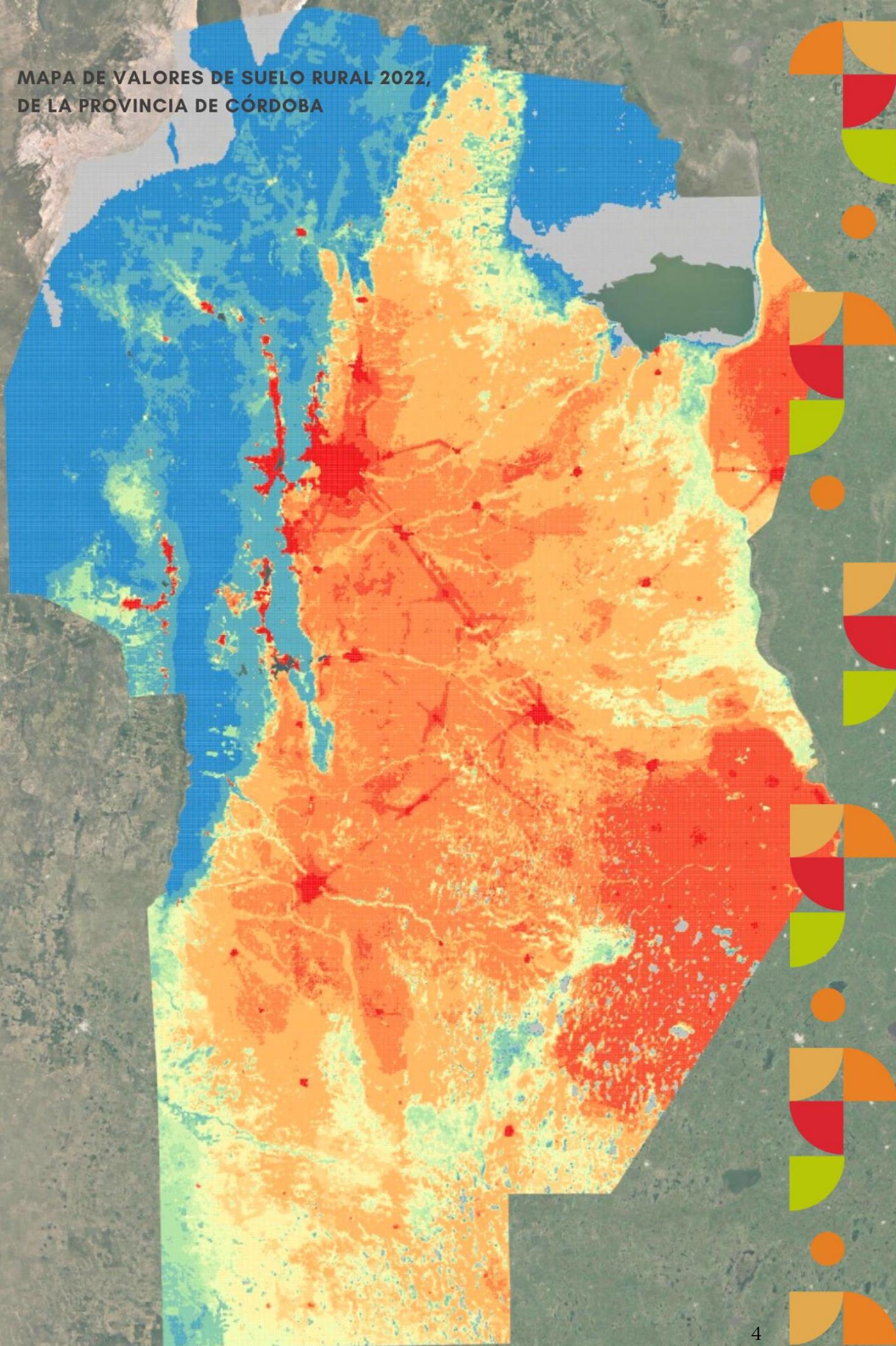
I N F O R M E

ESTUDIO DEL MERCADO DE SUELO RURAL

DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA
AÑO 2022



**MAPA DE VALORES DE SUELO RURAL 2022,
DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA**



Organismos ejecutores

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).

Licencia

- ESTUDIO DEL MERCADO DE SUELO RURAL 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 Rural de la Provincia de Córdoba 2022. 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 2022	11
3.Relevamiento del mercado inmobiliario	14
3.1 Ejecución del relevamiento y sistematización de datos	14
3.2 Control de calidad inicial	15
4.Homogeneización y análisis de los valores de mercado	17
4.1 Actualización de las muestras de mercado a una misma fecha	17
4.2 Ajuste de las muestras considerando margen de negociación	18
4.3 Ajuste de las muestras considerando la superficie.....	18
5.Descripción de la muestra final de mercado	19
5.1 Muestra correspondiente al sector rural	21
5.2 Muestra correspondiente al espacio de transición urbana-rural y de usos especiales	22
6.Variables independientes usadas en los modelos de valuación de la tierra rural y en sectores de transición urbana-rural 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.....	25
6.4 Variables topográficas	27
6.5 Variables hidrológicas	27
6.7 Variables climáticas	29
6.8 Variables de Infraestructura	29
6.9 Variables económicas	30
6.10 Variables del sector de transición urbana-rural y de usos especiales.....	31
7.Modelos valuatorios y calidad de las estimaciones.....	33
8.Resultados obtenidos y valor de la tierra rural 2022	34
8.1 Sector rural	36
8.2 Sector de transición urbana-rural y de usos especiales	39
8.3 Análisis particular de consistencia de las estimaciones	42
Referencias bibliográficas.....	43
ANEXO I: Metodologías aplicadas para la actualización de valores históricos del Observatorio del Mercado Inmobiliario, estimación de márgenes de negociación y ajustes por superficie	45
ANEXO II. Indicadores de desempeño de valuaciones de la IAAO	49
ANEXO III. Variables independientes utilizadas en el modelo de valuación masiva del sector netamente rural	51
ANEXO IV. Variables independientes utilizadas en el modelo de valuación masiva del sector transición urbana-rural y de usos especiales	55
ANEXO V: Ficha técnica Estudio de Valores Rurales 2022	57

Resumen

El presente informe presenta los datos, metodologías y **resultados alcanzados en los estudios de mercado de los valores del suelo rural en toda 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 lo que respecta a los estudios de los nuevos valores de la tierra rural 2022 se fijaron metas particulares, en continuidad con desarrollos de años anteriores e implementaciones metodológicas claves 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 espacio 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 de transición urbana-rural 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 turísticas y 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); y por otro, conocer el margen de negociación implícito en los datos relevados como “ofertas”, en relación a los datos correspondientes a transacciones efectivamente realizadas (ventas). 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.

Los cálculos de los valores unitarios de la tierra para todas las propiedades rurales (cerca de 175.800 parcelas) pudieron completarse acabadamente y la calidad de los resultados se refleja favorablemente, en **un error promedio provincial de 14,4%**.

Con respecto a la estimación del valor unitario de la tierra (VUT) rural, **la media provincial se ubica en 1.203.790 \$/ha (equivalente a 5.930 usd/ha)**. En lo que respecta a los submercados estudiados, la media del valor de la tierra rural en zona de transición urbana-rural y de usos especiales, resulta en 10.219.832 \$/ha (50.344 usd/ha), mientras que la media del valor de la tierra netamente rural alcanza los 1.023.932\$/ha (5.044 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. 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 del trabajo.

Al final del informe, se facilita una ficha técnica resumen con la información clave del estudio 2022 y sus 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 de transición urbano-rural 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.

¿Dónde se encuentran los valores más altos en la provincia? ¿Y los más bajos?

En términos generales, en lo que respecta a los submercados específicos estudiados, la media del valor de la tierra **netamente rural** alcanza los **1.023.900 \$/ha (5.044 usd/ha)**, mientras que en las zonas de **transición urbana-rural y de usos especiales**, resulta en **10.219.832 \$/ha (50.344 usd/ha)**.

En el **espacio netamente rural**, donde predominan las actividades agrícolas y ganaderas, con un rango de valores que va desde **3.045 \$/ha (15 usd/ha)** y **20.000 \$/ha (98 usd/ha)**, correspondiente a zonas de borde de salinas y bañados de la **Laguna Mar Chiquita**, hasta los **3.958.500 \$/ha (19.500 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 principalmente en los departamentos **Marcos Juárez, Unión y parte de San Justo**, toman valores desde los **649.600 \$/ha (3.200 usd/ha, casos particulares)** hasta los **3.958.500 \$/ha (19.500 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 **1.461.600 \$/ha (7.200 usd/ha)** y



los suelos con limitaciones mayores (**Clases V, VI y VII**), tienen valores en orden de los **426.300\$/ha (2.100 usd/ha)**.

En las **zonas de transición urbano-rural y de usos especiales**, donde se identifican los máximos valores promedios de la tierra, se destaca el área metropolitana de la ciudad de **Córdoba Capital** con una media que ronda los **27.455.750 \$/ha (135.250 usd/ha)**, con valores que ascienden hasta los **77.500.000 \$/ha (381.773 usd/ha)** y valores mínimos de **137.000 \$/ha (675 usd/ha)** localizados, por ejemplo, en zonas urbanas de muy baja consolidación.

En un segundo escalón, entre las grandes ciudades de llanura le sigue **San Francisco** con una media de valor de **22.687.000 \$/ha (111.758 usd/ha)**, luego sigue **Río Cuarto (que incluye Las Higueras)** con valores unitarios promedios que rondan los **18.714.000 \$/ha (92.192 usd/ha)**, seguido de **Villa María (junto a Villa Nueva)** con un valor de media de **17.375.000 \$/ha (85.591 usd/ha)**.

En lo que respecta a los sectores vinculados al desarrollo de **actividades turísticas y de usos especiales**, es en el corredor del **Valle de Punilla** donde se registra el mayor valor promedio siendo de **4.664.570 \$/ha (22.978 usd/ha)**, por debajo le sigue el corredor de **Sierras Chicas** donde el valor unitario de la tierra alcanza un promedio de **4.362.000 \$/ha (21.487 usd/ha)**. Por último, con valores promedios similares, cierra la lista el **Valle de Calamuchita**, con sus respectivos valores promedios de **4.178.000 \$/ha (20.581 usd/ha)**.



2. Síntesis metodológica 2022

En términos generales el enfoque de estimación de los valores de la tierra rural 2022 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 y 2021 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 de transición urbana-rural y de usos especiales** (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, los cuales resultan de la aplicación de **modelos de econometría espacial para descontar efectos** de los datos muestrales y expresarlos en términos homogéneos y comparables, como valores unitarios de la tierra (VUT).

Por un lado, se pretende deducir 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 lado, se busca conocer el **margen de negociación** implícito en los datos relevados como “ofertas” en relación a los datos correspondientes a transacciones efectivamente realizadas. Finalmente, es importante considerar los efectos del **tipo de cambio**, dado el supuesto de que el mercado de tierra rural puede mostrar niveles de dolarización diferenciados en el espacio.

Para el **modelado del sector rural**, debió estimarse el valor unitario de la tierra para las 640.492 celdas, que conforman la grilla total. Para cada una de estas celdas se generó información territorial consistente cerca de 140 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 de transición urbana-rural y 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 sector de transición urbana-rural y de usos especiales, resultó finalmente compuesta por 12.235 celdas (1,9% del total), mayoritariamente distribuidas en la Ciudad de Córdoba y su área metropolitana, grandes ciudades como Villa María, Río Cuarto, 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 450 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). Además, este año fueron estudiados nuevos índices urbanos que permitieron la construcción de variables para la diferenciación de los niveles de densidad de la red vial, lo cual facilitó la revisión e identificación de celdas con dinámica y transformación propia de los espacios periurbanos.

Una vez identificado (delimitados) los sectores de transición urbana-rural y de usos especiales, para el modelado de estos valores específicos, se utilizaron más de 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.

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 la



Universidad Nacional de Córdoba, el Consejo General de Tasaciones de la Provincia, el Tribunal de Tasaciones de la Nación, el Banco de Córdoba, colegios profesionales y agentes locales especializados en el territorio.

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

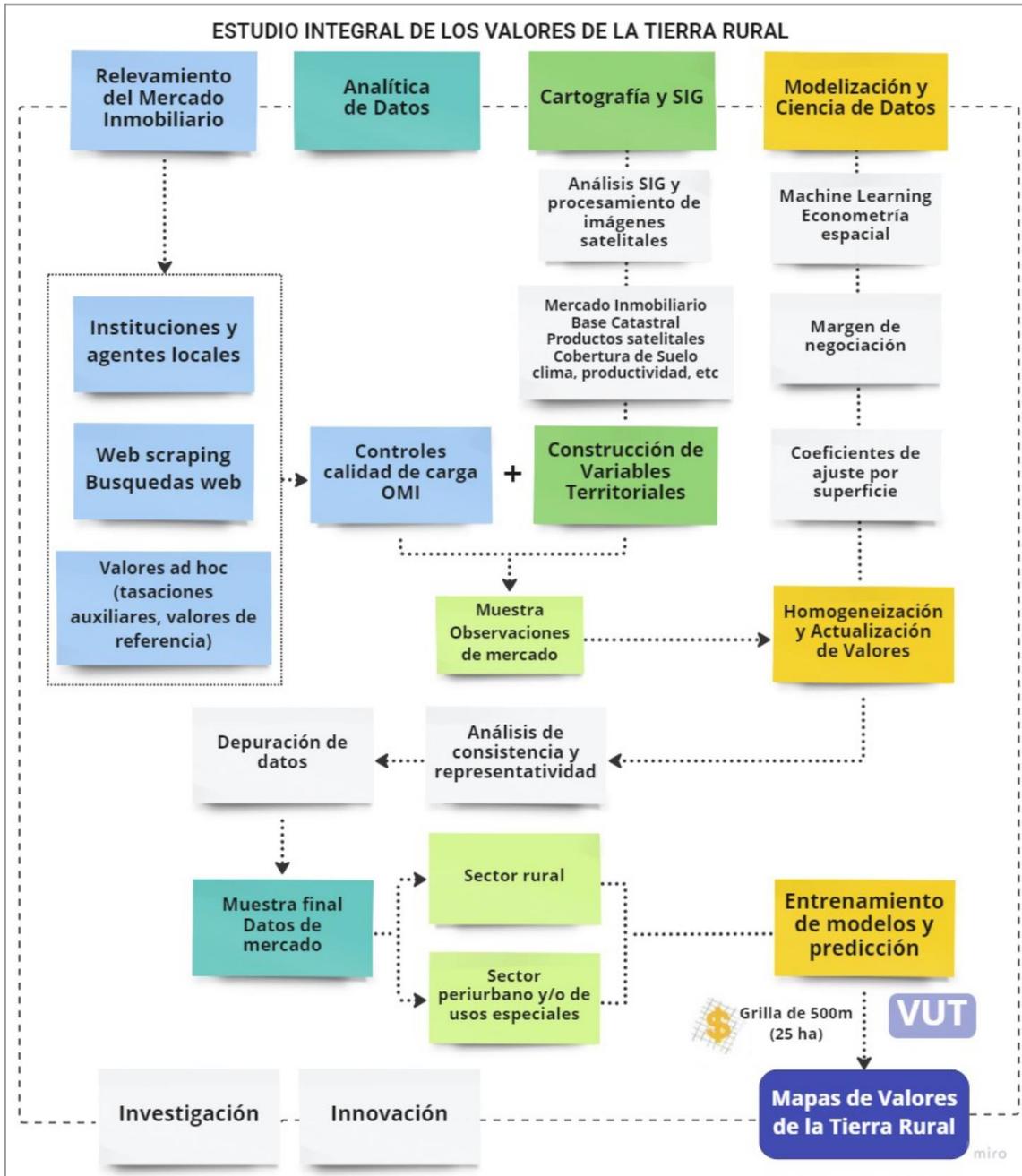


Figura 1: Proceso de trabajo para la predicción de los valores de la tierra rural.
Fuente: IDECOR, 2022

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 y sistematización de datos

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 deben contar tanto con el valor total, la superficie del lote (información básica de cada registro), entre demás datos particulares, y de ser posible, información adicional de arrendamiento y rendimiento agrícola, para loteos con dichos usos. Esta información adicional fue utilizada principalmente como variable de control y verificación de la ya registrada.

Para el relevamiento de datos 2022 se trabajó en todo el territorio provincial, segmentando la provincia en 14 zonas y asignando a cada una de ellas un colaborador que forma parte de la red de agentes locales (profesionales con conocimiento de las zonas 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 2022.

El objetivo de esta red de agentes consistió en relevar alrededor de 800 observaciones de inmuebles rurales ampliando así el volumen de datos ya existente en el Observatorio. Este objetivo fue alcanzado, en los plazos y condiciones pretendidas, ya que se lograron registrar **840 nuevos datos de mercado**, lo cual no sólo permite actualizar, sino también, reforzar la base de muestras relevadas desde 2017 en OMI (Figura 2). Entre las fuentes y tipos de datos sistematizados mediante OMI, pueden mencionarse ofertas publicadas en portales de avisos clasificados web, informes de tasaciones de organismos oficiales, tasaciones auxiliares ejecutadas por el mismo equipo de trabajo, ventas, entre otras.



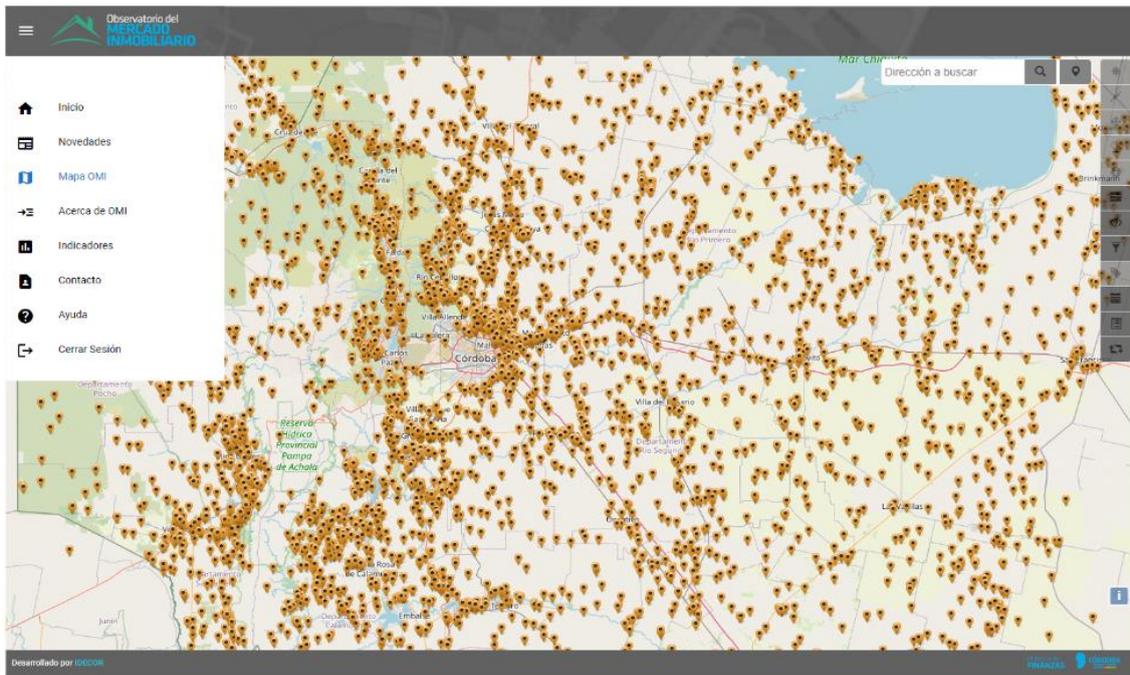


Figura 2: Muestras rurales en el Observatorio del Mercado Inmobiliario, Provincia de Córdoba.

Fuente: IDECOR, 2022

3.2 Control de calidad inicial

Durante la instancia del relevamiento se generaron controles tempranos, que se aplican antes del análisis y procesamiento de la muestra. Estos controles de calidad preliminares apuntan a cubrir inicialmente, estándares mínimos respecto a la carga de datos, 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 estudio, 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 con sus características intrínsecas y del entorno, estableciendo relaciones con determinadas variables físicas y ambientales (cobertura de suelo, clase de suelo, índice de productividad, recurrencia de agua, entre otras) y comparando con valores de 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 2022, la base de OMI alcanzó un total de datos rurales de **6.339 observaciones**, con información relevada desde 2017. Entre el conjunto de datos, se identifican valores de ventas, de ofertas, valores unitarios de referencia (VUR), tasaciones oficiales 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	2022	
Calamuchita	3	174	83	64	16	74	414
Capital	0	21	47	47	10	18	143
Colón	6	107	117	121	38	47	436
Cruz Del Eje	11	84	60	47	12	28	242
General Roca	18	106	8	39	26	23	220
Gral. San Martín	8	92	26	12	10	10	158
Ischilín	3	48	18	22	3	14	108
Juárez Celman	3	71	6	26	14	20	140
Marcos Juárez	31	126	26	24	68	39	314
Minas	9	14	5	16	0	5	49
Pocho	3	25	6	4	1	15	54
Pte. R. Sáenz Peña	10	77	19	31	55	38	230
Punilla	4	95	80	66	3	49	297
Río Cuarto	12	184	28	95	31	90	440
Río Primero	7	129	46	106	40	44	372
Río Seco	1	37	22	49	12	31	152
Río Segundo	10	106	34	49	33	26	258
San Alberto	3	83	60	47	6	36	235
San Javier	4	83	45	17	12	15	176
San Justo	8	231	57	96	139	48	579
Santa María	12	144	69	79	17	42	363
Sobremonte	1	13	2	24	1	11	52
Tercero Arriba	17	127	11	21	17	16	209
Totoral	2	52	31	40	13	13	151
Tulumba	4	50	15	57	6	36	168
Unión	56	114	48	77	32	52	379
Total	246	2.393	969	1.276	614	840	6.339

Fuente: IDECOR, 2022

4. Homogeneización y análisis de los valores de mercado

Con el objetivo de hacer comparables los datos de mercado y conformar definitivamente la muestra de trabajo, se aplican modelos de econometría espacial desarrollados en 2020 y 2021 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).

4.1 Actualización de las muestras de mercado a una misma fecha

El procedimiento retoma la metodología aplicada en 2021, 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 2022), el tipo de cambio adoptado fue \$203 por dólar, que resulta de considerar el tipo de cambio oficial, incluyendo el impuesto PAÍS para el mes de mayo de 2022 ($tc_{act} = 160$), más la retención del 35% del Impuesto a las Ganancias.

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 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 PAÍS (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 rurales que en otros.

4.2 Ajuste de las muestras 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). Para la consideración de estos ajustes, se retoma los parámetros del margen de negociación estimados en 2021, 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 8% para datos de campos agrícolas y mixtos** (es decir, a los datos de campos en oferta se debe descontar un 8% del valor para hacerlos comparables a una venta) **y en 16% para campos ganaderos**. Para los lotes del sector de **transición urbana-rural y de usos especiales**, se estimó un margen de negociación de **20%**.

4.3 Ajuste de las muestras 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 el sector agrícola (en relación a la parcela de superficie mediana) es igual a -0,04%**. Es decir, cuando la superficie aumenta un 10% en relación a la mediana de los campos, el valor por hectárea se reduce en 0,4%. **En el sector ganadero esta relación resulta (-0,6%) y para el área no rural del (-0,22%)**.



5. Descripción de la muestra final de mercado

Para la determinación de la muestra final, se parte de un conjunto de datos inicial en el que se incluyen todas las observaciones del mercado rural contenidas en OMI (fuente principal) más una serie de valores unitarios de referencia (VUR), realizados por el equipo de profesionales que participan del estudio. Los VUR se utilizan 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.).

Sobre esta muestra inicial, se aplican los procedimientos de homogeneización y actualizaciones de valores descritos anteriormente (Capítulo IV) para finalmente poder realizar el análisis de consistencia y representatividad de los valores en el territorio. Aquellos valores que no se relacionan con las características del entorno (estudiado mediante variables territoriales) y no garantizan su correspondencia con el conjunto de observaciones, son descartados de la muestra.

De este modo, la muestra final utilizada para el entrenamiento de los modelos de predicción 2022 quedó conformada por **un total de 6.937 observaciones**, en la cual se incluyen datos procedentes de todas todas las fuentes de información previamente mencionadas (Capítulo III), orígenes y años de relevamientos (Tabla 2).

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

Origen	Cantidad de Observaciones	% del total
Observatorio del Mercado Inmobiliario	4.470	64,4
Valores Unitarios de Referencia (VUR)	2.467	35,6
Total	6.937	100%

Fuente: IDECOR, 2022

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).



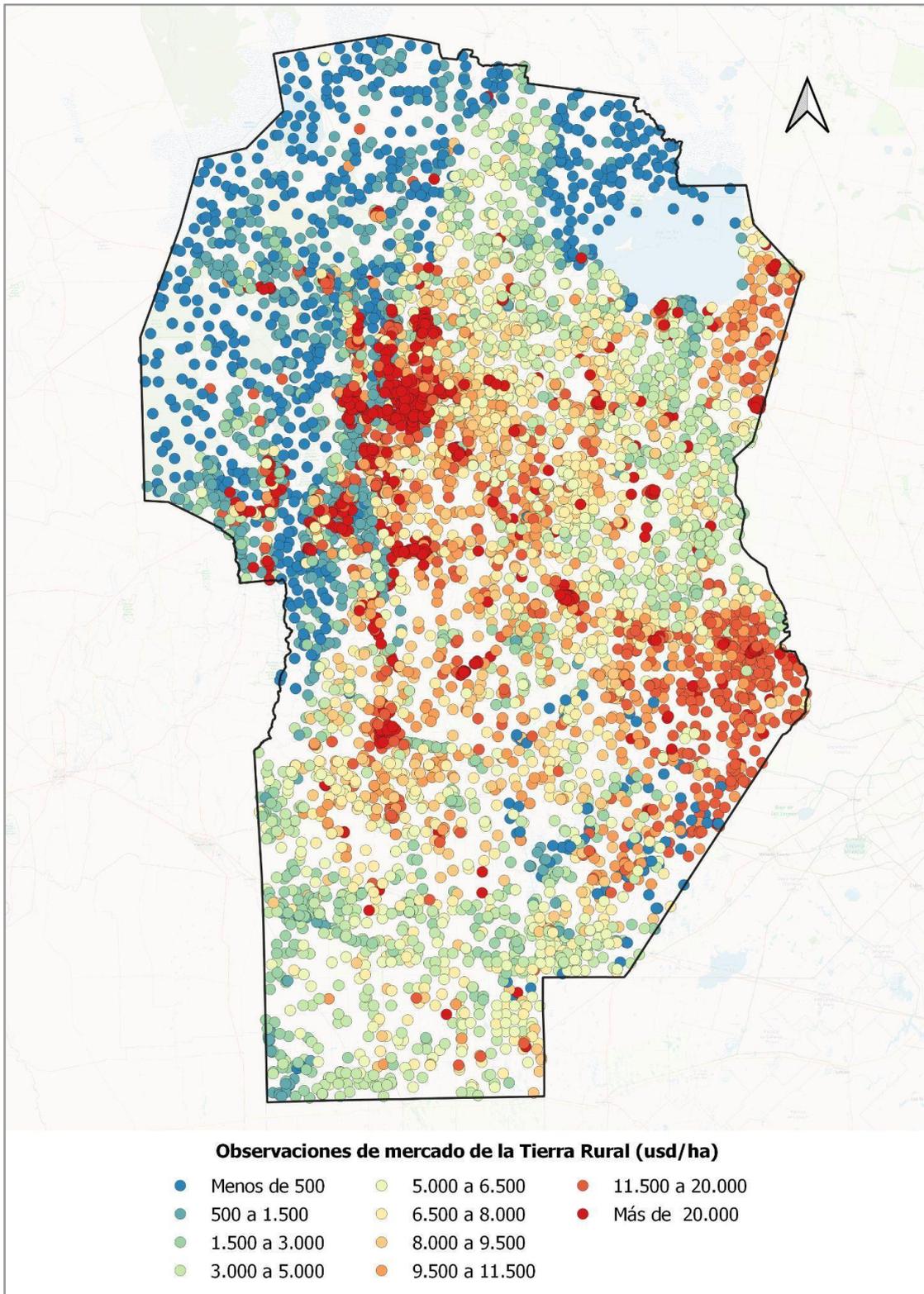


Figura 3. Distribución espacial de la muestra final de mercado rural, 2022.
Fuente: IDECOR, 2022

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

5.1 Muestra correspondiente al sector rural

Para el estudio del espacio rural se utilizaron **5.610 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 2022	Cant. de datos	Media	Mediana	Min	Max	CV (%)	P10	P90
En dólares	5.610	5.496	5.588	1	19.823	70	416	11.296
En pesos		1.115.688	1.134.364	1	4.024.069	70	84.448	2.293.088

Fuente: IDECOR, 2022

Del análisis de la muestra, resulta una media de 1.115.688 \$/ha (5.496 usd/ha) y una mediana apenas superior de 1.134.364 \$/ha (5.588 usd/ha). Los valores se ubican en el rango de \$1 a 4.024.069 \$/ha (1 a 19.823 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 70%. El 10% de las observaciones de menor valor (P10) se ubicaron por debajo de los 84.448 \$/ha (416 usd/ha) mientras que el 10% de las observaciones de mayor valor (P90) se ubicaron por encima de 2.293.088 \$/ha (11.296 usd/ha).

Así mismo, los datos de mercado permitieron evaluar la diferencia entre el valor de mercado observado (en pesos) y los valores obtenidos en los estudios masivos 2021 (en pesos), 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 los valores resultantes del estudio masivo 2021 (en pesos al 100%) y el valor de mercado relevado en pesos (en pesos). 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 17% y 16 % 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 1,08; 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 (en pesos)

Mediana del ratio	Media del ratio	Media ponderada	CV	CD	PRD
0,56	0,61	0,56	0,17	0,16	1,08

Fuente: IDECOR, 2022

5.2 Muestra correspondiente al espacio de transición urbana-rural y de usos especiales

Para el estudio **se contemplaron 1.004 observaciones** que pertenecen al sector de transición urbana-rural 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 de transición urbana-rural y de usos especiales.

Tabla 5: Estadísticas descriptivas de la muestra del espacio de transición urbana-rural y de usos especiales

Valores 2022	Cant. de datos	Media	Mediana	Min	Max	CV (%)	P10	P90
En dólares	1.004	58.069	32.990	600	395.500	117	8.624	133.794
En pesos		11.788.007	6.696.970	121.800	80.286.500	117	1.750.672	27.160.182

Fuente: IDECOR, 2022

Los valores ubicados en el espacio de transición urbana-rural y de usos especiales, presentan **una media de 11.788.007 \$/ha (58.069 usd/ha)** y **una mediana de 6.696.970 \$/ha (32.990 usd/ha)**. Los valores se ubican en el rango de 121.800 a 80.286.500 \$/ha (600 a 395.500 usd/ha) con una variación relativa a la media del 117%. El 10% de las observaciones de menor valor (P10) se ubicaron por debajo de los 1.750.672 \$/ha (8.624 usd/ha) mientras que el 10% de las observaciones de mayor valor (P90) se ubicaron por encima de 27.160.182\$/ha (127.607 usd/ha).

Los datos de mercado permitieron evaluar la diferencia entre el valor de mercado observado (en pesos) y los valores obtenidos en los estudios masivos 2021 (en pesos), conforme los indicadores de la IAAO (International Association of Assessing Officers, mayor información en Anexo II).

La tabla 6 presenta los resultados para el espacio de transición urbana-rural y de usos especiales, los que se basan en el cálculo del ratio (división) entre los valores resultantes de los estudios masivos 2021 (en pesos al 100%) y el valor de mercado relevado (en pesos). 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 38 % y 30 % 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 0,93; indicando una estructura de valores de la tierra levemente progresiva.

Tabla 6: Estadísticas indicadores IAAO de la muestra en el sector de transición urbana-rural y de usos especiales (en pesos)

Mediana del ratio	Media del ratio	Media ponderada	CV	CD	PRD
0,54	0,45	0,48	0,38	0,30	0,93

Fuente: IDECOR, 2022



6. Variables independientes usadas en los modelos de valuación de la tierra rural y en sectores de transición urbana-rural 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 **cerca de 140 covariables**³ las cuales pueden resumirse en los siguientes grupos temáticos: 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.

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.



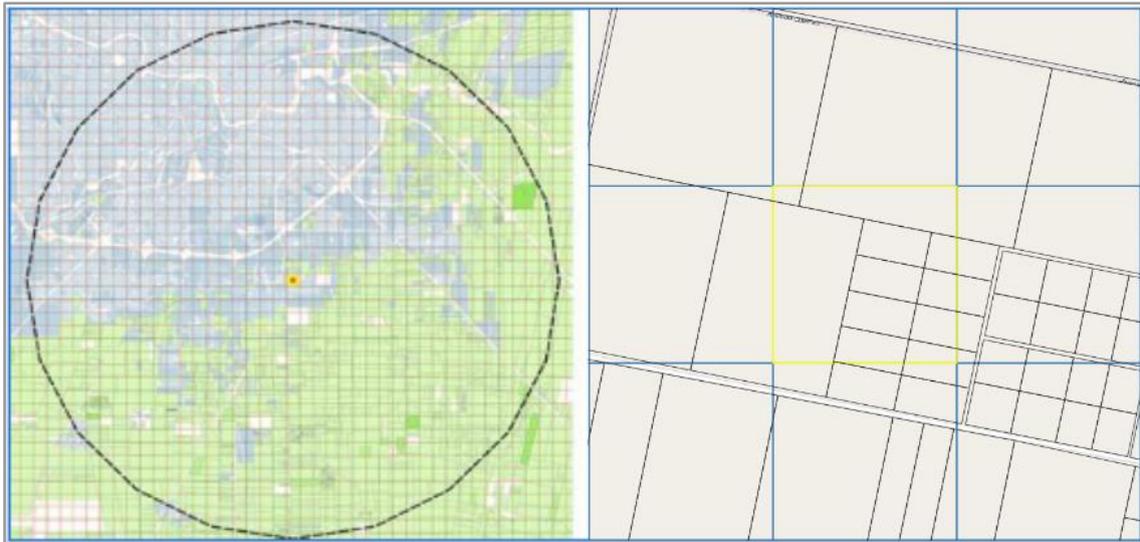


Figura 4. Ejemplos de cálculos de entorno utilizando datos catastrales.
Fuente: IDECOR, 2022

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.

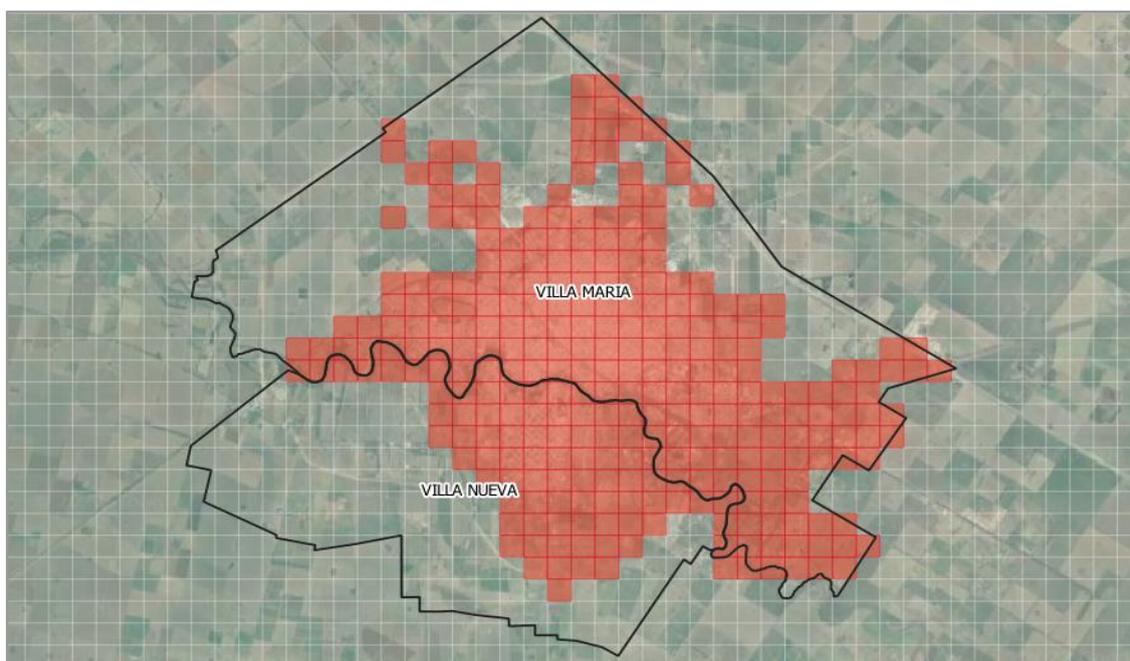


Figura 5. Pertenencia a áreas de resguardo ambiental (rojo) para la aplicación de agroquímicos.
Fuente: IDECOR, 2022



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 2022.
- Cobertura de Suelo 2020/2021 1 (ha)
- Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) - a través de datos obtenidos de MODIS55 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.



Figura 6. Cálculo de Mediana de NDVI por celda.
Fuente: IDECOR, 2022

Estos mapas corresponden a nuevos productos de IDECOR y sus detalles pueden 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/>.

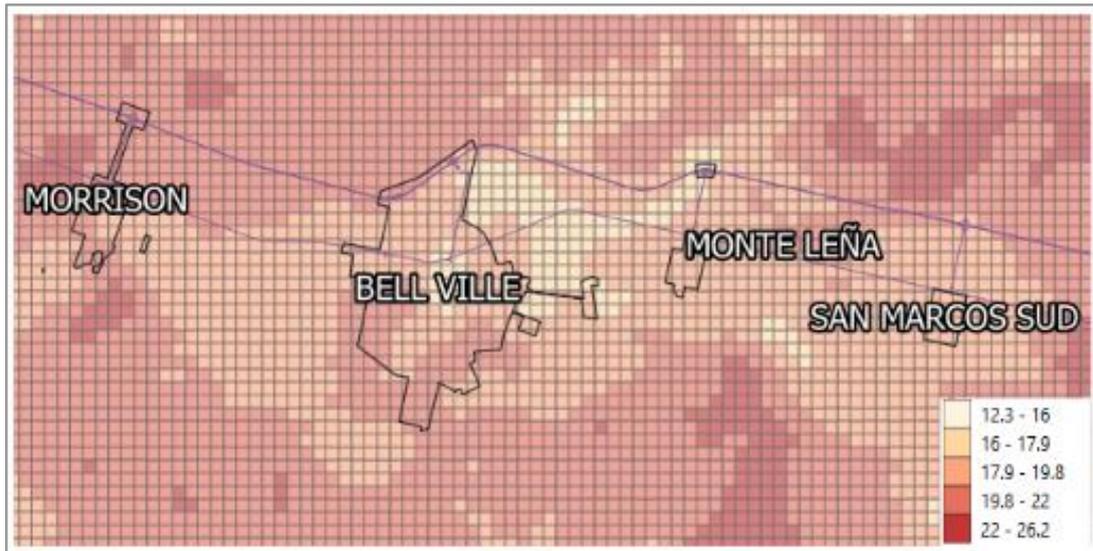


Figura 7. Nivel medio de Contenido de Arcilla del Suelo.
Fuente: IDECOR, 2022

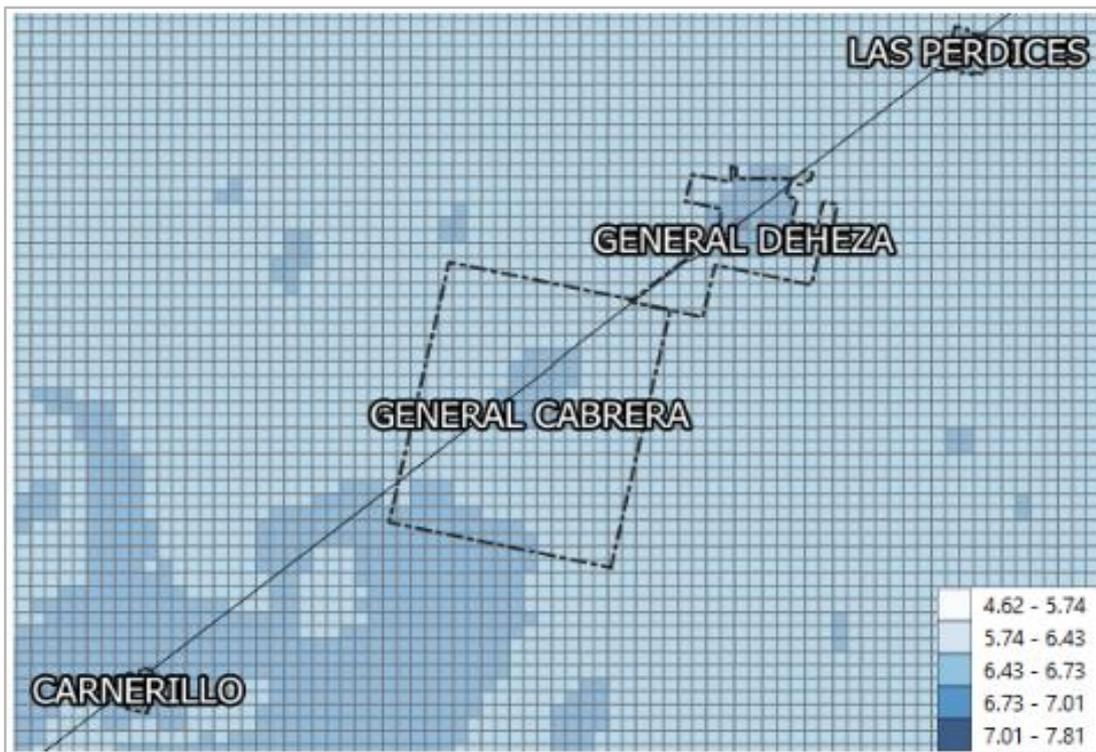


Figura 8. Media de pH del suelo.
Fuente: IDECOR, 2022

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 (%).

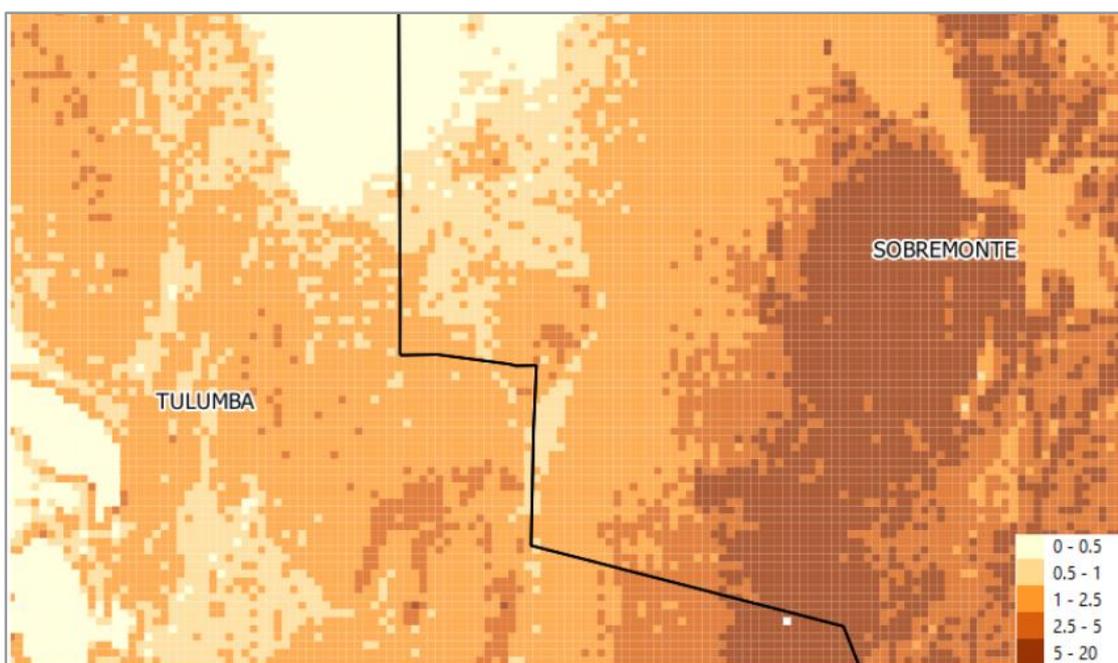


Figura 9. Cálculo de la mediana de la pendiente (msnm) por celda.
Fuente: IDECOR, 2022

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](#).

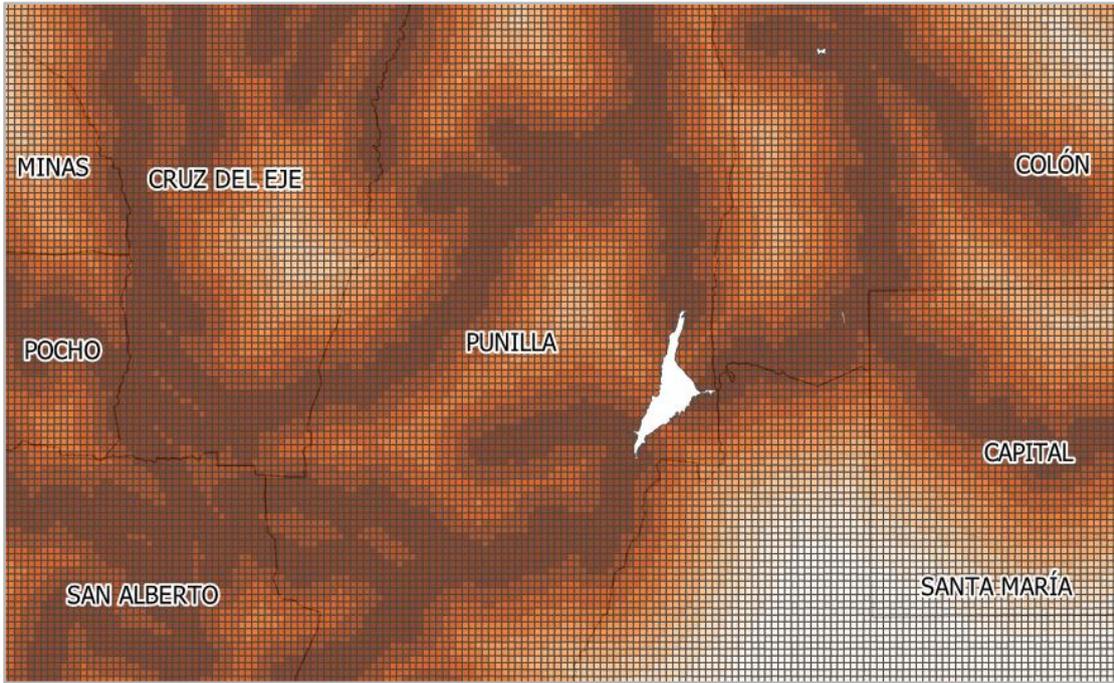


Figura 10. Distancia a cursos de agua (en metros)

Fuente: IDECOR, 2022

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 2018⁸. En 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).

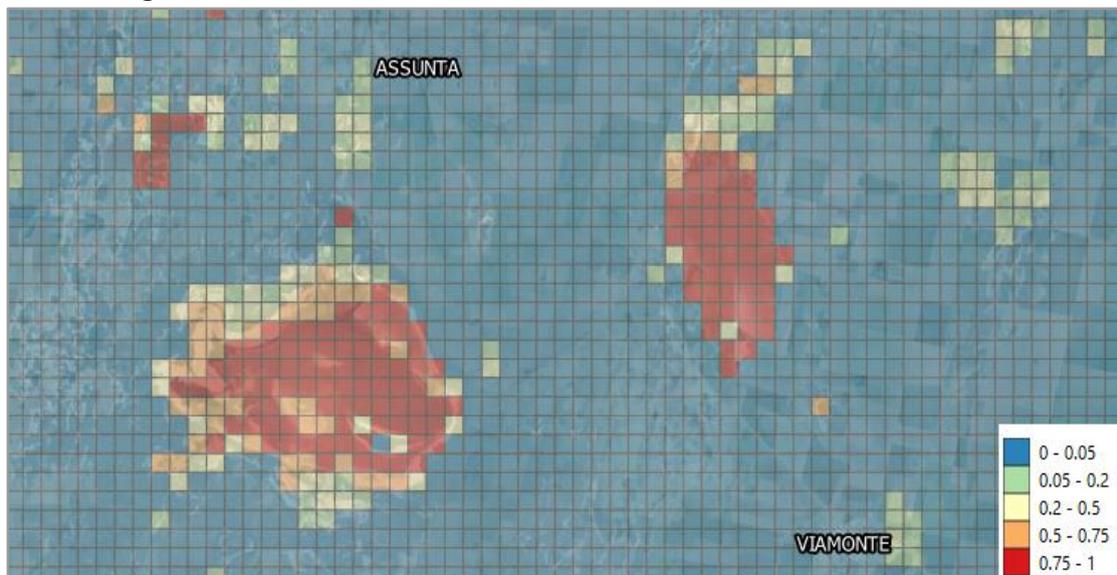


Figura 11. Porcentaje de píxeles detectados como agua para el período 2020-2021

Fuente: IDECOR, 2022

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 \(v2\)](#)



6.7 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.

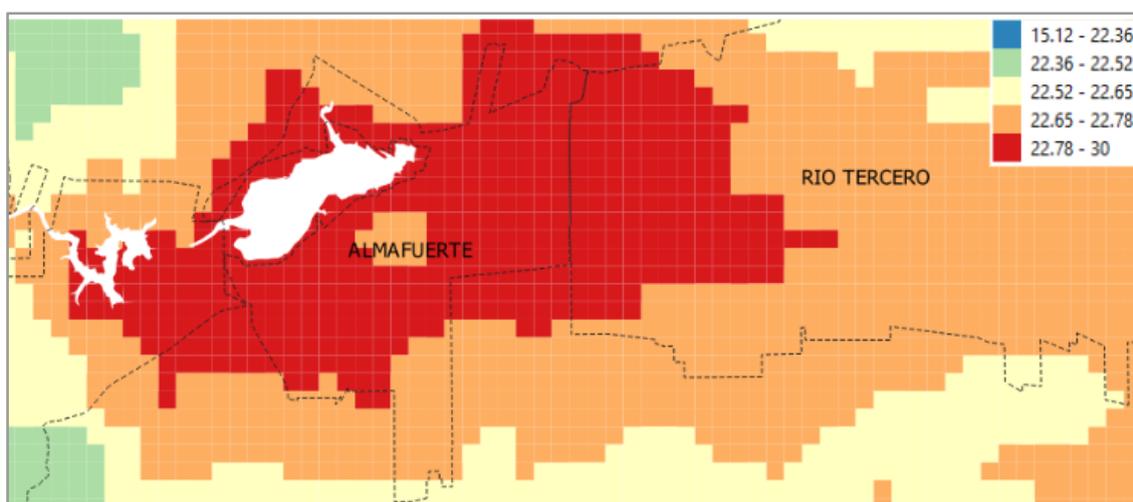


Figura 12. Temperatura media anual (1970-2000) World Clim.

Fuente: IDECOR, 2022

6.8 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.

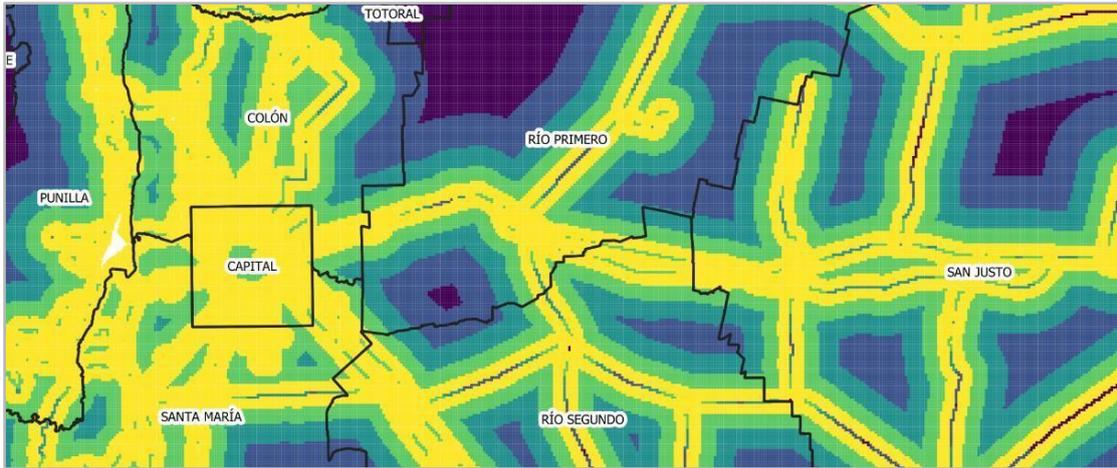


Figura 13. Distancia a red vial pavimentada
Fuente: IDECOR, 2022

6.9 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. Las variables referidas a rendimientos agrícolas derivan de datos obtenidos de un estudio piloto realizado por IDECOR junto con la Secretaría de Agricultura de la Provincia de Córdoba⁹.

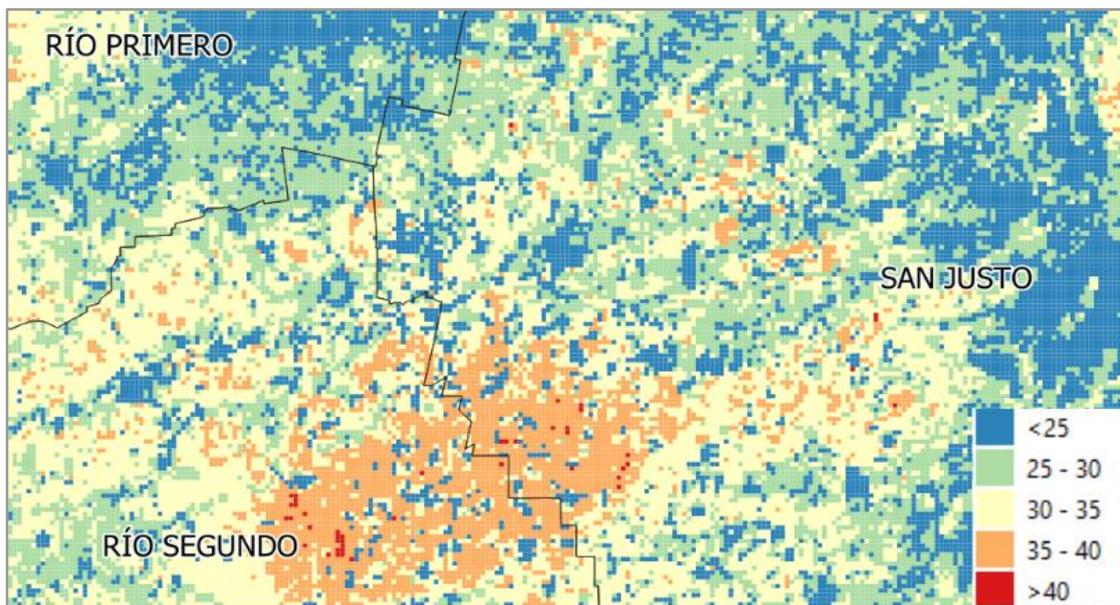


Figura 14. Predicción de Rendimiento para cultivo de soja (qq/ha) - Campaña 2020/21.
Fuente: IDECOR, 2022

⁹ El mapa online [Estimaciones Agrícolas 20-21](#) se encuentra disponible en la plataforma de la IDE provincial [Mapas Córdoba](#). Para más detalles sobre su elaboración consultar el informe técnico [Área Sembrada, Rindes y Producción de Soja y Maíz Campaña 2020/21](#).

6.10 Variables del sector de transición urbana-rural y de usos especiales

Las variables consideradas para el sector de interfaz rural-urbano, corresponden a un conjunto de productos elaborados ad-hoc que contribuyen a la descripción territorial de la trama del sector de transición urbana-rural y de usos especiales de la provincia. Así mismo,

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;
- Variables relacionadas a la trama de la red vial (datos OSM).

En particular, para este último punto, se elaboraron tres nuevos índices, con el objetivo específico de diferenciar los niveles de densidad de la red vial, usando como fuente la base de datos de OpenStreetMap.

Básicamente, el primer índice (*ind_manzan*) compara la densidad de calles en cada celda tomando como referencia la manzana típica: si toda la celda está loteada regularmente de acuerdo a la típica subdivisión en cuadras de 130 metros, el índice toma el valor de 1. Si la densidad de la red vial es mayor al caso “típico”, el valor del índice es mayor a 1, en el caso contrario, menor a 1, hasta tomar el valor 0 si no hay ninguna calle que interseca la celda. Este índice ayuda a diferenciar las tramas que la red vial puede formar en ámbito urbano y periurbano, facilitando el reconocimiento de zonas loteadas que ocupen aunque sea parcialmente las celdas.

El segundo índice (*manzan_pon*) toma como punto de partida el índice anterior y lo pondera por el porcentaje de celda que está loteado, obteniendo así una variable más descriptiva del promedio de la celda.

El tercer índice (*ind_urbano*) es una relación entre la superficie de celda edificada y la superficie de celda que se encuentra loteada, ayudando así a diferenciar los diferentes tipos de ocupación del suelo en relación a la superficie construida y la densidad de la red vial.



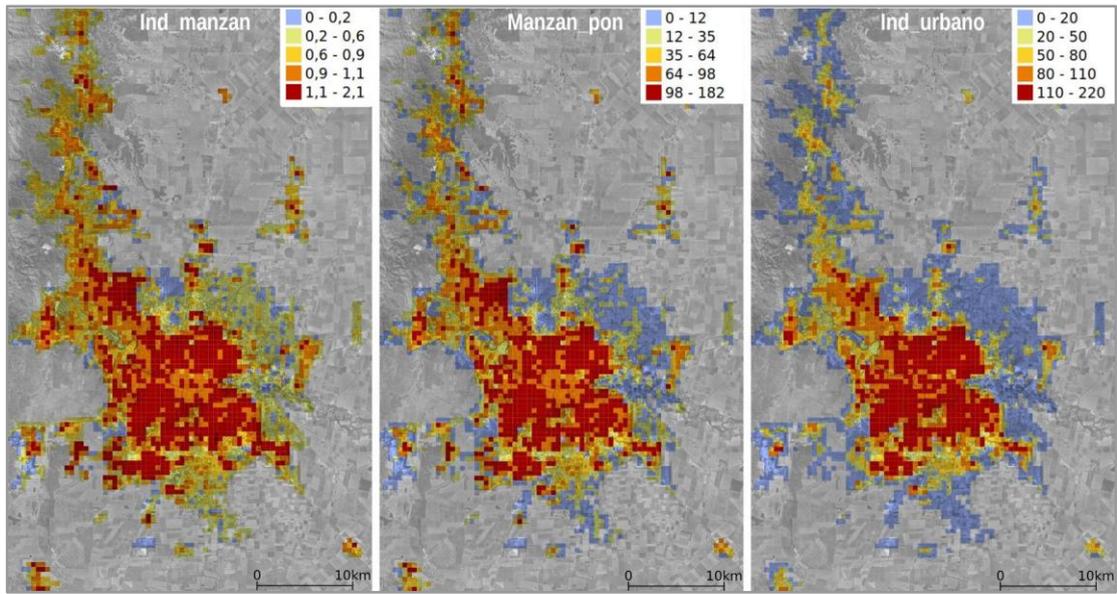


Figura 15: Índices relacionados con la densidad de la red vial.
Fuente: IDECOR, 2022

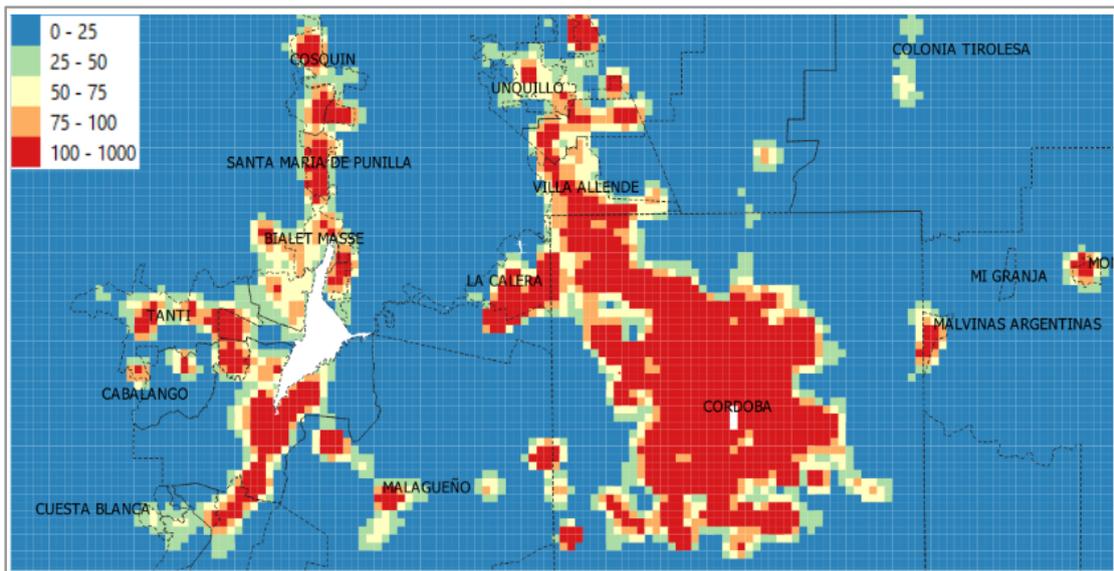


Figura 16. Cantidad de ofertas y ventas en los últimos 3 años considerando un entorno que incluye cada celda y sus vecinas inmediatas
Fuente: IDECOR, 2022

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 de transición urbana-rural 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 **Quantile Random Forest (qrf)**, **Gradient Boosting Machine (gbm)** y **Support Vector Regression (svr)**.

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, generando 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 (*mean absolute percentage error*, MAPE), que es una medida estándar en la bibliografía y se define de la siguiente manera:

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

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 14,4%**. En la Tabla 7, se muestra el valor del MAPE para los distintos modelos.

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

Modelo	qrf	gmb	svr
MAPE	14,4	21,3	42,8

Fuente: IDECOR, 2022



Desde el siguiente [link](#)¹⁰ puede accederse al informe ejecutivo interactivo del sector rural y de transición urbana-rural y de usos especiales, 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.

8. Resultados obtenidos y valor de la tierra rural 2022

A nivel general para todo el territorio provincial, considerando tanto el ambiente rural como el sector de transición urbana-rural y de usos especiales, 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 2022	Media	Mediana	Min	Max	CV	P10	P90
En dólares	5.930	6.050	15	382.000	186	300	9.450
En pesos	1.203.790	1.228.150	3.045	77.546.000	186	60.900	1.918.350

Fuente: IDECOR, 2022

El **promedio general resultó de 1.203.790 \$/ha (5.930 usd/ha)**, con un valor mediano de 1.228.150 \$/ha (6.050 usd/ha). A su vez, los valores estimados oscilan de \$3.045/ha a 77.546.000 \$/ha (15 a 382.000 usd/ha) con un coeficiente de variación del 186%.

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 de transición urbana-rural y de usos especiales.



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



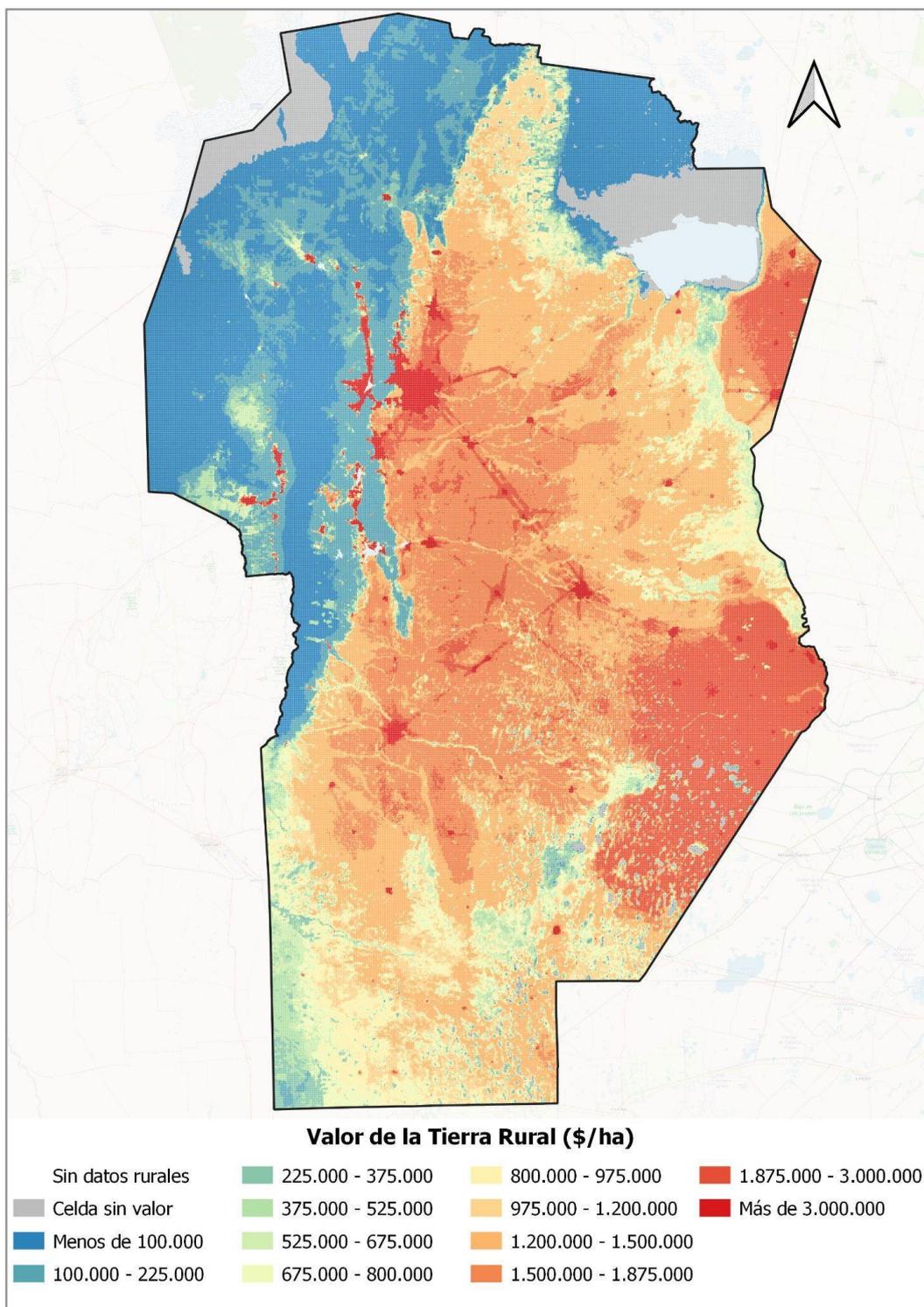


Figura 17. Mapa de Valores Unitarios del Suelo Rural 2022, a escala provincial.

Fuente: IDECOR, 2022

Se detallan a continuación los resultados obtenidos en el sector propiamente rural y en el sector transición urbana-rural y de usos especiales, 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 2022	Media	Mediana	Min	Max	CV	P10	P90
En dólares	5.044	5.450	15	19.500	70	300	8.750
En pesos	1.023.932	1.106.350	3045	3.958.500	70	60.900	1.776.250

Fuente: IDECOR, 2022

El VUT del sector propiamente rural, en promedio, resultó de 1.023.932 \$/ha (5.044 usd/ha), con un valor mediano de 1.106.350 \$/ha (5.450 usd/ha). A su vez, los valores estimados oscilan de 3045 a 3.958.500 \$/ha (15 a 19.500 usd/ha) con un coeficiente de variación del 70%.

Los indicadores IAAO medidos en los nuevos valores 2022 mejoran según puede observarse en la tabla 10. La media del ratio se estima en valor 0,99, lo indicando la conveniencia de actualizar los valores. 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	0,96	0,06	0,06	1,04

Fuente: IDECOR, 2022

A continuación, en Tabla 11 se presenta el valor medio por hectárea a nivel departamental, tanto en pesos como en dólares, con su correspondiente variación porcentual en relación a los valores estimados en 2021.

Tabla 11: Estadísticas descriptivas de la predicción de valor de la tierra rural 2022, por departamento

Departamento	Valor medio Rural (usd/ha)	Variación respecto a 2021 en usd (%)	Valor medio Rural (miles \$/ha)	Variación respecto a 2021 en pesos (%)
Calamuchita	2.092	-4,4	427	50,2
Capital	8.801	-11	1.888	47
Colón	6.353	-3,9	1.290	50,1
Cruz Del Eje	465	-2,1	94	53,3
Gral. Roca	4.259	-1,5	865	54
Gral. San	7.427	-4,1	1.511	50,1
Ischilín	685	-0,8	139	55
Juárez Celman	7.427	-3	1.394	51,7
Marcos Juárez	10.100	-4,7	2.051	49
Minas	249	-6,8	52	50,8
Pte. R. Sáenz	5.016	-2,5	1.020	52,5
Pocho	469	-1,5	95	54,8
Punilla	641	-1,7	131	54,5
Río Cuarto	6.193	-2,8	1.258	52,5
Río Primero	5.968	-2,4	1.212	52,4
Río Seco	1.230	-3,4	250	51,3
Río Segundo	8.145	-2,8	1.654	51,9
San Alberto	707	-1,5	143	53,8
San Javier	1.230	-2,5	250	52,4
San Justo	6.258	-2,2	1.270	52,8
Santa María	6.205	-3,3	1.261	51,2
Sobremonte	440	1,3	89	58,3
Tercero Arriba	8.296	-3,9	1.687	50,4
Totoral	5.213	-2,4	1.059	52,6
Tulumba	1.165	-2,9	236	51,7
Unión	7.445	-2,4	1.512	52,5
Total	4.832	-2,9%	982	51,8

Fuente: IDECOR, 2022



A nivel general, los valores estimados medidos en dólares presentan una variación del **-2,9%** (51,8% en pesos), respecto a los resultados obtenidos en 2021, que en dólares 4.977 usd/ha, en pesos \$453.000. Esto expresa que los valores por hectárea en dólares no sufren variaciones a niveles macro.

Resulta importante mencionar que la inflación acumulada¹¹ 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 su parte, la variación en el tipo de cambio¹² 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%.

En cuanto a la importancia de las variables, para el sector rural las variables más relevantes que corresponden a la estimación del VUT 2022 son el valor unitario de la tierra resultante de los estudios 2021 (vut_2021) en usd/ha y la cobertura de cultivos anuales en secano (n2_cob16). Le siguen en relevancia 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), arrendamientos 2021/22 (arrenda_2021), zonas productivas (zona), y capacidad de uso del suelo (cu_moda).



Figura 18. Mapa de valores del sector rural, expresados en dólares por hectárea. Ejemplo: inmediaciones de la localidad de Canals (Dpto. Unión). Fuente: IDECOR, 2022

¹¹ Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba (<https://estadistica.cba.gov.ar/>).

¹² Tipo de Cambio Minorista de Referencia promedio mensual - Punta Vendedor, según datos del BCRA: http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Cierre_de_cotizaciones.asp



8.2 Sector de transición urbana-rural y de usos especiales

De la estimación del VUT para la trama del sector de transición urbana-rural y de usos especiales, surge la siguiente estadística descriptiva general

Tabla 12: Estadísticas descriptivas de la predicción del VUT en el sector de transición urbana-rural y de usos especiales

Valores 2022	Media	Mediana	Min	Max	CV	P10	P90
En dólares	50.344	27.000	675	382.000	119	9.450	115.000
En pesos	10.219.832	5.481.000	137.025	77.546.000	119	1.918.350	23.345.000

Fuente: IDECOR, 2022

El VUT del sector de transición urbana-rural y de usos especiales, en promedio, resultó de 10.219.832 \$/ha (50.344 usd/ha), con un valor mediano de 5.481.000 \$/ha (27.000 usd/ha). A su vez, los valores estimados oscilan entre los 137.025 \$/ha a 77.546.000 \$/ha (675 a 382.000 usd/ha), con un coeficiente de variación del 119%.

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), indicando la conveniencia de actualizar los valores. 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 de transición urbana-rural y de usos especiales

Mediana del ratio	Media del ratio	Media ponderada	CV	CD	PRD
0,99	0,99	0,98	0,05	0,05	1,02

Fuente: IDECOR, 2022

A continuación, en la Tabla 14 se presenta el valor medio por hectárea a nivel departamental, tanto en miles de pesos como en dólares, con su correspondiente variación en relación a los valores estimados en 2021.



Tabla 14: Estadísticas descriptivas de la predicción de valor de la tierra perteneciente al sector de transición urbana-rural y de usos especiales 2022, por departamento, Provincia de Córdoba

Departamento	Valor medio del sector transición urbana-rural y de usos especiales (usd/ha)	Variación respecto a 2021 en usd (%)	Valor medio sector transición urbana-rural y de usos especiales (miles \$/ha)	Variación respecto a 2021 en pesos (%)
Calamuchita	16.980	44,4	3.447	71,7
Capital	139.257	5,5	28.269	61,4
Colón	39.857	16,5	8.091	63,2
Cruz Del Eje	19.927	40,5	4.045	67,5
Gral. Roca	14.120	52,1	2.866	73
Gral. San Martín	73.771	5,4	14.976	60,3
Ischilín	22.445	17,3	4.556	66,4
Juárez Celman	39.407	4,6	8.000	60
Marcos Juárez	41.094	5,7	8.342	60,6
Minas	11.964	225,5	2.429	78
Pte. R. Sáenz Peña	10.558	31,4	2.143	73,4
Pocho	30.851	9,5	6.263	63,7
Punilla	26.148	15,8	5.308	64,6
Río Cuarto	67.049	5,4	13.611	61,4
Río Primero	27.469	17,2	5.576	60,4
Río Seco	11.243	36,6	2.282	74,2
Río Segundo	42.939	5,9	8.717	60,7
San Alberto	20.868	30,5	4.236	63,6
San Javier	16.481	52,2	3.346	68
San Justo	60.666	3,1	12.315	59
Santa María	26.674	20,2	5.415	67,3
Sobremonte	9.860	33,9	2.002	73,3
Tercero Arriba	45.780	7,3	9.293	61,5
Totoral	33.692	13,5	6.839	59,5
Tulumba	11.723	29,3	2.380	71,9
Unión	35.979	6	7.304	60,8
Total	50.344	10	10.220	62,2

Fuente: IDECOR, 2022



A nivel general, el cambio porcentual respecto al valor estimado en 2021, en dólares fue del 10%, mientras que en pesos presenta un aumento porcentual del 62,2%. 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 transición urbana-rural y de usos especiales, las variables relevantes que corresponden a la estimación del VUT 2022 son: el Valor Unitario de la Tierra medido en dólares para el año 2020 (vur_2021), 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).

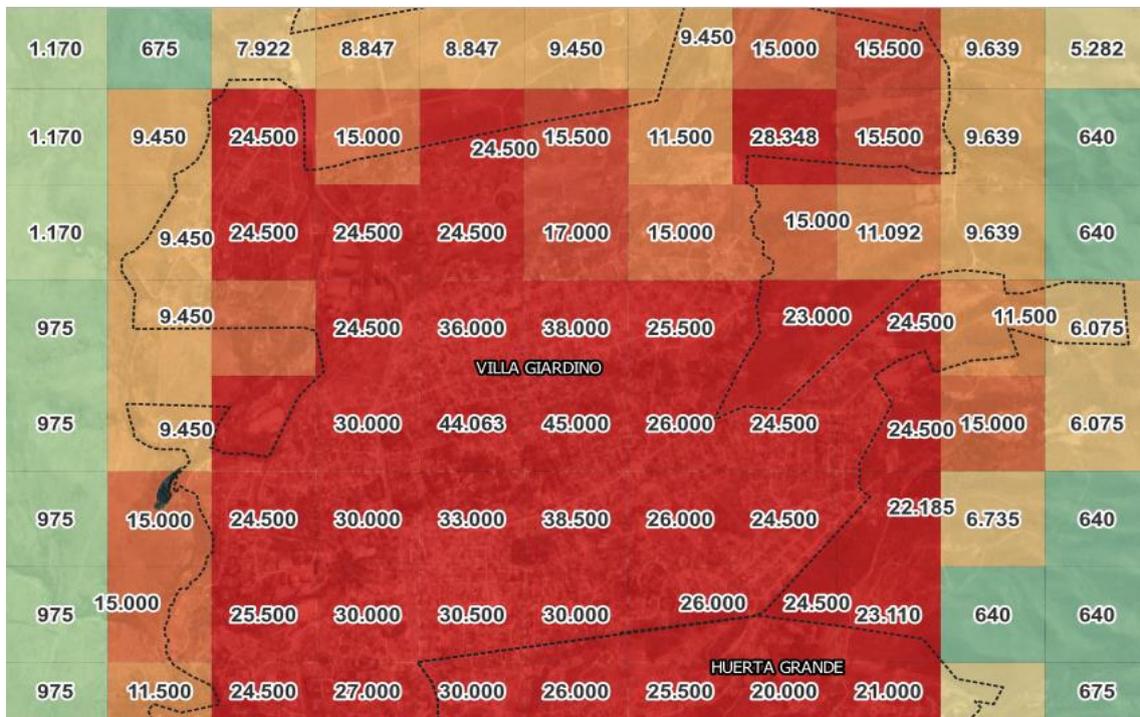


Figura 19. Mapa de valores estimados del sector de transición urbana-rural y de usos especiales, expresados en dólares por hectárea. Ejemplo: Las localidades de Villa Giardino y Huerta Grande, del corredor turístico del Valle de Punilla (Dpto. Punilla)
Fuente: IDECOR, 2022

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 5.981 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 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 de transición urbana-rural y de usos especiales, entre los que se resaltan los incluidos con actividad turística y rurales residenciales de baja densidad.

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.

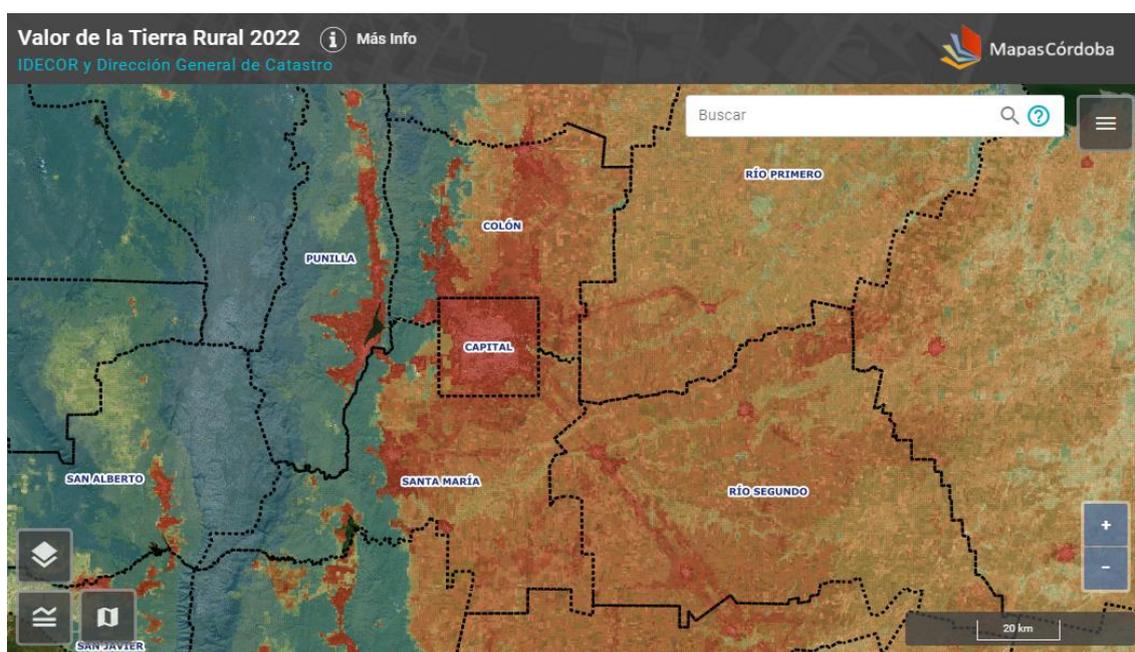


Figura 20: Mapa de Valor de la Tierra Rural 2022, pantalla general del visor online de MapasCordoba.

Fuente: IDECOR, 2022

Referencias bibliográficas

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

El objetivo de esta sección explica la metodología adoptada en 2020, con la que se logró re-exresar 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):

$$\text{elasticidad}_{rc} = \frac{\Delta\%(valor_{m^2})}{\Delta\%TC} = \frac{\delta \ln(valor_{m^2})}{\delta \ln \ln(TC)} \quad (2)$$

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 .



$$valor_act_hai = (1 + \left(\frac{tc_act}{tc_obsi} - 1 \right) elasticidad_i) valor_hai \quad (4)$$

Dónde:

$valor_act_hai$: 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_obsi : 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.

$valor_hai$: 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 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 vigentes.

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

Media Ponderada: es otro estadístico que se calcula a partir del ratio. Se obtiene efectuando la sumatoria del valor catastral 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 clúster, ciudad o jurisdicción en estudio. Ambos indicadores exhiben la dispersión, uno en relación a la media y el otro a la mediana, como 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 valuaciones. 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 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 independientes utilizadas en el modelo de valuación masiva del sector netamente rural

resg_agrop	Pertenencia Área Resguardo Ambiental (Ley 9.164)
cat_otbn1	% sup. sin presencia de bosque nativo (OTBN Ley 9.814)
cat_otbn2	% sup. en Categoría VERDE (OTBN Ley 9.814)
cat_otbn3	% sup. en Categoría AMARILLA (OTBN Ley 9.814)
cat_otbn4	% sup. 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 (antes cec)
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_per m	% 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	% sup. de cobertura sin clasificar
n2_cob1	% sup. Monte
n2_cob2	% sup. Arbustales y matorrales
n2_cob3	% sup. Pastizal natural
n2_cob4	% sup. Pastizal con rocas o suelo desnudo
n2_cob5	% sup. Rocas
n2_cob6	% sup. Suelo desnudo
n2_cob7	% sup. Salina
n2_cob8	% sup. Cuerpos de agua
n2_cob9	% sup. Zonas Anegables
n2_cob10	% sup. Cursos de Agua
n2_cob11	% sup. Urbano compacidad alta
n2_cob12	% sup. Urbano compacidad media
n2_cob13	% sup. Urbano compacidad baja
n2_cob14	% sup. Urbano Compacidad muy baja o Abierto
n2_cob15	% sup. Infraestructura vial
n2_cob16	% sup. Cultivos anuales de secano
n2_cob17	% sup. Cultivos Irrigados
n2_cob18	% sup. Pasturas implantadas
n2_cob19	% sup. Pasturas naturales manejadas
n2_cob20	% sup. Cultivos Hortícolas
n2_cob21	% sup. Plantaciones forestales maderables
n2_cob22	% sup. Cobertura Leñosa afectada por incendio
frag_0	% sup. mapeo fragmentación sin clasificar
frag_uec	% sup. en Categoría Urbano Edificado Compacto



frag_ued	% sup. en Categoría Urbano Edificado Disperso
frag_re	% sup. en Categoría Rural Edificado
frag_eau	% sup. en Categoría Urbanizado Abierto
frag_bu	% sup. en Categoría Borde Urbano
frag_ear	% sup. en Categoría Espacio Abierto Rural
frag_agua	% sup. en Categoría agua
sup_constr	% sup. 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
perc_rural	Porcentaje de superficie de parcelas de tipo valuación rural en la celda
perc_urb	Porcentaje de superficie de parcelas de tipo valuación rural en la celda
sup_med_parce	Superficie promedio de las parcelas en la celda (en hectáreas)
cant_3ha_t	Cantidad de parcelas menores a 3 has en un entorno de 3x3 (las celdas aledañas)
cant_3ha_rur	Cantidad de parcelas rurales menores a 3 has en un entorno de 3x3 (las celdas aledañas)
cant_osm_turi	cantidad de puntos turísticos de OSM en un entorno de 3x3 (las celdas aledañas)
cant_oferta_inm	cantidad de ofertas y ventas (OMI + sellos) en un entorno de 3x3 (las celdas aledañas)
cant_turi_omi	cantidad de ofertas de tipo turística en un entorno de 3x3 (las celdas aledañas)
d_vialpav	Distancia a red vial pavimentada (metros)
min_2020	Zonificación valor de agentes (mínimo valor ha)
max_2020	Zonificación valor de agentes (máximo valor ha)
prom_2020	Zonificación valor de agentes (promedio valor ha)
dens_pivot	Mediana de la densidad calculada con la herramienta mapas



	de calor en un entorno de 5 km
perc_pivot	Porcentaje de superficie con pivotes en la grilla
ev	Equivalente Vaca
vur_2018	Valor unitario Tierra rural 2018
vur_2019	Valor unitario Tierra rural 2019
vur_2020	Valor unitario Tierra rural 2020
vur_2021	Valor unitario Tierra rural 2021
qq_maiz	Rinde Maíz en quintales (campaña 2020/2021)
qq_soja	Rinde Soja en quintales (campaña 2020/2021)
depto	Nombre de departamento
media_mo	Media de Contenido de materia orgánica en suelo utilizando una grilla de 3x3
std_mo	Desvío estándar de Contenido de materia orgánica en suelo utilizando una grilla de 3x3
media_p	Media de Contenido de fósforo en suelo utilizando una grilla de 3x3
std_p	Desvío estándar de Contenido de fósforo en suelo utilizando una grilla de 3x3
media_ph	Media de pH del suelo utilizando una grilla de 3x3
std_ph	Desvío estándar de pH del suelo utilizando una grilla de 3x3
media_arcilla	Media de valores de contenido de arcilla- SH utilizando una grilla de 3x3
std_arcilla	Desvío estándar de valores de contenido de arcilla- SH utilizando una grilla de 3x3
media_limo	Media de valores de contenido de limo utilizando una grilla de 3x3
std_limo	Desvío estándar de valores de contenido de limo utilizando una grilla de 3x3
media_arena	Media de valores de contenido de arena utilizando una grilla de 3x3
std_arena	Desvío estándar de valores de contenido de arena utilizando una grilla de 3x3



ANEXO IV. Variables independientes utilizadas en el modelo de valuación masiva del sector transición urbana-rural y de usos especiales

perc_urb	porcentaje de superficie de parcelas de tipo urbana en la celda
perc_rural	porcentaje de superficie de parcelas de tipo rural en la celda
parce_medi	Superficie media de parcela en entorno (5 km)
sup_med_parc	Superficie promedio de las parcelas en la celda (en hectáreas)
cant_3ha_t	cantidad de parcelas en un entorno de 3x3 (las celdas aledañas)
cant_3ha_rur	cantidad de parcelas rurales en un entorno de 3x3 (las celdas aledañas)
parce_cant	Cantidad de parcelas en entorno (5 km)
cant_osm_turi	cantidad de puntos turísticos de OSM en un entorno de 3x3 (las celdas aledañas)
cant_turi_omi	cantidad de ofertas de tipo turística en un entorno de 3x3 (las celdas aledañas)
cant_oferta_inm	cantidad de ofertas y ventas (OMI + sellos) en un entorno de 3x3 (las celdas aledañas)
n2_cob1	% sup. Monte
n2_cob2	% sup. Arbustales y matorrales
n2_cob8	% sup. Cuerpos de agua
n2_cob10	% sup. Curso de agua
n2_cob11	% sup. Urbano compacidad alta
n2_cob12	% sup. Urbano compacidad media
n2_cob13	% sup. Urbano compacidad baja
n2_cob14	% sup. Urbano Compacidad muy baja o abierto
n2_cob16	% sup. Cultivos anuales de secano
n2_cob17	% sup. Cultivos Irrigados
n2_cob18	% sup. Pasturas implantadas
n2_cob19	% sup. Pasturas naturales manejadas
n2_cob20	% sup. Cultivos Hortícolas
n2_cob21	% sup. Plantaciones forestales maderables
ip_stdev	Desvío estándar del Índice de Productividad
ip_median	Mediana del Índice de Productividad
frag_uec	% sup. en Categoría Urbano Edificado Compacto

frag_ued	% sup. en Categoría Urbano Edificado Disperso
frag_re	% sup. en Categoría Rural Edificado
frag_eau	% sup. en Categoría Urbanizado Abierto
frag_bu	% sup. en Categoría Borde Urbano
frag_ear	% sup. en Categoría Espacio Abierto Rural
cat_otbn3	% sup. en Categoría AMARILLA (OTBN Ley 9.814)
cat_otbn4	% sup. en Categoría ROJA (OTBN Ley 9.814)
resg_agroq	Pertenencia Área Resguardo Ambiental (Ley 9.164)
sup_constr	% sup. construida (clasificación Sentinel 2A)
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_ríos	Distancia a ríos principales (metros)
ind_manzan	Densidad de calles es una manzana urbana (estándar)
manzan_pon	Índice de manzanidad ponderado por superficie de ocupación en la celda
ind_urbano	Relación entre sup_constr y ind_manzan
peri_2022	Indicación de celdas del sector transición urbana-rural y de usos especiales y de usos especiales
peri_rf	Clasificación sobre celdas no rurales
vur_2018	Valor unitario Tierra rural 2018
vur_2019	Valor unitario Tierra rural 2019
vur_2020	Valor unitario Tierra rural 2020
vur_2021	Valor unitario Tierra rural 2021



ANEXO V: Ficha técnica Estudio de Valores Rurales 2022

Síntesis provincial	
Base de estimación	Parcelas con valuación rural: 179.874 Celdas de la grilla de estimación: 652.727
Fuente de datos inmobiliarios	Observatorio del Mercado Inmobiliario de inmuebles rurales (OMI)
Fecha de relevamiento	Relevamiento 2022: febrero a julio 2022 Base histórica OMI: desde julio 2017
Base de conocimiento	Relevamiento 2022: 840 observaciones Base histórica OMI rural: 6.339 observaciones Base histórica OMI total: 71.000 observaciones
Muestra final de observaciones	6.937 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 (\$/ha), al mes de mayo de 2022
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): 14,4%
VUT (\$/ha), estadísticas principales	Media provincial: \$1.203.790 \$/ha (5.930 usd/ha) <u>Espacio rural</u> Media provincial: 1.023.932 \$/ha (5.044 usd/ha) Valor máximo: 3.958.500 \$/ha (19.500 usd/ha) Valor mínimo: 3.045 \$/ha (15 usd/ha; se excluyen celdas en condiciones de inundación extrema, con VUT referencial de \$1) <u>Espacio de transición urbana-rural y de usos especiales</u> Media provincial: 10.219.832 \$/ha (50.344 usd/ha) Valor máximo: 77.500.000 \$/ha (381.773 usd/ha) Valor mínimo: 137.000 \$/ha (675 usd/ha)



IDECOR

Ministerio de
FINANZAS



CÓRDOBA
entre todos

 mapascordoba.gov.ar  idecor.gov.ar

 idecorecba.gov.ar