



Al contestar por favor cite estos datos:

Radicado N°: 1000DG-2026-0000082-EE

No. Caso: 1851360

Fecha: 14-04-2026 16:42:25

Rad. Padre:

Doctora

ELIZABETH MARTINEZ BARRERA

Secretaria General de la Comisión Tercera Constitucional

Cra. 7 #8-62

Bogotá, d.c. Bogotá d.c., Colombia

comision.tercera@camara.gov.co

**COMISIÓN TERCERA
CAMARA DE REPRESENTANTES**

Recibido Por: Jean Carlos

Fecha: 14 Abril 2026

Hora: 4:44 Pm

Número de Radicado: 1644

ASUNTO: Respuesta a la Comisión Tercera Constitucional Permanente respecto al cuestionario enviado sobre la Proposición de Debate de Control Político No. 21 en relación con la aplicación del artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) recibió por parte de la Comisión Tercera Constitucional de la Cámara de Representantes el cuestionario propuesto por los Honorables Representantes a la Cámara Wilmer Yair Castellanos Hernández y Saray Elena Robayo Bechara con radicado No. 3200SAF-2026-0017674-ER en relación con la aplicación del artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo implementado mediante las Resoluciones 1912 de 2024 y 2057 de 2025.

En respuesta a dicha solicitud, la presente comunicación aborda el cuestionario objeto de la Proposición de Debate presentado por parte de los Honorables Representantes a la Cámara:

GENERALES

1. **Sírvase explicar si se realizó estudios previos de impacto económico y social antes de la expedición de las Resoluciones 1912 de 2024 y 2057 de 2025. En caso afirmativo, remitirlos. En caso negativo, explicar por qué se omitieron.**

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, en ejercicio de su función regulatoria prevista en el artículo 47 de la Ley 2294 de 2023, expidió las Resoluciones 1912 de 2024, 1939 de 2025 y 2057 de 2025 con fundamento en el mandato legal contenido en el artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual ordena la adopción de metodologías para la actualización masiva de valores catastrales rezagados.

En este contexto, las resoluciones se sustentan en análisis técnicos propios de la gestión catastral, orientados a disminuir el rezago existente en los avalúos catastrales frente a la realidad económica del mercado inmobiliario de cada municipio, fundamentadas en la necesidad de ajustar los avalúos catastrales acercándolos a unas condiciones más reales del mercado ocasionadas por años de desactualización que presentan muchos municipios. Por lo tanto, la implementación de la metodología se considera una medida necesaria para subsanar las distorsiones existentes en el componente económico del catastro, ya que se producen distorsiones en la realidad económica del

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTA D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co



territorio e inequidades en la carga tributaria, limitando la capacidad de inversión y la planificación territorial de los municipios.

Ahora bien, en relación con la evaluación de impactos, es importante precisar que, conforme a lo dispuesto en el Decreto 1609 de 2015 *"Por el cual se modifican la directrices generales de técnica normativa de que trata el título 2 de la parte 1 del libro 2 del Decreto 1081 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector de la Presidencia de la República."*, la expedición de actos administrativos debe atender las reglas de técnica normativa, dentro de las cuales se contempla la valoración de aspectos como la viabilidad jurídica, el ámbito de aplicación y, cuando haya lugar, los impactos asociados a su implementación, como las implicaciones para su adopción institucional, asociadas a la eventual generación de erogaciones o a la necesidad de apropiación presupuestal por parte del Gobierno nacional. En este sentido, las resoluciones fueron expedidas en observancia de dichas reglas, atendiendo su naturaleza y alcance.

En cuanto al análisis del impacto económico y social de la normativa expedida, informamos que, a pesar de no existir formalmente un estudio de impacto en los términos planteados por el cuestionario, el Instituto si realizó una serie de estudios y análisis técnicos y jurídicos, orientados a garantizar la consistencia de la metodología, a prever sus efectos y a manejar los posibles impactos tributarios, aun cuando no es de nuestra competencia establecer de las dinámicas existentes entre avalúo catastral y las demás imposiciones tributarias.

En particular, se diseñaron metodologías y estudios de cálculo basadas en información de mercado y variables de productividad, que permiten asegurar que los resultados reflejen de manera razonable y proporcional la realidad económica de los territorios por zonas homogéneas.

Para el análisis diferenciado de valores y el cálculo del valor por zona homogénea, se utilizaron como insumos:

- El análisis de la productividad de 39 tipos de cultivos, con información obtenida de algunos gremios.
- La depuración de los más de 30 millones de registros de compra y ventas disponibles en el Observatorio Inmobiliario Catastral del IGAC.
- 216.521 transacciones de la Superintendencia de Notariado y Registro de los municipios objeto de la metodología.
- 4.870 avalúos comerciales, entre los cuáles se encuentran:
 - a. 4.540 avalúos bancarios
 - b. 330 Avalúos puntuales del IGAC

- 3.173 datos de ofertas disponibles en el mercado, de las cuales:
 - a. 470 fueron ofertas capturadas en campo
 - b. 2.703 ofertas disponibles en fuentes especializadas

Además, planteamos como ejemplo, el estudio piloto del comportamiento del valor del suelo llevado a cabo en cuarenta y siete (47) municipios, que fueron priorizados por el Ministerio de Agricultura, por hacer parte de los núcleos establecidos para la reforma agraria, en los cuales se aplicaron diferentes métodos de valoración, tales como comparación de mercado, de capitalización y de rentas. A partir de esta aproximación del modelamiento econométrico, se obtuvieron 229 ofertas inmobiliarias, se utilizaron fuentes de valor como 132 avalúos comerciales realizados por el IGAC, y se determinó una muestra de 812 avalúos de prueba, en la que se pudo obtener una variación del valor del suelo, con base en este estudio se pudo determinar el valor comercial del suelo y calcular un incremento promedio de los 47 municipios pilotos en mención.

Adicionalmente, se adelantaron análisis jurídicos sobre la aplicabilidad de los límites al Impuesto Predial Unificado (IPU) previstos en la Ley 1995 de 2019 en conjunto con el Ministerio de Hacienda y Crédito Público como mecanismo de mitigación de impactos tributarios, lo que no permitió prever y anticipar que los porcentajes de incremento en los avalúos no se traducen automáticamente en aumentos equivalentes en la carga tributaria de los contribuyentes.

En el marco de las acciones de difusión y acompañamiento relacionadas con la aplicación del artículo 49, se llevó a cabo la socialización del documento "Consideraciones Tributarias frente a la entrada en vigencia de la Metodología para la Actualización Masiva de Valores Catastrales Rezagados en las Zonas Rurales, que permiten por una sola vez realizar el ajuste automático al que se refiere el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023", elaborado por la Dirección General de Apoyo Fiscal – Subdirección de Fortalecimiento Institucional del Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Esta actividad se complementó con la publicación de las "Consideraciones sobre el Impuesto Predial Unificado -IPU-" en la página web del IGAC, así como con la entrega a cada municipio de la información correspondiente a los impactos derivados de la aplicación de esta medida, con el fin de facilitar la toma de decisiones informadas en materia fiscal y catastral.

De igual manera, los estudios y análisis referidos también evaluaron los impactos positivos abordados por las Resoluciones en cuestión como lo son las mejoras en el recaudo de impuesto que depende de la aplicación de tarifas diferenciadas, dentro de los límites mínimos y máximos establecidos por las leyes mencionadas con anterioridad y las decisiones de cada Concejo Municipal, así como los límites anuales al crecimiento del valor a pagar por concepto de impuesto predial. Asimismo, la metodología propuesta es un primer paso hacia el catastro multipropósito, en tanto se aproxima a un conocimiento integral de las condiciones del mercado de tierras rural y, en particular, la caracterización de los sistemas productivos y su incidencia sobre el valor de la tierra. Además, de brindar la posibilidad de mejorar las condiciones de funcionamiento del mercado inmobiliario.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

Con el objetivo de reflejar de forma adecuada cada uno de los estudios y análisis llevados a cabo por el IGAC, remitimos el anexo técnico de la Resolución 1912 de 2024 donde se da cuenta de las metodologías de cálculo realizadas y de las variables utilizadas para llevar a cabo el procedimiento de reducción del rezago catastral.

2. ¿Tenían conocimiento previo de que la aplicación de la metodología podría generar incrementos superiores al 10.000%, 50.000% o incluso 300.000% en algunos municipios?

Al respecto, es importante mencionar que el artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 (Ley 2294 de 2023) definió la metodología de estimación del rezago y cálculo de los incrementos porcentuales que deben ser aplicados a cada municipio clasificado para la disminución del rezago en los avalúos catastrales de los predios en Colombia, especialmente en zonas donde tal información no ha sido actualizada en más de 5, 10, 15 o inclusive 30 años. La importancia de evaluar el rezago proviene de las distorsiones en el valor real de los predios que causa el mismo, de la afectación que se produce a la equidad tributaria y de las limitaciones que se causan a la capacidad de los municipios para planificar y financiar sus proyectos de desarrollo.

Este rezago obedece, principalmente, al incumplimiento del mandato establecido en el artículo 5 de la Ley 14 de 1983, reiterado en el artículo 24 de la Ley 1450 de 2011, mediante el cual se dispuso la obligación de las autoridades catastrales de formar o actualizar los catastros en periodos de cinco (5) años. Como consecuencia, se ha generado una brecha entre los valores de mercado y las bases gravables del impuesto predial. No obstante, el valor comercial puede ajustarse hasta en un 60% para su conversión en valor catastral, y la variación entre este último y el valor vigente permite determinar el porcentaje de incremento aplicable al valor del terreno de cada predio, contribuyendo así a la reducción del rezago catastral. En este contexto, se definió evaluar dicha variación a partir de las zonas homogéneas geoeconómicas existentes, considerando variables normativas, físicas y económicas, de conformidad con la metodología adoptada mediante la Resolución 1912 de 2024.

Por ello, el Instituto tenía conocimiento de que, como resultado de la aplicación de la metodología propuesta, podrían presentarse incrementos significativos en los avalúos catastrales en diversas zonas. En algunos casos, estos incrementos han superado el 300%, situación que obedece al alto nivel de rezago catastral acumulado en varios municipios, donde los avalúos no habían sido actualizados durante periodos prolongados de 10, 15, 20 o incluso 30 años. La metodología se diseñó precisamente para abordar estas distorsiones y acercar los avalúos catastrales a los valores comerciales actuales, lo que explica la magnitud de los incrementos observados. En consecuencia, fue posible para el IGAC prever que, en escenarios de alto rezago, la metodología de disminución del rezago podía generar incrementos porcentuales muy elevados, teniendo en cuenta que tales porcentajes reflejan el salto requerido para llevar el predio al valor comercial real, teniendo en cuenta el límite del artículo 2.2.2.1.1 del Decreto 1170 de 2015, modificado por el Decreto 148 de 2020.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

De igual forma, en el proceso de definición de los porcentajes de incremento por zonas homogéneas geoeconómicas, se adelantaron mesas de concertación con las Direcciones Territoriales, quienes participaron activamente en la evaluación técnica y avalaron los resultados del proceso conforme a sus competencias. Así mismo, se remitieron a las administraciones municipales los ejercicios preliminares correspondientes, con el fin de socializar los resultados y recoger observaciones en el marco del procedimiento de reducción del rezago catastral.

A manera de ejemplo, para dimensionar los incrementos derivados de la aplicación de la metodología, se tiene que, por destinación económica, el uso agropecuario —que representa el 81,2% del total— presentó una variación porcentual del avalúo total del 227,2% con respecto al año inmediatamente anterior.

3. ¿consideran razonable y proporcional que en una sola vigencia fiscal se produzcan incrementos de tal magnitud en los avalúos catastrales?

Frente a la razonabilidad y la proporcionalidad de los incrementos, es importante señalar que el avalúo catastral es una determinación de carácter técnico que se establece con base en criterios objetivos, conforme a la normatividad vigente, particularmente en el marco de lo dispuesto en el artículo 79 de la Ley 1955 de 2019, que crea el Catastro Multipropósito, en concordancia con la Ley 2294 de 2023 (Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026), que fortalece su implementación a nivel nacional, por lo que los porcentajes de aumento arrojados a través de la metodología de reducción del rezago catastral hacen parte de todo un estudio técnico objetivo que no busca afectar una sola vigencia fiscal, sino que desde nuestras labores técnicas tratamos de acercar a la realidad económica valores desactualizados.

Entendemos que, aunque los porcentajes de incremento pueden ser elevados, su adopción se considera proporcional, en la medida en que estos reconocen directamente la realidad de cada predio. Es precisamente la correspondencia del avalúo resultante con su condición económica lo que sustenta dicha proporcionalidad, todo con el propósito de corregir distorsiones acumuladas durante varios años.

A manera de ejemplo, del total de 1.921.241 predios con aplicación de la medida, el 75,7% presenta avalúos iguales o inferiores a \$50 millones, y más del 90% de los predios en 2026 se ubican por debajo de los \$200 millones, lo que evidencia que, pese a los incrementos, la estructura de avalúos continúa concentrada en rangos bajos.

Se reitera que, en materia tributaria, los límites al crecimiento del Impuesto Predial Unificado están definidos por la Ley 1995 de 2019 y la Ley 44 de 1990, y que de esta forma los contribuyentes pueden impugnar los incrementos excesivos del IPU, teniendo en cuenta que el mismo se establece a partir de la política fiscal de cada entidad territorial.

Asimismo, es importante señalar que, desde el punto de vista normativo, la concentración del ajuste en una sola vigencia no es una decisión discrecional del IGAC, sino una

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

consecuencia directa del mandato legal señalado en el artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo *"Colombia, Potencia mundial de la vida"*.

Sobre el particular, se recuerda que el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023 estableció expresamente que el ajuste de los avalúos catastrales rezagados se realizaría "por una sola y única vez", con el propósito de corregir distorsiones acumuladas en el tiempo. En este sentido, la razonabilidad y proporcionalidad del ajuste no se evalúa en función del porcentaje del incremento, sino de su finalidad, es decir, en la necesidad de corregir inequidades y distorsiones que han persistido durante muchos años, donde diversos predios en varias regiones del país tenían avalúos catastrales muy por debajo de su valor comercial real. De esta forma se pretende cerrar la brecha entre el avalúo catastral y el valor comercial real del inmueble, conforme a los parámetros técnicos del Decreto 1170 de 2015, aunado a ello aclaramos nuevamente que:

- El rezago identificado es estructural (en muchos casos superior a una década), lo que implica que el ajuste concentra en una vigencia efectos acumulados de varios años.
- La medida tiene carácter excepcional y transitorio, no permanente, tal como lo dispone el parágrafo 2 del artículo 49.
- Se han establecido límites al crecimiento del Impuesto Predial Unificado (IPU) para mitigar efectos adversos. Por ejemplo, el límite general para el IPU es del 50% del monto liquidado el año anterior, lo que permite un ajuste gradual en la carga tributaria de los propietarios.

4. ¿Qué acciones se están adelantando en el IGAC para mitigar o revertir los efectos nocivos económicos y sociales que ha producido esta normativa?

Desde el IGAC se ha implementado una estrategia preventiva de riesgos para contrarrestar la materialización de efectos nocivos en los municipios objeto de la aplicación de la metodología de disminución del rezago contemplada en el artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo (Ley 2294 de 2023), tanto para la vigencia 2025, como para la vigencia 2026.

En el marco de esta estrategia se ha presentado a las administraciones municipales los resultados de la metodología y recomendaciones para mitigar el impacto del incremento de los avalúos sobre el Impuesto Predial. Concretamente, se ha reiterado que los límites al crecimiento del Impuesto Predial Unificado (IPU) están definidos por la Ley 1995 de 2019 y la Ley 44 de 1990, y protegen a los contribuyentes de incrementos excesivos del IPU. Además, se han presentado recomendaciones respecto a las sobretasas cargadas al avalúo catastral y al IPU, se han resuelto inquietudes respecto a los impactos de la metodología sobre los impuestos de renta y patrimonio, la clasificación del SISBEN, la estratificación socioeconómica, entre otras dudas recurrentes relacionadas.

Esta estrategia se ha puesto en marcha a través de la realización de espacios virtuales y presenciales dirigidos a las administraciones de los municipios en los que se ha aplicado la metodología. Así pues, a inicios de 2025 se realizaron reuniones virtuales de socialización

de recomendaciones de mitigación de impactos fiscales con los municipios en los que se aplicó la metodología para la vigencia 2025.

Además, en el mes de diciembre de 2025 se realizaron reuniones particulares o bilaterales con los municipios que así lo solicitaron, para profundizar en asuntos particulares de cada municipio, así como un espacio técnico presencial de trabajo orientado a las empresas que ofrecen el servicio de operación del software de liquidación de impuestos en los municipios, con el objetivo de aclarar cómo se parametrizan las leyes de límites en el marco de la aplicación de la metodología del artículo 49. Esto, reconociendo la importancia que tienen estas empresas en el buen desarrollo del proceso de liquidación del tributo en los municipios.

En lo que respecta a la vigencia 2026, previo a la expedición de la Resolución 2057 de 2025, se realizaron tres (3) espacios de participación amplios en el mes de diciembre de 2025: uno presencial (en el Salón Rojo del Hotel Tequendama, en Bogotá) y dos virtuales, a los que fueron convocados los alcaldes y secretarías de hacienda de todos los municipios en los que se aplicaría la metodología de disminución del rezago contemplada en el artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo (Ley 2294 de 2023), para la vigencia 2026.

En el presente año, se han desarrollado al menos diez (10) espacios de socialización y capacitación, tanto virtuales como presenciales, dirigidos a alcaldes y secretarías de hacienda de los municipios en los que se aplicó la metodología. Dos de estos espacios fueron virtuales y estuvieron abiertos a todos los municipios del país, mientras que los demás espacios se han realizado por departamento, abarcando hasta el momento aquellos con el número más alto de municipios objeto de la aplicación de la metodología (entre otros, Santander, Boyacá, Magdalena, Nariño, Putumayo y Atlántico).

Conviene destacar también la participación del Instituto en el Congreso Nacional de Municipios convocado por la Federación Colombiana de Municipios y realizado en la ciudad de Cartagena en el mes de marzo, en el cual se aclaró a los alcaldes del país el alcance de la metodología y se presentaron las principales recomendaciones de mitigación de impactos fiscales.

Adicionalmente, se han llevado a cabo mesas técnicas para las correcciones de atipicidades, donde se realizaron procesos de sensibilidad económica que consisten en determinar los posibles comportamientos atípicos de valor aplicados a cada uno de los predios que conforman la base predial. En este orden de ideas algunos casos reflejan inconsistencias en las bases de datos catastrales, producto de la prolongada desactualización de estos, siendo estos casos menores a los resultados observados.

Además, se está implementando una estrategia de atención ciudadana a través de las Direcciones Territoriales del IGAC, estableciendo mecanismos de comunicación e interlocución con las autoridades municipales para brindar el acompañamiento necesario. Así como la disposición de un sitio web (<https://www.igac.gov.co/implementacion-articulo-49-de-plan-nacional-desarrollo-2022-2026>), con el objetivo de mitigar posibles impactos sociales derivados de desinformación,

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

se ha relacionado toda la información necesaria para entender el procedimiento efectuado por el Instituto en relación con la metodología relatada. De igual manera, se ha dispuesto una Caja de Herramientas donde se puede encontrar material de difusión (guiones de perifoneo, cuñas radiales y piezas para redes sociales) para que las administraciones locales informen correctamente a la ciudadanía. Por último, con el fin de evaluar impactos y mitigar los mismo, durante el diseño de la metodología se realizaron reuniones de socialización con organizaciones como FEDEGAN, FEDEPAPA, FEDEARROZ, la SAC y gremios cafeteros y azucareros para resolver inquietudes técnicas y verificar condiciones de productividad estimadas en los modelos de capitalización.

5. ¿se ha considerado efectuar la revocatoria directa de los actos administrativos, de conformidad con la ley 1437 de 2011?

Con respecto a la revocatoria directa de los actos administrativos en cuestión, es importante resaltar que el artículo 93 de la Ley 1437 de 2011, señala como causales de revocatoria directa de los actos administrativos las siguientes:

- i. Cuando sea manifiesta su oposición a la Constitución Política o a la Ley.
- ii. Cuando no estén conformes con el interés público o social o atenten contra él.
- iii. Cuando con ellos se cause un agravio injustificado a una persona.

Esta facultad se encuentra en cabeza de la misma autoridad administrativa que lo profirió o en su superior jerárquico y opera de oficio o a solicitud de parte.

Al respecto, debemos resaltar que los actos administrativos expedidos en virtud de la aplicación del artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, como lo son las Resoluciones 1912 de 2024 y la Resolución 2057 de 2025 se emiten en desarrollo directo de un mandato legal obligatorio y de estricto cumplimiento por parte de este Instituto como lo es el Plan Nacional de Desarrollo. Asimismo, se emite en observancia de las labores legales de gestión catastral con las que cuenta el Instituto.

Por otro lado, el proceso de disminución del rezago catastral se realiza conforme al interés público, teniendo en cuenta las dificultades presupuestales municipales que representa una base gravable que no esté acorde a la realidad económica actual y, por lo tanto, que genere unos recaudos tributarios irrisorios que no permitan el avance de proyectos sociales, económicos, en infraestructura, entre otros. Asimismo, se trata de frenar inequidades tributarias que se encuentran representadas en la diferencia entre los avalúos catastrales rezagados y los valores económicos y comerciales reales de los predios, por lo que, el reajuste en estos valores resulta necesario para reestablecer la equidad entre los contribuyentes.

Por último, es importante resaltar que los actos administrativos en mención son de carácter general, abstracto y reglamentario. En este sentido, no representan un daño injustificado a un particular en específico, sino que regulan una situación genérica para los predios ubicados en aquellos municipios cuya actualización catastral no se ha llevado a cabo en más de 5 años. Esta regulación no está dirigida a una persona en particular, sean

propietarios o poseedores, sino que establece una norma aplicable a todos los predios ubicados en aquellos municipios priorizados. Es decir, el acto se aplicará a todos los predios ubicados en municipios que se encuentran en la situación fáctica y abstracta establecida en el acto general y en el artículo 49 del PND.

En consecuencia, conforme a lo normado por el artículo 93 del CPACA, esta entidad no evidencia la configuración de causal alguna para que proceda de oficio la revocatoria directa, esto atendiendo a que, dichos actos administrativos fueron emitidos en cumplimiento de lo establecido en el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, el cual, como se ha mencionado, busca corregir inequidades tributarias y distorsiones en los avalúos catastrales.

Sin perjuicio de lo anterior, la ciudadanía puede acceder a la revisión y controvertir el avalúo catastral a través del procedimiento establecido por medio de la Ley 1995 de 2019 y la Resolución 1040 de 2023, modificada por la Resolución 746 de 2024, según los artículos 4.7.4. y 4.7.5 del Capítulo 7, Avalúos Catastrales, los cuales disponen lo siguiente:

Ley 1995 de 2019: "Artículo 4°. Revisión de los avalúos catastrales. Los propietarios poseedores o las entidades con funciones relacionadas con la tierra podrán presentar para efectos catastrales, en cualquier momento, solicitud de revisión catastral, cuando considere que el valor no se ajusta a las características y condiciones del predio, para ello deberán presentar las pruebas que justifiquen su solicitud. La autoridad catastral deberá resolver dicha solicitud dentro de los tres (03) meses siguientes a la radicación.

Parágrafo 1°. La revisión del avalúo no modificará los calendarios tributarios municipales ni distritales y entrará en vigencia el 1° de enero del año siguiente en que quedó en firme el acto administrativo que ordenó su anotación.

Parágrafo 2°. Los contribuyentes podrán solicitar la devolución o compensación de los saldos a favor originados en pagos en exceso o de lo no debido, dentro de los cinco (5) años siguientes al vencimiento del plazo a pagar o al momento de su pago." Negrillas fuera de texto.

Resolución 1040 de 2023: "ARTÍCULO 7.1. ACTUALIZACIÓN MASIVA DE LOS AVALÚOS CATASTRALES REZAGADOS. (...) Parágrafo 2°. (...) Una vez realizado el ajuste automático de los avalúos catastrales, los interesados podrán presentar una solicitud de revisión si consideran que el avalúo ajustado excede el valor comercial del predio o no está acorde con la realidad física. Este proceso se regirá de acuerdo con lo establecido en la presente Resolución número para este tipo de trámites catastrales."

"ARTÍCULO 4.7.4. REVISIÓN DEL AVALÚO CATASTRAL. El interesado y/o las entidades públicas con funciones de administración de tierras podrán solicitar la revisión del avalúo catastral del predio de interés en cualquier momento, a partir del día siguiente a la fecha de la Resolución número que inscriba el predio o del acto que haya modificado el avalúo en el catastro. Esta solicitud puede realizarse independientemente

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

del proceso catastral por el que se haya determinado el avalúo a revisar. Esta revisión también podrá adelantarse de manera oficiosa.

En la solicitud de revisión, el interesado o la entidad deberá indicar la o las vigencias sobre las cuales hace la petición y las pruebas presentadas deben corresponder específicamente a dichas vigencias. Los avalúos resultantes del trámite de la solicitud de revisión tendrán la vigencia fiscal que se indique en el acto administrativo en firme, correspondiente a las vigencias objeto de la solicitud. En aquellos casos en que el solicitante no indique la vigencia de la revisión, se entenderá que la solicitud versará sobre el año de presentación de la misma.

El gestor catastral deberá garantizar, en la revisión del avalúo, la verificación y ajuste correspondiente de la información de los componentes físico, jurídico y económico, en los cuales soportará la decisión.

ARTÍCULO 4.7.5. PROCEDIMIENTO PARA SOLICITAR LA REVISIÓN DEL AVALÚO CATASTRAL. *La revisión del avalúo catastral se podrá adelantar de manera oficiosa o a solicitud de parte ante el gestor catastral competente, en concordancia con lo indicado en el artículo 4° de la Ley 1995 de 2019, o la norma que lo modifique, adicione o derogue. El plazo máximo para resolver de fondo la solicitud de revisión de avalúo es de tres (3) meses contados a partir de la radicación de la petición.*

El procedimiento se adelantará conforme a las reglas generales de la actuación administrativa contempladas en la Ley 1437 de 2011, sin perjuicio de las previsiones especiales que se definen a continuación:

1. **Solicitud.** *En los casos en que la revisión de avalúo se realice por solicitud de parte, el interesado deberá radicar la solicitud ante el gestor catastral a través de los canales virtuales o físicos dispuestos para ello.*

En la solicitud de revisión, el solicitante deberá indicar la o las vigencias sobre las cuales hace la petición, y las pruebas deben corresponder a dichas vigencias.

Los avalúos resultantes del trámite de la solicitud de revisión tendrán la vigencia catastral que se indique en el acto administrativo en firme, correspondientes a las vigencias objeto de la solicitud.

La solicitud de revisión podrá acompañarse de las pruebas que, a criterio del solicitante, fundamenten las inconformidades frente al avalúo, tales como planos, fotografías, certificaciones de autoridades administrativas, ortofotografías, aerofotografías, avalúos comerciales, escrituras públicas u otros documentos que sirvan de sustento.

La prueba documental señalada en el presente artículo es simplemente enunciativa. En tal sentido, en ningún caso el gestor catastral podrá restringir la libertad probatoria del solicitante exigiendo solo uno o algunos de tales medios de prueba como requisito de procedibilidad para realizar la solicitud.



2. **Petición incompleta y desistimiento tácito de la solicitud.** Dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a la radicación, y conforme con lo indicado en el artículo 17 de la Ley 1437 de 2011, el gestor catastral verificará que el solicitante haya presentado la solicitud con los elementos de juicio mínimos, que permitan establecer la necesidad de la revisión.

Si como resultado de la revisión de la solicitud se determina que la documentación aportada está incompleta o que el solicitante debe presentar aclaraciones necesarias para continuar con el trámite, los términos para resolver el asunto se suspenderán. El gestor catastral requerirá al solicitante dentro del mismo plazo de diez (10) días hábiles, para que en un periodo máximo de un (1) mes, prorrogable hasta por un plazo igual, se allegue la información y documentación necesaria y/o realice las aclaraciones correspondientes. Una vez el peticionario aporte la información requerida, se reactivará el término para resolver la petición.

Vencido el plazo establecido en este numeral sin que el peticionario haya cumplido el requerimiento, el gestor catastral decretará el desistimiento y el archivo de la solicitud mediante acto administrativo motivado, que se notificará en los términos de la Ley 1437 de 2011. Contra este acto únicamente procede recurso de reposición, sin perjuicio de que la respectiva solicitud pueda ser nuevamente presentada con el lleno de los requisitos.

3. **Determinación de la necesidad de visita.** Cuando se adelante la revisión de avalúo de manera oficiosa o una vez haya finalizado el plazo de diez (10) días hábiles de que trata el numeral anterior, el gestor catastral determinará la necesidad o no de realizar una visita al predio objeto del trámite. (...)
4. **Decisión.** El gestor catastral resolverá de fondo la solicitud de revisión del avalúo catastral sin exceder los tres (3) meses siguientes a la radicación de la solicitud o inicio del trámite de manera oficiosa, mediante acto administrativo motivado, el cual será notificado al solicitante en los términos de la Ley 1437 de 2011.
5. **Recursos.** Contra el acto administrativo que resuelve la revisión del avalúo proceden los recursos de reposición y apelación, los cuales deberán interponerse por escrito, en los términos del artículo 74 y siguientes de la Ley 1437 de 2011 o de la norma que los modifique, adicione o derogue.

Parágrafo. En los casos en que se deban realizar mutaciones en el aspecto físico y/o jurídico, estas se resolverán de oficio o a petición de parte, en el término establecido en el presente artículo para tramitar la revisión del avalúo, sin dar aplicación a lo establecido en el artículo 4.5.2." Negrillas fuera de texto

Como es claro existe un procedimiento establecido normativamente para que cada propietario o poseedor pueda solicitar la revisión del avalúo catastral de su predio al gestor catastral determinado para su municipio, incluidos aquellos inmuebles que se encuentren dentro de las Zonas Homogéneas Geoeconómicas objeto de la disminución del rezago a través de la Resolución 2057 de 2025.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

ESPECÍFICAS - METODOLOGÍA Y DECISIONES TÉCNICAS

6. Sírvase explicar detalladamente la metodología adoptada en la Resolución 1912 de 2024, indicando:
- Variables utilizadas
 - Fuentes de información
 - Margen de error del modelo
 - Nivel de precisión esperado

En lo relativo a la metodología implementada para determinar los rezagos catastrales, la Resolución 1912 de 2024, contempla cuatro (4) documentos técnicos que amplían la metodología establecida para la implementación del artículo 49 (Anexo Técnico Resolución 1912 de 2024.pdf), incorporando todos los detalles técnicos de lo realizado. Los documentos que relatan y detallan el estudio realizado para la disminución del rezago son los siguientes:

- Documento conceptual y metodológico (20241230_Documento Conceptual y Metodologico_V4.pdf), cuya lectura permite articular tres documentos complementarios:
 - a. Modelo de capitalización de renta rural (20250828_Capitalizacion_Art 49_V5.pdf),
 - b. Modelos estadísticos (20251220__Modelos_Estadísticos_Art49.pdf)
 - c. Cálculo del índice de incrementos (20251230__Calculo del Indice.pdf). Este último describe la metodología empleada para calcular el índice utilizado en la reducción del rezago de los predios rurales en los primeros 48 municipios, denominado Memoria de cálculo de incrementos.

Asimismo, los artículos 3 y 4 de la Resolución 1912 de 2024 disponen:

“ARTICULO 3. Metodología para definir el ajuste de los valores catastrales rurales. El ajuste de los valores catastrales se determinará de la siguiente manera:

1. *Se estimará el valor comercial de los terrenos, por hectárea y mediante los métodos contemplados en el Anexo Técnico, a partir del análisis integrado de la información disponible.*
2. *Con base en la estimación del valor comercial, se establecerá el ajuste, que consistirá en porcentajes de aumento diferenciados por zonas homogéneas geoeconómicas, con el objetivo de reducir el rezago.*
3. *En algunos casos, se podrán mantener los valores catastrales existentes con base en las estimaciones realizadas, en concordancia con los objetivos contenidos en el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023.*
4. *Al valor comercial resultante se aplicará un porcentaje que establezca el gestor catastral para obtener los valores catastrales, considerando que en ningún caso podrá ser inferior al 60% o superar el valor de este.*
5. *Cada gestor catastral decidirá si ajusta únicamente el valor del terreno o si incluye el valor de las construcciones en el ajuste automático, siempre y cuando cuenten*

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

con información suficiente de acuerdo con la dinámica de cada territorio y respeten el marco técnico y jurídico vigente.

ARTÍCULO 4. Estimación del valor comercial. *El valor comercial se estimará con base en los siguientes lineamientos, los cuales se detallan en el Anexo Técnico:*

- 1. La aplicación de modelos estadísticos, utilizando la información disponible en los Observatorios Inmobiliarios Catastrales y en otras fuentes de información, tanto públicas como privadas.*
- 2. Los lineamientos del método comparativo o de mercado.*
- 3. Los lineamientos del método de capitalización de ingresos o de renta.*
- 4. Con base en el análisis de los resultados de los métodos previamente mencionados y/o modelos estadísticos, se determinará un valor por hectárea representativo de la respectiva zona homogénea geoeconómica, en concordancia con la definición de valor comercial indicada en los considerandos de esta resolución.”*

En resumen, se basa en la estimación del valor comercial de los terrenos por hectárea, utilizando métodos como el análisis de mercado y la capitalización de ingresos, donde se establecen porcentajes de aumento diferenciados por zonas homogéneas geoeconómicas, con el objetivo de reducir el rezago. Por último, las variables utilizadas incluyen características físicas y normativas de los terrenos, así como datos de transacciones inmobiliarias y análisis de costos de producción.

A través de los documentos adjuntados y de la normativa relacionada es clara la metodología adoptada por el Instituto, la cual deben acoger, también, los demás gestores catastrales para realizar la reducción de rezago de avalúos catastrales en virtud del artículo 49 de la Ley 2294 de 2023.

7. ¿por qué la metodología se basó en estimaciones agregadas por zonas homogéneas geoeconómicas y no en verificaciones prediales individualizadas?

La metodología se basa en la estimación del incremento de las zonas homogéneas geoeconómicas debido a la naturaleza del proceso de ajuste masivo de valores catastrales, tal como lo expresa el artículo 49 del PND que busca corregir el rezago de manera eficiente, efectiva y a gran escala.

Las zonas homogéneas a las cuales se les definieron los valores para la aplicación del artículo 49 a través de la Resolución 2057 de 2025, corresponden a las vigentes dentro de los estudios de formación o actualización catastral de cada municipio. Estas zonas no se modificaron, ni se realizaron estudios nuevos para delimitarlas, ya que como se informó en puntos anteriores la disminución de rezago no corresponde a un proceso de la gestión catastral, ni de actualización o conservación catastral, por lo que no es posible la modificación de los estudios vigentes por municipio. Por lo anterior, fueron tomadas zonas definidas de acuerdo con el procedimiento vigente a la fecha.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

Sin embargo, según el anexo metodológico que se definió en el punto 6, podemos definir conceptualmente que se entiende por zonas homogéneas para este proceso de reducción del rezago:

1. Zona Homogénea: Espacios geográficos con características similares en cuanto a variables físicas o económicas.
2. Zonas Homogéneas Físicas (ZHF): Espacios geográficos con características similares en cuanto a vías, topografía, servicios públicos, uso actual del suelo, norma de uso del suelo, tipificación de las construcciones o edificaciones, áreas homogéneas de tierra, acceso aguas para la producción agropecuaria u otras variables que permitan diferenciar estas áreas de las adyacentes.
3. Zonas Homogéneas Geoeconómicas (ZHG): Espacios geográficos determinados con valores unitarios similares en cuanto a su precio, según las condiciones del mercado inmobiliario.

A nivel rural las ZHF históricamente han tenido en cuenta las siguientes variables:

- Normatividad de uso del suelo de acuerdo con el instrumento de ordenamiento territorial vigente, EOT, POT o PBOT y normas de mayor jerarquía.
- Áreas Homogéneas de Tierras: Esta variable está definida como espacios de la superficie terrestre que clasifican el suelo rural de acuerdo con su aptitud agrológica, basados en sus propiedades físicas, químicas, climatológicas y topográficas. Las AHT son elaboradas a partir de una metodología de caracterización de tierras para catastro, clasificándolas según sus características o cualidades similares en cuanto a unidades climáticas, relieve, material litológico o depósitos superficiales y de suelos, que expresan la capacidad productiva de las tierras.
- Uso Actual del Suelo: busca caracterizar la actividad que se desarrolla en un determinado espacio geográfico y a su vez, el tipo de construcciones existentes, información que se captura al momento de la elaboración del estudio de zonas homogéneas físicas.
- Disponibilidad de Aguas: analiza la existencia de fuentes de aguas superficiales y su clasificación, con el fin de zonificar los espacios geográficos, de acuerdo con la posibilidad de su aprovechamiento para el uso actual que se da al suelo.
- Influencia de Vías: se determina mediante el reconocimiento y clasificación de las vías apoyados en la información de los instrumentos de ordenamiento del territorio, ortofotos, imágenes satelitales, entre otras fuentes, así como la demarcación y categorización de cada una y sus zonas de influencia. Para la clasificación de esta variable, se consideran las vías como medio de acceso y recurso de gran importancia, para la explotación agropecuaria en los predios del sector circundante.

Teniendo en cuenta lo anterior, la aplicación de verificaciones prediales individualizadas no es viable en este contexto, tanto por su naturaleza jurídica como por su alcance operativo, y se reserva para procesos de actualización catastral o para la revisión de casos puntuales en el marco de los procesos de conservación catastral. Al utilizar zonas homogéneas, se permite un análisis más amplio y representativo de las condiciones del mercado en cada área, uso e influencia de vías, facilitando la estimación de valores comerciales y su conversión a valores catastrales. Esto también permite una implementación más ágil y

menos costosa del proceso de actualización tal como lo reflejan los documentos anexados en el punto anterior.

8. ¿cuántos predios fueron objeto de verificación física previa antes de la aplicación de la metodología?

Al respecto, es necesario precisar que el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023 establece la disminución del rezago desde un enfoque general, por lo cual su análisis y aplicación se realiza de manera masiva. En consecuencia, no se adelantan evaluaciones individuales predio a predio, ya que la metodología no exige la verificación particular de cada caso, sino que se fundamenta en el análisis de zonas homogéneas geoeconómicas (ZHG) como unidad mínima de evaluación. Esto responde a que la reducción del rezago no constituye un proceso de actualización catastral, sino un mecanismo de ajuste que busca aproximar los avalúos a la realidad económica de amplias zonas del país, cuyos valores no han sido actualizados durante periodos prolongados, en algunos casos superiores a 5, 10, 20 o incluso 30 años.

Desde una perspectiva técnica y estadística, la determinación del porcentaje de incremento por zona se desarrolla mediante un proceso de modelación masiva, estructurado en varias fases. En primer lugar, se estima el valor comercial unitario representativo por hectárea en cada ZHG a partir de la integración de tres enfoques valuatorios complementarios: i) el método de capitalización de rentas o ingresos, que calcula el valor del suelo en función de su capacidad productiva (utilidad bruta derivada de rendimiento, precios y costos), capitalizada a una tasa técnica de referencia (7,3% para la vigencia 2024); ii) el método comparativo o de mercado, basado en el análisis masivo de ofertas y transacciones efectivas provenientes del Observatorio Inmobiliario Catastral (OIC); y iii) la modelación estadística y econométrica, mediante la implementación de algoritmos de aprendizaje automático (como Random Forest o redes neuronales), que permiten estimar valores comerciales a partir de variables explicativas físicas, normativas, de accesibilidad y de entorno.

En una segunda fase, el valor comercial estimado es transformado en valor catastral técnico mediante la aplicación de coeficientes de relación definidos en la normativa vigente (Resolución 1040 de 2023), garantizando que el avalúo resultante se ubique dentro del rango del 60% al 100% del valor comercial. Para efectos de la aplicación del artículo 49, se adopta generalmente el límite inferior del 60%, con el fin de mantener criterios de prudencia técnica y progresividad en el ajuste.

Posteriormente, a nivel de cada predio dentro de la ZHG, se calcula la variación porcentual entre el nuevo valor catastral técnico y el avalúo vigente registrado en la base catastral. Estas variaciones individuales son agregadas a nivel zonal mediante el uso de estadísticos de tendencia central, como la media o la mediana, con el fin de obtener un índice de incremento representativo para la ZHG, reduciendo la influencia de valores atípicos y garantizando la estabilidad del resultado.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

Finalmente, el porcentaje de incremento definido para cada zona homogénea geoeconómica se aplica de manera automática sobre el avalúo catastral vigente de los predios que la conforman, generando el avalúo definitivo en el marco del artículo 49. Este procedimiento se soporta en el uso intensivo de información previamente validada, la integración de múltiples fuentes de datos del mercado inmobiliario, variables territoriales y, en el caso rural, factores asociados a la productividad del suelo, lo que permite garantizar un ejercicio técnicamente robusto, consistente y replicable a escala nacional.

Durante la vigencia anterior se realizaron ejercicios de preliquidación con el fin de identificar posibles novedades y valores atípicos, fortaleciendo así la calidad y consistencia del proceso. Estos resultados fueron objeto de verificación técnica por parte de las Direcciones Territoriales, quienes llevaron a cabo su respectiva validación en el marco de sus competencias. Para la presente vigencia, se efectuó un balance y ajuste de dichas preliquidaciones, previo a su remisión a las entidades territoriales, con el propósito de garantizar mayor solidez en los resultados y coherencia en la información suministrada.

9. ¿Qué mecanismos de validación se implementaron para evitar distorsiones en predios con características particulares dentro de una misma zona?

La metodología implementada por el Instituto valida la información a través de la definición de zonas homogéneas geoeconómicas, donde se consideran características físicas, económicas y normativas que permitan agrupar predios con condiciones similares. Lo anterior, ayuda a minimizar distorsiones en la estimación de valores catastrales.

Además, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi actúa como centro de referencia técnica y estratégica que compila, depura, estandariza y analiza información proveniente de ofertas inmobiliarias, transacciones registradas ante la Superintendencia de Notariado y Registro, avalúos comerciales de entidades financieras, costos de construcción, información de servicios públicos, licencias urbanísticas y demás registros administrativos, que permiten realizar un análisis más estandarizado de los valores y precios de los predios.

Adicionalmente, para el ámbito rural, se integran fuentes como las Evaluaciones Agropecuarias (EVA), el Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA), información de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) del Ministerio de Agricultura sobre aptitud del suelo y costos y rendimientos de cultivos recopilados en articulación con gremios del sector agropecuario. Esta información se especializa y armoniza con capas geográficas como Áreas Homogéneas de Tierra (AHT), Zonas Homogéneas Físicas (ZHF), redes viales y demás variables territoriales.

Con base en toda esta infraestructura de datos y en el cruce de información de diversas fuentes desde el sector público y privado es posible aplicar técnicas de estimación masiva que, desde el punto de vista operativo, prescinden de visitas prediales individuales.

Además, es posible diferenciar entre los modelos empleados entre suelo urbano y rural:

- Suelo urbano: se emplean modelos estadísticos y econométricos que estiman el valor comercial a partir de variables explicativas como ubicación, área, características físicas, disponibilidad de servicios, entorno y comportamiento del mercado.
- Suelo rural, puede aplicarse el método de capitalización de rentas, estimando el valor del terreno a partir de su capacidad productiva, mediante el cálculo de la utilidad bruta por hectárea (rendimiento por precio menos costos) y su posterior capitalización con una tasa técnica, lo cual permite aproximar el valor comercial del predio sin inspección directa.

De igual forma, es posible delimitar Zonas Homogéneas Geoeconómicas (ZHG) mediante la extrapolación de información de mercado especializada en las ZHF existentes, por lo que es posible contrastar información que permita generar estos porcentajes de forma efectiva, sin necesidad de validaciones adicionales o de visitas presenciales por predio.

10. ¿cómo explica el IGAC que predios con condiciones productivas diferentes dentro de una misma zona hayan recibido incrementos similares?

Lo incrementos similares en predios con condiciones productivas diferentes puede encontrar su explicación debido a que la metodología de estimación de valores comerciales encuentra su fundamento en promedios y características generales de la zona homogénea geoeconómica. Esto significa que, aunque existan diferencias en las condiciones productivas de los predios, la metodología busca reflejar un valor representativo para la zona en su conjunto, lo que puede resultar en incrementos similares para predios que, a nivel individual, podrían tener características distintas, pero que encuentran un mismo nivel de valor según el cruce de información con la cuenta el Instituto.

ESPECÍFICAS -PORCENTAJES Y EJECUCIÓN (RESOLUCIÓN 2057 DE 2025)

11. Sírvase explicar cuál fue el criterio técnico para fijar incrementos que en algunos municipios superan el 300.000%.

Los incrementos observados, incluso en casos que superan el 300.000%, no responden a una decisión discrecional sino a la corrección de situaciones extremas de rezago catastral. En estos casos, los avalúos vigentes eran extremadamente bajos —en ocasiones desactualizados durante varias décadas o con inconsistencias en su registro—, lo que genera que, al aplicar una metodología técnica basada en valores comerciales representativos por zonas homogéneas geoeconómicas (ZHG), la variación porcentual resulte significativamente alta.

El criterio técnico utilizado se fundamenta en un proceso de modelación masiva que estima el valor comercial del suelo a partir de múltiples fuentes (mercado inmobiliario, productividad, variables físicas y normativas) y su posterior conversión a valor catastral dentro de los rangos definidos por la normativa vigente. La variación se calcula como la diferencia entre el avalúo resultante y el avalúo vigente; por tanto, cuando el valor inicial es

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

muy bajo, cualquier ajuste hacia valores más cercanos a la realidad económica genera incrementos porcentuales elevados.

En este sentido, es importante precisar que estos porcentajes no reflejan un aumento desproporcionado del valor real del predio, sino la magnitud del rezago acumulado que se está corrigiendo mediante la aplicación del artículo 49, cuyo objetivo es precisamente aproximar los avalúos a condiciones más acordes con la realidad del territorio.

Por ejemplo, el porcentaje más alto aplicado en el país se ha registrado en algunos municipios donde los incrementos han superado el 300%. Con el objetivo de explicar técnicamente el cálculo de los porcentajes de incremento y la metodología explicada líneas arriba, procederemos a exponer uno de los siguientes casos:

Departamento	META
Municipio	SAN CARLOS DE GUAROA
Fecha de la última actualización catastral	2002
Años de desactualización	23
Zona Geoeconómica	6
Valor catastral vigente 2025 por hectárea	\$ 4.270,57
Valor comercial definido para la zona por hectárea	\$ 3.000.000,00
Valor catastral definido para la zona por hectárea 60%	\$ 1.800.000,00
Incremento del valor del terreno	\$ 1.795.729,43
Porcentaje	42.048,94%

Como se evidencia en el caso expuesto los altos porcentajes de incremento principalmente obedecen a que los valores de terrenos vigentes en la base catastral para el año 2025 en su gran mayoría provienen de procesos de actualizaciones muy antiguas, por lo que el valor de terreno con el que se calculaban los avalúos catastrales era muy bajo con respecto al que debe corresponder en la actualidad después de 23 años de la última actualización catastral.

Para este caso se encontró un valor de cuatro mil doscientos setenta pesos (\$4.270) por hectárea, el cual a todas luces es un valor incongruente para la realidad económica del país al año 2026. Después de la investigación económica se definió que para esta zona el valor comercial era de tres millones de pesos (\$3.000.000) por hectárea. Sobre este último valor se toma hasta el 60% del mismo para convertirse en el valor catastral del predio, obteniendo de esta forma una cifra de un millón ochocientos mil pesos (\$1.800.000) por hectárea. Por lo anterior, se puede ver que el valor del terreno en esta zona subió \$1.795.729, que al calcularlo de manera porcentual determina un incremento de cuarenta y dos puntos cero cuarenta y ocho por ciento (%42.048).

12. Indique cuál es el porcentaje más alto aplicado en el país, el municipio correspondiente y la justificación técnica específica de dicho incremento.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

El porcentaje más alto aplicado en el país se ha registrado en algunos municipios donde los incrementos han superado el 300%. Con el objetivo de explicar técnicamente el cálculo de los porcentajes de incremento y la metodología explicada líneas arriba, procederemos a ejemplificar uno de los siguientes casos encontrado en el municipio de Chachagüí, departamento de Nariño:

Variable	Valor
Número predial	522400002000000220982000000000
Avalúo 2025	\$1.000
Avalúo 2026	\$455.970.000
% de incremento	45.596.900,00%
Destino 2026	Agropecuario
Hectáreas	0,24

Como se evidencia en el caso expuesto, los altos porcentajes de incremento obedecen principalmente a que los valores de terreno vigentes en la base catastral para la vigencia 2025 correspondían a registros atípicos o altamente desactualizados, que no reflejaban en lo absoluto la realidad económica del predio. En este caso particular, el avalúo inicial de \$1.000 constituye un valor irrisorio, sin correspondencia con las condiciones físicas, productivas, de mercado y económicas del suelo para la actualidad.

A partir del ejercicio técnico realizado bajo la metodología del artículo 49, se estimó el valor comercial del terreno en la zona homogénea geoeconómica correspondiente, con base en análisis de mercado, variables productivas y condiciones del entorno. Posteriormente, este valor fue ajustado conforme a la normativa vigente, adoptando un porcentaje de referencia de hasta el 60% para su conversión en valor catastral, obteniéndose así un avalúo técnica y objetivamente consistente con la realidad económica del predio.

En este sentido, la diferencia entre el valor inicial y el valor resultante genera un incremento porcentual extraordinariamente alto (45.596.900%), el cual no responde a un aumento real en esa magnitud, sino a la corrección de una base de cálculo prácticamente inexistente. Por tanto, el resultado debe interpretarse como un proceso de normalización del avalúo, orientado a superar el rezago catastral acumulado y garantizar que los valores reflejen de manera adecuada las condiciones actuales del territorio.

13. ¿por qué se decidió aplicar los incrementos en una sola vigencia fiscal y no mediante un esquema gradual o plurianual?

Al respecto, se debe tener en cuenta que, el trabajo realizado por el IGAC para reducir el rezago no responde estrictamente a una lógica tributaria que se vincule a una sola vigencia fiscal, ya que, como se ha expresado anteriormente, en cumplimiento de un mandato legal y reglamentario, el Instituto llevo a cabo un trabajo de reducción del rezago catastral teniendo en cuenta sus funciones legales como gestor catastral, que lleva a restaurar en valor real los avalúos catastrales.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

Naturalmente, este proceso concluye en los aumentos esperados en los avalúos catastrales, tal como lo refleja la Resolución 2057 de 2025. Todo ello, debido a que existe la necesidad urgente de corregir el rezago catastral que ha afectado a muchos municipios durante años, realizando un reajuste masivo y efectivo que permita a los municipios recuperar la equidad en la carga tributaria y mejorar su capacidad de inversión. Reiterando que, los tributos que se generen en virtud del avalúo catastral como el Impuesto Predial Unificado (IPU), tienen la característica de ser municipales o distritales, por lo que cada Estatuto Tributario fijará la liquidación correspondiente, en esta o en posteriores vigencias fiscales.

De igual forma, es importante establecer que un enfoque gradual podría prolongar la inequidad existente y seguir limitando la capacidad de los municipios para planificar y ejecutar proyectos de desarrollo. Por lo tanto, siguiendo la obligación legal establecida en el artículo 49 del PND se realizó el reajuste inmediato y por una sola vez.

14. ¿El IGAC evaluó escenarios alternativos de implementación gradual?

- En caso afirmativo, ¿por qué fueron descartados?
- En caso negativo, explique por qué no se consideraron.

Frente a la implementación gradual, es importante precisar que el IGAC no evaluó escenarios alternativos ya que la metodología se diseñó específicamente para abordar el rezago catastral de manera masiva, efectiva y por una sola vez, según la obligación legal del artículo 49 de la Ley 2294 de 2023.

Como se ha expresado anteriormente, la urgencia de corregir las distorsiones existentes y la necesidad de que los municipios recuperen su capacidad tributaria fueron factores determinantes para aplicar el procedimiento de reducción del rezago catastral por una sola vez.

Asimismo, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 3 y 4 de la Resolución 1912 de 2024, una vez estimado el valor comercial, se aplica el porcentaje definido por el gestor catastral para determinar el valor catastral, el cual en ningún caso puede ser inferior al 60% ni superar dicho valor; este criterio permite ubicar los avalúos dentro de un rango que contribuye a reducir el rezago, sin llevarlos de manera inmediata al valor pleno de mercado.

ESPECÍFICAS – JURÍDICAS

15. Sírvase explicar cómo interpreta el IGAC el alcance del artículo 49 de la Ley 2294 de 2023.

En relación con la interpretación del artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, la Resolución 1912 de 2024 y su anexo técnico son claros al explicar que tal norma en mención establece la obligación legal en cabeza del Instituto Geográfico Agustín Codazzi de adoptar las metodologías y modelos de actualización masiva de valores catastrales rezagados, que

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

permitan por una sola vez realizar un ajuste automático de los avalúos catastrales de todos los predios del país. Exceptuando aquellos predios ubicados en municipios que hayan sido objeto de formación o actualización catastral durante los últimos cinco (5) años previos a la expedición de la mencionada ley o cuyo proceso de formación o actualización estaba en curso al momento de su promulgación. Todo lo anterior, con el fin de contrarrestar la distorsión de la realidad económica de estos, corregir inequidades en la carga tributaria y mejorar la planificación del territorio.

Para ello, se entiende que el artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo estableció que el proceso de disminución del rezago catastral es:

- **Excepcional:** El ajuste automático de los valores o avalúos catastrales de los predios de un municipio no corresponde a un proceso de la gestión catastral, y solo puede aplicarse una vez. La actualización masiva de valores catastrales rezagados está relacionada únicamente con la información económica que corresponde al valor o avalúo catastral del inmueble. Por consiguiente, consiste en realizar una investigación general de los distintos factores que inciden en la definición de los precios del suelo, que, mediante incrementos porcentuales determinados, permitan cerrar la brecha existente entre los avalúos catastrales vigentes y el valor de mercado de dichos predios, y, así, reducir distorsiones de la realidad económica de los avalúos y mejorar las condiciones de equidad en la carga tributaria. Por lo anterior, lo ordenado por el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, no corresponde al concepto de actualización catastral en el sentido del proceso de gestión catastral, sino que se refiere a un ajuste automático que se realizará por una sola vez, de manera transitoria y, una vez realizada, se retomará el procedimiento de ajuste anual de avalúos catastrales definido en la Ley 44 de 1990, modificada por la Ley 242 de 1995 o la norma que haga sus veces.
- **Masivo:** Tal como su nombre lo indica, la actualización masiva de avalúos catastrales tiene un componente de masividad intrínseco, diferente al de los procesos tradicionales de formación y actualización catastral, en la medida que esta metodología no corresponde a un proceso de la gestión catastral en los términos de la Resolución IGAC 1040 de 2023, ya que se entiende como la aplicación del reajuste automático para la totalidad de predios de un municipio, en este caso específico, de su zona rural.
- **Exclusivo del valor catastral de los predios:** El rezago de los avalúos catastrales se relaciona con la falta de implementación de lo dispuesto en el artículo 24 de la Ley 1450 de 2011, que establece la obligación de las autoridades catastrales de actualizar los catastros en periodos de cinco (5) años. Esto ha generado una brecha entre los valores comerciales y los avalúos catastrales, que constituyen la base gravable del impuesto predial unificado y no reflejan los cambios de la dinámica inmobiliaria y de mercado en relación con la realidad de sus características económicas. Como consecuencia, el rezago se traduce en un desfase, que puede definirse tanto en términos de tiempo como en la magnitud de las brechas respecto a los valores comerciales, siendo actualmente, en promedio, de 16 años.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

El avalúo catastral se define en la Resolución IGAC 1040 de 2023, como el valor de un predio resultante de un ejercicio técnico que, en ningún caso, podrá ser inferior al 60% del valor comercial o superar el valor de este. Por tanto, establecer el valor comercial se considera esencial para determinar de igual forma el primero.

En consecuencia, el ajuste automático de la presente metodología tiene como objetivo calcular los porcentajes de incremento que se le debe aplicar a los valores catastrales vigentes, con el objetivo de reducir la diferencia con los valores económicos y comerciales reales predominantes en las zonas homogéneas geoeconómicas, teniendo en cuenta la estimación de los valores de mercado mediante técnicas estadísticas y valuatorias técnicamente justificadas.

De esta manera, el IGAC ha interpretado el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, desglosando de esta forma cada uno de sus componentes para ser aplicados por medio de las Resoluciones 1912 de 2024 y 2057 de 2025.

16. Indique si considera que dicha norma habilita la generación de incrementos exponenciales en una sola vigencia fiscal.

En cuanto al alcance legal del artículo 49 del PND y la generación de incrementos en el avalúo catastral, hay que tener en cuenta que al ser su objetivo principal corregir el rezago catastral que ha afectado a muchos municipios durante años, su consecuencia natural es el incremento de los avalúos catastrales, pues precisamente su objetivo es reducir la brecha entre el valor real y comercial del predio con el valor catastral.

Como se ha visto en líneas anteriores, el reajuste de los avalúos puede resultar en incrementos significativos, especialmente en contextos donde los avalúos estaban desactualizados durante décadas encontrándose valores irrisorios para el año 2025. Sin embargo, reiteramos que los límites al crecimiento del Impuesto Predial Unificado (IPU) están definidos por la Ley 1995 de 2019 y la Ley 44 de 1990, y que cada entidad territorial tiene la potestad autónoma de regular sus propios tributos teniendo en cuenta la labor realizada por el Instituto.

17. ¿Cómo garantiza el IGAC que la Resolución 1912 de 2024 no desborda el contenido material del artículo 49 de la Ley 2294?

Las Resoluciones 1912 de 2024 y 1939 de 2025 se circunscriben estrictamente al desarrollo del artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, en la medida en que este dispone de manera expresa la adopción de metodologías que permitan realizar, por una sola vez, un ajuste automático, masivo y exclusivo de los avalúos catastrales rezagados en los términos expuestos en la respuesta al punto número 15.

En este marco, el IGAC definió los lineamientos técnicos necesarios para la implementación de dicho mandato legal, estableciendo condiciones de aplicación y asegurando su ejecución por parte de los gestores catastrales, sin introducir elementos adicionales o ajenos al contenido de la norma habilitante. En particular, los actos administrativos no modifican los elementos de ningún tributo, no interfieren en las competencias de las entidades

territoriales en materia fiscal, ni alteran los límites legales del avalúo catastral frente al valor comercial, previstos en los Decreto 1170 de 2015 y 148 de 2020.

De igual forma, es evidente como en observancia del artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo se delimitó el alcance de este únicamente al ajuste automático de los avalúos catastrales aplicado a los predios ubicados en las zonas rurales que no hayan sido objeto de formación o actualización catastral en los cinco años anteriores al 19 de mayo de 2023, fecha de expedición de la mencionada ley.

Esta metodología excluye los predios rurales con procesos de formación o actualización catastral iniciados antes del 19 de mayo de 2023, así como aquellos iniciados posteriormente que entraron en vigencia en enero de 2025 o enero de 2026. Por ello, a través del anexo técnico de la Resolución 1912 de 2024 se delimitó la metodología para determinar el ajuste automático que permita reducir el rezago existente en los valores catastrales de los predios rurales, excepto aquellos ubicados en centros poblados, según la información vigente en la base de datos catastral.

En consecuencia, las resoluciones se ajustan al mandato establecido en el artículo 49 del PND, sin exceder las competencias establecidas por el mismo. Además, se reitera que los actos administrativos en cuestión no crean obligaciones nuevas, sino que operativizan y ponen en marcha un mandato legal preexistente, dentro del ámbito de competencia de este Instituto como autoridad catastral, lo que no desborda el contenido material de dicho artículo.

18. Sirvase explicar cómo las resoluciones expedidas cumplen con los principios de progresividad y calidad establecidos en el Decreto 1170 de 2015.
PREGUNTA DE ESPECIAL RELEVANCIA

Las Resoluciones 1912 de 2024 y 1939 de 2025 se enmarcan en los principios de calidad y progresividad propios del régimen de la gestión catastral, en la medida en que desarrollan un mandato legal orientado a corregir el rezago estructural de los avalúos y a propiciar una mayor aproximación de estos a la realidad económica de los predios.

En efecto, el principio de calidad se materializa en la exigencia de que el avalúo catastral sea el resultado de un ejercicio técnico sustentado en información verificable y en métodos de valoración reconocidos, de manera que permita reflejar de la mejor manera posible el valor comercial del inmueble, conforme a lo dispuesto en el Decreto 1170 de 2015. En este sentido, las resoluciones no introducen criterios discrecionales, sino que operativizan herramientas técnicas dirigidas a mejorar la precisión, consistencia y confiabilidad de la información catastral.

Por su parte, la progresividad, entendida en el ámbito catastral, se expresa en la necesidad de reducir de manera ordenada las brechas entre los avalúos vigentes y los valores de mercado; brechas que se han acumulado por la falta de actualización periódica en los términos previstos por la ley. Así, el ajuste automático no constituye un proceso de actualización catastral en sentido estricto, sino un mecanismo excepcional que incorpore el

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

legislador, mediante la aplicación de metodologías técnicas, lo cual permite avanzar hacia una aproximación más adecuada entre el valor catastral y la realidad económica de los predios, en cumplimiento del objetivo previsto en el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023. Adicionalmente, las normas incorporan elementos que refuerzan estos principios, tales como la implementación progresiva de las metodologías y la posibilidad de revisión posterior del avalúo, lo cual permite corregir eventuales inconsistencias y asegurar la calidad del resultado en cada caso concreto.

19. Sirvase explicar cómo las decisiones adoptadas respetan los principios previstos en el artículo 363 de la Constitución Política.

Teniendo en cuenta que el artículo 363 de la Constitución Política establece los principios que deben regir el sistema tributario, como lo son la equidad, la eficiencia y la progresividad, es importante precisar que las Resoluciones 1912 de 2024 y 1939 de 2025 aunque generan un impacto en el IPU, no se encuentran estrictamente ligadas a la lógica tributaria, puesto que solo establecen un porcentaje de aumento del avalúo catastral teniendo en cuenta el rezago existente, y no establecen o liquidan un tributo de estas características. Sin embargo, si llevamos el trabajo plasmado en tales resoluciones a el cumplimiento de los principios previstos en el artículo 363 de la Constitución Política, encontramos que:

- En términos de equidad, el reajuste busca corregir las desigualdades derivadas del rezago catastral, en las cuales predios con características similares presentaban avalúos que no atendían a la realidad por falta de actualización.
- En cuanto a la eficiencia, la medida fortalece la calidad y actualidad de la información catastral, elemento relevante para la gestión territorial y fiscal.
- Finalmente, la progresividad se refleja en la aproximación de los avalúos a la capacidad económica asociada al valor de los inmuebles.

En todo caso se reitera que el IGAC no define tributos ni tarifas, sino que produce un insumo técnico que sirve de base para su determinación por parte de las entidades territoriales.

20. ¿Considera el IGAC que incrementos superiores al 300.000% en una sola vigencia pueden considerarse progresivos?

La magnitud porcentual de los incrementos, considerada de manera aislada, no constituye un criterio adecuado para evaluar la razonabilidad o progresividad del ajuste de los avalúos catastrales. En efecto, el ajuste previsto en el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023 responde a la necesidad de corregir distorsiones acumuladas en el tiempo, derivadas del incumplimiento histórico de los ciclos de actualización catastral. En este contexto, los incrementos elevados no obedecen a una decisión discrecional o arbitraria, sino a la corrección de rezagos significativos frente a la realidad del mercado inmobiliario derivados de una obligación legal y constitucional del Estado.

Desde el punto de vista técnico y normativo, el parámetro relevante no es el porcentaje de incremento respecto de un avalúo desactualizado, sino la correspondencia del avalúo

resultante con el valor comercial del inmueble, conforme a lo dispuesto en el Decreto 1170 de 2015, el cual establece que el avalúo catastral debe reflejar dicha realidad económica.

En esa medida, incrementos porcentualmente altos pueden presentarse en aquellos casos en que el punto de partida corresponde a valores históricamente subestimados, sin que ello implique por sí mismo, una vulneración de los principios de razonabilidad o progresividad, puesto que esta característica desde la lectura catastral se entiende como la coincidencia del valor con las condiciones reales del predio, así como el valor resultante es el que da cuenta de dicha progresividad, no el porcentaje de rezago establecido.

Finalmente, es importante reiterar que el ajuste tiene carácter excepcional y se realiza por una sola vez, precisamente para corregir de manera estructural las brechas acumuladas, tras lo cual el sistema retorna a los mecanismos ordinarios de actualización, lo cual refuerza su coherencia con el marco legal vigente.

21. ¿cómo se garantiza la equidad tributaria cuando se aplican incrementos homogéneos a predios con capacidades económicas distintas?

La equidad y la progresividad tributaria son principios relacionados con la determinación del tributo, de manera que deben ponderarse en relación con la estructura tarifaria establecida en cada municipio para el Impuesto Predial Unificado.

De esta manera, es la estructura tarifaria definida por los Concejos Municipales o Distritales la que debe atender los principios tributarios de equidad y progresividad, establecidos en la Constitución Política de Colombia. El principio de progresividad tributaria dispone que los tributos han de gravar de igual manera a quienes tienen la misma capacidad de pago (equidad horizontal) y han de gravar en mayor proporción a quienes disponen de una mayor capacidad contributiva (equidad vertical). Sobre la equidad y progresividad la Honorable Corte Constitucional en sentencia C-989 de 2004 manifestó que *"existe concurrencia entre los principios de equidad y progresividad, ya que ambos aluden a la distribución de las cargas en el sistema tributario, así como a los beneficios que se establecen dentro del mismo, diferenciándose, sin embargo, en que el principio de equidad es un criterio más amplio e indeterminado de ponderación que atañe a la manera en que determinada disposición tributaria afecta a los diferentes destinatarios a la luz de los valores constitucionales, en tanto que el principio de progresividad atañe a la manera en que determinada carga o beneficio tributario modifica la situación económica de un grupo de personas en comparación con las demás"* cursivas fuera de texto.

Así pues, en virtud del artículo 23 de la Ley 1450 de 2011:

"Las tarifas deberán establecerse en cada municipio o distrito de manera diferencial y progresiva, teniendo en cuenta factores tales como:

1. Los estratos socioeconómicos.
2. Los usos del suelo en el sector urbano.
3. La antigüedad de la formación o actualización del Catastro.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

4. El rango de área.
5. Avalúo Catastral.” (cursivas propias)

Por último, es importante precisar que el Impuesto Predial Unificado (IPU) es un tributo de carácter municipal. Por lo tanto, todas las decisiones relacionadas con su liquidación y recaudo corresponden exclusivamente a cada administración municipal. El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) no tiene competencia sobre asuntos tributarios, ni define tarifas, descuentos, plazos o mecanismos de recaudo.

22. ¿Qué mecanismos de participación previa tuvo el ciudadano antes de la modificación de su avalúo catastral?

Al respecto podemos informar que, además de los tres espacios participativos amplios descritos en la respuesta a la pregunta 8, el 4 de diciembre de 2025 se adelantó un espacio técnico presencial de trabajo orientado a las empresas que ofrecen el servicio de operación del software de liquidación de impuestos en los municipios, con el objetivo de aclarar cómo se parametrizan las leyes de límites en el marco de la aplicación de la metodología del artículo 49. Esto, reconociendo la importancia que tienen estas empresas en el buen desarrollo del proceso de liquidación del tributo en los municipios.

Ya en el presente año, se han desarrollado al menos seis (6) espacios de capacitación dirigidos a alcaldes y secretarías de hacienda de los municipios en los que se aplicó la metodología:

Fecha	Modalidad	Departamento
5 de febrero	Virtual	Abierto a todos los departamentos del país
6 de febrero	Virtual	Abierto a todos los departamentos del país
6 de febrero	Virtual	Santander
20 de febrero	Presencial	Boyacá
24 de febrero	Virtual	Magdalena
27 de febrero	Virtual	Nariño y Putumayo

En estos espacios, se han presentado recomendaciones para mitigar el impacto del incremento de los avalúos, producto de la implementación de la metodología del artículo 49. Concretamente, se ha reiterado que los límites al crecimiento del Impuesto Predial Unificado (IPU) están definidos por la Ley 1995 de 2019 y la Ley 44 de 1990, y que cada entidad territorial tiene la potestad autónoma de regular sus propios tributos teniendo en cuenta la labor realizada por el Instituto. En estos espacios, se han presentado recomendaciones respecto a las sobretasas cargadas al avalúo catastral, al IPU, a los impactos sobre los impuestos de renta y patrimonio, a la clasificación del SISBEN, a la estratificación socioeconómica, entre otros aspectos.

Por último, se informa que la Dirección de Apoyo Fiscal del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, en apoyo a los 567 municipios objeto de la Resolución 2057 de 2025 formuló una serie de consideraciones para la liquidación del IPU en los municipios en los que se adoptó la metodología para la actualización masiva de valores catastrales a través del

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

documento *"Consideraciones Tributarias frente a la entrada en vigencia de la Metodología para la Actualización Masiva de Valores Catastrales Rezagados en las Zonas Rurales, que permitan por una sola vez realizar el ajuste automático al que se refiere el Artículo 49 de la Ley 2294 de 2023"* (Consideraciones Tributarias Artículo 49 de la Ley 2294 de 2023.pdf), en la cual se establecen ciertos lineamientos a seguir para la liquidación del IPU teniendo en cuenta los nuevos valores catastrales.

De igual forma, pueden consultar en el micrositio las memorias sobre estos espacios de diálogo: <https://www.igac.gov.co/implementacion-articulo-49-de-plan-nacional-desarrollo-2022-2026#socializacion>

23. ¿Considera el IGAC que la posibilidad de reclamar posteriormente satisface plenamente el derecho al debido proceso administrativo?

El IGAC considera que el derecho al debido proceso administrativo se garantiza de manera integral en el marco de la aplicación de la metodología prevista en el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, atendiendo a la naturaleza de los actos administrativos de carácter general mediante los cuales se adopta.

El esquema adoptado garantiza el debido proceso administrativo, en atención a la naturaleza jurídica y alcance de la medida prevista en el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023. En efecto, el ajuste automático de los avalúos catastrales se materializa mediante actos de carácter general, a través de la aplicación de metodologías técnicas de alcance masivo sobre un universo de predios en condición de rezago. En este contexto, el debido proceso no se agota en la posibilidad de revisión posterior, sino que comprende, en primer lugar, el cumplimiento de las reglas procedimentales y técnicas previstas para la adopción de la decisión, en particular, la definición y aplicación de una metodología estructurada, objetiva y previamente establecida.

Así, tratándose de un procedimiento de carácter masivo, la garantía del debido proceso se materializa en la correcta y uniforme aplicación de la metodología adoptada, conforme a los lineamientos definidos en las resoluciones y sus anexos técnicos, lo cual permite asegurar que el ajuste responda a criterios técnicos verificables y no a decisiones discrecionales individuales.

De manera complementaria, el ordenamiento jurídico reconoce el derecho de los interesados a solicitar la revisión del avalúo catastral cuando consideren que este no se ajusta a las características o condiciones del predio, de conformidad con lo previsto en la Ley 1995 de 2019. Este mecanismo constituye una garantía adicional de control individual posterior, que permite controvertir el resultado del ajuste mediante el aporte de pruebas, dentro de un procedimiento con términos definidos.

Así mismo, la normativa catastral contempla otros instrumentos de participación y ajuste, como la autoestimación del avalúo y los trámites de conservación catastral, los cuales refuerzan las posibilidades de intervención de los interesados en la determinación del valor de sus predios.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

En consecuencia, las metodologías adoptadas no desconocen el debido proceso, sino que lo adecúan a la naturaleza general y masiva de la medida, articulando a). la aplicación de reglas técnicas previamente definidas, b). la implementación uniforme del ajuste, y c). mecanismos posteriores de revisión individual, en coherencia con los principios de eficiencia administrativa y eficacia de la función pública.

En definitiva, el debido proceso se garantiza mediante la publicidad de los actos administrativos, la existencia de procedimientos de revisión del avalúo catastral que permiten a los ciudadanos controvertir el valor asignado en casos concretos, y el acceso a los mecanismos de control jurisdiccional ante la jurisdicción de lo contencioso administrativo.

24. ¿Por qué no se contemplaron mecanismos de contradicción previa antes de aplicar los incrementos?

Frente a este punto, es de anotar que la no incorporación de una etapa de contradicción previa se explica por la naturaleza jurídica del instrumento adoptado y por el diseño normativo previsto en el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023.

En efecto, las Resoluciones 1912 de 2024 y 1939 de 2025 no constituyen actuaciones administrativas particulares, sino actos administrativos de carácter general mediante los cuales se adoptan metodologías técnicas aplicables de manera masiva a un conjunto indeterminado de predios en condición de rezago. En este tipo de actuaciones, la función de la Administración consiste en definir reglas generales de aplicación, y no en resolver de manera previa situaciones jurídicas individuales.

Bajo este entendimiento, no resulta exigible una fase de contradicción previa individual, en la medida en que no existe una actuación administrativa particular previa frente a cada predio, sino la aplicación uniforme de una metodología técnica de alcance general. Lo anterior, es consistente con el régimen de los actos administrativos de carácter general previsto en la Ley 1437 de 2011, en el cual no se contempla una etapa de contradicción individual previa, al no tratarse de decisiones dirigidas a sujetos determinados sino de disposiciones de aplicación abstracta.

En ese sentido, la ausencia de una fase de contradicción previa no obedece a una omisión, sino a la inaplicabilidad de dicha etapa en el marco de actuaciones de carácter general, en las cuales no existe un escenario individualizado que permita la controversia previa por parte de los interesados.

Adicionalmente, el propio legislador, al establecer la figura del ajuste automático por una sola vez, no condicionó su implementación a la existencia de etapas de contradicción previa, lo cual resulta coherente con el carácter excepcional, técnico y de alcance masivo de la medida. Adicionalmente, la gestión catastral prevé mecanismos posteriores de control y revisión individual, a través de los cuales los interesados pueden controvertir el avalúo asignado cuando consideren que no se ajusta a las condiciones reales del predio, dentro de procedimientos con garantías y términos definidos.

De esta manera, la ausencia de una etapa de contradicción previa no implica una limitación del debido proceso, sino una adecuación de sus garantías a la naturaleza general y masiva de la medida, en coherencia con los principios de eficiencia administrativa y eficacia de la función pública.

ESPECIFICAS - ESTADO DE EJECUCIÓN DEL CONTRATO DE PRÉSTAMO BIRF N°, 8937-CO

1. Informe el estado de ejecución, con corte al 16 de marzo de 2026; del Contrato de Préstamo, BIRF N°. 8937-CO, suscrito el 13 de agosto de 2019 entre la República de Colombia, a través del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), por un monto de hasta USD 100.000.000. Sírvase detallar la ejecución correspondiente al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) frente a la apropiación asignada de USD 41,581.306.

Frente a la asignación presupuestal de USD 41.581.306,00 el Instituto Geográfico Agustín Codazzi ha suscrito compromisos por USD 33.783.660,16 de los cuales ha efectuado pagos por USD 24.330.023,90.

2. Precise el estado de ejecución de los recursos asignados al IGAC, indicando el valor comprometido, obligado y pagado, el porcentaje de ejecución, así como el saldo pendiente por ejecutar.

Detalle	Valor (USD)	
Valor asignado	41.581.306,00	Ejecución *
Valor comprometido	33.783.660,16	81,2%
Saldo pendiente por ejecutar (comprometer)	7.797.645,84	18,8%
Valor obligado	24.334.315,23	58,5%
Valor pagado	24.330.023,90	58,5%
Saldo pendiente por pagar sobre compromisos	9.453.636,26	22,7%

*Respecto a valor asignado

Fuente: SIIF Nación

3. Relacione los programas, proyectos o componentes del crédito que se encuentran a cargo del IGAC, indicando para cada uno: objetivo, valor asignado, estado de avance, porcentaje de ejecución y principales resultados alcanzados.

El programa en mención se ejecuta a través de 4 Componentes los cuales se encuentran divididos en Subcomponentes que están a cargo de cada Entidad Ejecutora; Con relación

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

al IGAC a continuación se describen los Componentes y Subcomponentes a cargo junto con los resultados alcanzados; al final se presenta una matriz con la información financiera:

1. COMPONENTE

1. Fortalecimiento institucional

Busca fortalecer la capacidad institucional de las entidades que hacen parte de la implementación de la política de catastro multipropósito.

Subcomponente 1.2. Fortalecimiento institucional, cartográfico y catastral del IGAC

Estará a cargo del IGAC y se espera como mínimo:

- (i) El diseño de un nuevo modelo de gestión para esta entidad, que permita alinear la cadena de valor definida en el subcomponente 1.1. por el Gobierno nacional para la implementación del Sistema de Administración de Tierras con la estrategia institucional que se diseñe para tal fin. A partir de allí se definirá la arquitectura organizacional que permita desarrollar la documentación técnica de los nuevos procesos y procedimientos contemplados en el modelo de operación, incluyendo la incorporación de prácticas eficientes para producir información confiable, oportuna y relevante para la toma de decisiones del Estado y la sociedad, que contribuya a la consolidación de este sistema, incentivando la autonomía territorial y la participación de otros operadores;
- (ii) La definición tanto de los mecanismos de tercerización de la operación del catastro, así como de los instrumentos para asegurar el mantenimiento de la información catastral;
- (iii) El desarrollo del modelo de calidad que se empleará para controlar, asegurar y validar toda la información catastral que se levantará con los nuevos estándares de catastro multipropósito; y
- (iv) La elaboración de la propuesta técnica para realizar los arreglos institucionales requeridos, lo cual implica el fortalecimiento del sector estadístico, tanto para el Sistema Estadístico Nacional (SEN) como para la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE).

Los indicadores definidos en la Matriz de Resultados del banco Mundial para este subcomponente son:

Indicador	Meta	Avance Marzo 2026
1.1 Procedimientos simplificados en operación (para administración de tierras, incluyendo estándares de catastro, procesos para formalización)	3	100%

Fuente: Matriz de Resultados Banco Mundial.

2. COMPONENTE

2. Fortalecimiento tecnológico

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

Su propósito principal es fortalecer las entidades en el componente tecnológico para solucionar los desafíos de interoperabilidad que requiere la implementación de la política de catastro multipropósito, por una parte, en aspectos de capacidad de cómputo y adaptación a los nuevos requerimientos funcionales para la operación catastral multipropósito y, por otra parte, en cuanto al OSPR y de infraestructura de datos espaciales.

Subcomponente 2.1. Fortalecimiento tecnológico del IGAC y creación del Repositorio de Datos Maestros (RDM) de catastro-registro

Estará a cargo del IGAC y se espera como mínimo:

- (i) El análisis, diseño, desarrollo y puesta en marcha del RDM de catastro-registro;
- (ii) La preparación del Sistema Nacional Catastral (SNC) para responder a la política de catastro multipropósito, incluyendo la adopción del modelo de datos LADM_COL y la construcción de nuevas funcionalidades para la recepción de datos de los barridos prediales y su mantenimiento en el SNC; y
- (iii) El fortalecimiento de las capacidades de procesamiento y almacenamiento para disponer de las condiciones computacionales para la operación, disponibilidad y tiempos de respuesta para el SNC con la adaptación al catastro multipropósito, según el estándar ISO 19152 y el perfil LADM_COL.

Los indicadores definidos en la matriz de resultados para este subcomponente son:

Indicador	Meta	Avance Marzo 2026
2.1 Sistema de Gestión catastral diseñado e implementado	100%	50%
2.2 Procesos y operaciones apoyados por el Repositorio Maestro de Datos de Interrelación Catastro-Registro	70%	90%

Fuente: Matriz de Resultados Banco Mundial.

Subcomponente 2.4. Fortalecimiento de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE)

Estará a cargo del IGAC y se espera como mínimo:

- (i) La generación de capacidades en las entidades nacionales y territoriales beneficiarias para habilitarlas en la gestión de recursos geoespaciales, desarrollar e implementar la IDE-AT. Esto se realizará a través de un proyecto de gestión y armonización de los datos geoespaciales en las entidades productoras y procesadoras de información y las entidades territoriales participantes en el Proyecto, lo cual busca: (a) mejorar el ciclo de vida de los productos; (b) la interoperabilidad entre las entidades custodias y usuarias de la información multipropósito; (c) la continua transferencia de conocimiento en temas relacionados con la gestión de la información; (d) el desarrollo y la implementación de

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

aplicaciones y funcionalidades de carácter geográfico y servicios ciudadanos digitales en el Portal Geográfico Nacional; y (e) proporcionar el eficiente uso de los recursos dispuestos por parte del ciudadano.

Los indicadores definidos en la Matriz de Resultados del banco Mundial para este subcomponente son:

Indicador	Meta	Avance Marzo 2026
2.3 Número de nuevos servicios web disponibles bajo la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE)	5	100%

Fuente: Matriz de Resultados Banco Mundial.

3. COMPONENTE

3. Implementación y mantenimiento territorial del catastro multipropósito para generación y fortalecimiento de capacidades institucionales en entidades territoriales beneficiarias

El objetivo de este componente es levantar la información catastral multipropósito¹ en municipios seleccionados, para fortalecer la seguridad jurídica en la tenencia, titulación y registro de la propiedad y que contribuya al fortalecimiento de capacidades institucionales de las entidades territoriales beneficiarias para el fortalecimiento fiscal y el ordenamiento territorial.

Subcomponente 3.2. Insumos geodésicos, cartográficos y levantamiento catastral

Las actividades para obtener insumos geodésicos y cartográficos estarán a cargo del IGAC. El levantamiento catastral será de ejecución compartida entre el IGAC y la ANT en aquellos municipios seleccionados para OSPR, en los términos señalados en el artículo 80 del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (Ley 1955 de 2019).

En cuanto a los insumos geodésicos, se densificará la red geodésica activa para el levantamiento catastral multipropósito, como insumo para la ejecución de las actividades de campo en el levantamiento y posicionamiento geográfico de las unidades prediales. En caso excepcional, en áreas en donde por sus características de infraestructura no se puedan colocar estaciones de operación continua para disponer de cobertura de la red geodésica, se realizará la instalación de vértices geodésicos de la red pasiva.

En cuanto a los insumos cartográficos, se producirán de acuerdo con las especificaciones técnicas para el levantamiento predial catastral y de conformidad con el Plan Nacional de Cartografía (PNC) para atender las necesidades propias de la planeación y ejecución del

¹ Incluyendo los insumos registrales, geodésicos y cartográficos necesarios para el levantamiento de la información catastral.

levantamiento catastral multipropósito en los municipios beneficiarios. Previo al inicio de actividades, el IGAC entregará a los gestores y operadores los estándares técnicos para el barrido catastral e instrumentos para la gestión de información.

Con los insumos antes descritos se realizará el levantamiento de la información catastral multipropósito en los municipios que sean beneficiados, bajo el modelo LADM_COL y de conformidad con las especificaciones técnicas. La ejecución de esta actividad contempla la implementación de estrategias de comunicación y participación en los ámbitos institucional y local, así como el levantamiento de la información física, jurídica, económica y material de la totalidad de los predios de los municipios beneficiarios.

Los indicadores definidos en la Matriz de Resultados del banco Mundial para este subcomponente son:

Indicador	Meta	Avance Marzo 2026
1. Área dentro de los municipios del proyecto con información catastral y de propiedad actualizada mediante procesos de gestión catastral	1.500.000	39%
3.2 Número de predios con datos actualizados en el Sistema Nacional Catastral	170.000	29%

Fuente: Matriz de Resultados Banco Mundial.

4. COMPONENTE

4. Administración

Con cargo a los recursos de este componente las EE financiarán, entre otras cosas, los equipos que apoyarán operativamente la ejecución de los préstamos. Así mismo, se financiará la auditoría, el seguimiento y las evaluaciones del Proyecto con cargo a los recursos asignados al DNP, en su calidad de coordinador de las operaciones de crédito.

Subcomponente 4.2. Gestión del proyecto IGAC

Para efectos de implementar el Proyecto se conformará al interior del IGAC una Unidad de Gestión responsable de la planeación, ejecución, seguimiento, monitoreo y control a nivel técnico y operativo de los componentes y subcomponentes a cargo del Instituto.

Desde el inicio del Proyecto el IGAC conformó la Unidad de Gestión de los Créditos que ha venido actuando conforme a lo establecido en el Contrato de Préstamo y en el Reglamento Operativo del Programa

5. INFORMACIÓN FINANCIERA POR COMPONENTE

A continuación, se presenta el estado de ejecución financiera por cada componente:

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

Componente	Objeto	Presupuesto Asignado al IGAC	Avance en compromisos	Porcentaje (%) Avance Compromisos	Avance en Ejecución (Pagos)	Porcentaje (%) Avance Ejecución
1	Fortalecimiento Institucional	159.697	159.697	100%	159.697	100%
2	Implementación de la Plataforma Tecnológica Integrada de Inversión Pública	8.744.769	8.574.250	98%	8.221.127	96%
3	Implementación y Mantenimiento Territorial del Catastro Multipropósito para la Generación y Fortalecimiento de Capacidades Institucionales en las Entidades Territoriales Priorizadas	30.896.732	23.269.605	75%	14.347.117	62%
4	Administración y Gestión del Proyecto	1.780.108	1.780.108	100%	1.602.081	90%
TOTAL		41.581.306	33.783.660	81%	24.330.023	72%

Fuente: SIIF Nación

4. Explique la articulación institucional entre las entidades cabeza de sector (DANE, Ministerio de Justicia y del Derecho y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural) y las entidades ejecutoras (DNP, SNR, IGAC y ANT) en la implementación del crédito, precisando el rol específico que cumple el IGAC dentro del esquema de ejecución.

En el Reglamento Operativo de los Créditos del "Programa para la Adopción e Implementación de un Catastro Multipropósito Rural – Urbano" se definen los principios generales de operación para la ejecución por parte del Departamento Nacional de Planeación (DNP), la Superintendencia de Notariado y Registro (SNR), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la Agencia Nacional de Tierras (ANT), en su calidad de Entidades Ejecutoras (EE).

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

En este documento se establecen los arreglos institucionales, los mecanismos, las herramientas y procesos en materia técnica, financiera, de adquisiciones y de seguimiento, monitoreo, evaluación y control que deberán considerar cada una de las Entidades Ejecutoras durante la ejecución de sus actividades. Lo anterior, con la finalidad de, por una parte, lograr una mayor articulación interinstitucional y con los actores involucrados a nivel territorial, y por otra, acordar los aspectos técnicos y operativos que guiarán la operación frente a cada uno de los bancos financiadores.

La articulación institucional del Proyecto se estructura bajo un esquema de gobernanza en el que las entidades cabeza de sector ejercen funciones de orientación estratégica, mientras que las entidades ejecutoras son responsables de la implementación operativa, técnica y administrativa del crédito, bajo la coordinación del Departamento Nacional de Planeación (DNP).

En este contexto, el Comité Directivo del Crédito se constituye en la instancia principal de articulación interinstitucional. En él participan con voz y voto las entidades cabeza de sector: DANE, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y Ministerio de Justicia y del Derecho (MJD) junto con el DNP, lo que garantiza que las decisiones estratégicas del Proyecto estén alineadas con las políticas públicas sectoriales en materia estadística, ordenamiento social de la propiedad rural y acceso a la justicia. A su vez, la participación de la Presidencia de la República y del Fondo Colombia en Paz refuerza la coherencia con prioridades de gobierno y compromisos de estabilización territorial.

Las entidades ejecutoras: DNP, Superintendencia de Notariado y Registro (SNR), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y Agencia Nacional de Tierras (ANT) participan como invitadas permanentes en el Comité Directivo, lo que asegura un canal directo de retroalimentación técnica para la toma de decisiones. Este esquema permite que las orientaciones estratégicas definidas por las cabezas de sector se traduzcan en acciones concretas de implementación, manteniendo coherencia entre el nivel estratégico y el nivel operativo.

El Comité Directivo cumple funciones clave para la articulación, tales como: (i) definir la orientación estratégica del Proyecto; (ii) aprobar los municipios beneficiarios conforme a criterios técnicos establecidos; (iii) hacer seguimiento a metas, resultados e indicadores; (iv) ordenar acciones correctivas o preventivas. De esta manera, actúa como un mecanismo de coordinación, gobernanza y resolución de cuellos de botella institucionales.

En cuanto al rol específico del IGAC, este se configura como un actor técnico central en la implementación del crédito, en su calidad de autoridad catastral nacional. Su rol comprende, entre otros aspectos:

- Liderar la definición y aplicación de estándares técnicos para la gestión catastral multipropósito, asegurando la calidad, interoperabilidad y consistencia de la información.
- Ejecutar directamente procesos de actualización catastral en los territorios priorizados o supervisar a los gestores catastrales habilitados, según corresponda.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

- Articular la información catastral con los sistemas de registro de la propiedad (en coordinación con la SNR) y con los procesos de formalización y acceso a tierras (en coordinación con la ANT).
- Contribuir al fortalecimiento institucional del sistema catastral, en línea con las acciones de mejora normativa y técnica y la política pública de Catastro Multipropósito.

En síntesis, la articulación institucional se basa en una clara separación y complementariedad de roles: las entidades cabeza de sector orientan y definen la estratégica a través del Comité Directivo, mientras que las entidades ejecutoras, con el IGAC como eje técnico del componente catastral, materializan dichas directrices en el territorio, bajo un esquema de coordinación, seguimiento y toma de decisiones colegiada.

5. Informe el cronograma de ejecución previsto para los recursos asignados al IGAC, indicando si se han presentado modificaciones, rezagos o ajustes frente a la planeación inicial, así como las razones que los motivaron.

El Contrato de Préstamo con el Banco Mundial fue suscrito el 13 de agosto de 2019, con una fecha inicial de finalización prevista para el 31 de enero de 2025. Posteriormente, el 2 de febrero de 2024, se suscribió una enmienda mediante la cual se amplió el plazo de ejecución hasta el 31 de julio de 2026 y se incorporó la modalidad de contratación denominada “Desarrollo Impulsado por la Comunidad”, orientada a facilitar la vinculación de comunidades étnicas como operadores catastrales en sus territorios.

El “Programa para la Adopción e Implementación de un Catastro Multipropósito Rural – Urbano” ha enfrentado, desde su inicio, diversos factores de carácter estructural, social, normativo y operativo que han incidido en su ritmo de implementación.

En primer lugar, el inicio del Programa coincidió con la emergencia sanitaria derivada del COVID-19, lo cual generó restricciones significativas a la movilidad, limitaciones en la interacción presencial con actores territoriales y la necesidad de ajustar los esquemas operativos. Estas condiciones afectaron directamente la planeación y el desarrollo inicial de las actividades en campo.

Adicionalmente, el Programa presenta una alta complejidad social, dada su relación directa con los derechos sobre la tierra y la gestión del territorio. En particular, una proporción significativa de los municipios priorizados cuenta con presencia de territorios colectivos de pueblos indígenas y comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras.

En este contexto, el IGAC adelantó dos procesos de Consulta Previa, mediante los cuales se concertaron y protocolizaron los instrumentos normativos y operativos que orientan la implementación del Catastro Multipropósito en estos territorios. Estos procesos, fundamentales para garantizar el respeto de los derechos colectivos, se extendieron por un periodo cercano a cinco (5) años. Como resultado:

- En 2023 se protocolizó la Consulta Previa con pueblos indígenas.
- Para la implementación efectiva de los acuerdos alcanzados, fue necesaria la expedición de un decreto reglamentario, cuya gestión se extendió por más de un año.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

- Este proceso culminó en abril de 2025 con la expedición del Decreto 462 de 2025, el cual habilita el inicio de operaciones catastrales en territorios indígenas.

No obstante, aún se encuentra pendiente la expedición del decreto reglamentario aplicable a territorios de comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, lo que continúa generando restricciones para la implementación plena del Programa en dichos territorios.

Por otra parte, un factor crítico que ha incidido en la ejecución del Programa es la localización de los municipios priorizados en contextos de alta complejidad territorial. En efecto, varios de estos municipios están clasificados como territorios de Fragilidad, Conflicto y Violencia (FCV) o hacen parte de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET). En estos contextos se presentan desafíos como:

- Presencia de grupos armados al margen de la ley.
- Restricciones a la movilidad del personal técnico.
- Riesgos de seguridad que afectan la continuidad de las actividades en campo.

Estas condiciones también han impactado los procesos de adquisiciones, reflejándose en valores ofertados por los licitantes que, en algunos casos, han superado el presupuesto estimado. Asimismo, en los procesos de actualización catastral, el acceso limitado a ciertas zonas ha obligado a suspender o reprogramar actividades operativas, generando retrasos en la ejecución contractual.

Adicionalmente, la ejecución del Programa en zonas rurales dispersas y con baja infraestructura ha implicado desafíos logísticos que afectan la eficiencia operativa, entre los que se destacan:

- Dificultades de acceso al territorio, derivadas de condiciones geográficas complejas y limitaciones en la infraestructura vial.
- Limitada conectividad tecnológica, lo que afecta la transmisión de información y el uso de herramientas digitales para el levantamiento catastral.

Los factores anteriormente descritos han tenido un impacto directo en la estructuración, contratación y ejecución de los procesos contractuales requeridos para la implementación del Programa. En particular:

- Se han presentado demoras en la estructuración, evaluación y adjudicación de contratos para la actualización catastral, en parte debido a que los costos ofertados han superado el presupuesto definido por el IGAC, lo que ha llevado a declarar desierto algunos procesos.
- Los contratos suscritos con operadores catastrales han visto afectados sus cronogramas de ejecución debido a restricciones operativas, climáticas y de seguridad.
- La aprobación de los productos entregados ha requerido múltiples revisiones por parte de los supervisores; en promedio, cada entregable supera tres (3) ciclos de revisión, incluyendo verificaciones de completitud, revisión de escritorio y validación en campo, lo cual demanda un esfuerzo operativo significativo.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co



6. Señale las principales dificultades, riesgos o cuellos de botella que se han presentado en la ejecución de los recursos del crédito por parte del IGAC, así como las recomendaciones, observaciones o alertas emitidas por el BIRF, y las acciones adoptadas para atenderlas.

En el marco de la Ejecución del Créditos de Catastro Multipropósito se identificaron las siguientes dificultades, se recibieron por parte del Banco las recomendaciones pertinentes y el Instituto implemento una serie de acciones correctivas para mitigar las dificultades observadas.

Dificultades:

- Para adelantar los procesos de actualización catastral en municipios con presencia de comunidades étnicas se requería adelantar procesos de consulta previa.
- En los municipios priorizados para operación, se registran alertas de seguridad que impactan los cronogramas de operación; la afectación se da principalmente por condiciones de orden público y restricciones territoriales.
- Dificultades para contar con operadores catastrales dispuestos a intervenir en algunas de las áreas priorizadas por el Crédito, por lo cual algunos procesos de licitación quedaron desiertos.
- Se presentan dificultades para vincular talento humano calificado para la operación catastral en territorio
- Los tiempos reales de contratación y las dinámicas de seguridad superaron las previsiones contractuales.
- Existe una dependencia entre el reconocimiento predial y los procesos de interlocución comunitaria y de aceptación social, que impactan los tiempos de ejecución de los proyectos.

Recomendaciones:

- La gestión del talento humano y del riesgo territorial debe planificarse como componente estructural del proyecto y no como contingencia.
- Incorporar cronogramas realistas de contratación, bancos de hojas de vida y matrices dinámicas de riesgo con protocolos de seguridad territorial.
- El componente social es habilitante del proceso técnico y debe planificarse con la misma rigurosidad operativa.
- La gestión de riesgos en territorios con presencia de actores armados debe abordarse como un componente estructural del proyecto y no como un evento excepcional.
- Implementar protocolos permanentes de seguridad, matrices de riesgo territorial dinámicas y coordinación anticipada con autoridades locales y equipos de seguridad institucional.
- Implementar dentro de las modalidades de contratación el "Desarrollo Impulsado por la Comunidad", la cual facilita la suscripción de contratos con comunidades étnicas como operadores catastrales en sus territorios.

Acciones adoptadas:

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co

- Adopción de estrategias de capacitación de personal en territorio.
- Socialización a operadores catastrales de los procesos de actualización catastral programados.
- La adecuada gestión social facilitó el acceso territorial y redujo resistencias.
- Programación de interlocuciones escalonadas previas al ingreso a campo.
- Fortalecimiento de los equipos sociales en zonas rurales y territorios étnicos.
- Adelantar procesos de consulta previa, para la concertación y protocolización de los instrumentos normativos y operativos que orientan la implementación del Catastro Multipropósito en estos territorios - Decreto 462 de 2025.

De esta forma, damos respuesta al cuestionario de la Proposición de Debate de Control Político No. 21 remitido por parte de la Comisión Tercera Constitucional de la Cámara de Representantes propuesto por los Honorables Representantes a la Cámara Wilmer Yair Castellanos Hernández y Saray Elena Robayo Bechara.

Atentamente.



GUSTAVO ADOLFO MARULANDA MORALES
DIRECTOR GENERAL DE ENTIDAD DESCENTRALIZADA
Dirección General

Proyectó: ALVARO MAURICIO BOTINA GOMEZ - CONTRATISTAS
Elaboró: ALVARO MAURICIO BOTINA GOMEZ - CONTRATISTAS
Revisó: CAMILA ANDREA BAQUERO AREVALO - SUBDIRECTOR GENERAL DE ENTIDAD DESCENTRALIZADA, ANDRES FELIPE GONZALEZ VESGA - DIRECTOR TÉCNICO, CARMEN CECILIA COGOLLO ALTAMIRANDA - DIRECTOR TÉCNICO, CAMILA GUTIERREZ BARRAGAN - JEFE DE OFICINA
Adjuntos: 20251220_Modelos_Estadísticos_Art49.pdf(63), Consideraciones sobre el Impuesto Predial Unificado IPU - EDIT 3 PARA MICROSITIO.pdf(5), 20241230_Documento Conceptual y Metodológico_V4.pdf(17), 20250828_Capitalización_Art 49_V5.pdf(62), Anexo Técnico Resolución 1912 de 2024.pdf(23), 20251230_Cálculo del Índice.pdf(7)
Informados:

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTÁ D.C. - CARRERA 30 N°48-51

(+57) 601 653 1888

www.igac.gov.co



THE SECRETARY OF THE
TREASURY
WASHINGTON, D. C.
JANUARY 1, 1900

SIR:

I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of the 29th inst. in relation to the matter mentioned therein.

I am, Sir, very respectfully,
Yours truly,
J. M. [Signature]

Very truly,
J. M. [Signature]

Very truly,
J. M. [Signature]

Reducción de Rezago de Avalúos Catastrales - Artículo 49 PND(2022-2026)

Modelos estadísticos para la predicción de valores de terreno

Elaborado por:

Camilo Andrés Avellaneda

Raúl Andrés Rodríguez

María Fernanda Zarate

Andrés Felipe Gómez

Carol Chicuazuque

**INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC
SUBDIRECCIÓN GENERAL**

Diciembre de 2024

Abreviaturas y acrónimos

PND	- Plan Nacional de Desarrollo
IGAC	- Instituto Geográfico Agustín Codazzi
DIP	- Dirección de Investigación y Prospectiva
OIC	- Observatorio Inmobiliario Catastral
SNR	- Superintendencia de Notariado y Registro



Resumen

En el artículo 49 del plan nacional de desarrollo (PND) 2022 - 2026 se plantea que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) adoptará metodologías y modelos de actualización masiva de valores catastrales rezagados, que permitan por una sola vez realizar un ajuste automático de los avalúos catastrales de todos los predios del país. Para responder a este requerimiento se plantea una propuesta a partir de información disponible en el Observatorio Inmobiliario Catastral (OIC) del IGAC, la cual se basa en transacciones, avalúos comerciales y ofertas recolectadas por diferentes fuentes de información. La propuesta es hacer uso de diferentes metodologías de modelos estadísticos que permitan predecir los valores de terreno comerciales para predios/locaciones rurales en municipios bajo gestión del IGAC. A partir de la información y del conjunto de modelos estadísticos definidos se generan resultados de valores para 26 departamentos del país. Por último, estos resultados se agregan para conformar valores por polígonos definidos por las Zonas Homogéneas Geoeconómicas (ZHGE) vigentes en los municipios correspondientes, junto con reportes de información que detallan los resultados y aspectos más relevantes del proceso de modelación.

Tabla de contenido

Resumen	3
Tabla de contenido	4
1) Introducción	8
2) Justificación	9
3) Alcance	10
4) Objetivos	10
4.1 General	10
4.2 Específicos	10
5) Marco teórico	11
6) Desarrollo metodológico	15
6.1 Análisis de la información	16
6.2 Preparación y transformación de los datos	23
6.3 Desarrollo del modelo y/o metodología	27
6.3.1 Métricas de rendimiento	27
6.3.2 Determinación del Valor de la Zona Geoeconómica (ZHG)	28
7) Resultados y discusiones	29
7.1 Resultados del Proceso de Modelación	32
7.1.1 Aplicación de metodologías	33
7.1.2 Selección de variables	39
7.1.3 Generación del modelo final	39
7.1.4 Evaluación del modelo	40
7.2 Implementación y/o difusión de los resultados	42
7.2.1 Cálculo del Valor de la Zona Geoeconómica (ZHG)	42
7.3 Evaluación y/o presentación de los resultados	44
8) Conclusiones	46
9) Bibliografía	47
10) Anexos	50
10.1 Anexos A	50
10.2 Anexos B	50



Lista de figuras

- Figura 1: Semivariograma a partir de datos simulados.
- Figura 2: Cociente mediano de valores catastrales versus comerciales por fuente de información.
- Figura 3: Cociente mediano de valores catastrales versus comerciales por fuente de información posterior al ajuste de SNR.
- Figura 4: Diagrama del modelo de entidad relación para la elaboración del a base de modelamiento a partir de capas geográficas.
- Figura 5: Diagrama del modelo de entidad relación para la elaboración del a base de modelamiento a partir de capas geográficas y tablas alfanuméricas.
- Figura 6: Diagrama de barras correspondiente a la cantidad de predios en el marco por departamento.
- Figura 7: Diagrama de barras correspondiente a la cantidad de predios en la muestra por departamento.
- Figura 8: Distribución del valor de terreno por HA para los departamentos con logaritmo y sin logaritmo.
- Figura 9: Resultados del pseudo-R cuadrado por rangos de área en el Departamento de Quindío.
- Figura 10: Resultados del pseudo-R cuadrado a partir de diferentes metodologías en el Departamento de Quindío.
- Figura 11: Resultados del RMEDSE cuadrado a partir de diferentes metodologías en el Departamento de Caquetá.
- Figura 12: Pseudo R2 para los modelos finales por Departamento.
- Figura 13: RMEDSE para los modelos finales por Departamento.
- Figura 14: Zona Geoeconómica 24772-11-1, Suesca, Cundinamarca.
- Figura 15: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Atlántico.
- Figura 16: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Bolívar
- Figura 17: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Boyacá
- Figura 18: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Caldas
- Figura 19: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Caquetá
- Figura 20: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Cauca
- Figura 21: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Cesar
- Figura 22: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Córdoba

Figura 23: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Cundinamarca

Figura 24: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Chocó

Figura 25: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Huila

Figura 26: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de La Guajira

Figura 27: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Magdalena

Figura 28: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Meta

Figura 29: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Nariño

Figura 30: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Norte de Santander

Figura 31: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Quindío

Figura 32: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Risaralda

Figura 33: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Santander

Figura 34: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Sucre

Figura 35: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Tolima

Figura 36: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Valle del Cauca

Figura 37: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Arauca

Figura 38: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Casanare

Figura 39: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Putumayo

Figura 40: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Vichada

Lista de tablas

Tabla 1: Cantidad de registros con asignación de código predial en la base de información consolidada.

Tabla 2: Jerarquía de las fuentes de información utilizada para eliminar registros duplicados a nivel de predio.

Tabla 3: Cantidad y participación de predios en la base de modelación resultante por Fuente de Información.

Tabla 4: Cantidad y participación de predios en la base de modelación resultante por Departamento.

Tabla 5: Cantidad de predios en el marco y en la muestra utilizada.

Tabla 6: Mediana de los resultados del pseudo-R2 por Departamento y metodología aplicada en el proceso realizado.

Tabla 7: Mediana de los resultados del pseudo-R2 por Departamento y metodología aplicada en el proceso realizado.

Tabla 8: Resultados del RMEDSE por Departamento y metodología aplicada en el proceso realizado.

Tabla 9: Resultados del RMEDSE por Departamento y metodología aplicada en el proceso realizado.

Tabla 10: Predios en la ZHG: 25772-11-1, con valores y áreas de terreno por hectárea.

Tabla 11: Valor sugerido para la ZHG calculado por la media, mediana, media y mediana ponderadas.

1) Introducción

En la actualidad existe una cantidad considerable de municipios en el país que se encuentran desactualizados desde una perspectiva catastral. Esto implica una desactualización en el enfoque económico, físico y jurídico. Esto puede conllevar a diferentes problemáticas, entre las cuales se resalta el hecho de que la tributación se realiza con valores que se pueden encontrar por debajo de los valores catastrales reales.

Por este motivo, en el artículo 49 del plan nacional de desarrollo (PND) 2022 - 2026 se plantea que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), adoptará metodologías y modelos de actualización masiva de valores catastrales rezagados, que permitan por una sola vez realizar un ajuste automático de los avalúos catastrales de todos los predios del país. A pesar de que el artículo 49 especifica una reducción del rezago en predios de todo el país, incluyendo municipios bajo gestoría de catastros descentralizados, en este documento y en el trabajo realizado, únicamente se abordan municipios bajo gestoría del IGAC. Adicionalmente, debido a directrices definidas, se abordaron predios en suelo rural y solo se tiene en cuenta la actualización de valores de terreno, más no de construcción. Por otro lado, los predios en suelo urbano serán abordados en un trabajo posterior.

De esta manera, se realiza todo un proceso de verificación de insumos disponibles tanto interna como externamente, que permitan la generación de modelos estadísticos para la predicción de valores de terreno. La validación de insumos iniciales incluye la determinación de cuáles variables presentan utilidad dentro del ejercicio, cuáles requieren procesamiento adicionales y qué otros procesos se deben realizar para obtener más información relacionada con los registros dispuestos en cada una de las fuentes disponibles, tales como lo que se realiza en los procesos de georreferenciación y cruces de tipo espacial para determinar códigos identificadores. Esta información se basa en transacciones provenientes de la Superintendencia de Notariado y Registro (SNR), avalúos comerciales y ofertas recolectadas. A partir de la información procesada y consolidada con valores económicos se genera una base, la cual posteriormente se complementa con variables exógenas que apalanquen la generación de modelos estadísticos. En este caso, la variable dependiente o respuesta, $Z(s)$, se define como el valor de terreno por hectárea en una locación geográfica o para un predio específico. En este sentido, se asume que $\{Z(s)\}$ es un campo aleatorio con $s \in D$ y D es el conjunto índice, el cual para este propósito se supone continuo y fijo. Este conjunto índice se delimita por la población objetivo correspondiente.

Para obtener las predicciones de valor de terreno requeridas, se generaron diferentes propuestas de modelos supervisados y a partir de métricas definidas se realizaron comparaciones para determinar cuál de los modelos propuestos es el más adecuado. De esta forma, se realizaron diferentes análisis de sensibilidad y robustez para determinar la viabilidad de los modelos

propuestos. Adicionalmente, se generaron análisis de importancia de variables para determinar cuáles son las más relevantes en la predicción de la variable respuesta. Por último, al modelo definido se adiciona un componente estocástico que contempla la autocorrelación espacial del campo aleatorio. Una vez se tienen valores de manera desagregada para cada uno de los predios, se agregan mediante medidas de tendencia central para tener un único valor por polígono definido por las Zonas Homogéneas Geoeconómicas (ZHG) vigentes en los municipios correspondientes a partir de medidas de tendencia central.

Dado el objetivo de realizar la predicción de valores para diferentes locaciones en el país y que esta labor se encuentra dentro de las actividades que se adelantan periódicamente, el ejercicio de modelación que aquí se adelanta busca ser el punto de partida de una alternativa para la generación de valores económicos en futuras vigencias. De esta manera, el planteamiento que aquí se describe debe ser escalable y por este motivo se realiza en software libre. El proyecto se desarrolla en su totalidad en R (R Core Team 2023) y Python (Python Software Foundation 2023) y se hace uso de diferentes paquetes que permiten la generación de modelos estadísticos, análisis de datos y visualización de resultados.

Este documento se compone como se describe a continuación. En la Sección 2 se plantea la justificación del trabajo. En la Sección 3 se define el alcance de los modelos planteados. En la Sección 4 se plantean los objetivos generales y específicos. En la Sección 5 se plantea el marco teórico para el desarrollo de los modelos para la predicción de valores en el contexto descrito. En la Sección 6 se plantea la metodología utilizada desde la construcción de la base de modelamiento a partir de la información disponible, la elaboración de diferentes modelos para su posterior comparación y selección de un modelo definitivo. Adicionalmente, se realiza un proceso de selección de variables y posterior ajuste del componente estocástico de autocorrelación espacial. En la Sección 7 se muestran los resultados obtenidos a partir de la metodología planteada. En la Sección 8 se presentan las conclusiones obtenidas a partir del trabajo realizado. Por último, en la Sección 9 y Sección 10 se presentan las referencias bibliográficas utilizadas en el documento y los anexos que se consideraron pertinentes, respectivamente.

2) Justificación

En el artículo 49 del plan nacional de desarrollo (PND) 2022 - 2026 se plantea que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), adoptará metodologías y modelos de actualización masiva de valores catastrales rezagados, que permitan por una sola vez realizar un ajuste automático de los avalúos catastrales de todos los predios del país. Como una de las posibles implicaciones de la desactualización catastral de municipios en el país, se encuentra la baja recaudación, debido a avalúos catastrales que subestiman los valores reales del mercado inmobiliario. En este sentido, se tiene la necesidad de reducir el rezago de valores implica con el fin de tener valores catastrales más cercanos con los valores reales del mercado.

Dada la necesidad establecida y contando con información económica recolectada de fuentes primarias y secundarias se plantea el uso de modelos estadísticos que permitan realizar la predicción de valores de terreno de manera masiva. Todo lo anterior se planea realizar a partir de información disponible actualmente por fuentes internas o externas.

3) Alcance

Para definir el alcance del trabajo realizado, se define el Universo de estudio como el conjunto de predios en zonas rurales en el país. Dentro de esta definición, la población objetivo se define como los predios rurales en municipios bajo gestión del IGAC, en departamentos donde se tiene información disponible en la base de datos consolidada. Esto quiere decir que en departamentos sin la información suficiente no se realizará el proceso de modelación y por ende no se tendrán valores propuestos. Adicionalmente, de esta población objetivo se excluyen predios con características específicas dadas a partir del componente temático. En adelante, en el documento la población objetivo se suele referir como marco o marco muestral.

4) Objetivos

En esta sección se plantean los objetivos referentes al proyecto que se describe en este documento. El trabajo realizado se enmarca dentro de la respuesta al requerimiento planteado por el artículo 49 del PND. Con base en lo anterior se plantean tanto los objetivos generales y específicos descritos en las secciones Sección 4.1 y Sección 4.2, respectivamente.

4.1 General

Generar la predicción de valor de terreno comercial para predios en suelo rural en municipios bajo gestión del IGAC utilizando modelos estadísticos, a partir de información disponible recolectada por el OIC.

4.2 Específicos

Para el cumplimiento del objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Consolidar y procesar fuentes de información.
2. Realizar exploraciones para definir la cantidad óptima de modelos a desarrollar con base en la distribución espacial de la información.
3. Plantear las metodologías a utilizar dentro del proceso de modelación.

4. Seleccionar las métricas más adecuadas para evaluar y seleccionar el modelo con mejor ajuste.
5. Implementar procesos geoestadísticos para minimizar los errores de predicción de los modelos.
6. Generar la predicción del valor de terreno a nivel de predio a partir de la base de variables exógenas de la población objetivo.
7. Generar valores de referencia para las Zona Homogéneas Geoeconómicas vigentes a partir de los valores de terreno.

5) Marco teórico

En esta sección se busca plantear el marco teórico que sustenta el desarrollo de los modelos estadísticos para la predicción de valores de terreno. Se incluyen los conceptos y definiciones necesarios para la comprensión de los modelos.

Como marco de referencia, se consideran estudios como el de Kontrimas and Verikas (2011), el cual compara métodos tradicionales y de inteligencia computacional para avalúos masivos de bienes raíces, destacando el uso de regresión lineal simple frente a regresiones de máquina de soporte vectorial y un perceptrón multicapa aplicados a datos oficiales del registro de Lituania. Ho, Tang, and Wong (2021) aplica algoritmos de aprendizaje automático (máquinas de soporte vectorial, bosques aleatorios y potenciación del gradiente) para valorar precios de propiedades usando 40,000 transacciones de vivienda en Hong Kong recolectadas durante 18 años. Carranza et al. (2022) utiliza regresiones a partir de bosques aleatorios, bosques aleatorios para percentiles y potenciación del gradiente para realizar la predicción de valores con base en información de Openstreetmap y valores comerciales del Mapa de Valores de América Latina. Por otro lado, Córdoba et al. (2021) propone el uso de regresión a partir de un bosque aleatorio espacial para percentiles (sQRF) para la valuación masiva de tierras rurales y se evalúa con datos de Córdoba, Argentina. Jafary et al. (2024) compara regresiones basadas en la potenciación extrema del gradiente (XGBoost), máquinas de soporte vectorial, bosques aleatorios y redes neuronales profundas para la valoración de la tierra en el área metropolitana de Melbourne, Australia, donde se resalta que la metodología de mejor rendimiento fue la Potenciación extrema del gradiente.

Por otro lado, como referentes nacionales, se resalta el trabajo elaborado por Toloza Delgado (2020), que modela de manera conjunta la media y la varianza del proceso de interés a partir de modelos semiparamétricos autorregresivos con dependencia espacial en la variable respuesta aplicado con valores recolectados en Bogotá, Colombia. En Catastro Distrital UAEC (2023a) se describe el proceso elaborado para la actualización de valores económicos en Cartagena, Colombia, a partir de modelos aditivos generalizados y el proceso de actualización catastral en Bogotá, Colombia, descrito

en Catastro Distrital UAEC (2023b), donde se modela el valor integral de construcción (valor total dividido por el área construida) para predios en propiedad horizontal a partir de modelos lineales generalizados.

Dada la revisión realizada, en este contexto se define el campo aleatorio espacial

$$\{Z(s): s \in D \subset \mathbb{R}^2\},$$

donde D es un conjunto continuo y fijo. Por continuo se entiende que $Z(s)$ puede observarse en cualquier punto dentro del conjunto D . De esta forma, $Z(s)$ representa la variable aleatoria referente al valor de terreno por hectárea en la locación s y esta coordenada hace referencia a la ubicación geográfica. De acuerdo con la descripción dada, el campo aleatorio anteriormente definido hace referencia a datos en el contexto de geoestadística, haciendo la diferenciación con otros tipos de datos georreferenciados como datos de área (lattice) o patrones puntuales. La diferencia de estos tres casos y una revisión detallada relacionada se puede consultar en Cressie (2015) y Schabenberger and Gotway (2017). En Pebesma and Bivand (2023) ilustra la realización de diferentes análisis en el contexto de la estadística espacial utilizando R (R Core Team 2023).

En el contexto de la geoestadística, un supuesto que se suele hacer sobre $Z(s)$ es que es una variable aleatoria estacionaria de segundo orden. Este supuesto implica que la media y la covarianza de $Z(s)$ no dependen de la ubicación s . Adicionalmente, la covarianza entre $Z(s_i)$ y $Z(s_j)$ depende únicamente de la distancia entre s_i y s_j . En este sentido, la covarianza entre $Z(s_i)$ y $Z(s_j)$ se puede expresar como se muestra en la Ecuación 1, donde $C(h)$ representa la función de covarianza y $h = s_i - s_j$ es la distancia entre los puntos s_i y s_j . En términos prácticos, usualmente se hace uso de la función de semivariograma, que se denota como $\gamma(h)$ y se presenta en la Ecuación 2. Adicionalmente, se asume que el proceso $\{Z(s)\}$ es isotrópico, lo que implica que la covarianza entre dos puntos depende únicamente de la distancia entre ellos y no de la dirección (Cressie and Wile 2011; Cressie 2015; Schabenberger and Gotway 2017).

$$\text{Cov}(Z(s_i), Z(s_j)) = C(h) \quad (1)$$

$$\gamma(h) = C(0) - C(h) \quad (2)$$

La manera como se procede para realizar la predicción de $Z(s_0)$, donde $s_0 \in D$ es un punto no observado parte de la revisión de los supuestos de estacionariedad en media y varianza. En el caso en que la media no sea constante, en la literatura se plantean alternativas para realizar la predicción de $Z(s_0)$, como el kriging universal, el kriging simple, entre otros. Este supuesto de media constante sobre todo el dominio D usualmente no es realista, motivo por el cual, tal como se plantea en Schabenberger and Gotway (2017) y Cressie and Wile (2011), $Z(s)$ se puede descomponer tal como se muestra en la Ecuación 3, donde $f(X(s), s)$ es una función determinista, en términos de la locación s y un conjunto de una o más variables independientes georreferenciadas $X(s)$. Este término se puede denominar un componente de regresión, mientras que $\varepsilon(s)$ es un componente estocástico, espacialmente dependiente y que representa la variabilidad no explicada por la función determinista. Otra forma en que se suelen describir estos

componentes es como el componente que describe la tendencia en un sentido macro y la variabilidad en un sentido micro, respectivamente. Por último $f(X(s), s)$ y $\varepsilon(s)$ se asumen independientes.

$$Z(s) = f(X(s), s) + \varepsilon(s) \quad (3)$$

De acuerdo con lo expuesto en la Ecuación 3, la predicción de $Z(s_0)$ se puede realizar a partir de $f(X(s_0), s_0)$ y $\varepsilon(s_0)$, donde el primer sumando se modela como un componente de regresión y el segundo se modela con la predicción de un campo aleatorio espacialmente dependiente.

Reescribiendo $f(X(s), s)$ como se muestra en la Ecuación 4, se pueden utilizar diferentes métodos de regresión para la evaluación del mejor ajuste. En este sentido, $S(s)$ representa la variable respuesta y las diferentes metodologías buscan explicar la variabilidad de $S(s)$ a partir de un conjunto de variables independientes $X(s)$ y la coordenada s . En la literatura y en los paquetes de software existentes en la actualidad se encuentra una variedad de métodos a utilizar para esta tarea. Dentro de estas metodologías se encuentran métodos tales como los que se basan en árboles de decisión (Brownlee 2016; Bonaccorso 2018; Mohammed, Khan, and Bashier 2016), redes neuronales, métodos de regresión tradicionales (Nelder and Wedderburn 1972; Melo, López, and Melo 2007; Dobson and Barnett 2008; Montgomery, Peck, and Vining 2012; Ravishanker, Chi, and Dey 2021), entre otros.

$$S(s) = f(X(s), s) \quad (4)$$

En el caso de los modelos lineales tradicionales, $S(s)$ se modela a partir de una combinación lineal de las variables independientes $X(s)$, tal como se muestra en la Ecuación 5. En este caso, β_0 es el intercepto del modelo, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ son los coeficientes asociados a las variables independientes y $\varepsilon(s)$ es el término de error.

$$S(s) = \beta_0 + \beta_1 X_1(s) + \beta_2 X_2(s) + \dots + \beta_p X_p(s) + \varepsilon(s) \quad (5)$$

A diferencia de los métodos basados en el potenciado o en el ensamblado de árboles de decisión, tales como el bosque aleatorio o el aumento de gradiente, los métodos de regresión tradicionales asumen una relación lineal entre la variable respuesta y las variables independientes. Por este motivo, para que estos modelos tengan la posibilidad de capturar relaciones no lineales, se pueden considerar variantes que incluyen los modelos generalizados aditivos (Bowman and Azzalini 1997; Wood 2017), en donde, de acuerdo con la relación entre la variable respuesta, una variable independiente y un conjunto de funciones base definido, se podría realizar una mejor aproximación al comportamiento que se visualice en un diagrama de dispersión. Para nuestro ejercicio se utilizaron funciones B -spline y bases de polinomios.

En este sentido, para el proceso de modelamiento de $S(s)$ se utilizaron diferentes metodologías, tales como las que se describen a continuación:

- Red neuronal de una sola capa,

- Árboles potenciados,
- Bosque aleatorio,
- Conjuntos de árboles de decisión,
- Árboles de decisión,
- K-vecinos más cercanos,
- Máquinas de soporte vectorial con bases de funciones polinómicas y con funciones de bases radiales,
- Splines de regresión adaptativa multivariada (MARS),
- Modelos aditivos generalizados.

Con base en el modelo definido, se procede a realizar el cálculo de los residuales $\varepsilon(s)$, tal y como se muestra en la Ecuación 6. Con base en estos residuales se procede a realizar el ajuste del semivariograma que se muestra de la Ecuación 2. En términos prácticos, en la literatura se tienen estimadores para $\gamma(h)$, los cuales se pueden ajustar a partir de la función de semivariograma empírico. En general, a partir de este último se genera la estimación de los parámetros requeridos para los modelos teóricos de semivariograma, los cuales consisten de los parámetros de rango, silla y pepita. Con base en el modelo empírico, se puede conocer la estructura de la función de covarianza del proceso $\{\varepsilon(s)\}$ y con base en esta se puede realizar la predicción de $\varepsilon(s_0)$ utilizando el predictor dado a partir de la metodología de kriging ordinario (Cressie 2015; Schabenberger and Gotway 2017).

$$\varepsilon(s) = Z(s) - f(X(s), s) \quad (6)$$

Para ilustrar el proceso de modelamiento y ajuste del semivariograma se presenta en la Figura 1 el semivariograma a partir de datos simulados. En este caso, se generaron datos con base en un modelo de semivariograma esférico. En la figura se muestra la estimación del semivariograma empírico en los puntos y el modelo de semivariograma teórico ajustado en la línea punteada. Para este ejercicio y para el resto de procesamientos relacionados con el componente espacial se hizo uso del paquete gstat (Gräler, Pebesma, and Heuvelink 2016) en R.

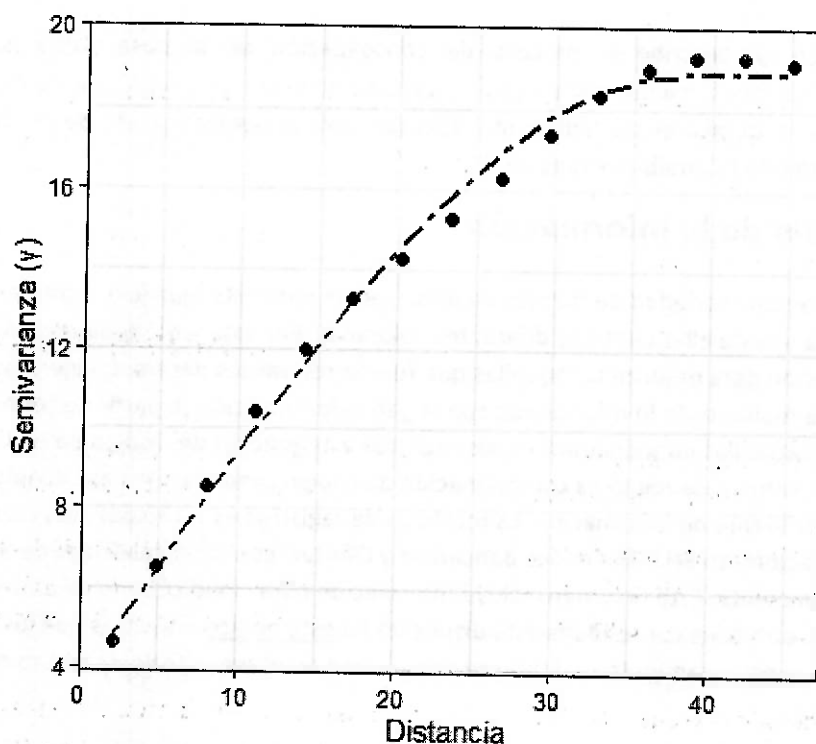


Figura 1: Semivariograma a partir de datos simulados.

6) Desarrollo metodológico

De acuerdo con los objetivos establecidos en este documento, se busca generar predicciones de valores de terreno para los predios rurales contenidos en la población objetivo.

Para este objetivo se requieren insumos, a partir de los cuales se elabora una base de modelamiento, la cual permite realizar el entrenamiento requerido por cada metodología. En este contexto, a partir de “el entrenamiento” se realizan las estimaciones requeridas para poder generar la predicción deseada.

Con el fin de generar la base de modelamiento, el OIC del IGAC ha dispuesto diferentes tablas con las que se cuenta para realizar su procesamiento y adaptación, y de esta manera obtener el conjunto de datos requerido en el proceso de modelamiento. Los insumos dispuestos en esta etapa corresponden a ofertas, avalúos comerciales realizados por entidades privadas o públicas y transacciones inmobiliarias registradas ante la Superintendencia de Notariado y Registro (SNR).

En esta sección se describe el proceso de consolidación de la base datos, su respectiva transformación y procesamiento, para luego utilizarla como insumo en el proceso de modelamiento. Posteriormente se detalla el procedimiento utilizado para la determinación de modelos óptimos para la predicción de la variable respuesta.

6.1 Análisis de la información

El OIC dispuso de una variedad de fuentes de información para este ejercicio. Como es de esperarse, cada una de ellas contiene diferentes columnas. Por este motivo, se realizó un proceso de estandarización para determinar aquellas que fueran relevantes dentro del ejercicio. Adicional a este proceso se realiza todo lo relacionado con la georreferenciación (a partir de coordenadas, direcciones o matrículas inmobiliarias) de los registros y asignación del código predial. En la [Tabla 1](#) se presenta la cantidad de registros con asignación de código predial en la base de información consolidada por fuente de información. La totalidad de registros es 2.230.637. Las fuentes con mayor participación son SNR, Entidades Bancarias¹ y Ofertas, con participaciones de 87.6%, 7.6% y 2.9%, respectivamente. Este resumen incluye información para suelo Urbano y Rural. La información de esta base consolidada está dispuesta en [este enlace](#), mientras que los códigos utilizados para el procesamiento realizado se encuentran en el repositorio de GitLab del IGAC en el siguiente [enlace](#).

Tabla 1: Cantidad de registros con asignación de código predial en la base de información consolidada.

FUENTE DE INFORMACIÓN	CANTIDAD REGISTROS	PARTICIPACIÓN
SNR	1.953.357	87.6%
ENTIDADES_BANCARIAS	168.954	7.6%
OFERTAS	65.683	2.9%
SAE	27.752	1.2%
IVP	9.573	0.4%
OFERTAS_CAPTURADAS_CAMPO	3.540	0.2%
SUB_AVALUOS_IGAC	1.046	0%
ECOPETROL	304	0%

¹ Esta categoría hace referencia a avalúos comerciales realizados por diferentes entidades públicas y privadas, incluyendo información recolectada y con convenios realizados por el IGAC.

DANE	250	0%
CAR	169	0%
OFERTAS_CUNDINAMARCA	9	0%
Total	2.230.637	100%

Una aplicación de la información consolidada es la estimación del rezago de valores económicos. Este rezago existe debido a la ausencia de actualización catastral en diferentes municipios del país. De acuerdo con las normativas, los valores catastrales deben estar entre el 60% y el 100% de los valores comerciales, donde estos últimos son los valores por los cuales un predio se tranzaría en el mercado inmobiliario y son los que se consolidan en la base de fuentes de información del OIC.

Como medida de la estimación del rezago de valores económicos, se calcula la razón entre el valor de avalúo catastral y el valor de avalúo comercial. A partir de este cociente se puede calcular el rezago de los valores catastrales en relación con los valores comerciales dispuestos en la información consolidada, que se muestra en la Ecuación 7. En municipios actualizados se espera que el cociente sea cercano o superior al 60%, mientras que a medida que este valor diste del 60%, el valor catastral está siendo subestimado en mayor medida.

$$\text{Cociente} = \text{Avalúo}_\text{Catastral} / \text{Avalúo}_\text{Comercial} \quad (7)$$

En la Figura 2 se presenta la mediana de los cocientes de valores de avalúo calculados a partir de la información consolidada. En este caso, se observa por fuente de información el resultado y en la línea roja el resultado general, que para este caso es de un 33.2%. Adicionalmente, la gran mayoría de fuentes tienen resultados menores a 20%, incluyendo "OFERTAS" y "ENTIDADES_BANCARIAS"², mientras que la fuente de "SNR", que es la de mayor participación, es de 37%. Lo anterior se debe a que, en esta fuente, en algunos casos se reportan transacciones por un menor valor, por temas tributarios. De esta forma, si se desea utilizar esta fuente de información tan numerosa en el proceso de modelamiento, se debe realizar un ajuste a los valores de avalúo comercial.

² Esta categoría hace referencia a avalúos comerciales realizados por diferentes entidades públicas y privadas, incluyendo información recolectada y con convenios realizados por el IGAC.

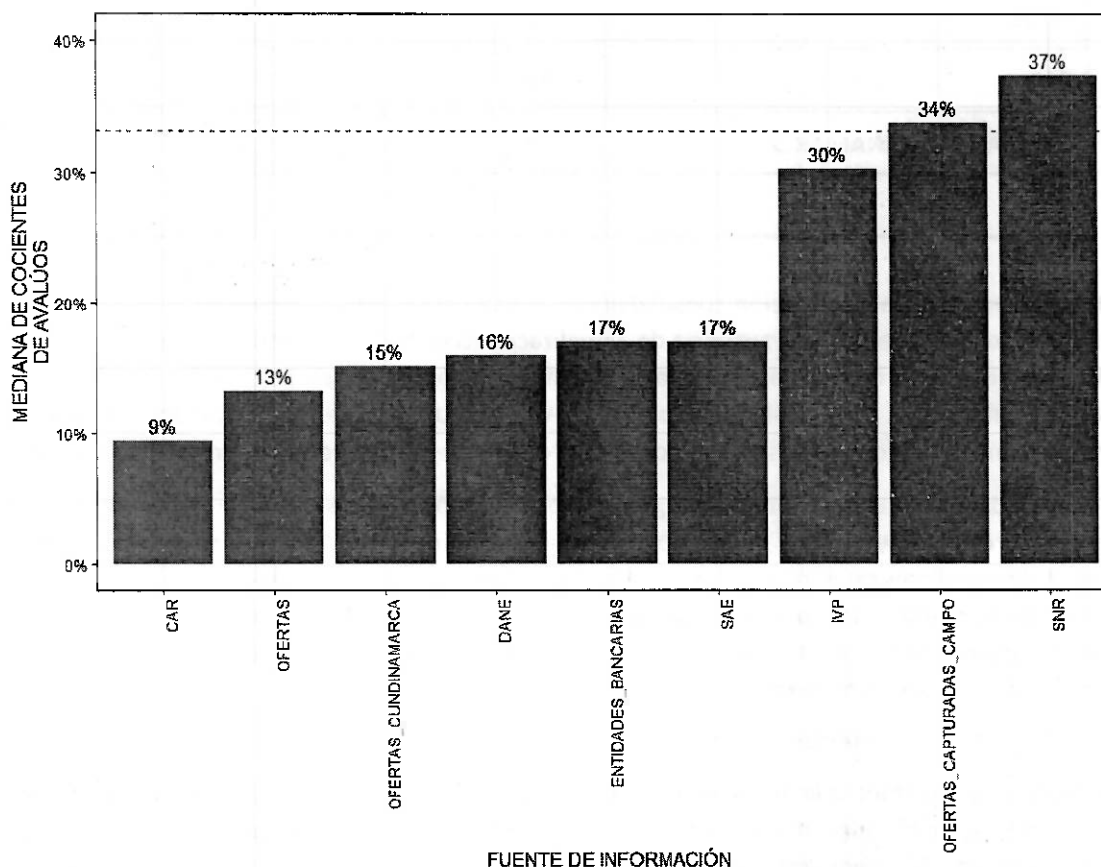


Figura 2: Cociente mediano de valores catastrales versus comerciales por fuente de información.

Para el ajuste de las transacciones de “SNR” se plantearon diferentes escenarios y posibilidades, no obstante en este documento se presenta únicamente el proceso escogido. Dentro de los planteamientos establecidos, se encuentran modelos de regresión y diferentes estimaciones a partir de cálculos del rezago por diferentes desagregaciones. Para esta última metodología, se toma la información de cada departamento, zona (urbano y rural) y año de captura de la información y se calcula por separado lo que se muestra en la Ecuación 8 y la Ecuación 9, donde $Avalúo_Catastral_{SNR_k}$ y $Avalúo_Comercial_{SNR_k}$ son los valores de avalúo catastral y comercial, respectivamente para el k -ésimo registro de la fuente de SNR. Por otro lado, $Avalúo_Catastral_{OF_k}$ y $Avalúo_Comercial_{OF_k}$ son los valores de avalúo catastral y comercial, respectivamente para el k -ésimo registro de las otras fuentes de información (agregando todas las fuentes menos SNR).

$$Cociente_{SNR} = Mediana(Avalúo_Catastral_{SNR_k} / Avalúo_Comercial_{SNR_k}) \quad (8)$$

$$Cociente_{OF} = Mediana(Avalúo_Catastral_{OF_k} / Avalúo_Comercial_{OF_k}) \quad (9)$$

El índice aplicado para cada departamento, zona y año de captura de la información se muestra en la Ecuación 10. Para validar los resultados del ajuste, se replica la gráfica de la Figura 2, pero esta vez con los valores ajustados. En la Figura 3 se observa que la mediana de los cocientes de valores de avalúo calculados a partir de la información aplicando el incremento dado por el ajuste de SNR. En esta gráfica se observa que el resultado general pasó a ser de 19.5%, lo que sugiere que el ajuste realizado es adecuado y que los valores de avalúo comercial de SNR se encuentran más cercanos a los valores de avalúo comercial de las otras fuentes de información.

$$Ajuste_{SNR} = \frac{Cociente_{OF}}{Cociente_{SNR}} \quad (10)$$

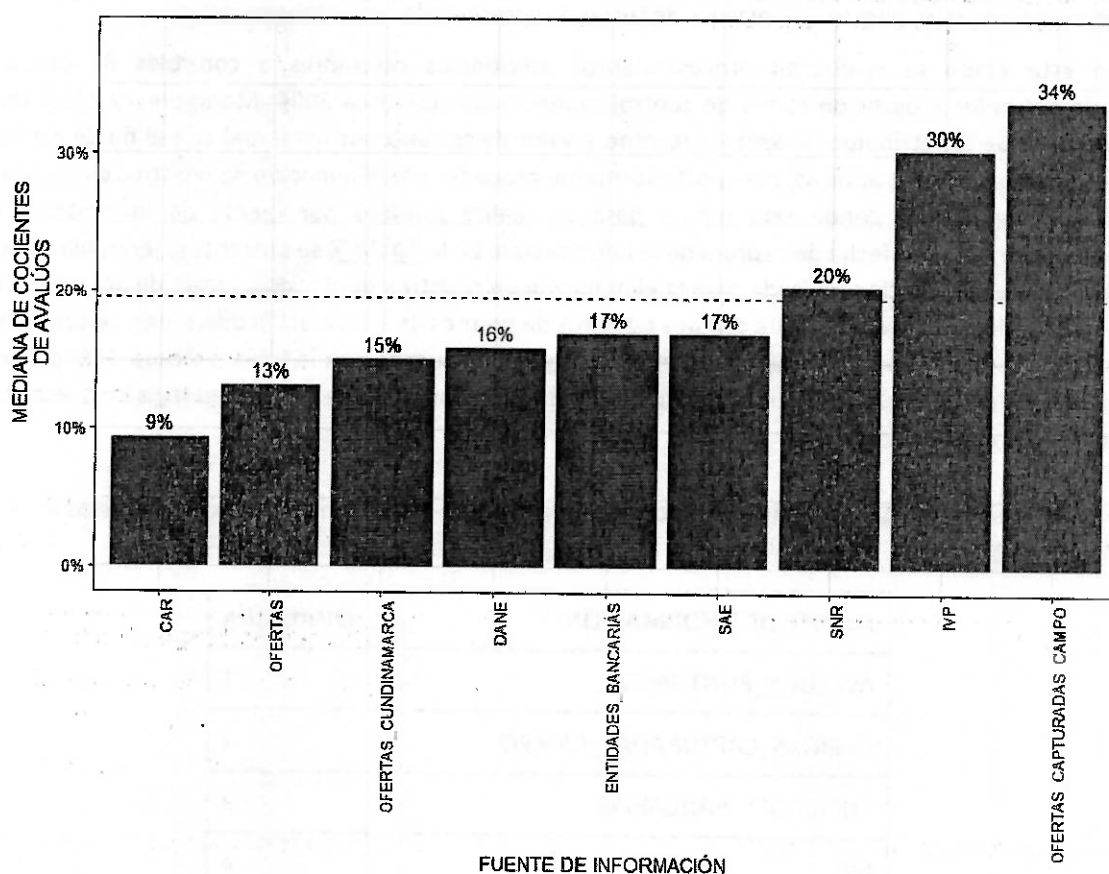


Figura 3: Cociente mediano de valores catastrales versus comerciales por fuente de información posterior al ajuste de SNR.

A partir de los 2.230.637 registros disponibles, se realiza un proceso de depuración con el fin de determinar aquellos casos que contengan información relacionada con valores de terreno. Esto se

debe a que la mayoría de las fuentes reportan los valores totales relacionados con cada predio. A manera de ejemplo, en el caso de una oferta que se publica en portales inmobiliarios, se reporta el valor total de la propiedad, más no un desagregado de valores de terreno y construcción. Para este fin, se realiza una búsqueda de aquellos casos que incluyan en su descripción o en su dirección las palabras "FINCA" o "LOTE", puesto que, para esos casos, el valor total se puede presumir que corresponde en su totalidad o gran mayoría al terreno. Adicionalmente, para los registros en donde el cociente entre área de construcción y área de terreno es menor o igual al 1%, se asume que el valor reportado puede ser atribuible al valor del terreno. A partir de este conjunto de criterios, se determina una base de datos que incluye esta característica y que es fundamental para el proceso de modelamiento, puesto que el valor de terreno representa la variable respuesta.

En esta etapa se realizaron procesamientos adicionales referentes a controles de calidad automatizados a partir de cartas de control multivariadas (Scrucca 2004; Montgomery 2020) (en términos de los atributos de área de terreno y valor de terreno por hectárea) con el fin de excluir registros con valores atípicos, para posteriormente proceder a la eliminación de registros duplicados a nivel de predio, donde este último paso se realiza primero por fuente de información y posteriormente por fecha de captura de la información. En la Tabla 2 se presenta la jerarquía de las fuentes de información utilizada para la eliminación de registros duplicados, luego, de acuerdo con este criterio, si un predio cuenta con dos registros de fuentes de información diferentes, se conserva el registro de la fuente con menor valor de jerarquía de acuerdo con la tabla indicada. Si el predio tiene más de un registro dentro de la fuente de información definida se toma el registro que tiene una fecha más reciente.

Tabla 2: Jerarquía de las fuentes de información utilizada para eliminar registros duplicados a nivel de predio.

FUENTE DE INFORMACIÓN	JERARQUÍA
AVALUOS_PUNTUALES	1
OFERTAS_CAPTURADAS_CAMPO	2
ENTIDADES_BANCARIAS	3
IVP	4
CAR	5
SAE	6
SNR	7
ECOPETROL	8



OFERTAS	9
DANE	10
SUB_AVALUOS_IGAC	11

Tabla 3: Cantidad y participación de predios en la base de modelación resultante por Fuente de Información.

FUENTE DE INFORMACIÓN	CANTIDAD REGISTROS	PARTICIPACIÓN
SNR	237.642	96.8%
ENTIDADES_BANCARIAS	5.082	2.1%
OFERTAS	2.276	0.9%
AVALUOS_PUNTUALES	353	0.1%
OFERTAS_CAPTURADAS_CAMPO	133	0.1%
CAR	79	0%
SAE	29	0%
DANE	4	0%
OFERTAS_CUNDINAMARCA	4	0%
Total	245.602	100%

En la Tabla 3 se presenta la cantidad de predios en la base de modelación resultante por fuente de información. Las fuentes con mayor participación son SNR, Entidades Bancarias y Ofertas, con participaciones de 96.8%, 2.1% y 0.9%, respectivamente. En total, se cuenta con 245.602 registros en la base de modelación. Por otro lado, en la Tabla 4 se presenta la cantidad de predios y participación en la base mencionada por departamento. Los departamentos con mayor participación son Boyacá, Santander y Nariño, con participaciones de 17%, 9.1% y 8.5%, respectivamente.

Tabla 4: Cantidad y participación de predios en la base de modelación resultante por Departamento.



NOMBRE DEL DEPARTAMENTO	CANTIDAD REGISTROS	PARTICIPACIÓN
BOYACA	41.767	17%
SANTANDER	22.275	9.1%
NARIÑO	20.824	8.5%
TOLIMA	19.735	8%
CAUCA	15.289	6.2%
HUILA	11.857	4.8%
CORDOBA	10.445	4.3%
CALDAS	10.441	4.3%
CUNDINAMARCA	10.413	4.2%
META	10.225	4.2%
NORTE DE SANTANDER	9.747	4%
PUTUMAYO	8.675	3.5%
CESAR	7.742	3.2%
SUCRE	5.906	2.4%
ARAUCA	5.529	2.3%
CASANARE	4.966	2%
CAQUETA	4.529	1.8%
RISARALDA	4.206	1.7%
MAGDALENA	3.784	1.5%
VALLE DEL CAUCA	3.696	1.5%
BOLIVAR	3.486	1.4%
GUAVIARE	2.950	1.2%
QUINDIO	2.446	1%

LA GUAJIRA	1.384	0.6%
CHOCO	883	0.4%
ATLANTICO	858	0.3%
ARCHIPIELAGO DE SAN ANDRES	748	0.3%
VICHADA	380	0.2%
AMAZONAS	362	0.1%
GUAJINIA	52	0%
VAÚPES	2	0%
Total	245.602	100%

Con base en la información descrita en la [Tabla 3](#) y en la [Tabla 4](#) se procedió a la elaboración de los diferentes modelos. En esta base de datos se tiene principalmente la información de valores económicos y el código de identificación predial. Ahora es necesario complementar esta información con las variables explicativas que permitan realizar el modelamiento. Estas provienen de fuentes de información en formato alfanumérico y geográfico. Ese procesamiento y armado de bases se expone en la [Sección 6.2](#).

6.2 Preparación y transformación de los datos

Para la construcción de los modelos econométricos, fue necesario adaptar la información de los predios para que reflejara cómo los diferentes factores pueden influir en el valor del terreno conforme estos cambian. De esta manera, se conformó una base de datos compuesta por fuentes de información internas, externas y otras que debieron construirse, como los componentes transaccional y geográfico.

El **componente transaccional** incluyó datos recopilados de fuentes inmobiliarias, avalúos bancarios, registros de SNR, avalúos puntuales, entre otras entidades relevantes. Por su parte, el **componente geográfico** abarcó aspectos normativos relacionados con el uso del suelo, la clasificación del terreno, la capacidad de uso del suelo y otros factores físicos pertinentes. Este componente se complementó con información específica de cada municipio, obtenida tanto de fuentes externas como propias, además de la información proveniente del R1.

En esta sección se detalla cómo se conformó la base de datos a nivel de predio para el componente geográfico y cómo se integró con los demás componentes. Dentro del componente geográfico, se cruzó la información alfanumérica a nivel predial con las capas geográficas disponibles en el



IGAC. Este cruce permitió obtener características específicas del predio asociadas a cada una de las capas geográficas. Las capas utilizadas fueron:

- Corine Land Cover.
- Zona Homogénea Geoeconómica.
- Zona Homogénea Física.
- Parques Naturales.
- Uso Principal del Suelo.
- Vocación Uso del Suelo.
- Clase Agrológica.
- Frontera Agrícola.
- Conflicto Uso del Suelo.
- Terreno.
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
- Área Homogénea de Tierra.
- Resguardos Indígenas.

Para obtener la marcación a nivel predial de cada una de las capas temáticas se estableció el siguiente protocolo de procesamiento para garantizar la calidad y consistencia del producto generado.

1. Preparación de los insumos: al trabajar con información generada por otras dependencias del IGAC y otras entidades, se hace necesario realizar ciertas verificaciones de esta y en algunos casos ejecutar procesamientos previos como: proyección al sistema de coordenadas CTM12 o depuración de atributos no requeridos en el análisis.
2. Marcación a nivel predial con las características temáticas: la marcación se generó con el fin de identificar la relación de cada predio con las características propias del territorio. Al ser información de carácter espacial y un análisis enmarcado en el componente geográfico, se hace uso de software especializado en el análisis SIG y se ejecuta la herramienta más adecuada para la asignación de atributos a cada predio que en este caso es Intersección.
3. Completitud de la información a nivel predial: uno de los comportamientos a tener en cuenta en la generación de marcaciones prediales es la cobertura a nivel nacional de la información temática; varias de las capas temáticas procesadas hacen referencia a información sectorizada donde el cubrimiento a nivel país no es del 100% y por ende dichas

marcaciones no contenían la totalidad de registros prediales considerados para la generación de modelos. Se evidenció la importancia de garantizar la completitud a nivel predial en cada una de las marcaciones y se generó un procesamiento intermedio en el software R para subsanar esta necesidad en cada una de las marcaciones generadas.

4. Generación del archivo final de la marcación: en el marco de la interoperabilidad, se generó un archivo plano en formato plano, donde se asigna a cada número predial nacional las características a ser analizadas de cada capa temática.

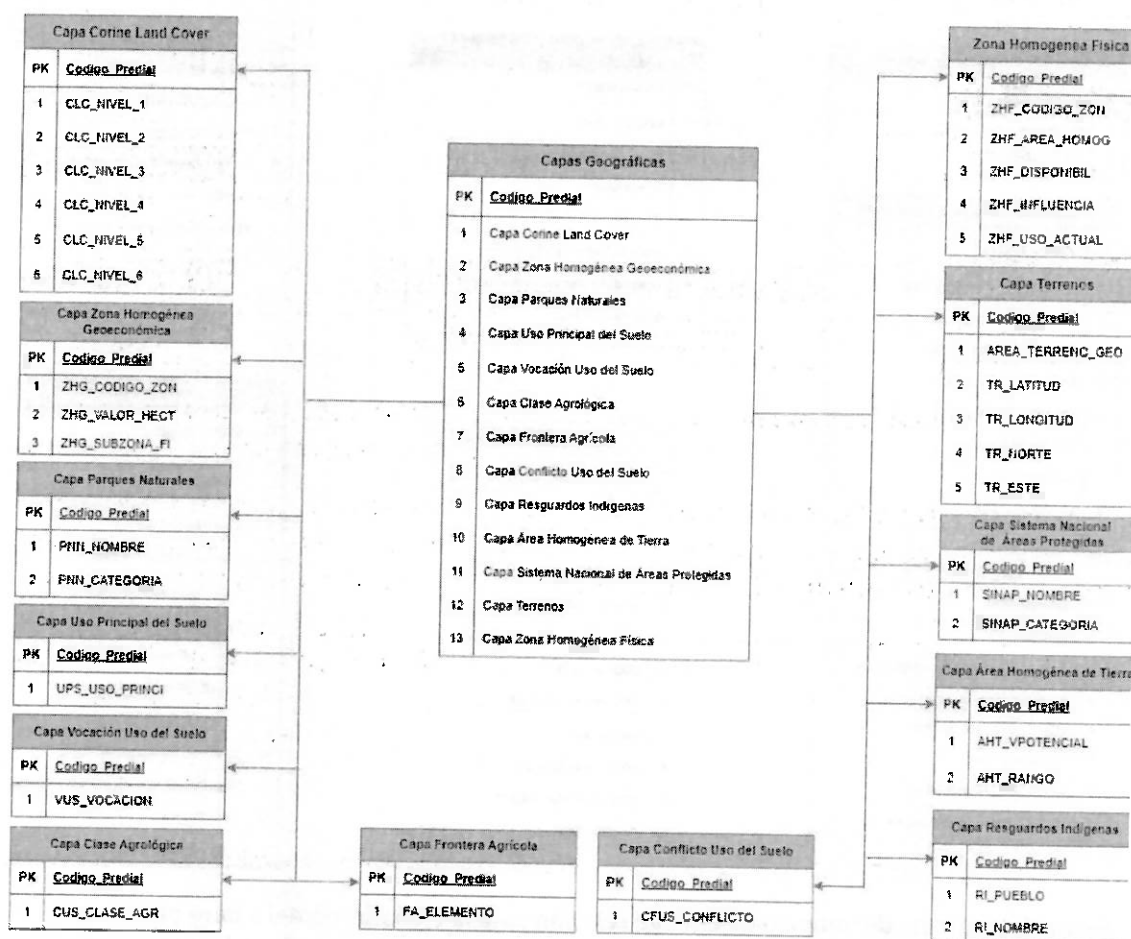


Figura 4: Diagrama del modelo de entidad relación para la elaboración de la base de modelamiento a partir de capas geográficas.

Las características de las capas se asociaron al predio considerando aquella que predominara en mayor área. Es decir, si un predio abarcaba varios tipos de uso de suelo, se tomó en cuenta únicamente el uso que ocupaba la mayor proporción del terreno. Tras realizar este proceso para

todas las capas geográficas, se consolidó la información en un solo insumo a nivel de predio, que incluyó las características de cada capa geográfica. La **Figura 4** presenta las características que conforman cada una de estas capas.

Una vez obtenida la información a nivel predial para el componente geográfico, el componente transaccional y el R1, se procedió a unir las bases de datos. Posteriormente, se integraron las fuentes de información externa, como el índice de riesgo victimización, el Observatorio de Ciudades Modernas y la base Maestra del IGAC, a nivel de municipio.

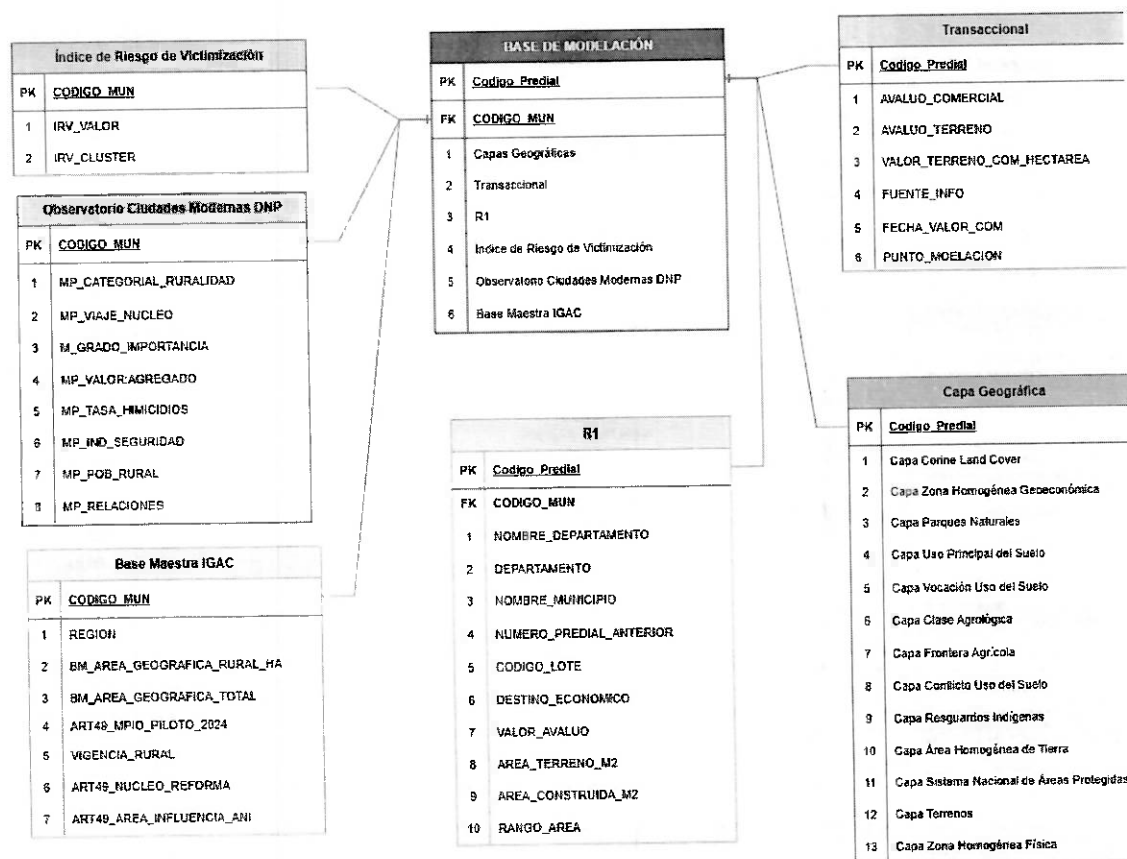


Figura 5: Diagrama del modelo de entidad relación para la elaboración de la base de modelamiento a partir de capas geográficas y tablas alfanuméricas.

Con estas uniones, se dio por conformada la base de datos final. La **Figura 5** presenta la estructura de la base de modelación, junto con las variables asociadas a cada una de las fuentes que la componen. En la **Sección 6.3** se detalla el proceso de modelamiento y los resultados obtenidos.

6.3 Desarrollo del modelo y/o metodología

Para generar los valores de terreno por hectárea, se plantearon modelos estadísticos que permiten predecir el valor de terreno en función de las características de los predios. En este sentido y dada la alta heterogeneidad en términos de valores económicos y de características físicas de los predios, se decidió no realizar un solo modelo para todo el país. De esta manera, se puede lograr un mayor ajuste para describir el comportamiento de la variable respuesta. Esto, sumado a que existen locaciones donde no se cuenta con información disponible, se decidió realizar un modelo por departamento, de forma que dentro un departamento específico se puede generar predicciones del valor de terreno en sitios sin información a partir de las características de los predios con información disponible. Lo anterior se debe a que a nivel municipal se tendría una cantidad considerable de modelos a realizar, lo cual desbordaría las capacidades de tiempo y esfuerzo disponibles, y adicionalmente no permitiría tener en cuenta la relación espacial que puede haber entre sitios contiguos que se encuentren en municipios diferentes. Por otro lado, los modelos municipales generarían la ausencia de predicciones en municipios sin registros en la base de modelación, mientras que, al hacer el trabajo por departamentos, esto se podría subsanar.

Como en cualquier planteamiento de modelos de aprendizaje supervisado se plantean métricas para determinar el rendimiento de los modelos y de esta manera conocer cuál tuvo un mejor acercamiento al problema de trabajo. En este sentido, en la Sección 6.3.1 se muestran las métricas definidas para este trabajo.

6.3.1 Métricas de rendimiento

Para la evaluación de los modelos propuestos se utilizaron diferentes métricas de rendimiento. En la literatura se plantean diferentes métodos para la evaluación de modelos de regresión. Para este caso se utilizaron las métricas de la raíz del error cuadrático mediano (*RMEDSE*) y un pseudo- R^2 , los cuales se presentan en las ecuaciones Ecuación 11 y Ecuación 12, respectivamente. El objetivo en esta etapa es encontrar el modelo que minimice la raíz del error cuadrático mediano y maximice el pseudo- R^2 . El planteamiento del *RMEDSE* se da puesto que la variable de valor de terreno posee una distribución sesgada a la derecha, por tal motivo se considera más apropiada para cuantificar el valor del error en cada metodología. En este caso $Z(s_i)$ y $\hat{Z}(s_i)$ representan la variable de valor de terreno real y la predicha, respectivamente. Por otro lado, $Z(\bar{s}_i)$ y $\bar{Z}(\bar{s}_i)$ son las medias de las variables de valor de terreno real y predicha, respectivamente.

$$RMEDSE = \sqrt{\text{Mediana} \left((Z(s_i) - \hat{Z}(s_i))^2 \right)} \quad (11)$$

$$\text{pseudo} - R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Z(s_i) - Z(\bar{s}_i)) (\hat{Z}(s_i) - \bar{Z}(\bar{s}_i))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Z(s_i) - Z(\bar{s}_i))^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (\hat{Z}(s_i) - \bar{Z}(\bar{s}_i))^2}} \right]^2 \quad (12)$$



6.3.2 Determinación del Valor de la Zona Geoeconómica (ZHG).

Las zonas homogéneas geoeconómicas son espacios geográficos definidos a partir de zonas homogéneas físicas (ZHF) o por las condiciones del entorno que la componen como características del suelo, vocación del suelo, normatividad o clase de suelo. Los predios de una misma ZHG tienen valores unitarios (en terreno) similares en cuanto al precio, establecidos según las condiciones del mercado inmobiliario. Los predios que se encuentran dentro de cada una son los que permiten determinar el valor del terreno, ya que representan la unidad mínima que refleja las condiciones físicas y económicas. Ante esto, para determinar el valor de terreno, se propone utilizar una medida de tendencia central que permita agregar las predicciones prediales a nivel de polígonos de ZHG. De esta forma, se tendrán en cuenta la media, la mediana simples y ponderadas por el área de terreno para proporcionar el valor de la ZHG. A continuación, se presentan las definiciones de las medidas de tendencia central:

- **Media:** Es la suma de los valores de terreno por hectárea de todos los predios dividida por el número total de predios en una ZHG. Esta estadística se utiliza para obtener un valor representativo del conjunto de predios, asumiendo que todos los predios tienen el mismo peso.

$$\text{Media} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z(s_i) \quad (13)$$

- **Mediana:** Es el valor central que divide la distribución de los valores de terreno de los predios en dos partes iguales. Esta medida es más robusta ante la presencia de valores extremos o atípicos, y es particularmente adecuada cuando los valores presentan una distribución sesgada o con alta varianza. Denotando $F_Z(z)$ como la función de distribución acumulada de la variable aleatoria $Z(s) = Z_{s_k}$, la mediana es el valor Z_{s_k} tal que:

$$\text{Mediana} = \min(Z_{s_k}), \text{ tal que } F_Z(Z_{s_k}) \geq 0.5 \quad (14)$$

- **Media ponderada:** Es una medida en la que se asigna un peso específico a cada predio, dependiendo de su relevancia o características, como el área. Cada valor individual es multiplicado por su peso, y se calcula tomando en cuenta la suma total de los pesos.

$$\text{Media ponderada} = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{s_i} w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (15)$$

- **Mediana ponderada:** Es una variación de la mediana en la que se consideran los pesos asignados a cada predio. De esta forma, bajo esta ponderación, los predios con mayor área tendrán una mayor participación para el cálculo de la estadística.

$$\text{Mediana ponderada} = \min(Z_{s_k}), \text{ tal que } \sum_{i=1}^{k-1} \frac{w_i}{\sum_{i=p}^n w_p} < 0.5 \leq \sum_{i=1}^k \frac{w_i}{\sum_{p=1}^n w_p} \quad (16)$$

Donde w_i es el peso o participación en área de terreno del i -ésimo predio.

De esta forma, una vez culmina la selección del modelo y la generación de predicciones a nivel predial, se realiza el cálculo de las estadísticas descritas en esta sección para de esta forma, generar valores a nivel de ZHG que permitan tener una cifra consolidada a nivel de polígono.

7) Resultados y discusiones

Inicialmente, se presenta un resumen descriptivo de la información recolectada. En la [Tabla 5](#), se muestra el conteo de registros en la muestra y en el marco y la participación de la muestra respecto al marco, en donde se observa que 9 departamentos tienen valores comerciales para al menos el 10% de los predios, el municipio con menos valores comerciales es Atlántico con una participación del 3,9%. En la [Figura 7](#) se muestra la cantidad y porcentaje de predios en el marco por departamento, donde se observa que Boyacá es el Departamento con más registros con 564.770 predios, lo que representa el 19% del total, seguido de Nariño con 330.976 predios, lo que equivale al 11%, mientras que Cauca, con 294.208 predios, representa el 10%. En la parte inferior de la distribución se encuentran Atlántico, La Guajira y Vaupés, los cuales tienen menos de 1% de participación, con 22.258, 21.826 y 5.493 predios, respectivamente.

Tabla 5: Cantidad de predios en el marco y en la muestra utilizada.

DEPARTAMENTO	MUESTRA	MARCO	PARTICIPACIÓN DE LA MUESTRA
ATLANTICO	858	22.258	3,9%
BOLIVAR	3.486	78.262	4,5%
BOYACA	41.767	564.770	7,4%
CALDAS	10.441	88.947	11,7%
CAQUETA	4.529	44.217	10,2%
CAUCA	15.289	294.208	5,2%
CESAR	7.742	45.955	16,8%
CORDOBA	10.445	121.498	8,6%
CUNDINAMARCA	10.413	201.640	5,2%
CHOCO	883	11.045	8,0%
HUILA	11.857	142.790	8,3%
LA GUAJIRA	1.384	21.826	6,3%



MAGDALENA	3.784	49.390	7,7%
META	10.225	97.452	10,5%
NARIÑO	20.824	330.976	6,3%
NORTE DE SANTANDER	9.747	75.259	13,0%
QUINDIO	2.446	22.412	10,9%
RISARALDA	4.206	31.688	13,3%
SANTANDER	22.275	226.312	9,8%
SUCRE	5.906	59.438	9,9%
TOLIMA	19.735	215.317	9,2%
VALLE DEL CAUCA	3.696	55.778	6,6%
ARAUCA	5.529	26.182	21,1%
CASANARE	4.966	66.950	7,4%
PUTUMAYO	8.675	60.985	14,2%
VICHADA	380	5.493	6,9%

Por otro lado, la **Figura 6** muestra los conteos y participaciones correspondientes en la muestra utilizada. Aunque los patrones se mantienen en parte, se observan algunas diferencias interesantes. Boyacá sigue siendo el departamento con mayor participación en la muestra, con 39.271 predios 17.9%, manteniendo su predominancia, aunque con una proporción ligeramente menor en comparación con su participación en el marco. Santander ocupa el segundo lugar en la muestra con 20.925 predios con un 9.5% de participación. Departamentos como Nariño y Tolima también destacan con una participación del 8.4% cada uno, lo que corresponde a alrededor de 18.500 predios en cada caso.

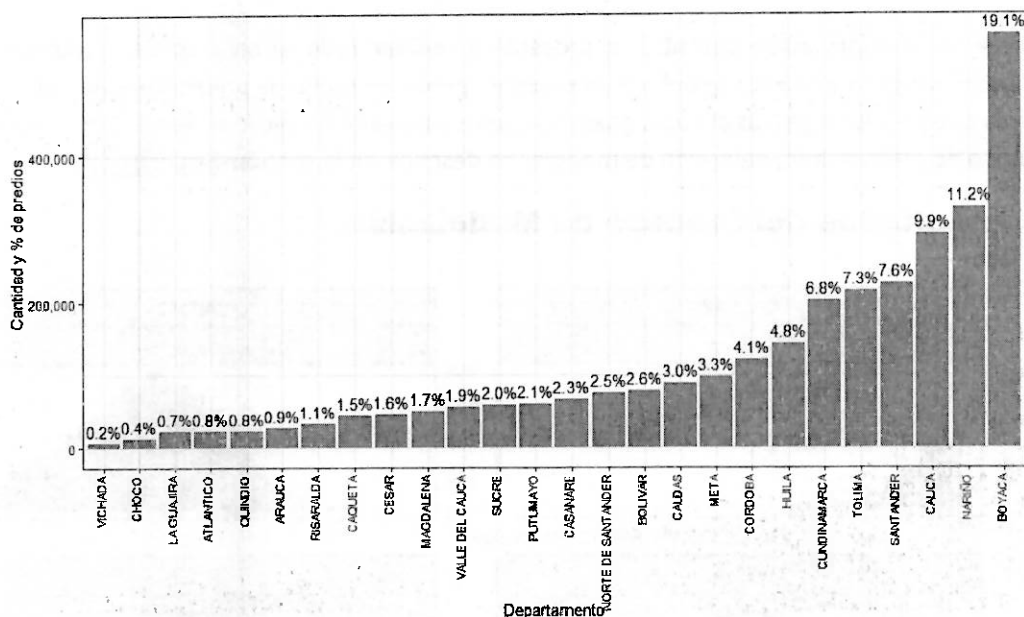


Figura 6: Diagrama de barras correspondiente a la cantidad de predios en el marco por departamento.

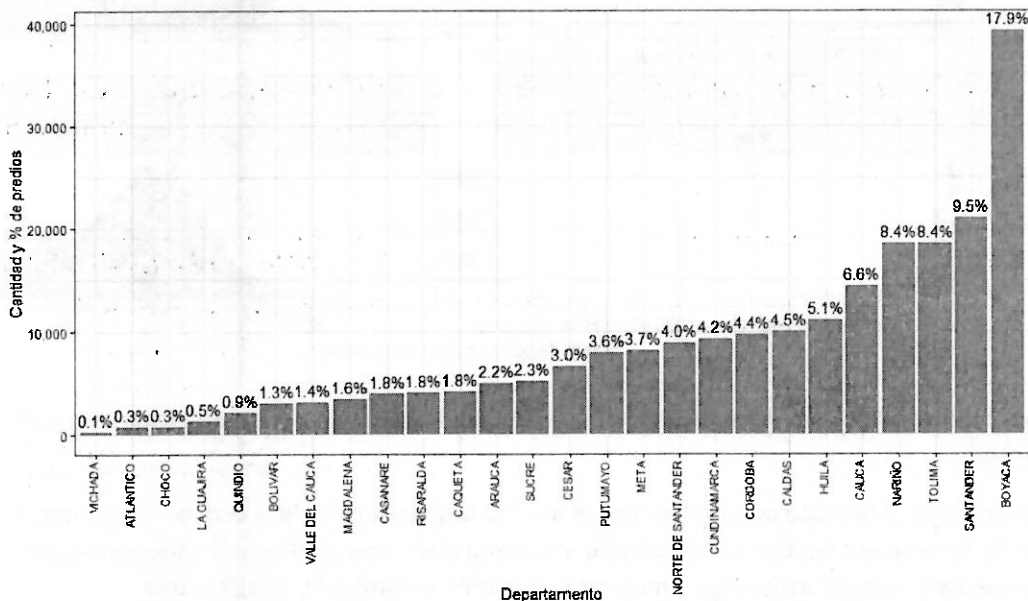


Figura 7: Diagrama de barras correspondiente a la cantidad de predios en la muestra por departamento.



Con base en la información descrita, se procedió a realizar todo el proceso de modelamiento utilizando la muestra y una vez se definió un modelo óptimo, se realizó la predicción sobre el marco, de forma que para los registros allí consignados se generó un valor predicho de terreno por hectárea. El proceso de elaboración y selección de modelos se describe en la sección Sección 7.1.

7.1 Resultados del Proceso de Modelación

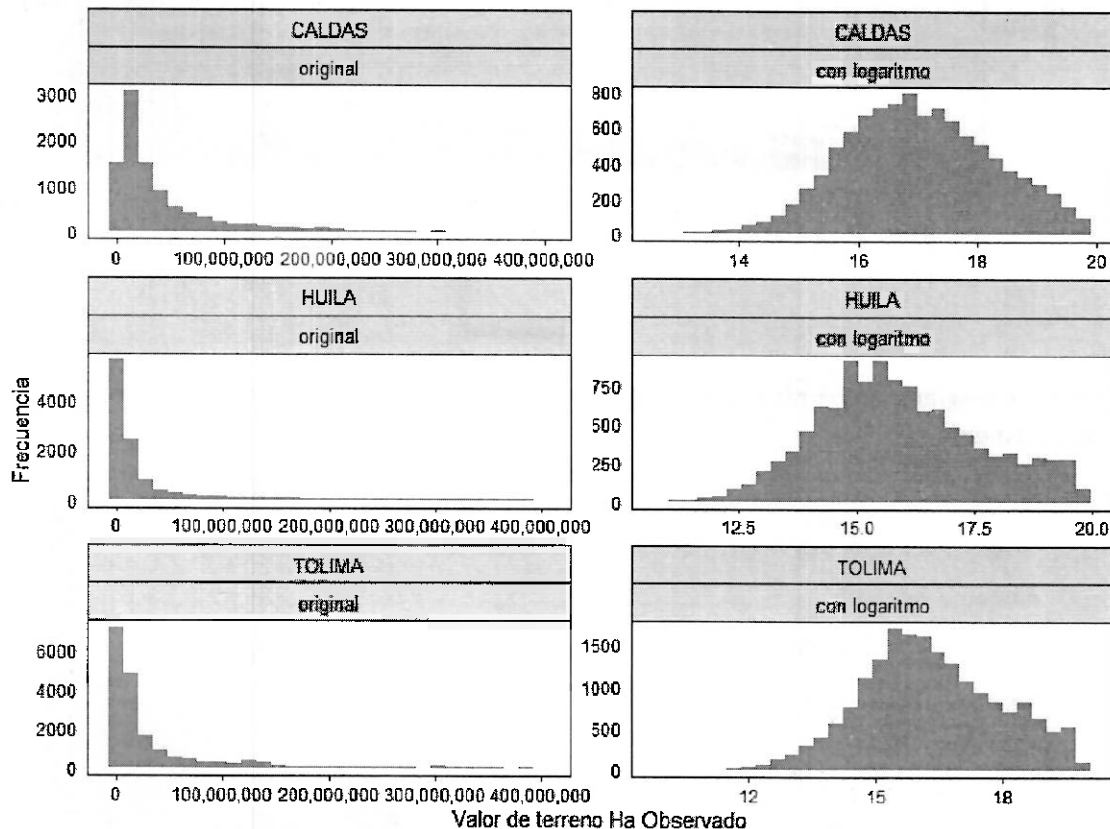


Figura 8: Distribución del valor de terreno por HA para los departamentos con logaritmo y sin logaritmo.

Para dar inicio al proceso de modelación, se analizó la distribución de la variable respuesta. El valor de terreno por hectárea (HA), debido a su naturaleza, presenta una distribución sesgada a derecha. Para corregir este sesgo y mejorar la precisión del modelo, se aplicó una transformación logarítmica a la variable respuesta, con el objetivo de normalizar su distribución. No obstante, para interpretar correctamente los resultados y cuantificar el error, se debe aplicar una transformación inversa a los valores predichos del modelo. Para ilustrar esta situación, la Figura 8 muestra las distribuciones originales de los datos de valor de terreno por hectárea y el logaritmo correspondiente los departamentos de Caldas, Huila y Tolima. Allí se puede apreciar

cómo la transformación logarítmica logra una distribución más simétrica y normal, lo que facilita los procesos subsecuentes:

7.1.1 Aplicación de metodologías

Previo a realizar el trabajo de modelamiento se plantea un flujo de trabajo para la preparación de los datos. Esto permite tener una base de datos estandarizada para el entrenamiento de modelos. Esto se realizó a partir de las librerías *parsnip*, *recipes* y *tidymodels* en R (Kuhn and Vaughan 2024; Kuhn, Wickham, and Hvitfeldt 2024; Kuhn and Wickham 2020), mientras que el proceso de manejo de tablas se hizo a partir de las librerías anidadas en el paquete de *tidyverse* (Wickham et al. 2019).

Este flujo de trabajo de preprocesamiento realiza una serie de transformaciones sobre un conjunto de datos de entrenamiento para preparar los predictores y la variable objetivo antes del modelado. Primero, se especifica que la variable de interés a predecir es el valor del terreno por hectárea, y se asigna un rol especial a una columna identificadora para excluirla del análisis. Luego, se aplican varias transformaciones a las variables numéricas y categóricas. También se imputan los valores faltantes usando la mediana para las variables numéricas y la moda para las categóricas, se agrupan las categorías poco frecuentes. Además, se omiten los predictores con poca variación y algunas transformaciones se realizan sin afectar el conjunto de validación.

Para el modelamiento se plantean diferentes metodologías, las cuales se mencionan en la Sección 5. Para las metodologías de regresión lineal tales como la regresión lasso o ridge se añaden pasos al preprocesamiento que permiten modelar relaciones no lineales entre las variables explicativas y la variable respuesta. Las funciones base que se utilizan para esta tarea son bases de polinomios y B-splines.

Un planteamiento que se tuvo en cuenta fue considerar si al modelar todo el departamento se tendrían mejores resultados o si al hacer ejecuciones segmentando la base por características tales como el área de terreno se tendrían mejores resultados. De esta manera, para distintos departamentos se tomaron particiones del área de terreno que se corresponden con tipos de propiedad de la tierra, estas son: Latifundio (mayor a 200 HA), Mediana propiedad (20-200 HA), Microfundios (0-3 HA), Minifundio (3-10 HA) y Pequeña propiedad (10-20 HA).

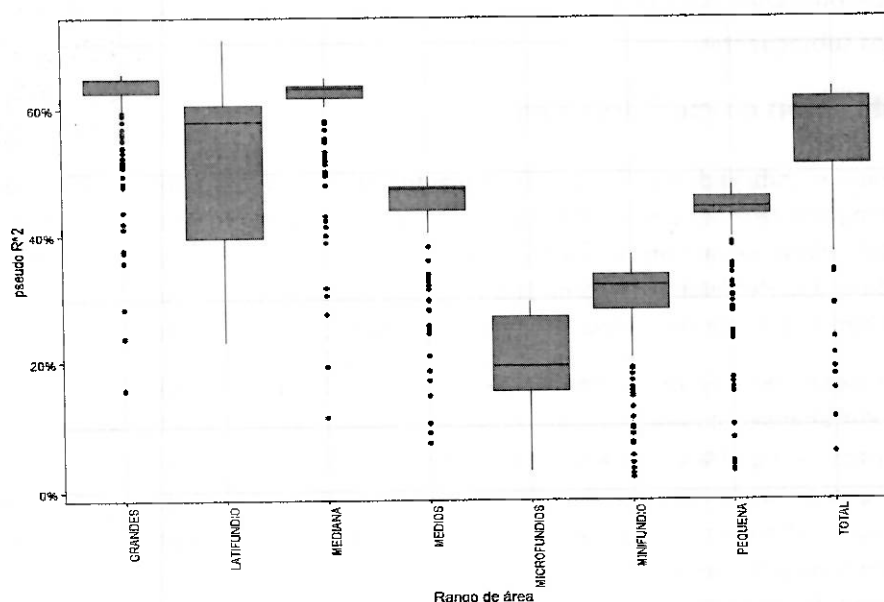


Figura 9: Resultados del pseudo-R cuadrado por rangos de área en el Departamento de Quindío.

El ejercicio se basa en tomar cada una de estas metodologías, asignar una grilla de hiperparámetros para los casos que requieran una optimización en este sentido y hacer la ejecución por departamento y para las combinaciones de departamento y rango de área. En la Figura 9 se muestran los resultados del pseudo- R^2 agregados de todas las metodologías en diagramas de cajas y bigotes tanto por rangos de área como para el total del departamento. En este sentido, se observan rangos cuyos resultados están por debajo del resultado Total, por lo cual se tomó la decisión de hacer un proceso de modelado para el departamento completo. Este patrón descrito se observó para todos los departamentos.

Una vez definido que se iba a adelantar el proceso de elaboración de modelos para todos los predios y no por rangos de área, el paso siguiente es determinar la metodología que mejor explique la variabilidad de la respuesta. Para ello, en la Figura 10 se muestran los resultados desagregando por cada uno de los modelos tenidos en cuenta para el Departamento de Quindío. Allí se observa que los mejores resultados en términos de la métrica de pseudo- R^2 son los modelos de bosque aleatorio (Random Forest), Splines de regresión adaptativa multivariada (MARS) y los modelos de regresión lasso y ridge. Es importante mencionar que este patrón se dio con la mayoría de los departamentos, en términos de que estas metodologías estuvieron entre las que mejores resultados generaron para el pseudo- R^2 . Por este motivo y dando prioridad al principio de parsimonia, se decidió utilizar las regresiones lasso y ridge para la construcción de los modelos, puesto que estas se basan en combinaciones lineales de las variables explicativas y en gran medida pueden ser expuestas al público y al equipo de trabajo con una mayor facilidad.

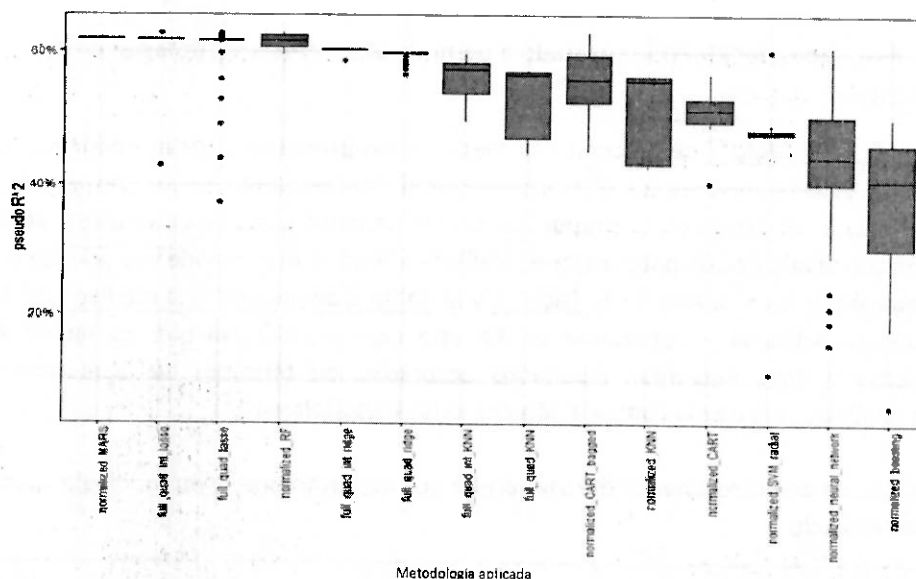


Figura 10: Resultados del pseudo-R cuadrado a partir de diferentes metodologías en el Departamento de Quindío.

En paralelo se tuvo en cuenta la medición del *RMEDSE*. En la Figura 11 se ilustra el resultado de esta métrica para el Departamento de Caquetá.

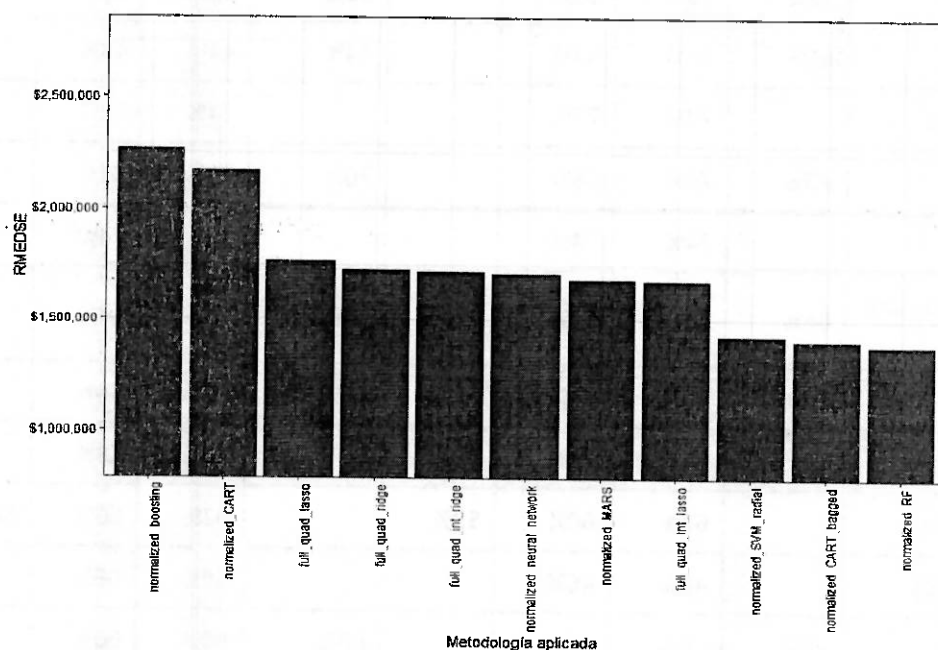


Figura 11: Resultados del RMEDSE cuadrado a partir de diferentes metodologías en el Departamento de Caquetá.

En la [Tabla 6](#) y la [Tabla 7](#) se presentan la mediana del pseudo- R^2 por metodología aplicada y Departamento. Esto se presenta con el fin de reforzar el planteamiento de por qué se seleccionaron las metodologías lasso y ridge como propuestas finales, ya que a pesar de que existen metodologías de regresión con resultados un poco mejores, la diferencia no es muy grande y se prioriza la facilidad de interpretación de los modelos. En la [Tabla 8](#) y la [Tabla 9](#) se presentan la mediana del *RMEDSE* por metodología aplicada y Departamento. En este caso, se observa que las metodologías de regresión lasso y ridge presentan resultados aceptables en términos de la métrica de error cuadrático mediano, al hacer la comparación con otras metodologías.

Tabla 6: Mediana de los resultados del pseudo- R^2 por Departamento y metodología aplicada en el proceso realizado-

DEPARTAMENTO	MODELO LINEAL GENERALIZADO CON BASES DE POLINOMIOS	REGRESIÓN LASSO CON BASES DE POLINOMIOS	REGRESIÓN RIDGE CON BASES DE POLINOMIOS	K VECINOS MÁS CERCANOS CON BASES DE POLINOMIOS	MODELO LINEAL GENERALIZADO CON BASES B-SPLINES	REGRESIÓN LASSO CON BASES B-SPLINES	REGRESIÓN RIDGE CON BASES B-SPLINES	K VECINOS MÁS CERCANOS CON BASES B-SPLINES
Boyacá	58%	58%	56%		56%	58%	56%	
Caldas	44%	44%	44%		44%	44%	44%	
Caquetá		74%	72%			74%	72%	
Cauca	70%	70%	68%		70%	70%	68%	
Chocó		74%	74%			70%	74%	
Cundinamarca	64%	64%	64%		64%	64%	64%	
Nariño	66%	66%	64%		66%	66%	64%	
Putumayo		80%	78%			80%	78%	
Quindío		62%	60%	58%		62%	60%	56%
Risaralda		48%	46%			48%	46%	
Tolima	60%	60%	60%		60%	60%	60%	

Tabla 7: Mediana de los resultados del pseudo-R2 por Departamento y metodología aplicada en el proceso realizado.

DEPARTAMENTO	PERCEPTRO N MULTICAPA	ARBOL DE DECISIÓ N	ARBOLES DE DECISIÓ N AGREGADO S	BOSQUE ALEATORI O	MAQUINA DE SOPORTE VECTORIAL CON FUNCIONE S RADIALES	XGBoos t	REGRESIÓN MULTIVARIAD A ADAPTATIVA SPLINE	K VECINOS MÁS CERCANO S
BOYACÁ	58%	58%	60%	62%	40%	38%	60%	
CALDAS	38%	38%	42%	46%	30%	22%	46%	
CAQUETÁ	68%	70%	74%	78%	50%	60%	78%	
CAUCA	68%	66%	70%	72%	52%	38%	72%	
CHOCÓ	54%	64%	70%	76%	36%	64%	68%	
CUNDINAMARCA	62%	60%	66%	68%	44%	54%	66%	
NARIÑO	62%	64%	68%	70%	36%	34%	70%	
PUTUMAYO	76%	80%	82%	84%	62%	74%	82%	
QUINDIO	44%	52%	56%	62%	48%	40%	62%	56%
RISARALDA	34%	40%	42%	46%	32%	22%	46%	
TOLIMA	60%	58%	62%	64%	40%	46%	64%	

Tabla 8: Resultados del RMEDSE (en millones de pesos) por Departamento y metodología aplicada en el proceso realizado.

DEPARTAMENTO	MODELO LINEAL GENERALIZA DO CON BASES DE POLINOMIOS	REGRESIÓN LASSO CON BASES DE POLINOMIOS	REGRESIÓN RIDGE CON BASES DE POLINOMIOS	K VECINOS MÁS CERCANOS CON BASES DE POLINOMIOS	MODELO LINEAL GENERALIZA DO CON BASES B- SPLINES	REGRESIÓN LASSO CON BASES B- SPLINES	REGRESIÓN RIDGE CON BASES B- SPLINES	K VECINOS MÁS CERCANOS CON BASES B- SPLINES
BOYACÁ	18.52	18.45	18.70		18.54	18.51	18.77	

CALDAS	13.09	12.89	13.01		12.97	12.83	12.98	
CAQUETÁ		1.68	1.72			1.76	1.73	
CAUCA	13.35	12.71	12.83		13.23	12.60	12.95	
CHOCÓ		7.54	10.11			6.89	10.10	
CUNDINAMARCA		17.75	17.42			17.68	17.48	
NARIÑO	14.45	14.44	13.95		14.62	14.54	13.96	
PUTUMAYO		25.80	26.37			26.03	26.39	
QUINDIO		34.16	35.06	34.76		34.15	35.31	35.96
RISARALDA		20.99	21.51			21.06	20.85	
TOLIMA	5.75	6.00	5.93		5.81	5.97	5.90	

Tabla 9: Resultados del RMEDSE (en millones de pesos) por Departamento y metodología aplicada en el proceso realizado.

DEPARTAMENTO	PERCEPTRO N MULTICAPA	ARBOL DE DECISIÓ N	ARBOLES DE DECISIÓ N AGREGADO S	BOSQUE ALEATORI O	MAQUINA DE SOPORTE VECTORIAL CON FUNCIONE S RADIALES	XGBoost	REGRESIÓN MULTIVARIA DA ADAPTATIVA SPLINE	K VECINOS MÁS CERCANO S
BOYACÁ	17.45	18.40	17.60	17.36	20.77	26.94	17.67	
CALDAS	13.57	13.92	12.30	12.65	11.47	17.29	12.90	
CAQUETÁ	1.71	2.17	1.40	1.38	1.43	2.27	1.68	
CAUCA	12.01	13.82	10.71	11.29	13.16	19.16	13.18	
CHOCÓ	4.60	7.94	5.00	3.02	19.17	7.29	6.62	
CUNDINAMARCA	17.23	18.55	16.93	17.17	16.45	22.95	17.63	
NARIÑO	14.33	14.74	12.61	12.63	19.01	26.36	13.28	

PUTUMAYO	16.32	13.31	10.54	10.59	19.00	13.00	25.73	
QUINDIO	37.30	37.94	33.55	32.16	35.21	39.95	35.37	35.76
RISARALDA	22.65	22.64	20.73	21.16	20.66	27.97	20.87	
TOLIMA	6.52	5.87	5.68	5.46	5.61	8.29	6.00	

Es de resaltar que para cada ejecución se extrajeron resultados de métricas, predicciones e importancia de las variables, con el objetivo de apalancar el siguiente paso que se basa en la selección de componentes y ajuste del modelo final. En la Sección 7.1.2 se detalla este proceso.

7.1.2 Selección de variables

Con base en el modelo seleccionado, se procedió a realizar la selección de variables. Para ello, se utilizó el método de selección de variables incluido en el paquete vip (Variable Importance in Projection) (Greenwell and Boehmke 2020). Este método permite identificar las variables más importantes en el modelo, lo que facilita la interpretación de los resultados. Estas medidas de importancia están sujetas a cada una de las metodologías, puesto que cada una de ellas tiene un enfoque diferente en la selección de variables.

De este modo y a partir de la ejecución de modelos elaborada con base en diferentes metodologías, espacios de hiperparámetros y demás, se generó un consolidado de las variables más importantes en un sentido recurrente. Esto quiere decir que para cada departamento se tienen las variables que de forma repetitiva fueron relevantes para las diferentes metodologías. Esto dio base para el proceso de selección final de variables explicativas. Con cada una de ellas se realizaron gráficos exploratorios que permitieran evidenciar la relación entre ellas y la variable respuesta. En los casos donde se observaba una relación evidente con sentido temático y económico, se procedió a incluir la variable en el modelo final.

7.1.3 Generación del modelo final

Una vez las metodologías y el conjunto de variables explicativas fueron seleccionadas, se procedió a la generación del modelo definitivo. Para ello, se hizo una última ejecución con una grilla de hiperparámetros más amplia que la considerada anteriormente, con el objetivo de maximizar/minimizar las métricas definidas. Con base en el modelo final, se genera la predicción de $S(s)$, donde s puede representar una locación específica o un predio particular. Con base en este ajuste, se procede a realizar el cálculo de $\varepsilon(s)$ para cada uno de los registros en la muestra y con estos valores calculados en la muestra de entrenamiento se procede a realizar la validación de presencia o ausencia de correlación espacial. Una vez se llevan a cabo estos ajustes, para una locación o predio no observado en la muestra, se realiza la predicción tal y como se muestra en la



Ecuación 17, donde $\hat{S}(s)$ proviene de la regresión ajustada y $\hat{\varepsilon}(s)$ del predictor generado a partir de kriging ordinario ajustado con base en el semivariograma empírico y teórico determinado.

$$\hat{Z}(s) = \hat{S}(s) + \hat{\varepsilon}(s) \quad (17)$$

7.1.4 Evaluación del modelo

El rendimiento del modelo se evaluó utilizando dos métricas clave: Un pseudo R^2 y el error cuadrático mediano (RMEDSE), descritos en la Ecuación 12 y la Ecuación 11, respectivamente. En adelante llamaremos R^2 al pseudo R^2 . El R^2 mide qué tan bien se ajusta el modelo a los datos observados en términos de un porcentaje entre 0 y 100%, mientras que el *RMEDSE* calcula un error en la misma escala de la variable respuesta. La Figura 12 y la Figura 13 muestran los resultados en términos de estas métricas para cada uno de los departamentos.

Por lo anterior observamos que valores más altos de R^2 indican un mayor ajuste del modelo a los datos observados, es decir, que el modelo es capaz de capturar una mayor parte de la variación en el valor del terreno. En el gráfico correspondiente Figura 12, se observa que departamentos como Casanare, Norte de Santander y Putumayo presentan valores de R^2 , de 85.5%, 82.1% y 81.9% respectivamente lo que indican un excelente desempeño en términos de ajuste del modelo en estos departamentos. Estos resultados sugieren que los modelos utilizados en estas regiones explican de manera eficiente la variabilidad del valor del terreno.

Desde otra perspectiva el *RMEDSE*, que se presenta en Figura 13, es una métrica que mide la mediana de las diferencias al cuadrado entre los valores observados y los valores predichos. Un *RMEDSE* bajo indica que el modelo genera predicciones más cercanas a los valores reales, lo que refleja una mayor precisión. En este caso, departamentos como Arauca, Caquetá y Casanare con errores de \$1.568.452 \$1.527.495 y \$2.465.003 respectivamente, muestran menores errores de predicción, lo que evidencia una alta precisión en las estimaciones realizadas por el modelo en estos departamentos.

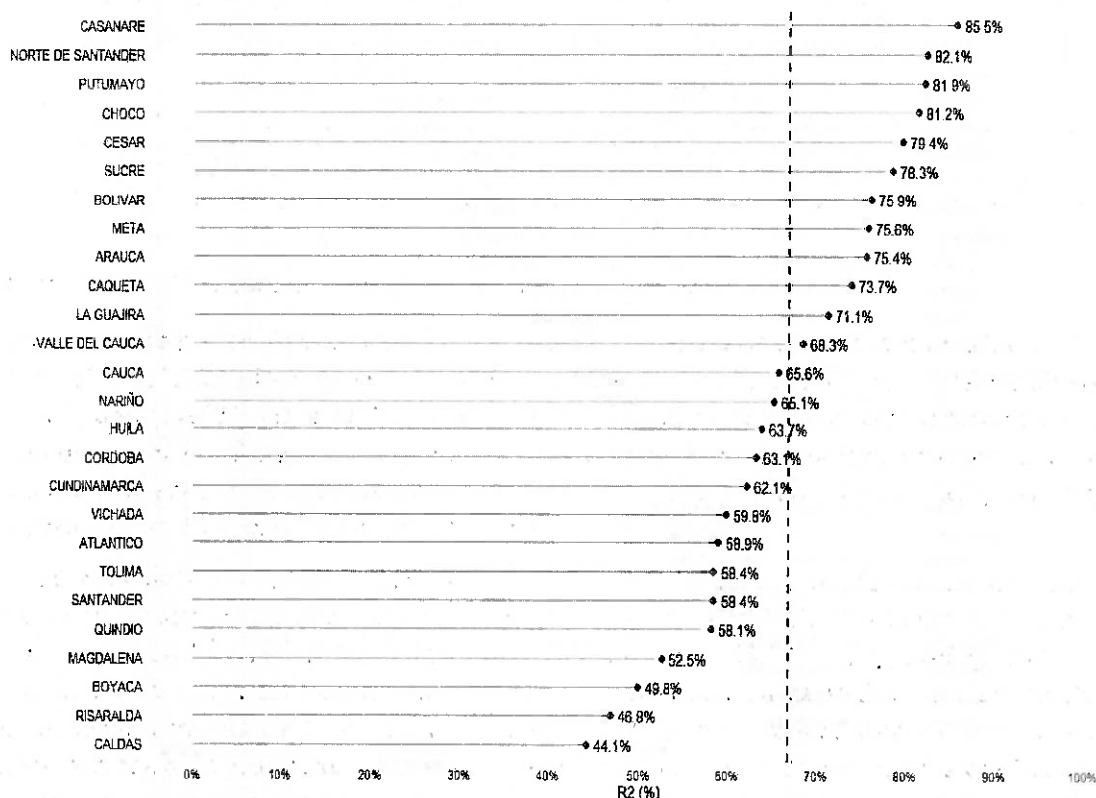


Figura 12: Pseudo R2 para los modelos finales por Departamento.

La línea punteada presente en ambos gráficos representa el valor promedio de cada métrica: 66.7% para el R^2 y \$10.759.244 para el RMEDS. Estos valores promedio sirven como referencia para evaluar el desempeño relativo de los modelos en cada departamento. Los departamentos cuyos valores de R^2 superan el promedio, como Casanare y Norte de Santander, reflejan un ajuste superior al promedio, mientras que aquellos con RMEDSE inferiores al promedio, como Arauca y Caquetá, muestran una precisión mayor en sus predicciones.

Es importante destacar que para la determinación del modelo definitivo se debe hacer una lectura conjunta para obtener una visión completa del rendimiento del modelo. Por ejemplo, Casanare presenta tanto un R^2 alto (85.5%) como un RMEDSE bajo (\$2.465.003), lo que refleja tanto un ajuste general adecuado del modelo como una precisión destacada en las predicciones. En cambio, departamentos como Risaralda (44.1% en R^2 y \$20.729.478 en RMEDS) ofrecen una lectura para mejorar el modelo, ya que presentan un ajuste moderado y un margen de mejora en la precisión de las predicciones. Estos resultados sugieren que, si bien el modelo es funcional en términos generales, su capacidad para hacer predicciones precisas en algunas áreas podría no serlo.

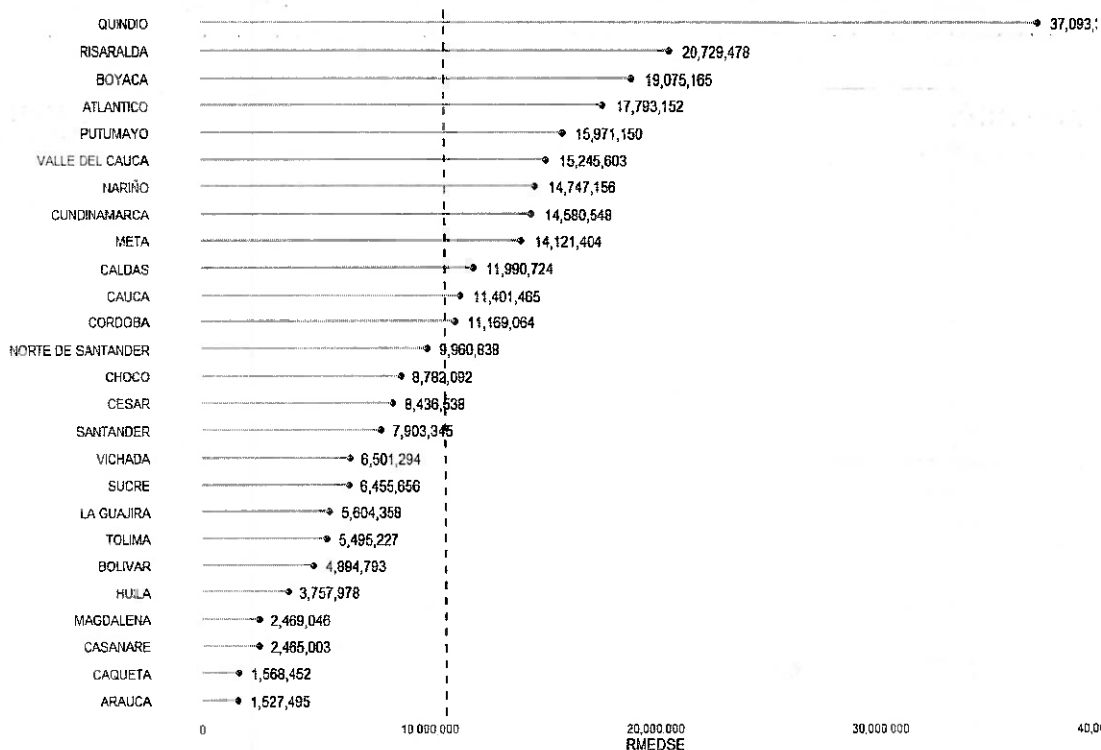


Figura 13: RMEDSE para los modelos finales por Departamento.

7.2 Implementación y/o difusión de los resultados

En esta sección se aborda el cálculo de valores sugeridos a nivel de ZHG a partir de las predicciones generadas por el modelo. Adicionalmente, se detalla el contenido incluido en el entregable generado para los modelos de cada departamento.

7.2.1 Cálculo del Valor de la Zona Geoeconómica (ZHG).

Partiendo de las definiciones dadas en la sección 6.3.2, ilustraremos por medio de un ejemplo los valores de la ZHG que se obtienen por cada una. Como ejemplo, se hará uso de una ZHG en particular la cual está compuesta por 8 polígonos con el valor y el área de terreno en hectáreas.

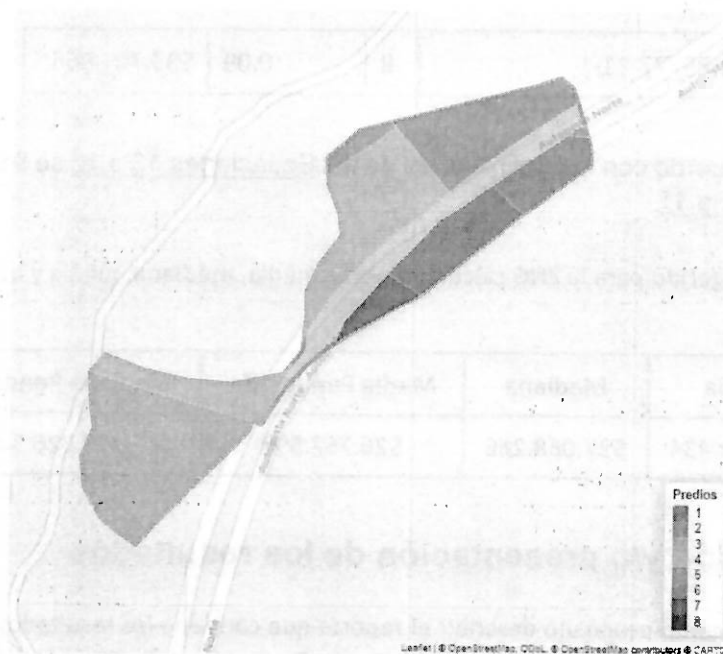


Figura 14: Zona Geoeconómica 24772-11-1, Suesca, Cundinamarca

La Figura 14 es una zona homogénea ubicada en Suesca Cundinamarca compuesta por los predios que se presentan en la Tabla 10. En esta tabla se presentan los valores de terreno por hectárea y el área en hectáreas de cada uno de los predios que componen la ZHG.

Tabla 10: Predios en la ZHG: 25772-11-1, con valores y áreas de terreno por hectárea

Zona Geoeconómica	Id	Área (HA)	Predicción
25772-11-1	1	0.17	\$51.502.439
25772-11-1	2	0.01	\$43.111.671
25772-11-1	3	0.77	\$19.328.707
25772-11-1	4	0.73	\$19.428.668
25772-11-1	5	0.05	\$79.957.753
25772-11-1	6	0.42	\$34.434.567
25772-11-1	7	0.27	\$24.401.699

25772-11-1	8	0.09	\$39.701.966
------------	---	------	--------------

Es así, que de acuerdo con las definiciones de las Ecuaciones 13 a 16 se llega a los valores de ZHG de la Tabla 11.

Tabla 11: Valor sugerido para la ZHG calculado por la media, mediana, media y mediana ponderadas.

Media	Mediana	Media Ponderada	Mediana Ponderada
\$38.983.434	\$37.068.266	\$26.752.598	\$20.620.306

7.3 Evaluación y/o presentación de los resultados

Esta sección tiene como propósito describir el reporte que contiene los resultados obtenidos de los modelos implementados. Asimismo, se detalla la configuración definitiva, desde una perspectiva técnica, para cada uno de los departamentos. El reporte se ha elaborado en formato Excel, estructurado en 10 hojas. El enlace para acceder a la ubicación de cada uno de los reportes está disponible en la sección de anexos. Cada uno de los reportes se componen de las siguientes hojas:

- **Diccionario de las variables usadas en el modelo para el departamento**

Esta hoja del reporte tiene como propósito presentar las variables explicativas incluidas en el modelo final, el tipo de variable, su definición y el rol que cumple.

- **Distribución de los valores comerciales por rangos de valor para el departamento**

En esta hoja se presenta un resumen de la distribución de la cantidad de registros en la base de modelación según los diferentes rangos de valor de terreno por hectárea (HA) para el departamento en cuestión. En esta se incluye una tabla que detalla los rangos de valor, la cantidad de registros por rango y su participación respecto al total. Además de mostrarse de forma tabular, se presenta un mapa del departamento con la distribución espacial de la información.

- **Distribución de los valores comerciales por municipio**

En esta hoja se presenta un resumen de la distribución de la cantidad de registros en la base de modelación según los diferentes rangos de valor por hectárea (HA) desagregando por municipios. Como en la anterior, en esta se incluye una tabla que detalla la cantidad de registros por municipio y su participación respecto al total.

- **Configuración y especificaciones del modelo**

Esta hoja tiene por objetivo mostrar el modelo que se configuró y las métricas de rendimiento. En esta se encuentra el R^2 y el $RMEDSE$ obtenido a partir de la comparación del $\hat{Z}(s)$, que se presenta en la Ecuación 17 y el $Z(s)$ recolectado. Las métricas se presentan tanto para la muestra completa como para la muestra de entrenamiento que es la utilizada para evaluar el rendimiento del modelo.

- **Adecuación y transformaciones de las variables del modelo**

En esta hoja se detalla la tabla que describe las variables utilizadas en el modelo, junto con su rol y las transformaciones aplicadas. La columna "VARIABLE" enumera las distintas variables que forman parte del modelo, la columna "ROLE" especifica la función de cada variable en el modelo y la columna "TRANSFORMACION" describe las modificaciones realizadas a las variables. La lectura de la tabla se debe hacer de la siguiente manera, a modo de ejemplo se tomaron las variables y transformaciones para el departamento del César. La variable objetivo, identificada como "outcome", **VALOR_TERRENO_COM_HECTAREA**, se sometió a una transformación logarítmica. A las variables predictoras, como **CODIGO_MUN**, **UPS_USO_PRINCI**, **MP_GRADO_IMPORTANCIA**, y **MP_CATEGORIAL_RURALIDAD**, se transformaron a variables dummy y a otras variables, como **AREA_TERRENO_M2** y **MP_VALOR_AGREGADO**, se les aplicó una transformación logarítmica y un ajuste utilizando base splines de grado 5.

- **Distribución de las variaciones en la muestra de prueba entre la predicción y valor observado**

En esta hoja se presenta una comparación detallada de las variaciones entre el valor observado y el predicho a nivel de predio.

La tabla en la parte superior ofrece un resumen de las variaciones porcentuales en los valores de predicción con respecto a los valores observados usando los percentiles de la distribución para medir las diferencias en la muestra. El gráfico de dispersión y el boxplot proporcionan una comparación visual entre las distribuciones de los valores observados (en rojo) y las predicciones (en azul).

- **Importancia de las variables**

En esta hoja se presenta la relevancia de las variables utilizadas en el modelo. La tabla describe la importancia de cada variable en una escala de 1 a 100. Al tratarse de un modelo de regresión Lasso, la importancia se calcula a partir del score derivado de la estadística t (ver Greenwell and Boehmke 2020). De esta manera, se cuantifica la importancia de cada variable en el modelo. La tabla se complementa con un gráfico de barras que visualiza la importancia de las variables, facilitando la interpretación de los resultados.

- **Efectos marginales entre las covariables y la predicción**

En esta se hoja se detalla el efecto individual o marginal de las covariables del modelo respecto a la predicción. Para las variables que son categóricas se describe ese efecto por medio un boxplot, en

cuanto a las variables continuas el efecto individual se presenta por medio de un gráfico de dispersión de puntos o de tendencia suavizado.

- **Ajuste de la predicción por rangos de valor por hectárea**

Esta hoja tiene como propósito mostrar el ajuste del modelo en función de distintos rangos de valor por hectárea expresados en millones. La visualización está dividida en múltiples gráficos, cada uno representando un rango específico de valores, ubicado en el eje horizontal (valor real). El eje vertical indica el valor predicho por el modelo.

- **Predicción sobre el marco del Departamento**

En esta hoja se presenta un resumen de la distribución de la predicción del modelo según los diferentes rangos de valor por hectárea (HA) para el departamento. Se presenta un mapa con la distribución espacial de la información por departamento. Los puntos en el mapa permiten visualizar la concentración transaccional por rango de valor.

8) Conclusiones

En este documento se realiza la descripción del proceso realizado para predecir el valor del terreno por hectárea para los predios rurales en municipios bajo gestión del IGAC. Para llevar a cabo este objetivo se hizo uso de registros con información económica proveniente del OIC del IGAC, tales como avalúos comerciales, ofertas y transacciones de SNR. A partir de estos datos, se generaron modelos de regresión que permitieron predecir el valor del terreno por hectárea en cada uno de los departamentos. A continuación, se resaltan los aspectos más relevantes del trabajo realizado:

- **Consolidación de información disponible:** Para este proyecto se utilizó únicamente la información disponible en el IGAC. De esta manera, no fue requerido hacer visitas a campo, lo cual puede ser desgastante en términos de tiempo y económicos. Para el procesamiento de esta información se generaron códigos que permiten hacer la consolidación y georreferenciación de forma masiva y automática. De esta forma, se propone la generación de una base con actualización periódica que suministre datos valiosos tanto a este proyecto como a procesos de actualización catastral o a otros proyectos requeridos en la entidad.
- **Relevancia de las variables:** Las variables relacionadas con la ubicación geográfica y las características físicas del terreno resultaron ser los principales determinantes en la predicción del valor de terreno por hectárea, destacando la importancia de estos factores en el proceso de modelación.
- **Desempeño del modelo:** los modelos demostraron un ajuste satisfactorio en función de su pseudo R^2 para la mayoría de los departamentos. De los 26 modelos, 15 lograron superar el 60% en esta métrica, mientras que 6 se ubicaron entre el 50% y el 60%, lo que refleja un

buen ajuste general. En cuanto al RMEDSE, 20 de los 26 modelos presentaron un error inferior a 15 millones de pesos, y 14 de ellos lograron un error menor a 10 millones de pesos, evidenciando una precisión adecuada en las predicciones realizadas.

- **Impacto de la metodología:** la metodología adoptada no se limitó a un único enfoque para modelar la variable de valor de terreno, sino que incorporó una combinación de técnicas avanzadas de regresión. Entre estas se incluyeron regresión Lasso, árboles de decisión, bosques aleatorios, máquinas de soporte vectorial y modelos basados en métodos de ensamble, utilizando la paquetería tidymodels en R. Esta estrategia facilitó la ejecución masiva de diversos modelos, permitiendo explorar metodologías ajustadas a las características específicas de cada departamento. Además, se implementaron diversas transformaciones y ajustes en las variables, destacando las transformaciones logarítmicas para variables continuas y el uso de bs-splines para capturar relaciones no lineales en métodos de regresión tradicionales.
- **Inclusión del término espacialmente dependiente:** adicionalmente al componente de regresión generado, como se ilustra en la Ecuación 17, se incorporó un término derivado del kriging ordinario para capturar la correlación espacial presente en los datos. Este término permitió ajustar el modelo a la variabilidad y dependencia espacial, lo que resultó en una mejora significativa en la precisión de las predicciones.
- **Determinación del valor de la ZHG:** al ofrecer alternativas para la determinación del valor del terreno de la ZHG a partir de las predicciones a nivel de predio, el uso de la media, mediana, media y mediana ponderadas proporciona una evaluación a los valores estimados para cada zona. Estas medidas brindan al equipo evaluador un conjunto de opciones para comparar y analizar los datos obtenidos, permitiendo así la selección de la medida más adecuada según las características específicas de la ZHG.
- **Automatización del proceso:** la metodología propuesta permite la automatización de la generación de los modelos y la predicción del valor de terreno por hectárea para los predios rurales en los municipios bajo gestión del IGAC. Esto facilita la actualización periódica de los modelos y la generación de los valores de la ZHG, lo que permite una mayor eficiencia en la toma de decisiones y la planificación de políticas públicas.

9) Bibliografía

Bonaccorso, Giuseppe. 2018. *Machine Learning Algorithms: Popular Algorithms for Data Science and Machine Learning*. Packt Publishing Ltd.

Bowman, Adrian W, and Adelchi Azzalini. 1997. *Applied Smoothing Techniques for Data Analysis: The Kernel Approach with s-Plus Illustrations*. Vol. 18. OUP Oxford.

Brownlee, Jason. 2016. *Machine Learning Algorithms from Scratch with Python*. Machine Learning Mastery.

Carranza, Juan Pablo, Mario Andrés Piumetto, Carlos María Lucca, and Everton Da Silva. 2022. "Mass Appraisal as Affordable Public Policy: Open Data and Machine Learning for Mapping Urban Land Values." *Land Use Policy* 119: 106211.

Catastro Distrital UAEC, Unidad Administrativa Especial de. 2023a. "ENTREGABLE: DOCUMENTO METODOLÓGICO DE MODELOS ECONÓMICOS DISTRITO DE CARTAGENA." https://www.catastrobogota.gov.co/sites/default/files/archivos/normas/20230106_MODELOS_ECONOMETRICOS_CARTAGENA.pdf.

—. 2023b. "RESULTADOS - CENSO INMOBILIARIO CATASTRAL - 2023." https://antiguportal.shd.gov.co/shd/sites/default/files/documentos/Presentacion_procesos_UAEC_CD.pdf.

Córdoba, Mariano, Juan Pablo Carranza, Mario Piumetto, Federico Monzani, and Mónica Balzarini. 2021. "A Spatially Based Quantile Regression Forest Model for Mapping Rural Land Values." *Journal of Environmental Management* 289: 112509.

Cressie, Noel. 2015. *Statistics for Spatial Data*. John Wiley & Sons.

Cressie, Noel, and Christopher K Wikle. 2011. *Statistics for Spatio-Temporal Data*. John Wiley & Sons.

Dobson, Annette J, and Adrian G Barnett. 2008. *An Introduction to Generalized Linear Models*. Chapman; Hall/CRC.

Gräler, Benedikt, Edzer Pebesma, and Gerard Heuvelink. 2016. "Spatio-Temporal Interpolation Using Gstat." *The R Journal* 8: 204–18. <https://journal.r-project.org/archive/2016/RJ-2016-014/index.html>.

Greenwell, Brandon M., and Bradley C. Boehmke. 2020. "Variable Importance Plots—an Introduction to the Vip Package." *The R Journal* 12 (1): 343–66. <https://doi.org/10.32614/RJ-2020-013>.

Ho, Winky KO, Bo-Sin Tang, and Siu Wai Wong. 2021. "Predicting Property Prices with Machine Learning Algorithms." *Journal of Property Research* 38 (1): 48–70.

Jafary, Peyman, Davood Shojaei, Abbas Rajabifard, and Tuan Ngo. 2024. "Automated Land Valuation Models: A Comparative Study of Four Machine Learning and Deep Learning Methods Based on a Comprehensive Range of Influential Factors." *Cities* 151: 105115.

Kontrimas, Vilius, and Antanas Verikas. 2011. "The Mass Appraisal of the Real Estate by Computational Intelligence." *Applied Soft Computing* 11 (1): 443–48.

Kuhn, Max, and Davis Vaughan. 2024. *Parsnip: A Common API to Modeling and Analysis Functions*. <https://CRAN.R-project.org/package=parsnip>.

Kuhn, Max, and Hadley Wickham. 2020. *Tidymodels: A Collection of Packages for Modeling and Machine Learning Using Tidyverse Principles*. <https://www.tidymodels.org>.

Kuhn, Max, Hadley Wickham, and Emil Hvitfeldt. 2024. *Recipes: Preprocessing and Feature Engineering Steps for Modeling*. <https://CRAN.R-project.org/package=recipes>.

Melo, O, L López, and S Melo. 2007. "Diseño de Experimentos: Métodos y Aplicaciones." *Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogotá*.

Mohammed, Mohssen, Muhammad Badruddin Khan, and Eihab Bashier Mohammed Bashier. 2016. *Machine Learning: Algorithms and Applications*. Crc Press.

Montgomery, Douglas C. 2020. *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley & Sons.

Montgomery, Douglas C, Elizabeth A Peck, and G Geoffrey Vining. 2012. *Introduction to Linear Regression Analysis*. Vol. 821. John Wiley; Sons, New York.

Nelder, John Ashworth, and Robert WM Wedderburn. 1972. "Generalized Linear Models." *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)* 135 (3): 370–84.

Pebesma, Edzer, and Roger Bivand. 2023. *Spatial Data Science: With Applications in r*. Chapman; Hall/CRC.

Python Software Foundation. 2023. *Python 3.11: A Dynamic, Open Source Programming Language*. Python Software Foundation.

R Core Team. 2023. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.

Ravishanker, Nalini, Zhiyi Chi, and Dipak K Dey. 2021. *A First Course in Linear Model Theory*. Chapman; Hall/CRC.

Schabenberger, Oliver, and Carol A Gotway. 2017. *Statistical Methods for Spatial Data Analysis*. Chapman; Hall/CRC.

Scrucca, Luca. 2004. "Qcc: An r Package for Quality Control Charting and Statistical Process Control." *R News* 4/1: 11–17. <https://cran.r-project.org/doc/Rnews/>.

Tolosa Delgado, Jurgén Daniel. 2020. "Modelación Conjunta de Media y Varianza En Modelos Semiparamétricos Autorregresivos Espaciales."

Wickham, Hadley, Mara Averick, Jennifer Bryan, Winston Chang, Lucy D'Agostino McGowan, Romain François, Garrett Grolemund, et al. 2019. "Welcome to the tidyverse." *Journal of Open Source Software* 4 (43): 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>.

Wood, Simon N. 2017. *Generalized Additive Models: An Introduction with r*. Chapman; Hall/CRC.

10) Anexos

10.1 Anexos A

Se presenta en este anexo las rutas donde se encuentran los reportes generados para los modelos por departamento, así como también los valores de ZHG como resultado del proceso de modelación por cada una de las medidas de tendencia central.

Reportes Modelos Art. 49

10.2 Anexos B

En las figuras 15 a la 40 se presentan los resultados de las predicciones generadas para los predios rurales que conforman el departamento.



Figura 15: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Atlántico

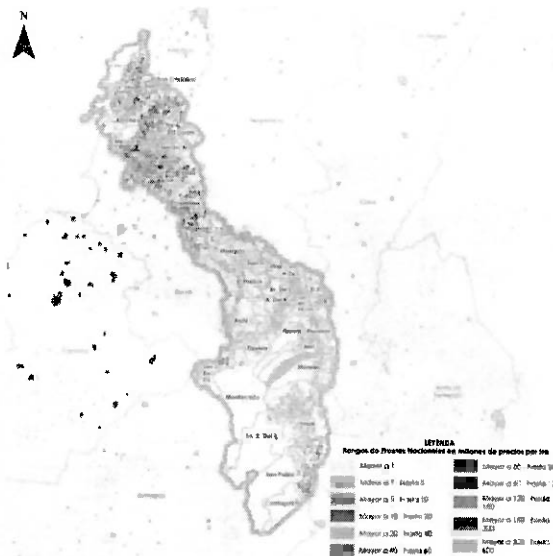


Figura 16: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Bolívar

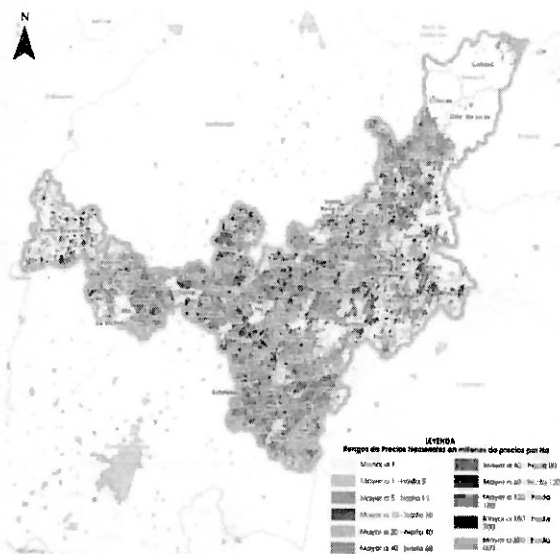
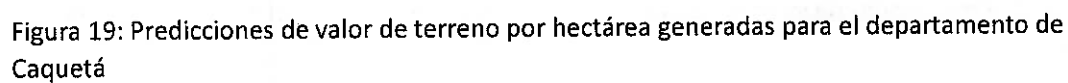
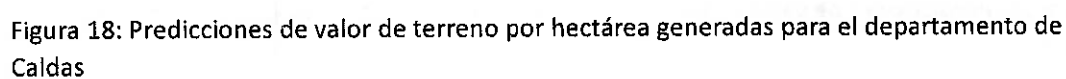


Figura 17: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Boyacá



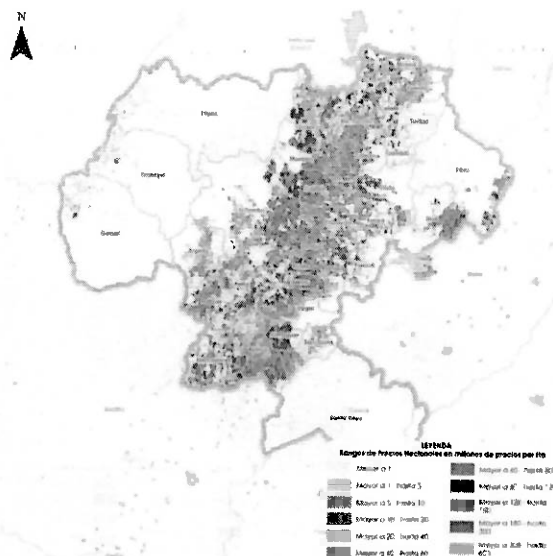


Figura 20: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Cauca



Figura 21: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Cesar

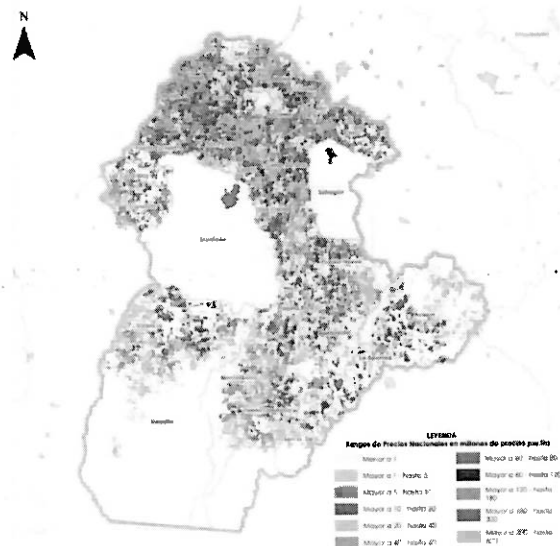


Figura 22: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Córdoba

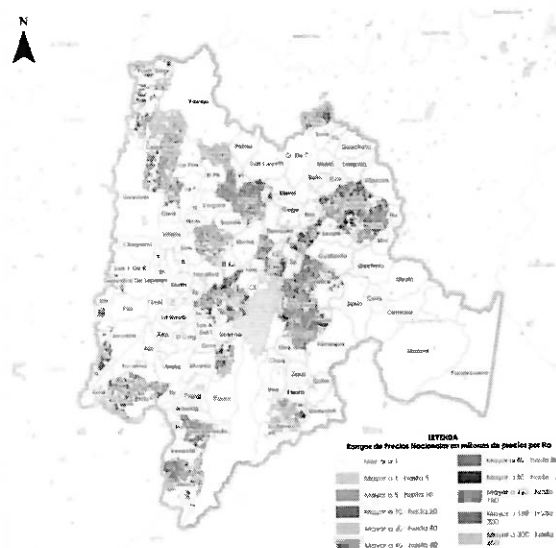


Figura 23: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Cundinamarca

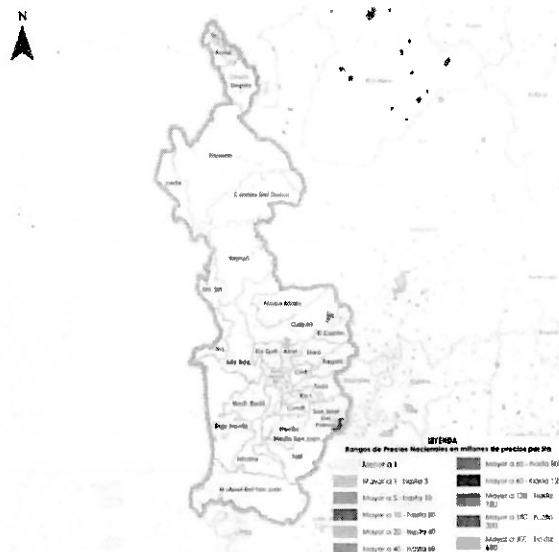


Figura 24: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Chocó

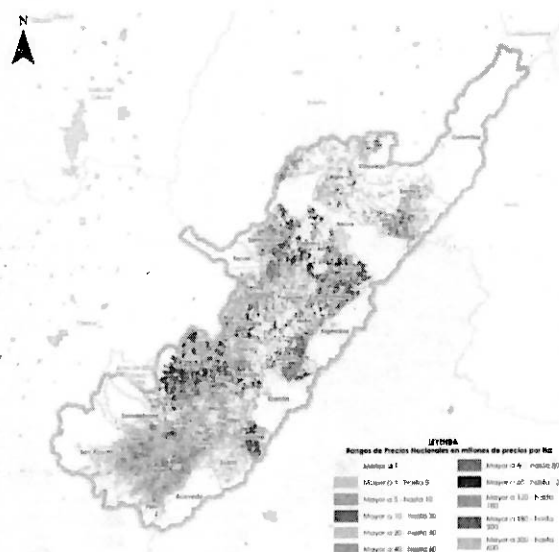


Figura 25: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Huila

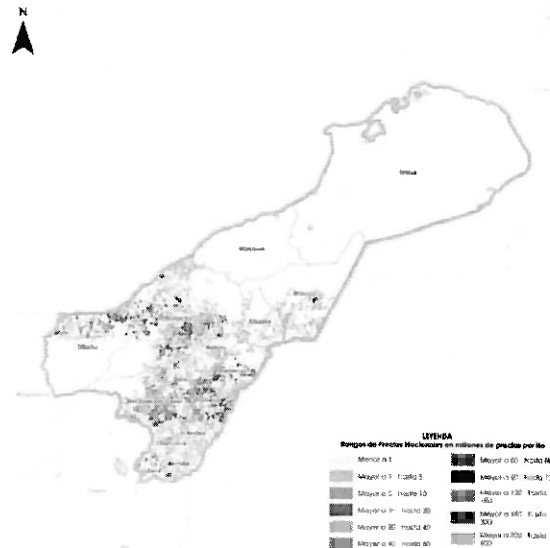


Figura 26: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de La Guajira

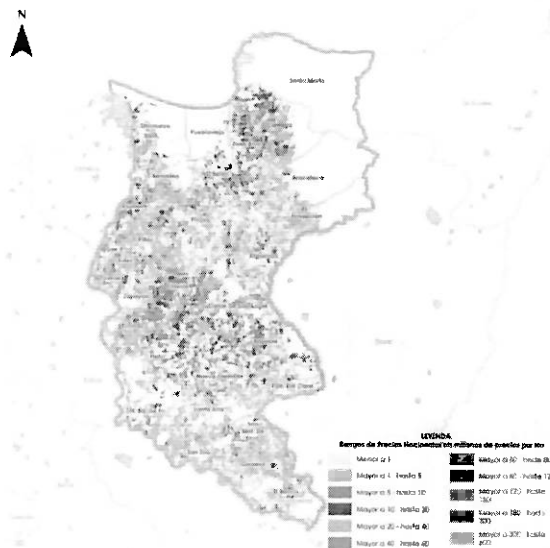


Figura 27: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Magdalena

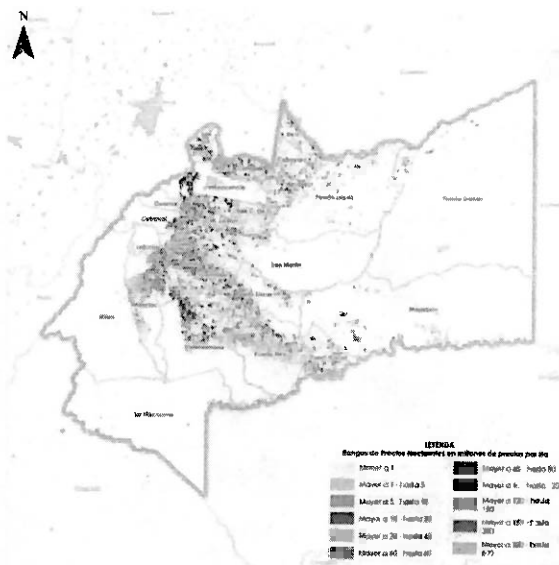


Figura 28: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Meta

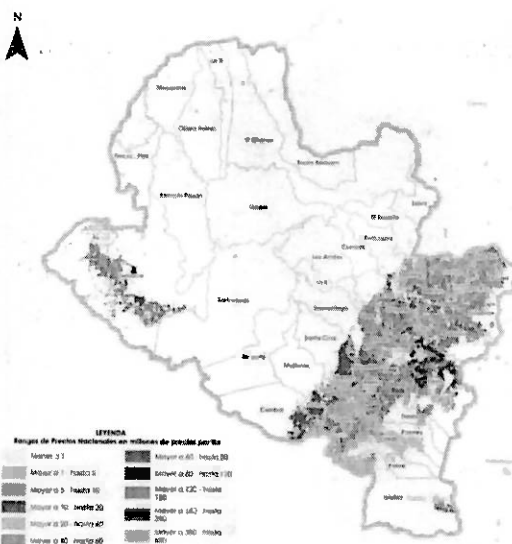
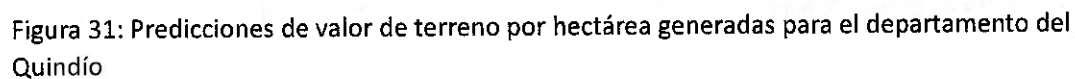
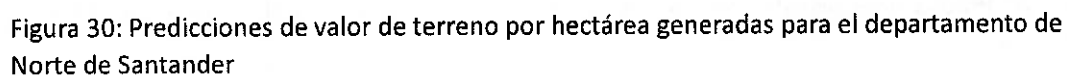
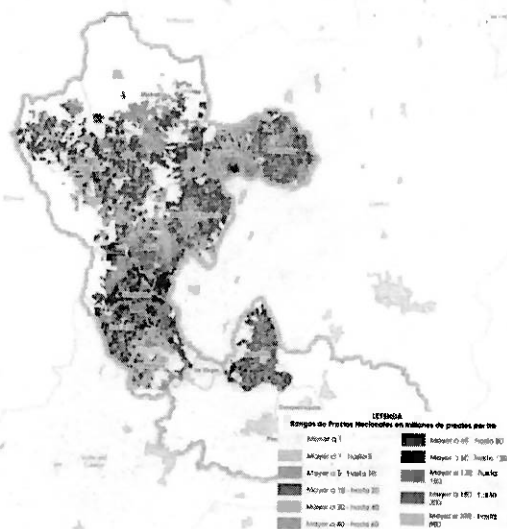
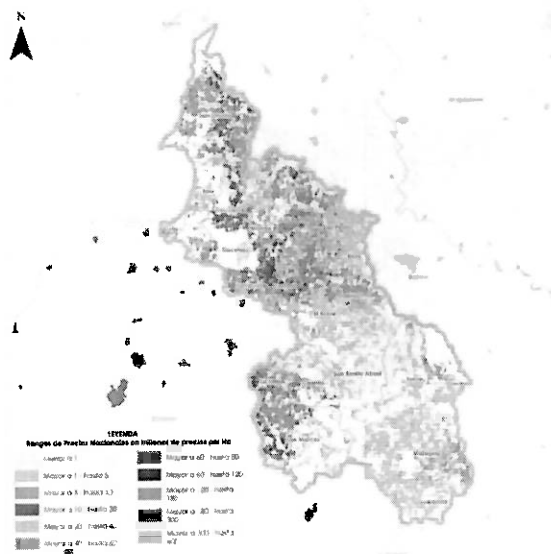


Figura 29: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Nariño







LEYENDA
Españoles de Paises Nacionales en millones de personas por km²

Miles de personas	Paises Nacionales
0 - 100.000	001 - 002
100.000 - 200.000	003 - 004
200.000 - 300.000	005 - 006
300.000 - 400.000	007 - 008
400.000 - 500.000	009 - 010
500.000 - 600.000	011 - 012
600.000 - 700.000	013 - 014
700.000 - 800.000	015 - 016
800.000 - 900.000	017 - 018
900.000 - 1.000.000	019 - 020

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

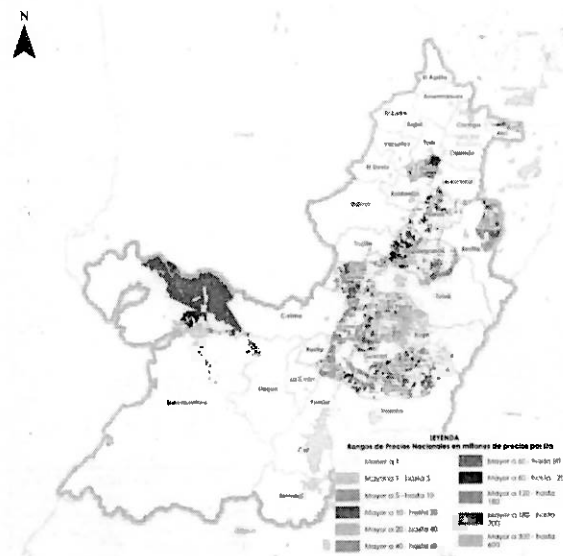


Figura 36: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Valle del Cauca

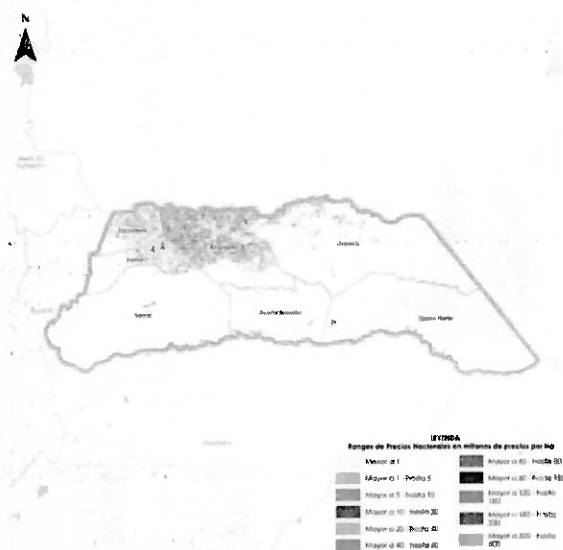


Figura 37: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Arauca

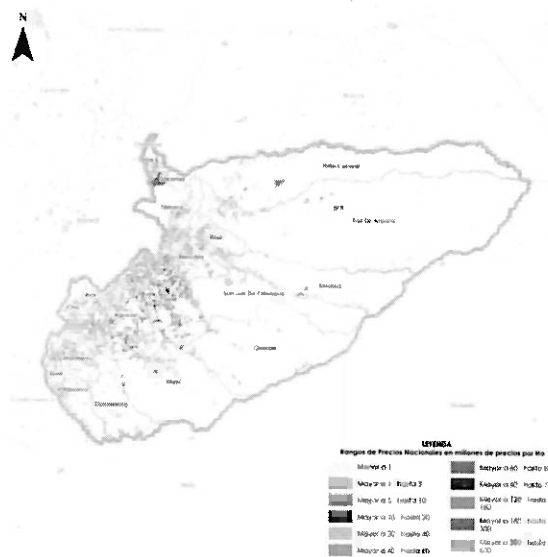


Figura 38: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento de Casanare

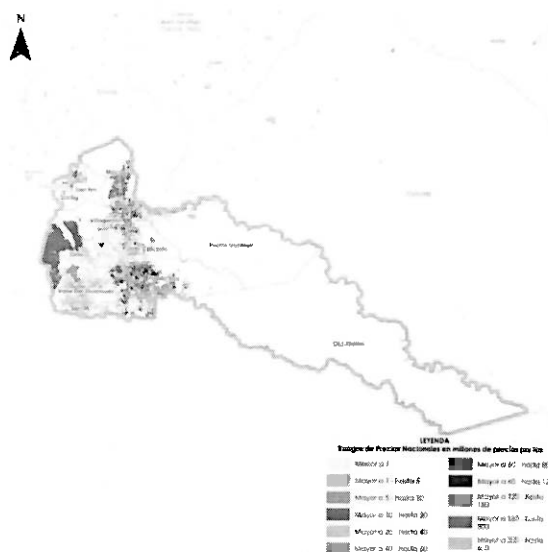
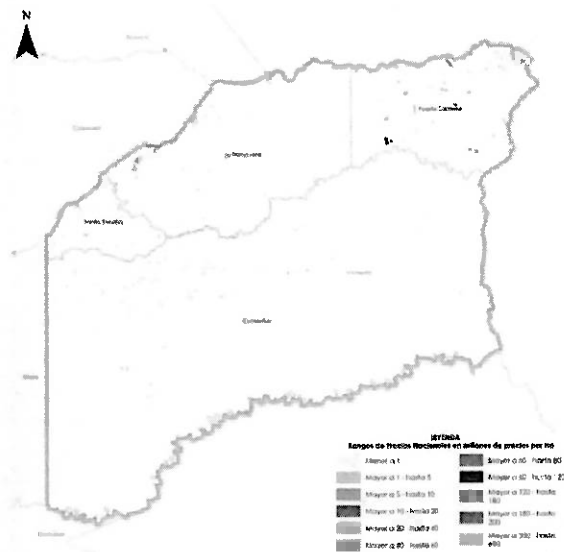


Figura 39: Predicciones de valor de terreno por hectárea generadas para el departamento del Putumayo



METODOLOGÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN MASIVA DE VALORES CATASTRALES REZAGADOS

Consideraciones sobre el Impuesto Predial Unificado -IPU-

CARACTERÍSTICAS DE LA METODOLOGÍA



Es mandato del artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, mediante la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026.



Tiene como objetivo fortalecer las finanzas públicas territoriales y ampliar los recursos disponibles para invertir en planes, programas y proyectos municipales.



Su propósito es exclusivamente corregir las distorsiones acumuladas en los valores de los predios rurales.



No modifica los datos físicos ni jurídicos de los predios.



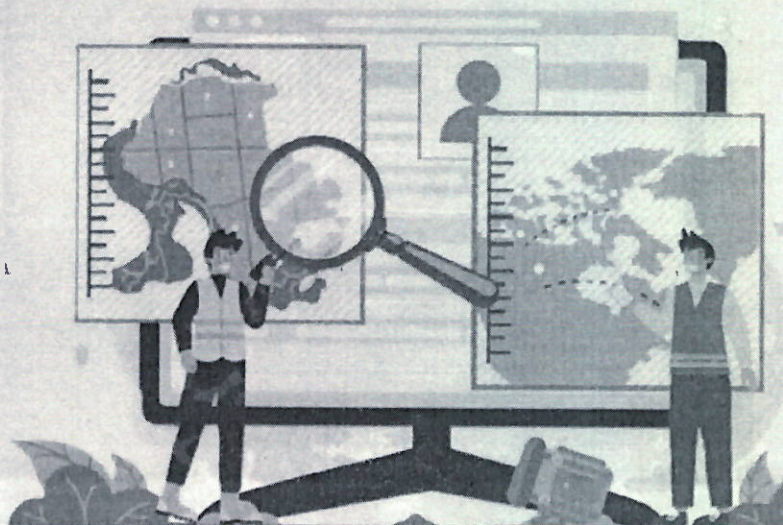
Se realiza de manera automática y excepcional, lo que lo diferencia de los procesos regulares de formación o actualización catastral.



Los predios mantienen la condición de desactualizados catastralmente.

¿QUÉ ES EL IMPUESTO PREDIAL UNIFICADO?

Es un tributo de orden municipal que se liquida anualmente, por lo que su determinación, liquidación, cobro y recaudo corresponde a los municipios.



COMPETENCIAS FRENTE AL IPU

MUNICIPIOS

Concejo

Expide el Estatuto Tributario o Código de Rentas Municipal, donde se definen las tarifas del IPU, así como aspectos relacionados con su determinación, liquidación y recaudos. También establece exenciones, descuentos, beneficios e incentivos tributarios.

Administración Municipal

Se encarga de liquidar, cobrar y recaudar el Impuesto Predial Unificado (IPU).

Debe aplicar los límites al crecimiento del tributo establecidos en la Ley 1995 de 2019, la Ley 44 de 1990 y el Estatuto Tributario Municipal.

Cuando el concejo ha definido incentivos como descuento por pronto pago u otras medidas en el estatuto tributario, ésta debe aplicarlos al momento de liquidar el IPU.

IGAC

Como gestor catastral, es responsable de determinar anualmente el avalúo catastral de cada predio, el cual constituye la base gravable del IPU.

No tiene competencia para definir tarifas, exenciones, beneficios ni otras medidas sobre el IPU.



¿CÓMO SE LIQUIDA EL IPU?

- El valor del IPU corresponde al resultado de multiplicar el avalúo catastral o autoevalúo del predio por la tarifa establecida en el estatuto tributario municipal.
- El IPU está sujeto a la aplicación de límites de crecimiento definidos por la normativa vigente, y puede ser objeto de descuentos u otros incentivos si así se ha establecido en el estatuto tributario municipal.



APLICACIONES DE LÍMITES AL IPU

- Aunque el avalúo catastral pueda aumentar cuando se actualiza o ajusta la información catastral, el valor del impuesto no necesariamente aumenta en la misma proporción, ya que la Ley 44 de 1990 y la Ley 1995 de 2019 establecen límites a su crecimiento.
- Estos límites restringen el incremento del IPU con respecto al valor liquidado el año inmediatamente anterior, salvo en ciertos casos excepcionales (predios que se incorporan por primera vez al catastro, terrenos urbanizables no urbanizados o urbanizados no edificados, o predios que figuraban como lotes no construidos y cuyo nuevo avalúo se origina por la construcción o edificación en él realizada).
- En virtud de la autonomía territorial, los concejos y administraciones municipales pueden establecer otros mecanismos o herramientas que permitan mitigar el impacto tributario de la gestión catastral, garantizando que el crecimiento sea progresivo.

RESUMEN DE LOS LÍMITES APLICABLES AL IPU CON OCASIÓN DE LA METODOLOGÍA

Consideraciones - Ministerio de Hacienda y Crédito Público¹

LÍMITE GENERAL	EXCLUSIONES
50% del monto liquidado el año anterior. (inciso segundo del artículo 2 de la Ley 1995 de 2019)	Predios destinados a viviendas, pertenecientes a los estratos 1 y 2 cuyo avalúo catastral sea de hasta 135 smlmv. A estos predios aplicará el límite del 100% del IPC.
	Los predios cuyo avalúo resulta de la autoestimación que es inscrita por las autoridades catastrales. Para estos predios aplica el límite establecido en el artículo 6 de la Ley 44 de 1990.
	Predios mayores o iguales ² a 100 hectáreas del sector rural. Para estos predios aplica el límite establecido en el artículo 6 de la Ley 44 de 1990, que se analizará más adelante.
LÍMITE ESPECIAL	CONDICIONES
100% del IPC (inciso tercero del artículo 2 de la Ley 1995 de 2019)	Destinados a vivienda.
	Pertenecientes a los estratos 1 y 2.
	Avalúo catastral de hasta 135 smlmv.
	Que no hayan efectuado autoestimación inscrita por las autoridades catastrales.
	Menores de 100 hectáreas del sector rural.
LÍMITE RESIDUAL	EXCLUSIONES
100% del monto liquidado el año anterior (Artículo 6 de la Ley 44 de 1990)	Aunque esta disposición incorpora algunas exclusiones, consideramos que ninguna se presentaría por efecto de la aplicación de la metodología, puesto que al no tener la condición de actualización catastral no se incorporarán predios nuevos o de construcciones. Adicionalmente, en la medida en que solo se aplicará al sector rural tampoco habrá predios que tengan la calidad de urbanizables no urbanizados o urbanizados no edificados.

¹ Fuente: Ministerio de Hacienda y Crédito Público (2024). Consideraciones Tributarias frente a la entrada en Vigencia de la "Metodología para la Actualización Masiva de Valores Catastrales

Rezagados en las Zonas Rurales, que permitan por una sola vez realizar el ajuste automático al que se refiere el Artículo 49 de la Ley 2294 de 2023". <https://goo.su/R1bpf>

² Ajuste de redacción realizado conforme a lo dispuesto en la Ley 1995 de 2019, la cual señala que sus límites aplican únicamente para predios menores de 100 hectáreas en el sector rural.

LÍMITE A LA SOBRETASA AMBIENTAL

100% del monto liquidado el año anterior.

(Artículo 10 de la Ley 44 de 1990)

APORTE AMBIENTAL

Si el municipio ha adoptado la sobretasa ambiental, es importante tener en cuenta que el artículo 10° de la Ley 44 de 1990 regula su incremento, estableciendo que *"el Impuesto que se liquida con destino a las corporaciones regionales, correspondientes a los predios formados conforme a la Ley 14 de 1983, no podrá exceder el doble del impuesto liquidado por el mismo concepto en el año inmediatamente anterior"*³.

RECOMENDACIÓN GENERAL

Se recomienda incorporar y parametrizar en la liquidación del IPU todas las disposiciones vigentes en el estatuto tributario, especialmente aquellas relacionadas con las tarifas, los límites de crecimiento del tributo, el calendario tributario, los descuentos por pronto pago y los descuentos especiales (si los hay).

³ Artículo 10, Ley 44 de 1990 "Por la cual se dictan normas sobre Catastro e impuestos sobre la propiedad raíz, se dictan otras disposiciones de carácter tributario, y se conceden unas facultades extraordinarias"

Reducción de Rezago de Avalúos Catastrales - Artículo 49 PND (2022-2026)

Documento Conceptual y Metodológico

Equipo Técnico

SUBDIRECCIÓN GENERAL

Sergio Enrique Acosta Moreno
Jürgen Daniel Toloza Delgado
Mayerlin Cárdenas Camacho
Oscar Borrero Ochoa
María Mercedes Maldonado

EQUIPO DE ANALÍTICA – SUBDIRECCIÓN GENERAL

Camilo Andrés Avellaneda García
Raúl Andrés Rodríguez Trujillo
María Fernanda Zarate Jiménez
Andrés Felipe Gómez Gutiérrez
Carol Chicuazuque Gutiérrez
Ruth Natalia Becerra Vargas

SUBDIRECCIÓN DE AGROLOGÍA

Luis Fernando Saavedra Cifuentes
José Luis Martínez Tunarroza

OBSERVATORIO INMOBILIARIO CATASTRAL

Laura Estefanía Bautista Tovar
Rafael Alfonso Piñeros Bello

SUBDIRECCIÓN DE AVALÚOS

Adriana Vivas Rocha
Luis Fernando Barreto Montero
Leonardo Palacio Hernández

Miller Osiris Escudero Suarez
Javier Parra Cárdenas

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC
SUBDIRECCIÓN GENERAL

Diciembre de 2024

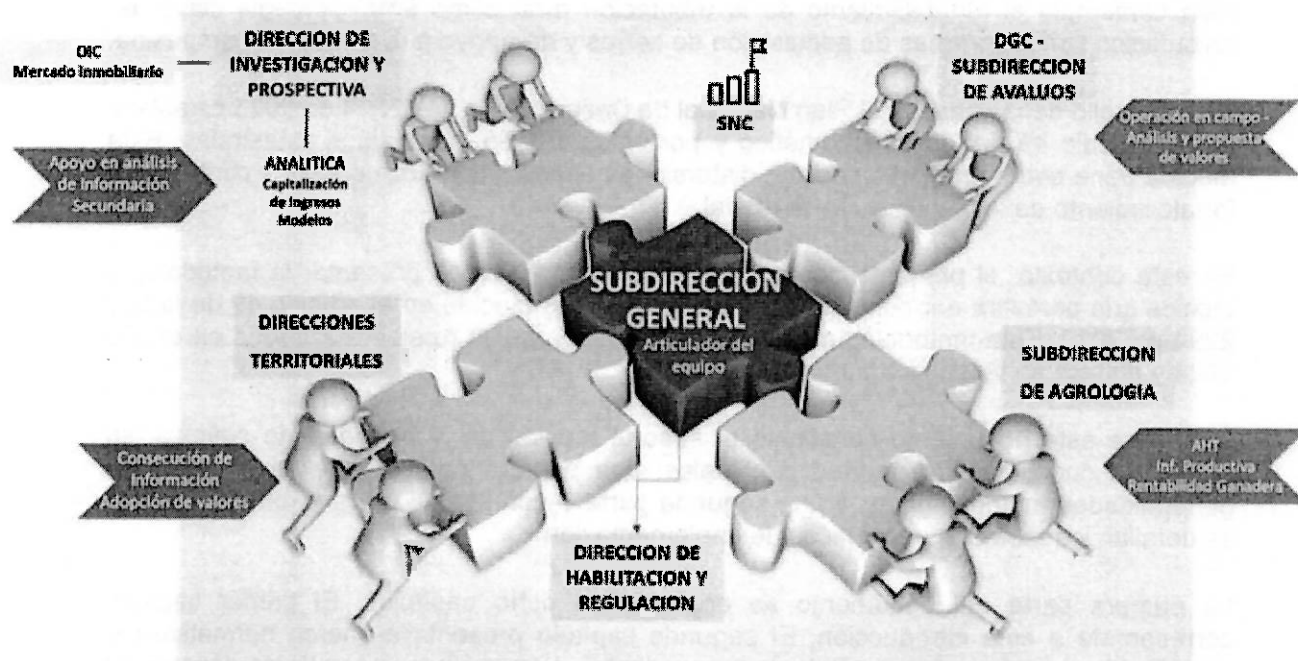
TABLA DE CONTENIDO

1) Equipo de Trabajo.....	3
2) Introducción	4
3) Marco Normativo.....	5
4) Antecedentes	6
5) Justificación Metodológica	7
6) Objetivos.....	8
6.1 General	8
6.2 Objetivos específicos.....	8
7) Alcance	8
8) Población objetivo	10
9) Variable indicadora	10
10) Metodología para la implementación del artículo 49.....	11
10.1 ZHG vigentes	12
10.2 Información disponible en los Observatorios Inmobiliarios Catastrales y en entidades públicas y privadas	12
10.3 Métodos de Valoración comercial	14
10.4 Actualización del valor de la ZHG.....	15
10.5 Determinación del incremento por ZHG.....	15
10.6 Liquidación de avalúo	16
11) Para tener en cuenta.....	17

1) Equipo de Trabajo

Para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, la alta dirección del IGAC, en cabeza de la Subdirección General, conformó un equipo multidisciplinario de diferentes áreas del conocimiento, economía, matemáticas, estadística, agrología, derecho, ingeniería catastral, ciencia de datos, y expertos en avalúos catastrales, de las áreas misionales del instituto: Subdirección de Avalúos, los equipos de Analítica y el Observatorio Inmobiliario Catastral, la Dirección de Agrología, la dirección de Habilitación y Regulación y las Direcciones Territoriales.

Imagen 1. Equipo de trabajo



2) Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 “Colombia, potencia mundial de la vida” reconoce la importancia estratégica del ordenamiento territorial en múltiples dimensiones: la resolución de conflictos socioambientales, la adaptación al cambio climático, la mejora de los procesos de planeación, la protección del agua y los ecosistemas, la transformación productiva y el fortalecimiento de la gestión financiera de los territorios. En este marco, la Reforma Rural Integral adquiere un papel central al buscar mejorar las condiciones de vida y la productividad en el campo, fomentar la producción de alimentos y avanzar en la democratización del acceso a la tierra.

En línea con estos objetivos, el catastro multipropósito se presenta como una herramienta fundamental, al proporcionar información precisa e integrada para el diseño e implementación de políticas públicas en materia de ordenamiento territorial. Asimismo, el Plan contempla el fortalecimiento de la tributación rural como una estrategia clave, en articulación con programas de adquisición de tierras y de apoyo a la economía campesina.

En desarrollo de las bases del Plan Nacional de Desarrollo, la Ley 2294 de 2023 establece en su artículo 49 un ajuste automático y por única vez de los avalúos catastrales. Esta medida tiene como propósito corregir distorsiones económicas acumuladas y contribuir al fortalecimiento de la planificación territorial.

En este contexto, el presente documento tiene como finalidad presentar la metodología técnica que permitirá dar cumplimiento al mandato establecido en el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023. Esta metodología será aplicada a los predios rurales rezagados en el año 2024 y entrará en vigencia a partir del año 2025.

Dado que este documento constituye el soporte técnico de la metodología definida, su estructura contempla dos partes principales: una primera parte donde se abordan las generalidades metodológicas, y una segunda parte —compuesta por anexos— en la que se detallan los métodos específicos de implementación.

La primera parte del documento se organiza en ocho capítulos. El primer capítulo corresponde a esta introducción. El segundo capítulo presenta el marco normativo del artículo 49, seguido por un capítulo de antecedentes. Los capítulos posteriores desarrollan los aspectos metodológicos generales que orientan la implementación de la medida.

3) Marco Normativo

La ley 2294 del 19 de mayo de 2023 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, Colombia Potencia Mundial de la Vida, en su artículo 49, dispone que “*El Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, adoptará metodologías y modelos de actualización masiva de valores catastrales rezagados que permitan por una sola vez realizar un ajuste automático de los avalúos catastrales de todos los predios del país, exceptuando aquellos que hayan sido objeto de formación o actualización catastral durante los últimos cinco (5) años previos a la expedición de la presente ley o cuyo proceso de formación o actualización esté en desarrollo a la fecha de expedición, con el fin de contrarrestar la distorsión de la realidad económica de estos, corregir inequidades en la carga tributaria y mejorar la planificación del territorio*”, con sus respectivos párrafos:

“PARÁGRAFO PRIMERO. Los gestores catastrales deberán aplicar e incorporar este ajuste en sus respectivas bases catastrales.

PARÁGRAFO SEGUNDO. El presente artículo es transitorio y una vez se haya cumplido lo dispuesto, se continuará con el procedimiento definido en la (Ley 44 de 1990, modificada por la Ley 242 de 1995, o la que la modifique o sustituya.

PARÁGRAFO TERCERO. El Ministerio de Hacienda y Crédito Público y el Departamento Nacional de Planeación coordinarán la elaboración de una propuesta de ley que permita poner límites al crecimiento del Impuesto Predial Unificado derivado del reajuste del avalúo catastral, bajo los principios de progresividad y fortalecimiento de las finanzas públicas territoriales. Hasta tanto se expida la nueva ley, se mantendrá vigente lo dispuesto en la Ley 1995 de 2019.

PARÁGRAFO CUARTO. Los procesos de actualización catastral contratados por las entidades territoriales que presenten inconsistencias técnicas reconocidas por los gestores catastrales podrán ser suspendidos de manera temporal por estos últimos. Las inconsistencias detectadas reconocimiento. Lo anterior, sin perjuicio de las acciones que pueda adelantar la Superintendencia de Notariado y Registro en ejercicio de sus funciones”.

Por otra parte, la resolución 1040 en su artículo 7.1, en sus párrafos 1 indica, entre otras cosas que “...El IGAC determinará los criterios para priorizar las regiones, municipios y predios que requieran una actualización inmediata, teniendo en cuenta factores como la antigüedad de los avalúos, las necesidades de desarrollo territorial y la priorización establecida por el Gobierno Nacional, entre otros criterios “y en su artículo 2, que “...El IGAC llevará a cabo el proceso de actualización masiva de avalúos catastrales rezagados en dos etapas: (1) prueba y ajuste, e (2) implementación progresiva de las metodologías y

modelos. La primera etapa tendrá como objetivo mejorar y refinar las herramientas utilizadas, entre tanto que la segunda asegurará su correcta comprensión y aplicación”¹

4) Antecedentes

Desde la adopción de la política de descentralización en la década de 1980, se han implementado mecanismos dirigidos a mantener actualizados los catastros y a que los valores catastrales, que constituyen la base del impuesto predial, reflejen de manera oportuna y precisa la realidad económica del mercado de tierras.

La ley 14 de 1983, por la cual se fortalecen los fiscos de las entidades territoriales, estableció la obligación para las autoridades catastrales de formar o actualizar los catastros en el curso de periodos de cinco años para todos los municipios del país, con el fin de revisar los elementos físico y jurídico del catastro y eliminar las posibles disparidades en el avalúo catastral originadas en mutaciones físicas, variaciones de uso o de productividad, obras públicas o condiciones locales del mercado inmobiliario. Además, ordenó un ajuste del avalúo catastral durante el año 1983, en un 10% anual acumulado, año por año, de acuerdo con su antigüedad o fecha, por un periodo que no podía exceder de 15 años. Este ajuste se asemeja al ordenado por la ley 2294 de 2023, en tanto buscaba reducir un rezago que se había acumulado por años.

Adicionalmente, la ley 14 de 1983 ordenó a las autoridades catastrales realizar un reajuste de los avalúos catastrales, entre los años de formación y de actualización del catastro, para vigencias anuales, con base en un índice de precios de unidad de área para cada categoría de terrenos y construcciones, tomando como base los resultados de una investigación estadística representativa del mercado inmobiliario, cuya metodología debía ser aprobada por el DANE.

El artículo 8º de la ley 44 de 1990, Por la cual se dictan normas sobre catastro e impuestos sobre la propiedad raíz, estableció un ajuste anual de los avalúos catastrales en un porcentaje determinado por el Gobierno Nacional, previo concepto del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), vinculado a la meta de inflación, definida por el Banco de la República. Esta disposición se tradujo en el Índice de Valoración Predial (IVP) que mide la variación en el valor de inmuebles urbanos con destino habitacional, calculada con base en el promedio de las variaciones de los valores comerciales reportados en una muestra de predios visitados. Este ajuste no logra recoger la dinámica de los procesos territoriales y de los precios inmobiliario.

A pesar de estas disposiciones, por diversas razones, los valores catastrales no han sido actualizados en los periodos indicados y muestran un desfase en relación con los valores comerciales que se constituyen en un factor de deterioro de las finanzas territoriales y en condiciones de inequidad, en relación con los contribuyentes de aquellos municipios del

¹ Resolución 1040 de 2023

país donde se han implementado los procesos de actualización catastral recientemente o atendiendo los términos de la ley 14 de 1983.

5) Justificación Metodológica

En cumplimiento de la Resolución 1040 y bajo los lineamientos establecidos por el Gobierno Nacional, la metodología adoptó como criterio de priorización los municipios incluidos en la Reforma Agraria. En este marco, durante el segundo semestre de 2023 se desarrolló la primera etapa de implementación del artículo 49², centrada en la fase de pruebas y ajustes de tres métodos de valoración: (i) zonas homogéneas mediante el enfoque de mercado, (ii) capitalización de ingresos con base en la actividad agropecuaria, y (iii) modelos estadísticos basados en variables asociadas a la valoración predial.

Esta fase piloto se llevó a cabo en los predios rurales de 47 municipios incluidos en los núcleos de la Reforma Agraria. Como resultado de esta etapa, se concluyó que, para extender la implementación al resto de los municipios, será necesario aplicar métodos diferenciales o combinaciones metodológicas, ya sea por municipio o por grupos de municipios. Esta decisión responde a la alta heterogeneidad territorial observada, la cual se manifiesta en diferencias significativas en características socioeconómicas, categorías administrativas, tamaños municipales y niveles de disponibilidad de información.

De esta manera, para dar cumplimiento a la segunda etapa de implementación del artículo 49, correspondiente a la "implementación progresiva de las metodologías y modelos"³, se optó por una estrategia de complementación de los métodos evaluados en la primera fase. En este enfoque, las Zonas Homogéneas Físicas y Geoeconómicas (ZHG) vigentes se adoptaron como eje central de la metodología para los predios rurales de los municipios objeto de aplicación del artículo 49. Estas ZHG se actualizaron utilizando información disponible del mercado, así como datos derivados de la capitalización de rentas y de modelos econométricos, con el fin de garantizar una valoración coherente y ajustada a las condiciones actuales del territorio.

Esta estrategia metodológica permitió, por un lado, optimizar los tiempos de implementación, ya que, al no tratarse de una actualización catastral tradicional, no se requirió la modificación de las Zonas Homogéneas existentes. Por otro lado, facilitó la consolidación, hacia finales de 2024, de la información económica necesaria para reducir el rezago en los avalúos catastrales de los predios rurales en municipios priorizados, de manera que los nuevos valores pudieron entrar en vigor en el año 2025.

² De acuerdo con lo establecido en la Resolución 1040 de 2023.

³ Resolución 1040 de 2023, Parágrafo 2

6) Objetivos

6.1 General

Definir la metodología que permita reducir el rezago entre los avalúos catastrales y los avalúos comerciales a través de la actualización de los valores del terreno de todos los predios rurales del país por una única vez.

6.2 Objetivos específicos

Para todos los municipios objeto de implementación del artículo 49:

- Actualizar los avalúos comerciales en las Zonas Homogéneas Geoeconómicas Vigentes
- Calcular el porcentaje a aplicar en cada una de las Zonas Homogéneas Geoeconómicas vigentes
- Liquidar los avalúos de los predios rurales rezagados

7) Alcance

De acuerdo con el artículo 49 de la ley 2294 de 2023, se aplicará un ajuste automático a los avalúos catastrales de todos los predios del país que no habían sido objeto de formación o actualización catastral durante los cinco años previos al 19 de mayo de 2023, fecha de expedición de la mencionada ley. Además, se excluyeron los predios con procesos en curso de formación o actualización catastral iniciados antes del 19 de mayo de 2023 o que se iniciaron con posterioridad, hayan o no concluido a la fecha de entrada en vigor la Resolución a la que corresponde este documento técnico.

La metodología se aplica a los predios rezagados identificados con los códigos 00, en las posiciones 6 y 7 del Número Predial Nacional – NPN.

Posteriormente, se definirá y aplicará la metodología para los predios rezagados identificados, en el NPN, con los códigos de las posiciones 6 y 7, que sean diferentes de 00.

Su alcance se definió con base en los elementos contenidos en el artículo 49 de la ley 2294 de 2023, así:

- Actualización masiva
- Ajuste automático
- Valores rezagados
- Avalúos catastrales

El carácter masivo de una actualización catastral hace referencia al conjunto de estrategias y actividades orientadas a recolectar información para identificar las características físicas, jurídicas y económicas de los predios dentro de una jurisdicción o zona determinada, considerando las condiciones generales del territorio, sin realizar un análisis particularizado predio a predio.

En el caso del artículo 49, dicho carácter masivo se refiere específicamente a la información económica del suelo en las Zonas Homogéneas Físicas y Geoeconómicas (ZHG) vigentes. Esta aproximación se basó en la estimación del valor de los predios mediante una investigación general de los factores que inciden en el mercado inmobiliario rural y la aplicación de métodos de inferencia estadística que aseguran la representatividad de los datos recolectados. Entre los métodos empleados se destacan la capitalización de ingresos y los modelos estadísticos, adaptados a las condiciones del contexto territorial.

En la Resolución IGAC 1040 de 2023, "por medio de la cual se expide la resolución única de la gestión catastral multipropósito", en su artículo 4.21, referido a las características comunes de los procesos de formación y de actualización catastral, se define masividad como el proceso que cubre la totalidad de los predios de un territorio objetivo, a través de un barrido predial masivo, sin importar el método o combinación de métodos utilizados para la intervención y recolección de la información catastral de los predios respecto a los cuales se han identificado cambios y/o inconsistencias.

El alcance de los términos de "actualización" y "ajuste automático" se revisa de manera conjunta para aclarar que lo ordenado por el artículo 49 de la ley 2294 de 2023 no corresponde al término de actualización en el sentido del proceso de gestión catastral que según el artículo 4.2.3 de la resolución IGAC 1040 de 2023 se caracteriza como un proceso de carácter obligatorio, que debe ser realizado de manera periódica y sistemática, dentro del límite de cinco años establecido en el artículo 24 de la Ley 1450 de 2011, atendiendo la dinámica inmobiliaria y de mercado en los territorios objetivo, así como a los criterios, directrices y/o lineamientos establecidos por el IGAC.

El proceso de actualización se enfoca en identificar, verificar, incorporar y/o corregir datos que reflejen cambios o inconsistencias en la información catastral de los predios en un territorio objetivo, en relación con la realidad de sus características físicas, jurídicas y económicas. En contraste, el término de actualización al que se refiere el artículo 49 de la ley 2294 de 2023 tiene relación únicamente con el componente de información económica del catastro que, de acuerdo con el decreto 1170 de 2015, corresponde al valor o avalúo catastral del inmueble y, además, tiene que ver con un ajuste dirigido a reducir un rezago existente. Se trata, en síntesis, de definir unos porcentajes de incremento por Zona Homogénea Geoeconómica.

El avalúo catastral se define en el Decreto 1170 de 2015, modificado por el Artículo 1 del Decreto 148 de 2020 como el valor de un predio resultante de un ejercicio técnico que, en ningún caso, podrá ser inferior al 60% del valor comercial o superar el valor de este. Por tanto, el valor comercial es esencial para definir el valor catastral y aquel se define en el

mismo Decreto, en coincidencia con la definición de las organizaciones internacionales de avalúos, como el precio más probable por el cual un inmueble se transaría en un mercado donde el comprador y el vendedor actuarían libremente, con el conocimiento de las condiciones físicas y jurídicas que afectan el bien. Esta definición es concordante con lo dispuesto en el Decreto 1170 de 2015 en el sentido de que el avalúo catastral debe guardar relación con los valores de mercado.

8) Población objetivo

Todos los predios rurales del país, cuya última actualización catastral sea anterior al año 2018, distribuidos en 943 municipios, de los cuales 658 son gestoría del IGAC y 233 corresponden a otros gestores catastrales.

Gráfico 1. Población Objetivo – Cantidad de municipios por departamento, objeto del artículo 49

Fuente: Base Maestra IGAC. Enero 2024

9) Variable indicadora

Como es sabido, el avalúo total de un predio corresponde a la suma del avalúo de la construcción, más el avalúo del terreno. Dado que se estima, que el peso del valor de la construcción, en el avalúo total de un predio rural, es tan solo del 5% o menos, se tomó la decisión de escoger como variable indicadora de la metodología, el **valor del suelo rural** en pesos por hectárea. En este mismo marco, la guía utilizada para generar valores de terreno fue la actividad agrícola y pecuaria que se desarrollaba en cada zona, porque es la

que se realiza mayoritariamente en la zona rural de del país. No obstante, áreas con características predominantes de suelo de protección o con restricciones de algún tipo tuvieron un análisis especial.

10) Metodología para la implementación del artículo 49

La metodología se fundamenta en la realización de 6 pasos a saber: i) identificación de las Zonas Homogéneas Geoeconómicas Vigentes; ii) la consecución de información de valores de transacciones, ofertas de mercado, avalúos, producción y rendimiento de los principales cultivos del sector agropecuario, costos de producción y precios de mercado, entre otros; iii) la estimación de valores de terrenos por cada zona vigente, utilizando los métodos de mercado, capitalización de renta o de ingresos y/o modelos estadísticos; iv) la adopción del valor actual por zona homogénea geoeconómica, con cualquiera de los métodos mencionados en el paso iii, o la combinación de estos, v) el cálculo del índice que se aplicará a cada ZHG4 y vi) la liquidación del avalúo de cada uno de los predios. La siguiente imagen resume de forma esquemática esta formulación.

Imagen 2. Pasos para la reducción del rezago

Fuente: Desarrollo Propio Equipo 49, enero 2024

⁴ Para los predios rurales dispersos solo se ajustará el componente de terreno, dado que las construcciones no son en general significativas dentro del avalúo total.

10.1 ZHG vigentes

Si bien no se trata de un proceso de actualización catastral tradicional, se reconoce la utilidad técnica y operativa de contar con Zonas Homogéneas Geoeconómicas (ZHG), incluso si algunas de ellas se encuentran desactualizadas. Estas zonas constituyen la unidad de observación y análisis más desagregada después del predio, lo que representa una ventaja significativa para la implementación de la metodología.

Desde el punto de vista técnico, las ZHG fueron concebidas con criterios de homogeneidad interna —en términos físicos y económicos— y heterogeneidad entre zonas, lo cual permite generar resultados con un mayor nivel de desagregación que los obtenidos a escala municipal. En cuanto a la dimensión operativa, su uso facilita la articulación con la estructura actual de las bases de datos catastrales, y al no requerirse una actualización catastral integral, las ZHG se convierten en unidades de observación fácilmente identificables y controlables dentro del proceso.

10.2 Información disponible en los Observatorios Inmobiliarios Catastrales y en entidades públicas y privadas

Los observatorios inmobiliarios se asumen como una herramienta para la consolidación de información, que facilite el conocimiento, el seguimiento y el análisis de la dinámica inmobiliaria, de las tendencias, estructura y características del mercado inmobiliario y de la incidencia de políticas públicas.

Los gestores catastrales que hayan puesto en operación los observatorios inmobiliarios utilizarán la información disponible como contexto para la estimación del valor comercial.

En relación con la información económica, los principales datos que se pueden obtener de los observatorios inmobiliarios son aquellos relacionados con transacciones inscritas en el registro inmobiliario (Supernotariado y Registro), avalúos comerciales de entidades públicas y privadas y anuncios de ofertas en portales inmobiliarios. Esta información es relevante para determinar la dinámica inmobiliaria en la respectiva zona o en zonas comparables, que soporten la utilización del método comparativo o de mercado. También se utilizará para realizar comparaciones entre las distintas zonas del municipio y de la región.

El Observatorio Inmobiliario Catastral, IGAC, dispuso de una variedad de fuentes de información con una totalidad de 2.230.637 de registro. Las fuentes con mayor participación son las transacciones de la SNR, Entidades Bancarias⁵ y Ofertas de mercado, con

⁵ Esta categoría hace referencia a avalúos comerciales realizados por diferentes entidades públicas y privadas, incluyendo información recolectada y con convenios realizados por el IGAC.

participaciones de 87.6%, 7.6% y 2.9%, respectivamente. Este resumen incluye información para suelo Urbano y Rural.

Partiendo de la información de la tabla 1, se trabajó para la implementación del artículo 49, con alrededor de 245.000 datos, dispuestos por el OIC, donde el 95% corresponde a transacciones suministradas por la Superintendencia de Notariado y Registro, las cuales fueron ajustadas⁶, dado que se asume que sus valores se encuentran un tanto por debajo del valor comercial real y adicionalmente, se indexaron para traerlos a valor presente 2024.

Además, se tuvo en cuenta, con base en la información producida por el IGAC y por las entidades del sector rural, la información física y socio-económica de contexto, relevante para las actividades agropecuarias, dirigidas a estimar el valor comercial, como la de las zonas clasificadas de acuerdo con su aptitud agrológica y las áreas homogéneas de tierra, en tanto que se trata de espacios que presentan características o cualidades similares en lo que tiene que ver con clima, relieve, material litológico superficial o depósitos superficiales y de las características internas de los suelos, condiciones que reflejan la capacidad productiva de las tierras, que se expresa en un valor numérico denominado Valor Potencial (VP).

Adicionalmente se contó con información de área, producción, rendimiento de los principales productos del sector agropecuario para cada uno de los municipios y de fuentes oficiales. De igual manera se contó con la información más reciente del sector pecuario, como capacidad de carga, orientación del hato ganadero y productividad.

Asimismo, se obtuvo información de los gremios del sector agropecuario, referente a precios, variedades y costos. De otro lado se utilizó información de valor de fletes por diferentes clases de vía. Con toda esta información se dio mayor robustez a las metodologías de valoración de suelo utilizadas.

De igual manera, se hizo uso de información geográfica de diferentes temáticas y niveles territoriales que permitieron ampliar las variables de análisis utilizadas en el proyecto; donde se destacan:

- Información propia IGAC: Terrenos urbanos y rurales vigencia 2024, Zonas homogéneas físicas, Zonas homogéneas geoeconómicas, Uso del suelo (conflicto, vocación, uso principal y capacidad), Áreas homogéneas de tierra, Índice de clima y humedad.
- Información UPRA: Aptitudes de productos (aguacate hass, arroz seco mecanizado, cacao, café, caña panelera, cebolla de bulbo, maíz amarillo tecnificado, maíz amarillo tradicional, maíz blanco tecnificado, mango demás variedades, papa todas las variedades, carne bovina y leche bovina), Unidad agrícola familiar, Frontera agrícola.

⁶ Sección 6.1 y 6.2 Documento Modelos estadísticos para la predicción de valores de terreno - Artículo 49 PND

- Información de terceros: Corine land cover (IDEAM), Resguardos indígenas (ANT), Parques nacionales naturales (PNN), Sistema nacional de áreas protegidas (PNN).

Para su correcto uso, siempre se realizó el proceso de Re-proyección al sistema de coordenadas CTM12 u Origen Nacional.

El geoprocésamiento de esta información se dividió en dos grandes momentos; el primero de ellos denominado proceso de marcaciones territoriales donde haciendo uso de un *model builder* diseñado se asoció información temática de caracterización del territorio a cada uno de los terrenos rurales vigencia 2024; siendo este resultado insumo para el análisis por parte del equipo de analítica.

El segundo momento, consistió en la obtención de la información geográfica final para disponerse en el visor del artículo 49; para conseguir este resultado se implementó un protocolo de geoprocésamiento integrado por *model builders*, scripts de Python para ArcGIS Pro y scripts de Python para *Visual Studio Code*; teniendo como resultado una *geodatabase* con 40 *feature class* donde se espacializan los resultados obtenidos en el proceso de capitalización.

Adicionalmente, se generaron los archivos geográficos correspondientes a los valores comerciales del OIC (tipo punto) y a los valores de los modelos econométricos generados para cada zona homogénea geoeconómica (tipo polígono).

En relación con el visor geográfico, este se implementó desde la plataforma ArcGIS Online haciendo uso de su herramienta *Experience Builder*; junto con la herramienta se dispuso un manual de usuario, videos ayuda para su uso y diccionario de datos.

10.3 Métodos de Valoración comercial

10.3.1 Valor comercial del suelo - Método comparativo o de mercado

Esta metodología busca establecer el valor comercial de un terreno a través del estudio de transacciones recientes y ofertas de bienes comparables. Los terrenos comparables deben tener condiciones de mercado, de localización y características físicas similares, como capacidad agrológica, disponibilidad de agua, accesibilidad, topografía, clima y tipos de cultivo existentes.

Para aplicar este método, es esencial contar con un mercado inmobiliario de bienes semejantes y acceso a información de precios de oferta y demanda. El equipo de campo realizó recorridos en terreno para verificar transacciones, recoger datos de ofertas y consultar información con expertos. Esta información se depuró y analizó, a nivel de ZHG con cada dirección territorial quienes, de manera conjunta con el equipo técnico del nivel centra adoptaron los valores resultantes.

De conformidad con lo establecido en la Resolución IGAC 620 de 2008 las consultas a expertos o encuestas, los datos obtenidos serán tenidos en cuenta como un apoyo al proceso de estimación del valor comercial, pero no serán determinantes del avalúo.

10.3.2 Valor comercial del suelo - Modelos Estadísticos

Otra de las metodologías utilizadas para la valoración del terreno, se generó mediante modelos econométricos con la información dispuesta por el OIC. El detalle de esta metodología se presenta en el documento: **Modelos estadísticos para la predicción de valores de terreno - Artículo 49 PND**

10.3.3 Valor comercial del suelo - Capitalización de ingresos o de rentas

La metodología de capitalización de ingresos se aplicó para zonas con mayor y mejor uso tanto agrícola como pecuario y se detalla en el documento: **Modelo de capitalización de renta - Artículo 49**

10.4 Actualización del valor de la ZHG

Luego del cálculo del valor del terreno por las diferentes metodologías, se realizaron reuniones técnicas con todas las direcciones territoriales del Instituto y se discutieron los diferentes valores, a la luz del conocimiento del territorio que tienen los funcionarios y de toda la información de soporte con la que cuenta cada uno de los métodos de valoración.

Finalmente se adoptó un valor para cada una de las Zonas Homogéneas de todos los municipios identificados en la población objetivo.

10.5 Determinación del incremento por ZHG

Una vez se dispone de la información suficiente, y de generar los valores del suelo, con las diferentes metodologías: comparativos o de mercado, o modelos estadísticos, a nivel de Zona Homogénea Geoeconómica Vigente, o con la metodología de capitalización de ingresos o de renta, a nivel de zonas homogéneas de actividad agropecuaria, en comités técnicos con las diferentes direcciones territoriales, se adoptó un valor por cada ZHG.

El valor adoptado pudo corresponder al resultado de una sola de las metodologías o a una combinación de estas por cada Zona Homogénea Geoeconómica.

De este modo, el valor adoptado se relaciona con el valor vigente a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Valor adop. } ZHG_i = \text{Valor com. vigente } ZHG_i * (1 + \% \text{ incremento}_i)$$

Donde Valor adop. ZHG_i es el valor determinado en el comité, Valor com. vigente ZHG_i es el valor comercial que actualmente tiene la ZHG (Valor vigente) y que se encuentra rezagado.

En caso de que el gestor tenga su información en términos catastrales, la ecuación anterior sería:

$$\text{Valor catastral } ZHG_i = \text{Valor cat vigente } ZHG_i * (1 + \% \text{ incremento}_i)$$

Donde *Valor catastral* ZHG_i corresponde al *Valor adop.* ZHG_i multiplicado por un porcentaje entre el 60% y el 100%. En el caso del IGAC se usó el 60%.

En caso de que los valores de la ZHG sean comerciales, el incremento se define como:

$$\% \text{ incremento}_i = \left(\frac{\text{Valor adop. } ZHG_i}{\text{Valor com. vigente } ZHG_i} - 1 \right) * 100$$

Nota: Dado que un mismo predio puede intersecar múltiples Zonas Homogéneas Geoeconómicas y, por lo tanto, tener distintos valores comerciales de terreno adoptados por zona, y para no afectar el proceso de conservación en el futuro, se obtiene un único valor de terreno por predio mediante un promedio ponderado de estos valores, utilizando como peso el área correspondiente de cada intersección y posteriormente se calcula el índice a nivel de predio y este se promedia a nivel de Zona Homogénea Geoeconómica para generar así el índice final a nivel de cada zona. En el documento *Memoria Cálculo de Incrementos - Artículo 49 PND*, se describe el detalle de cálculo.

10.6 Liquidación de avalúo

Si los valores de la ZHG están en términos catastrales, el incremento será:

El avalúo catastral para el j-ésimo predio estará dado por:

$$\text{Avalúo catastral}_j = (\text{Valor catastral } ZHG_j * \text{Área terreno}_j) + \\ ((\text{Valor cat. vigente construcción}_j * (1 + \% \text{CONPES})) * \text{Área construida}_j)$$

En el caso del IGAC no se incrementó la construcción por el porcentaje del CONPES.

11) Para tener en cuenta

Por otra parte, se consideraron aquellos casos de los municipios que poseen catastros netamente fiscales y que no cuentan con ZHG. En estas situaciones podría determinarse un incremento generalizado para los avalúos catastrales de todos los predios o a nivel de destino económico. Otra opción sería generar las ZHF y ZHG con los valores actuales de terreno.

Es de aclarar que pueden existir casos de predios que no serán sujetos de esta metodología, como lo son aquellos donde se tengan autoavalúos. Asimismo, en cuanto a la sensibilidad, deben realizarse validaciones y ejercicios que permitan identificar casos atípicos o comportamientos fuera de lo esperado dentro de la liquidación de los avalúos, de tal forma que se puedan analizar y corregir de forma puntual.

Finalmente, el incremento efectivo que se verá en el avalúo catastral de cada predio, una vez finalizado el ejercicio, dependerá del porcentaje que se adopte para el avalúo catastral, respecto al valor comercial. Este puede establecerse a través del CONFIS municipal o a partir de una directriz nacional. En este sentido, es clave que las administraciones municipales puedan tomar medidas oportunas que permitan mitigar el impacto fiscal sobre los contribuyentes.

Reducción de Rezago de Avalúos Catastrales - Artículo 49 PND(2022-2026)

Capitalización de renta agropecuaria

Elaborado por:

Luis Fernando Parra Camacho

María Fernanda Zarate Jiménez

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC

SUBDIRECCIÓN GENERAL

Diciembre de 2024



Abreviaturas y acrónimos

EVA	- Evaluación Agropecuaria
SIPSA	- Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario
AHT	- Áreas Homogéneas de Tierras
UPRA	- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
SIPRA	- Sistema de Información de para la Planificación Rural Agropecuaria
DANE	- Departamento Administrativo Nacional de Estadística
RNDC	- Registro Nacional de Despacho de Carga
CNA	- Censo Nacional Agropecuario
ENA	- Encuesta Nacional Agropecuaria
TIR	- Tasa Interna de Retorno

Tabla de contenido

1	RESUMEN.....	1
2	INTRODUCCIÓN.....	2
2.1	Justificación/Contexto.....	2
2.2	Alcance	3
2.2.1	Alcance temporal.....	3
2.2.2	Alcance espacial.....	3
3	OBJETIVOS	4
3.1	General.....	4
3.2	Específicos.....	4
4	MARCO REFERENCIAL/TEÓRICO	5
5	DESARROLLO METODOLÓGICO	9
5.1	Esquema del modelo.....	9
5.2	Análisis de la información	14
5.2.1	Módulo de caracterización.....	14
5.2.2	Módulo de rendimientos	14
5.2.3	Módulo de costos	19
5.2.4	Módulo de precios	21
5.3	Preparación y transformación de los datos.....	26
5.4	Desarrollo del modelo, reporte, script y/o visualización y/o metodología	28
5.4.1	Códigos de homologación	28
5.4.2	Módulo de caracterización.....	29
5.4.3	Módulo de rendimientos	30
5.4.4	Módulo de costos	35
5.4.5	Módulo de precios	37
5.4.6	Módulo de avalúos	42
6	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	46
6.1	Evaluación y/o presentación de los resultados	46
6.2	Implementación y/o difusión de resultados	51
7	CONCLUSIONES.....	54
8	ANEXOS.....	56
9	BIBLIOGRAFÍA.....	57

Lista de figuras

Figura 1 Esquema modelo de capitalización agropecuaria.	10
Figura 2 Flujograma modelo de capitalización.	13
Figura 3 Información Evaluaciones agropecuarias – EVAs.	15
Figura 4 Insumos módulo de rendimientos.	15
Figura 5 Evaluaciones agropecuarias Rendimientos.	16
Figura 6 Estructuras de rendimientos agrología IGAC.	17
Figura 7 Información mapas de zonificación (aptitud de cadenas agropecuarias).	18
Figura 8 Áreas homogéneas de tierra AHT.	19
Figura 9 Estructura de costos agrología IGAC.	20
Figura 10 Información requerida para el módulo de precios.	22
Figura 11 Sistema de información de precios – SIPSA, precios mayoristas.	23
Figura 12 Registro nacional de despacho carga – RNDC.	24
Figura 13 Red vial con velocidades asignadas.	25
Figura 14 Distancias zonas geoeconómicas a centros poblados.	26
Figura 15 Cultivos seleccionados por municipio, ejemplo municipio Agua de Dios.	30
Figura 16 Estructuras de rendimiento base, ejemplo cultivo café.	32
Figura 17 Proceso ajuste de rendimientos, ejemplo cultivo maíz tradicional municipio de Simijaca Cundinamarca.	34
Figura 18 Curva de densidad de los valores iniciales y ajustados de rendimiento, para maíz tradicional municipio de Simijaca Cundinamarca.	35
Figura 19 Distancias Thiessen para asignación de mercado de insumos SIPSA más cercano. Izquierda utilizando todos los municipios reportados por SIPSA; Derecha utilizando solo ciudades capitales.	36
Figura 20. Filtro Hodrick-Prescott para los diferentes mercados del producto Borojó.	39
Figura 21 Modelo de red vial.	40
Figura 22 Unidad espacial del modelo de capitalización.	44
Figura 23 Porcentaje del costo externo sobre el precio del cultivo.	47
Figura 24 Porcentaje del costo interno sobre el precio del cultivo.	48
Figura 25 Utilidad bruta por tipo de cultivo.	49
Figura 26 Resultados agregados por departamento, cultivo y ciclo.	50
Figura 27 Valor por hectárea por tipo de cultivo y ciclo.	51
Figura 28 Tablero de control del documento del modelo de capitalización de renta.	52
Figura 29 Visor con resultados desagregados por unidad espacial del modelo de capitalización. ...	53

Lista de tablas

Tabla 1 Nombres y número de registros tablas SIPSA insumos.	21
Tabla 2 Parámetros modelos de transporte.	42

Anexos

Anexo 1 Archivo con códigos de homologación entre diferentes bases de datos.	56
Anexo 2 Archivo con resultados finales del modelo de capitalización de renta.	56
Anexo 3 Tablero soporte del documento desarrollado en powerbi.	56
Anexo 4 Archivos con los parámetros para la estructura de costos.	56

1 RESUMEN

Se presenta el modelo de capitalización de renta agropecuaria el cual integra una metodología específica para generar valores por hectárea de manera masiva para cultivos permanentes y transitorios.

Este modelo surge como respuesta a la necesidad de cumplir con el artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo "*Colombia potencia mundial de la vida*", que establece la urgencia de reducir el rezago en los avalúos catastrales a nivel nacional mediante una actualización masiva de los valores desactualizados.

La estructura del modelo se organiza en varios módulos que permiten calcular valores de rendimientos, costos y precios. A partir de estos insumos, el modelo genera de manera espacial un valor de utilidad bruta, que constituye la base principal para calcular posteriormente valores de terreno por hectárea utilizando este método. Este enfoque garantiza una valoración más precisa y acorde con la productividad real del suelo.

El modelo desarrollado permite generar valores por hectárea con desagregación espacial para un total de 648 municipios del país, considerando 34 cultivos diferentes. Esta información, producida de manera masiva, se convierte en un insumo clave para la definición de valores en las Zonas Homogéneas Geoeconómicas (ZHG) vigentes, particularmente en aquellas destinadas al uso agropecuario.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 Justificación/Contexto

En la actualidad existe una cantidad considerable de municipios en el país que se encuentran desactualizados desde una perspectiva catastral. Esto implica una desactualización en el enfoque económico, físico y jurídico. Esto puede conllevar a diferentes problemáticas, entre las cuales se resalta el hecho de que la tributación se realiza con valores que se pueden encontrar por debajo de los valores catastrales reales.

El Artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026 “*Colombia Potencia Mundial de Vida*”, busca realizar una actualización masiva de los valores catastrales rezagados. Para esto se ha facultado al IGAC para adoptar metodologías y modelos de actualización masiva de valores catastrales rezagados, que permitan por única vez realizar un ajuste automático de los avalúos catastrales de todos los predios del país (PND, 2023).

Bajo este contexto, el IGAC ha planteado diferentes metodologías, entre estas la capitalización de renta. Esta técnica valuatoria busca establecer el valor comercial de un bien, a partir de las rentas o ingresos que se puedan obtener del mismo, implementando una tasa de capitalización o interés (IGAC, 2008).

Si bien esta metodología es aplicable a todo tipo de predio, el modelo desarrollado se enfoca en los predios agropecuarios del país. Los predios agropecuarios son aquellos que en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), de competencia municipal, tienen una reglamentación de uso en agricultura o en ganadería; de manera que, para la elaboración de los respectivos avalúos catastrales se tiene en consideración su capacidad productiva y rentabilidad.

El modelo planteado busca cuantificar la renta agropecuaria por hectárea, según los cultivos predominantes de cada uno de los municipios evaluados. Esto se realiza teniendo en cuenta: la capacidad productiva de la tierra, expresada mediante las áreas homogéneas de tierra (AHT¹) y las zonificaciones de aptitud² de los cultivos; esquemas de costos y series de precios para cada uno de los cultivos utilizados en el modelo. El modelo está estructurado de tal manera que permite generar valores de referencia del suelo para las zonas geoeconómicas.

El presente informe incluye los objetivos del modelo, seguidos del marco de referencia, desarrollados en los capítulos 3 y 4, respectivamente. El capítulo 5 aborda el desarrollo

¹ Áreas Homogéneas de Tierras (AHT): Se define como aquella área rural con condiciones similares en cuanto a clima, relieve, material parental y características internas de los suelos, que expresan la capacidad productiva de la tierra por medio de un valor potencial (IGAC, 2023a).

² Potencial de establecimiento de un tipo de utilización de la tierra, resultado del análisis de combinaciones de criterios físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, enmarcados en una frontera agrícola (Aguilar et al., 2018).



metodológico, comenzando con el esquema del modelo, seguido por el análisis de la información, la preparación y transformación de los datos, así como el desarrollo e implementación del modelo. Finalmente, los capítulos 6 y 7 están dedicados a la presentación de los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas del estudio.

2.2 Alcance

2.2.1 Alcance temporal

El modelo de capitalización de renta agropecuaria implementado genera valores por hectárea con el objetivo de reducir, por una única vez, el rezago de los valores catastrales y aplicarlos en la vigencia 2025. Este modelo se basa en información actualizada al momento de su implementación. Aunque su principal finalidad es atender el mandato específico del artículo 49 del plan de desarrollo, el modelo se configura como una herramienta versátil que puede actualizarse anualmente para generar valores aplicables en actualizaciones catastrales o en otros análisis relacionados con el sector agropecuario.

2.2.2 Alcance espacial

Los resultados del modelo se generaron para 648 municipios del país, con una desagregación submunicipal que está definida por polígonos resultantes de la intersección de las capas de áreas homogéneas de tierra, aptitud del cultivo, tipo de humedad y las zonas geoeconómicas vigentes. A pesar de que se generaron los resultados para este número de municipios, el modelo está diseñado con una cobertura nacional, especialmente para municipios con extensiones de áreas agropecuarias.

3 OBJETIVOS

3.1 General

Diseñar e implementar un modelo basado en metodologías de capitalización de renta agropecuaria que permita la actualización masiva del componente económico catastral, contribuyendo a reducir, por una única vez, el rezago de valores catastrales a nivel nacional. Este objetivo se alinea con lo dispuesto en el artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026

3.2 Específicos

- Diseñar y estructurar una metodología de capitalización de renta agropecuaria que permita la actualización efectiva de los valores de terreno.
- Implementar la metodología diseñada mediante un modelo operativo que facilite la generación masiva de valores catastrales.
- Calcular los valores por hectárea, utilizando la metodología de capitalización de renta agropecuaria, para los municipios seleccionados en cumplimiento del artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo *"Colombia potencia mundial de la vida"*.



4 MARCO REFERENCIAL/TEÓRICO

El método de capitalización de renta agropecuaria surge como una respuesta técnica y metodológica para abordar las particularidades de los mercados rurales en Colombia y otros contextos latinoamericanos. Su propósito central es estimar el valor comercial de predios rurales basándose en su capacidad para generar ingresos futuros derivados de su productividad. Este enfoque es especialmente relevante en escenarios donde las transacciones de mercado son escasas, opacas o insuficientes para aplicar métodos comparativos tradicionales, y donde la productividad del terreno constituye el principal criterio de valoración económica.

Este método se sustenta en principios fundamentales de la teoría económica, que concibe el valor como una expresión del flujo esperado de beneficios futuros, descontados al presente mediante una tasa adecuada. La metodología reconoce que los predios rurales, a diferencia de los urbanos, están intrínsecamente ligados a su capacidad productiva, ya sea en actividades agrícolas, ganaderas o mixtas. Así, el valor económico de estos bienes se define no solo por sus características físicas, como el tipo de suelo, la calidad del agua o las condiciones climáticas, sino también por su capacidad de generar flujos de ingresos netos sostenibles en el tiempo.

En el contexto normativo, el método de capitalización de renta cuenta con respaldo tanto en la legislación nacional como en estándares internacionales. La Resolución IGAC 620/2008 establece lineamientos específicos para la valoración de bienes rurales en Colombia, enfatizando el uso de flujos de caja netos descontados y la consideración de la capacidad productiva del suelo. Por su parte, las Normas Internacionales de Valuación (IVS) destacan la utilidad del método de capitalización de rentas para estimar valores de mercado y otros valores económicos, siempre que se disponga de datos confiables sobre ingresos, costos y tasas de capitalización. Estas normativas refuerzan la objetividad y la aplicabilidad del método, especialmente en mercados donde la especulación o la falta de transparencia pueden distorsionar los valores reportados por otros enfoques.

A continuación, se presentan los artículos clave de la norma **GTS E 01**, los cuales establecen los lineamientos fundamentales para la aplicación de la metodología de capitalización de renta en la valoración de bienes inmuebles rurales. Estos artículos ofrecen una guía detallada sobre los principios, procedimientos y requisitos técnicos que deben considerarse para garantizar la precisión y la objetividad en la implementación de esta metodología. Cada disposición aborda aspectos esenciales, como la estimación de flujos de ingresos, la selección de tasas de descuento y el análisis de condiciones específicas del mercado rural, asegurando que las valoraciones reflejen de manera fiel la capacidad productiva y el valor económico del predio.

El método de renta en las normas nacionales. (Norma GTS E 01)



6.12 El enfoque o método de capitalización de rentas puede aplicarse tanto para estimar el Valor de Mercado como cualquier otro tipo de valor. En todo caso, para la aplicación del Valor de Mercado es necesario desarrollar y analizar la información relevante del mercado. Este objetivo difiere mucho del desarrollo de información subjetiva para un determinado propietario o la opinión o punto de vista de un analista o inversionista en particular.

6.12.1 El enfoque o método de capitalización de rentas se basa en los mismos principios que se aplican a otros enfoques o métodos de valuación. En concreto, percibe el valor como una creación de las expectativas de beneficios futuros (flujos de renta). La capitalización de rentas emplea procesos que consideran el valor actual de los beneficios futuros de renta anticipados.

6.12.2 Como ocurre con otros enfoques o métodos, el de capitalización de rentas puede utilizarse de manera fiable sólo cuando se dispone de datos relevantes de comparables. Cuando tal información no está disponible, el enfoque o método se podrá usar para un análisis general pero no para la finalidad de una comparación directa del mercado. El enfoque o método de capitalización de rentas es especialmente importante para inmuebles que se compran o venden sobre la base de sus características y capacidades de generar ingresos y en situaciones en las que existe suficiente información de mercado para corroborar los diversos elementos incorporados al análisis. No obstante, la precisión matemática de los procedimientos utilizados en el enfoque o método no debería engañar sobre la precisión de los resultados.

6.12.3 La investigación de mercados es importante en el enfoque o método de capitalización de rentas en varios sentidos. Además de aportar datos específicos que serán procesados posteriormente, la investigación del mercado también facilita información cualitativa para determinar la comparabilidad y para ayudar a sopesar la aplicabilidad de los resultados del análisis. Así, el enfoque o método no es meramente cuantitativo o matemático, sino que también requiere de decisiones cualitativas.

6.12.4 Una vez completada la investigación de mercado adecuada y recogidos y verificados los datos, los Valuadores analizan los estados de ingresos y gastos de que dispongan para el bien. Este paso conlleva un estudio de las rentas y los gastos históricos del inmueble objeto de valuación y de aquellos comparables para los que existan datos disponibles. Consecuentemente, se desarrolla un estado de flujo de efectivo (basado en un estado de operaciones reconstruido) que refleja las expectativas del mercado, elimina las experiencias especiales de propietarios concretos y provee un formato que ayudará en el ulterior análisis. La finalidad de este paso consiste en estimar los ingresos que puede generar el inmueble, que se capitalizarán para calcular un indicador del valor. Esta estimación puede reflejar los ingresos y gastos para sólo un año o para varios.

6.12.5 Siguiendo el desarrollo de un flujo de efectivo (basado en un estado de operaciones reconstruido), el Valuador debería elegir un medio de capitalización. La capitalización directa aplica una tasa general, o tasa a todo riesgo, que cuando se divide en una renta operativa neta estabilizada anual, produce un indicador de valor. La capitalización directa



se utiliza en mercados con información especialmente buena. La capitalización de rendimientos tiene en cuenta el valor temporal del dinero, y se aplica a una serie de ingresos operativos netos para un número de años. El método denominado análisis de descuento de flujos de efectivo (DCF) es un ejemplo muy conocido de capitalización de rendimientos (véase la GN 9 de las Normas Internacionales de Valuación del IVSC, "Análisis de Descuento de Flujos de Efectivo para Valuaciones Basadas y no Basadas en el Mercado"6). Tanto la capitalización directa como la de rendimientos (o ambas) pueden utilizarse para calcular el Valor de Mercado si las tasas de capitalización y rentabilidad tienen un soporte adecuado en el mercado. Si se aplican correctamente, ambos procedimientos pueden conllevar el mismo valor estimado.

6.12.6 Los estados de operaciones reconstruidos especifican que la proyección de ingresos está sujeta a la hipótesis de que el bien se gestiona por un operador razonablemente eficiente o una dirección con el grado de competencia medio.

6.14 Los tres enfoques o métodos del valor son independientes unos de otros incluso aunque todos se basen en los mismos principios económicos. Los tres enfoques o métodos pretenden desarrollar un indicador de valor, pero la decisión final sobre el valor depende de la consideración de todos los datos y procesos empleados y de la unificación de los indicadores de valor derivados de distintos enfoques o métodos en una estimación final del valor. Tal y como se muestra en la Figura 1-1, el proceso de unificación es seguido de un informe sobre un valor definido.

6.20.2 En el enfoque o método de capitalización de rentas, los datos comparables incluyen las rentas, los ingresos y gastos, así como las tasas de capitalización y rendimiento. Las categorías de datos comparables de ingresos y gastos utilizados en las proyecciones de ingresos y gastos futuros y en el desarrollo de tasas de capitalización y rendimiento deberían ser idénticas.

6.21 Las unidades de comparación adecuadas se seleccionan para llevar a cabo análisis correctos. Se pueden usar diferentes unidades de comparación dependiendo del tipo de bien y del objetivo de los análisis.... las propiedades agrarias pueden compararse usando el rendimiento de la cosecha por hectárea o acre o unidades animales soportadas por hectárea o acre.

Desarrollo del método de capitalización

Para la aplicación del método de capitalización de renta lo que requiere el evaluador es:

- Determinar un flujo futuro de rentas o utilidades del negocio agrícola o ganadero.
- Determinar la tasa de descuento para traer a valor presente este flujo futuro, para lo cual debe conocer la rentabilidad de los negocios agrícolas y ganaderos y la tasa de riesgo
- Aplicar modelos de matemáticas financieras para traer estos datos a valor presente



- Definir la TIR o tasa interna de retorno del negocio agrario y calcular el valor presente neto a una tasa de oportunidad.

Así, la metodología del método de capitalización de renta integra diversos elementos esenciales. En primer lugar, se realiza una estimación detallada de los flujos de ingresos futuros, considerando factores como los rendimientos por hectárea, los precios de mercado, los ciclos productivos y los costos asociados. Estos flujos de caja proyectados se traen a valor presente mediante una tasa de descuento, que refleja tanto la rentabilidad esperada como el riesgo inherente al mercado agropecuario. Adicionalmente, el método incluye un análisis de la productividad del suelo, evaluando aspectos agronómicos y de infraestructura, como la calidad del terreno, la disponibilidad de recursos hídricos, el acceso a vías y la presencia de sistemas de riego.

En el contexto actual de Colombia, donde se desarrolla una reforma agraria que incluye la compra de tierras, el método de capitalización de renta adquiere una relevancia especial. Al basarse en la productividad y no en la especulación de mercado, este método garantiza una valoración más justa y alineada con los objetivos de desarrollo rural sostenible. Además, su flexibilidad permite adaptarse a diferentes tipos de cultivos y condiciones de mercado, facilitando su aplicación en una variedad de contextos y escenarios productivos.

A pesar de sus ventajas, la aplicación del método enfrenta desafíos significativos. La disponibilidad de datos confiables sobre productividad, costos e ingresos sigue siendo limitada en muchos casos, lo que exige esfuerzos adicionales para fortalecer la recopilación de información y la formación de evaluadores especializados. Asimismo, es fundamental implementar procesos de validación periódica que permitan identificar y corregir posibles inconsistencias en los resultados. En este sentido, la participación de expertos temáticos y la integración de herramientas tecnológicas avanzadas, como sistemas geoespaciales y análisis de datos, pueden contribuir significativamente a mejorar la precisión y la utilidad del método.

En conclusión, el método de capitalización de renta agropecuaria representa una herramienta técnica y metodológica robusta para la valoración de predios rurales. Su enfoque, basado en la productividad y los flujos de ingresos futuros, proporciona una estimación más precisa y relevante en mercados complejos y heterogéneos. Respaldo por un marco normativo sólido y una metodología detallada, este método no solo facilita decisiones informadas en el ámbito catastral y de desarrollo rural, sino que también contribuye al fortalecimiento de políticas públicas orientadas al uso eficiente y sostenible de la tierra. Su implementación en Colombia, particularmente en el contexto de la reforma agraria, refuerza su importancia como una alternativa confiable y objetiva para la valoración de tierras rurales.



5 DESARROLLO METODOLÓGICO

El siguiente capítulo presenta el esquema del modelo de capitalización, seguido de un análisis detallado de toda la información necesaria para su implementación. Además, se describe el procesamiento y la preparación de los insumos requeridos, junto con el desarrollo e implementación del modelo a nivel municipal. Cabe destacar que la programación computacional se diseña de manera flexible, permitiendo que el municipio sea un parámetro configurable dentro del modelo, lo que facilita la obtención de resultados específicos para los municipios seleccionados.

5.1 Esquema del modelo

El modelo de capitalización está estructurado en 5 módulos cada uno con sus características específicas y con modelos internos que permiten obtener los insumos o valores que se usan para generar el valor por hectárea para un área o polígono específico dentro del municipio (Figura 1). A continuación, se da una breve descripción de cada uno de los módulos y se detalla el flujograma diseñado para el modelo de capitalización (Figura 2).



Figura 1 Esquema modelo de capitalización agropecuaria.

El primer módulo contiene una caracterización de los municipios utilizando diferentes insumos como: área de frontera agrícola, área en bosques, área en exclusiones, área sembrada de cultivos transitorios y permanentes, unidades de gran ganado, participación de diferentes pecuarios sobre el total nacional, entre otras. Este primer análisis sirve para caracterizar los municipios e identificar en cuales el modelo de capitalización agropecuaria tiene una mejor aplicabilidad.

Dentro de este primer módulo también se genera un ranking de los principales cultivos en el municipio basado en el área de siembra, esto permite definir los cultivos principales a partir de los cuales se realizará la estimación de valor de hectárea por el método de capitalización para cada municipio.

El módulo dos, se enfoca en los rendimientos de los cultivos con los cuales se está generando los valores por hectárea. Para cada cultivo se genera una estructura de rendimientos teniendo en cuenta los mapas de aptitud de la UPRA (para los cultivos que poseen esta información), el mapa de áreas homogéneas de tierra del IGAC y la información de las evaluaciones agropecuarias - EVAs. Esto genera una estructura de rendimientos nacional, que posteriormente se ajusta a nivel local a partir del dato específico reportado por las EVAs para cada municipio.

El módulo de costos o tercer modulo, se compone de estructuras de costos específicas para cada uno de los cultivos utilizados. Estas estructuras de costos son actualizadas para cada municipio teniendo en cuenta los precios de insumos reportados por el SIPSA del mercado más cercano al municipio evaluado. Esto genera una estructura de costos base, a la cual posteriormente se aplican unas premisas teniendo en cuenta la aptitud y zonas de humedad del municipio, esto permite diferenciar el costo del cultivo dentro del municipio.

En el cuarto modulo se obtienen los precios, para esto se asocia un producto para cada cultivo y se identifica el mercado más cercano para obtener su precio. Posterior a esto se descuenta el costo del flete el cual está dividido en dos partes: flete interno, el cual es un costo desde el centroide de la zona geoeconómica al centroide del centro poblado del municipio; y el flete externo, el cual va desde el centroide del centro poblado al centroide del centro poblado donde se encuentra la central mayorista más cercana para cada producto específico.

En el quinto modulo se integran todos los valores generados en los anteriores módulos (rendimientos, costos y precios). Con esta información se calcula la utilidad bruta, generando así el principal insumo para calcular el valor por hectárea.

En la Figura 2. se presenta el flujograma del modelo de capitalización, diseñado para calcular valores por hectárea a nivel municipal. En la etapa inicial del flujograma se encuentra el módulo de caracterización, donde se identifican los principales cultivos del municipio, los cuales servirán como base para que el modelo genere los valores por hectárea correspondientes.

En esta primera versión, el modelo calcula valores para todas las zonas con aptitud, considerando únicamente los cultivos que cumplen con esta condición. Asimismo, incluye las zonas con valores potenciales superiores a cero en el mapa de AHT para los cultivos sin aptitud. No obstante, como se detalla en el flujograma, se prevé que una segunda versión del modelo integre un componente de capitalización ambiental, enfocado en las zonas ubicadas fuera de la frontera agrícola.

Una vez definidos los cultivos para el municipio, se inicia el proceso de estimación de los valores de rendimientos, costos y precios, incorporando información espacial. Como se muestra en la Figura 2, los cultivos seleccionados sirven como insumo para estos tres módulos, cada uno de los cuales emplea datos específicos para generar sus valores correspondientes.

Cada módulo produce información detallada a nivel de polígonos, que se generan a partir de las capas de insumos de cada uno. Finalmente, los polígonos de los tres módulos se combinan entre sí para obtener un valor de utilidad. De esta manera, la unidad de análisis final del modelo resulta del cruce entre varias capas: aptitud (en caso de que esta información esté disponible para los cultivos), AHT, mapa de humedad y zonas geoeconómicas.

Finalmente, como muestra el flujograma para cada uno de estos polígonos que ya tienen un valor de utilidad, se estima el valor por hectárea teniendo en cuenta si el cultivo es permanente o transitorio, a los cuales se les aplica una ecuación predeterminada para la obtención de este valor.

Flujo modelo de capitalización

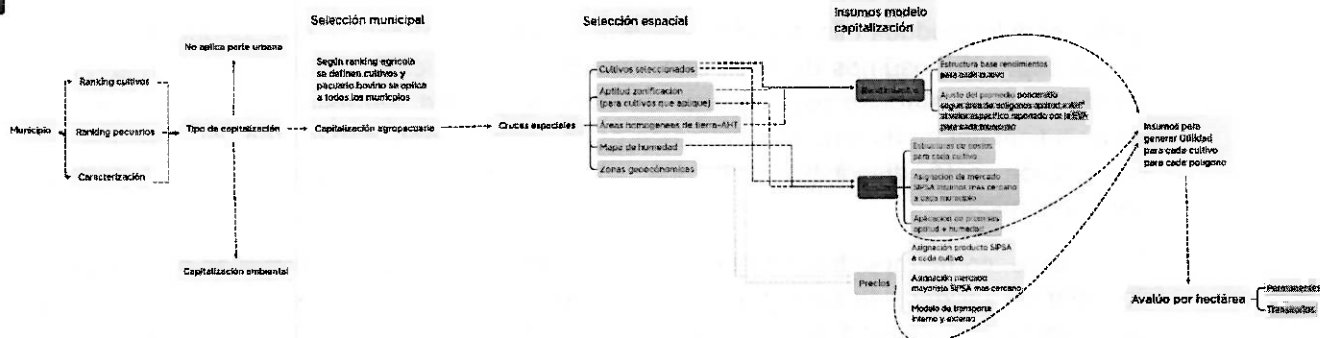


Figura 2 Flujograma modelo de capitalización.



5.2 Análisis de la información ³

Para desarrollar el modelo propuesto, es fundamental recopilar la información necesaria que permita obtener los valores esperados. En esta sección se detalla la información empleada en cada uno de los módulos, incluyendo una descripción de sus fuentes y un breve análisis exploratorio que permita comprender su relevancia.

5.2.1 Módulo de caracterización

Dentro del módulo de caracterización se cuenta con diferente información que permite caracterizar a los municipios a los cuales se aplica el modelo de capitalización. El siguiente listado presenta la información utilizada dentro de este módulo.

- Evaluaciones agropecuarias EVA 2007 a 2022. Para los años 2007 a 2018, la información se obtuvo de Agronet, mientras que 2019 a 2022 fue descargada directamente de la UPRA.
- Mapa de frontera agrícola, este se descargó del SIPRA versión mayo 2023, la cual aún cuenta con información de bosque natural, exclusión y frontera agrícola.

Del listado previo, se destaca la información proveniente de las EVAs, ya que esta permite determinar los cultivos a considerar en cada municipio donde se aplica el modelo de capitalización. Este es el objetivo principal del módulo de caracterización. En la Figura 3 se presenta una infografía que sintetiza la información de esta fuente, enfocada en la variable de área sembrada. La cobertura abarca los 32 departamentos y los 1,107 municipios del país, con un total de 297,849 registros.

A partir de la información disponible, es posible identificar los municipios con mayor área sembrada. En 2022, Puerto Gaitán, Meta, destacó como el municipio con la mayor área reportada, alcanzando un total de 150 mil hectáreas. Además, esta información permite realizar comparaciones tanto entre cultivos a nivel nacional como dentro de un mismo municipio. Este análisis es clave para definir los principales cultivos en cada municipio, los cuales se emplean como base para la implementación del modelo de capitalización.

5.2.2 Módulo de rendimientos

La información utilizada en el módulo de rendimientos se puede dividir en dos partes: la primera la información utilizada para generar la estructura de rendimientos base para cada cultivo; y la segunda los polígonos que se generan dentro del municipio y a los cuales se le asigna un valor de rendimiento según la estructura creada (Figura 4).

³ Para la mayoría de la información descrita en esta sección, se generó un archivo powerbi en el cual se puede realizar una visualización más detallada de la información utilizada en el modelo.

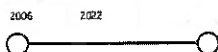


Información evaluaciones agropecuarias - EVA

Cultivo, Código del cul...

Todas

Año



32

num_dej_eva

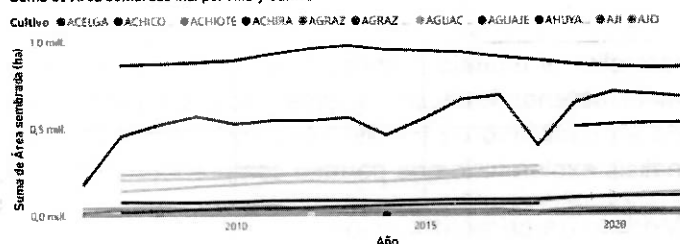
Número de municipios

1107

Número de registros

298 mil

Suma de Área sembrada (ha) por Año y Cultivo



Área sembrada ha 2022

Departamento	Municipio	Suma de Área sembrada (ha)
Meta	Puerto Gaitán	150.104,50
Meta	Puerto López	62.776,01
Nariño	San Andrés de Tumaco	56.183,12
Casanare	Maní	52.211,00
Santander	Puerto Wilches	49.619,00
Casanare	Paz de Ariporo	39.845,00
Norte de Santander	Tibú	39.661,00
Arauca	Tame	36.187,97
Valle del Cauca	Palmera	36.004,51
Córdoba	Tierralta	34.610,00
Meta	Fuente de Oro	34.721,35
Santander	Sabana de Torres	33.344,79
Antioquia	Turbo	32.636,50
Total		5.412.863,46

Área sembrada (ha) por departamento 2022



Figura 3 Información Evaluaciones agropecuarias – EVAs.

Fuente: elaboración propia basado en EVAs 2007 a 2022.

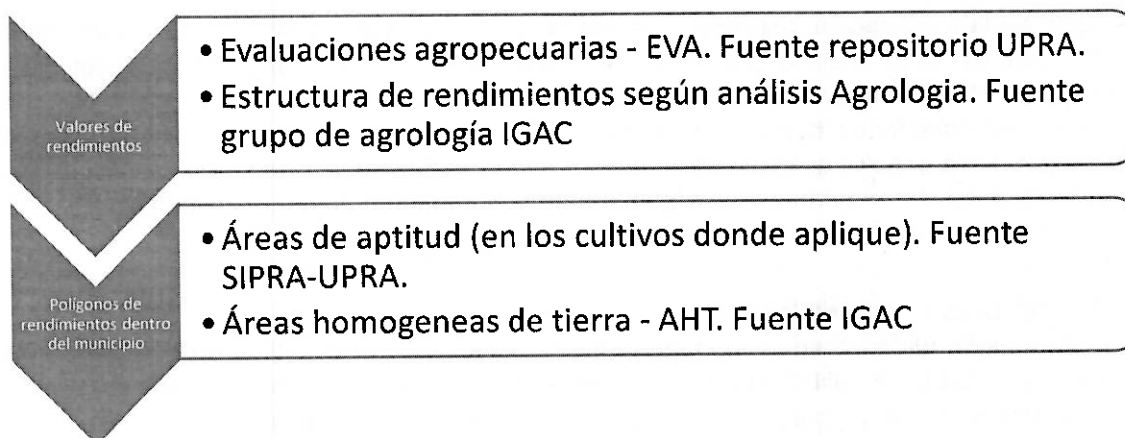


Figura 4 Insumos módulo de rendimientos.

Información para generar valores base de rendimientos

Para calcular los valores base de rendimientos, se utilizó la información de las evaluaciones agropecuarias correspondiente al último año de la serie compilada, 2022. Este periodo generó cerca de 25 mil registros, abarcando un total de 1,098 municipios y 185 cultivos. En la Figura 5 se muestra un ejemplo de los datos de rendimientos para el cultivo de café. En este caso, la información está disponible para 25 departamentos y 637 municipios. La infografía también destaca el listado de municipios con mayor rendimiento reportado en 2022, siendo Santa Helena del Opón el que registró el mayor valor, con 2.12 toneladas por hectárea (t/ha).

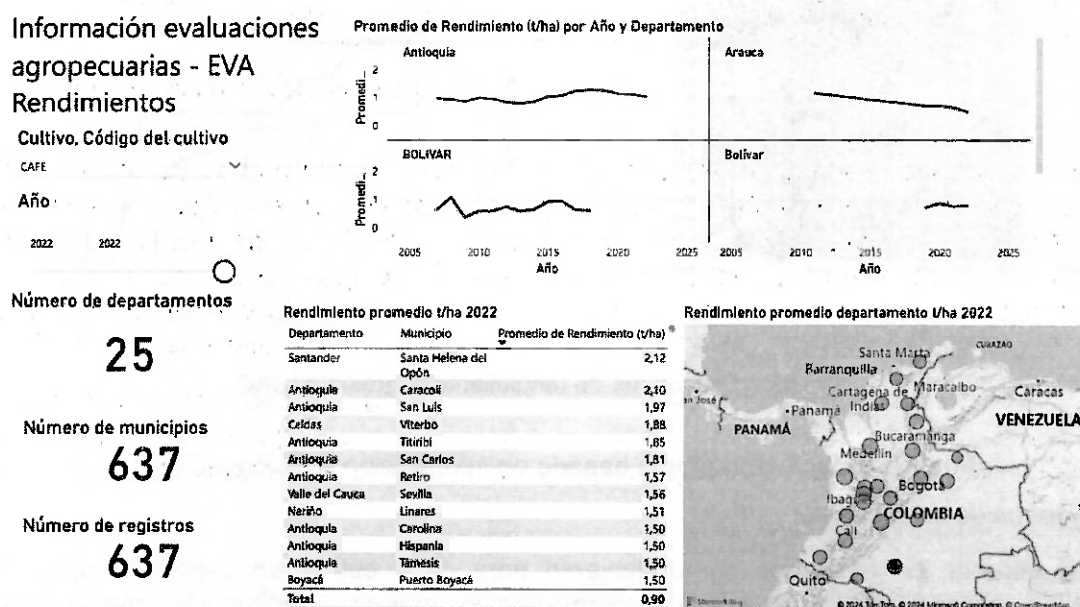


Figura 5 Evaluaciones agropecuarias Rendimientos

Otro insumo clave para construir las estructuras base de rendimiento para cada cultivo proviene del análisis realizado por el grupo de Agrología del IGAC en cuatro cultivos: cacao, maíz tradicional, maíz tecnificado y palma. En la Figura 6 se presentan los valores de rendimiento de cacao, asignados según el cruce entre las aptitudes y las áreas homogéneas de tierra (AHT), mostrados en la parte izquierda, junto con su representación gráfica en la parte derecha.

Estas estructuras mantienen una relación consistente entre el cruce de aptitudes y áreas homogéneas de tierra para los cuatro cultivos analizados. Las diferencias se evidencian únicamente en los valores absolutos de rendimiento específicos para cada cultivo.



Estructuras de rendimientos a partir del análisis del grupo de agrología IGAC

CLASE_AHT	Alta	Media	Baja	Restricción técnica	Restricción legal	Total
1	1,00	1,00	0,66	0,35	0,66	0,73
2	1,00	1,00	0,66	0,35	0,66	0,73
3	1,00	0,80	0,66	0,35	0,52	0,67
4	0,80	0,80	0,52	0,30	0,52	0,59
5	0,80	0,80	0,52	0,30	0,52	0,59
6	0,80	0,66	0,52	0,30	0,45	0,56
7	0,80	0,66	0,45	0,30	0,45	0,53
8	0,66	0,52	0,45	0,30	0,45	0,47
9	0,66	0,52	0,45	0,30	0,45	0,47
10	0,66	0,52	0,35	0,30	0,35	0,44
11	0,52	0,45	0,35	0,00	0,35	0,33
12	0,52	0,45	0,30	0,00	0,30	0,31
13	0,52	0,45	0,30	0,00	0,30	0,31
CA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
No suelo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,57	0,51	0,36	0,19	0,35	0,40

Cultivo

Cacao	Maíz tradicional
Maíz tecnificado	Palma

Rendimiento promedio t/ha según actitud y AHT

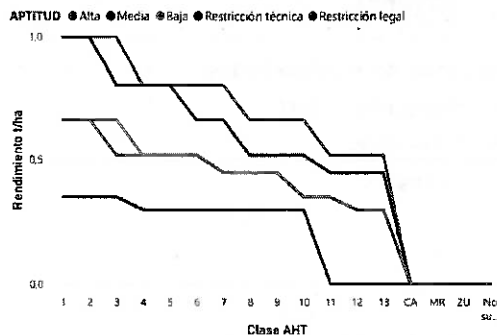


Figura 6 Estructuras de rendimientos agrología IGAC.

Fuente: Elaboración propia basado en información Agrología IGAC.

Polígonos de rendimiento

Para generar los polígonos de rendimiento para cada cultivo en cada municipio, se emplearon dos fuentes principales de información: los mapas de aptitud y la capa de áreas homogéneas de tierra (AHT). Se recopilieron 41 mapas de zonificación correspondientes a diferentes cadenas agropecuarias, descargados directamente del SIPRA-UPRA. Estas capas contienen información detallada sobre polígonos clasificados en aptitud alta, media, baja, exclusión legal y no apta para cada cultivo.

Para dimensionar la cantidad de información utilizada, también se descargaron datos abiertos en formato plano, agrupados por municipio. Aunque esta base contenía datos para 37 cadenas agropecuarias en el momento de la descarga, en comparación con las 41 cadenas disponibles en formato shape, proporciona una idea de la magnitud de los datos procesados. La Figura 6 presenta un resumen de la información de aptitud utilizada, con cobertura en los 32 departamentos del país y 1,121 municipios, sumando un total de 75 mil registros solo para las aptitudes alta, media y baja. Si se incluyen las categorías de exclusión legal y no apto, el número de registros aumenta a 155 mil.

Cabe destacar que esta información agregada a nivel municipal incluye un único dato por categoría de aptitud. Sin embargo, el modelo utiliza las capas completas de aptitud, lo que

permite que en un mismo municipio existan múltiples polígonos con la misma categoría de aptitud. Esto aumenta significativamente el detalle y la cantidad de información procesada.

La infografía de la Figura 6 también ilustra la cobertura nacional de estas capas, proporcionando un ejemplo con la zonificación para la cadena de maíz tradicional. Esta zonificación incluye 9.5, 10.2 y 9.9 millones de hectáreas para las aptitudes baja, media y alta, respectivamente.

Cabe destacar que esta información agregada a nivel municipal incluye un único dato por categoría de aptitud. Sin embargo, el modelo utiliza las capas completas de aptitud, lo que permite que en un mismo municipio existan múltiples polígonos con la misma categoría de aptitud. Esto aumenta significativamente el detalle y la cantidad de información procesada.

La infografía de la Figura 7 también ilustra la cobertura nacional de estas capas, proporcionando un ejemplo con la zonificación para la cadena de maíz tradicional. Esta zonificación incluye 9.5, 10.2 y 9.9 millones de hectáreas para las aptitudes baja, media y alta, respectivamente, lo que evidencia la gran escala y complejidad de los datos utilizados en el modelo.

Información de mapas de zonificación (aptitud de cadenas agropecuarias)

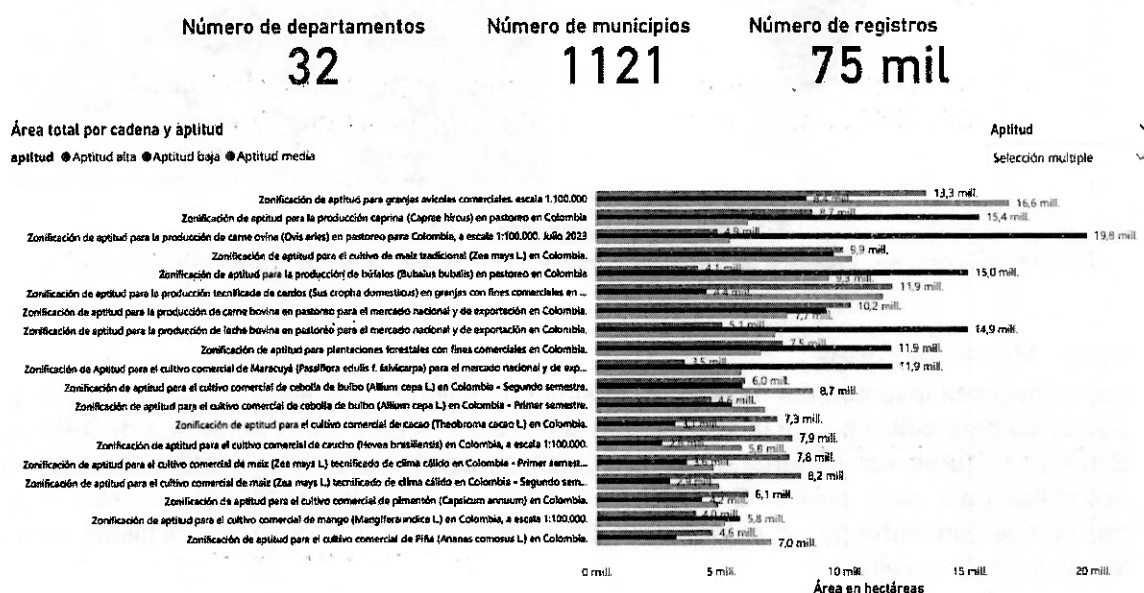


Figura 7 Información mapas de zonificación (aptitud de cadenas agropecuarias).

Fuente: Elaboración propia basada en información de aptitud UPRA 2024.

Otra fuente fundamental para generar los polígonos de rendimiento es la capa de áreas homogéneas de tierra (AHT), proporcionada por el IGAC. Esta información cubre los 32 departamentos del país (33 si se incluye Bogotá) y 1,125 municipios, y contiene datos clave como la clase agrológica, el valor potencial y otros atributos derivados del estudio.

En la Figura 8 muestra la distribución del área nacional correspondiente a cada valor potencial. Asimismo, se incluye un mapa que desglosa la distribución de estos valores potenciales a nivel departamental, permitiendo visualizar las diferencias regionales

Información del mapa de áreas homogéneas de tierra AHT

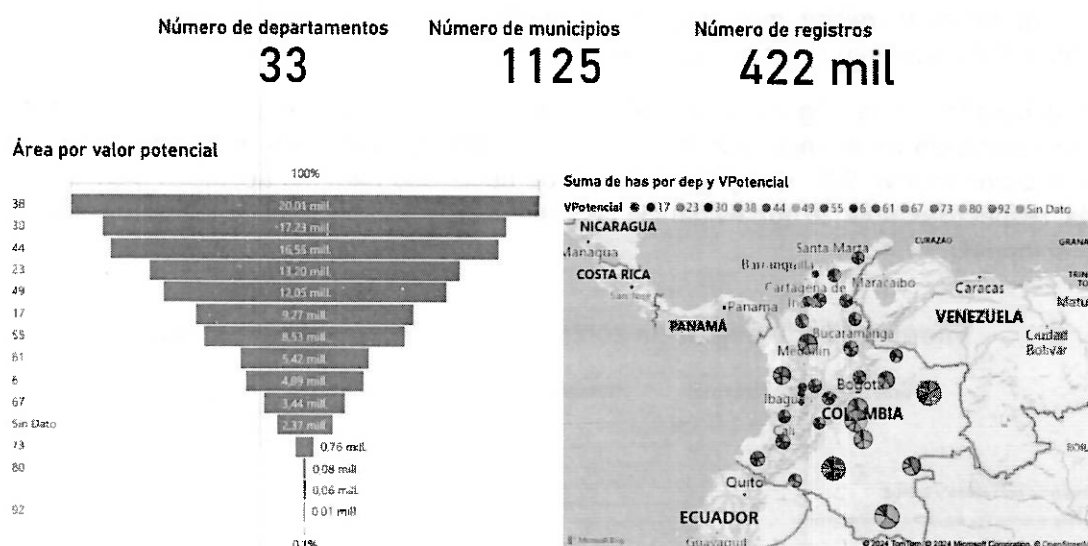


Figura 8 Áreas homogéneas de tierra AHT

Fuente: Elaboración propia a partir de información del mapa de áreas homogéneas de tierra.

5.2.3 Módulo de costos

Los principales insumos del módulo de costos provienen de las estructuras normalizadas de costos para cultivos y de la información sobre precios de insumos obtenida del SIPSA. Estas estructuras son generadas por el equipo de agrología y se desarrollan de manera específica para cada cultivo. En total, se cuenta con 63 cultivos: 36 permanentes y 27 transitorios. Sin embargo, en esta versión del modelo no se incluyen pastos ni plantaciones forestales comerciales.

En la Figura 9 se presenta un resumen de las estructuras de costos. La infografía destaca que las estructuras contienen un total de 2,026 ítems para cultivos permanentes y 749 para cultivos transitorios. Para los cultivos transitorios se contemplan dos periodos: un año inicial y un segundo año, que se asume como el promedio de todos los años subsiguientes del

cultivo permanente. En ambos tipos de cultivos, los costos se dividen en tres categorías principales: insumos, labores y otros costos. La infografía detalla el número de ítems incluidos en cada rubro para los diferentes cultivos.

Además, las figuras complementarias en la infografía muestran las cantidades requeridas para cada ítem o actividad en los distintos cultivos. Como ejemplo, se destacan las estructuras de costos del aguacate común (cultivo permanente) y del arroz riego (cultivo transitorio). Esta información proporciona un panorama detallado sobre los insumos y actividades necesarias, sirviendo como base para calcular los costos asociados a cada cultivo en el modelo de capitalización.

Estructura de costos generada por el grupo de agrología IGAC

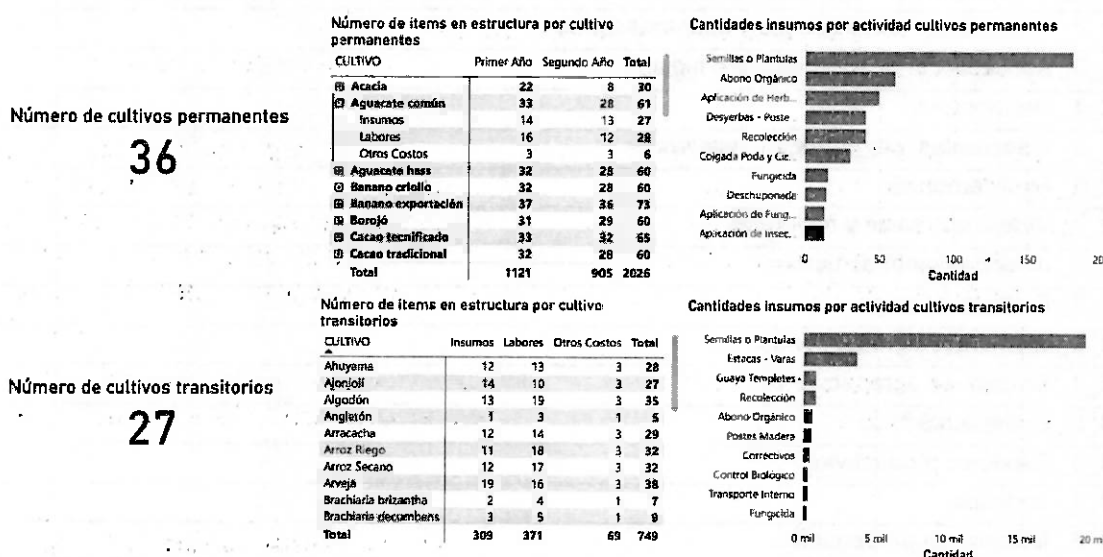


Figura 9 Estructura de costos agrología IGAC.

Fuente: elaboración propia basado en estructuras de costos Agrología IGAC.

El insumo principal que alimenta las estructuras de costos proviene del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA), cuya información es descargada directamente desde la página del DANE. Para esta sección, se utiliza la serie histórica de precios de insumos, la cual está organizada en 21 tablas. Estas tablas contienen un rango de registros que varía entre 374 y 133,000, como se detalla en la Tabla 1.

Cada tabla del SIPSA incluye información detallada sobre los precios de los insumos, especificando el año, mes y ubicación (municipio) donde se recolectaron los datos. Esta

estructura permite realizar un análisis detallado y localizado de los costos, ajustando las estructuras de costos de los cultivos según las condiciones específicas de cada región. Este nivel de detalle es esencial para garantizar que el modelo refleje con precisión las variaciones en los precios de los insumos agropecuarios a nivel nacional.

Tabla SIPSA insumos	Número de registros
1_1_ Coadyuvantes, molusquicidas, reguladores fisiológicos y otros	21913
1_2_ Fertilizantes, enmiendas y acondicionadores de suelo	69496
1_3_ Fungicidas	109609
1_4_ Herbicidas	82856
1_5_ Insecticidas, acaricidas y nematocidas	82214
2_1_ Alimentos balanceados, suplementos, coadyuvantes, adsorbentes, enzimas y aditivos	41771
2_2_ Antibióticos, antimicóticos y antiparasitarios	133386
2_3_ Antisépticos, desinfectantes e higiene	19820
2_4_ Hormonales	4658
2_5_ Insecticidas, plaguicidas y repelentes	3517
2_6_ Medicamentos	42965
2_7_ Vitaminas, sales y minerales	66064
3_1_ Arrendamiento de tierras	3077
3_2_ Distritos de riego	374
3_3_ Elementos agropecuarios	43767
3_4_ Empaques agropecuarios	4588
3_5_ Energía eléctrica	1638
3_6_ Especies productivas	5534
3_7_ Jornales	5546
3_8_ Material de propagación	11578
3_9_ Servicios agrícolas	4971

Tabla 1 Nombres y número de registros tablas SIPSA insumos.
Fuente: Elaboración propia basada en información SIPSA.

5.2.4 Módulo de precios

La información del módulo de precios se divide en dos componentes principales, como se ilustra en la Figura 10.

La primera parte está relacionada con los precios asignados a los productos que representan cada cultivo. Estos precios pueden provenir de dos fuentes principales: los datos del SIPSA sobre mercados mayoristas o los precios al productor proporcionados

directamente por las federaciones que representan a cada cultivo. Esta información asegura que los precios utilizados sean representativos y estén alineados con las condiciones del mercado para cada producto.

La segunda parte está enfocada en los costos de transporte o flete. Para este componente, el modelo utiliza varias fuentes de información: el Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC), un shape de la red vial nacional desarrollado por el grupo de avalúos del IGAC, y las distancias entre las zonas geoeconómicas y los centros poblados de los municipios, información también proporcionada por el grupo de avalúos del IGAC. Este enfoque permite calcular con precisión los costos logísticos asociados a la movilización de productos desde las áreas de producción hasta los mercados de destino, garantizando que el modelo refleje tanto los costos directos de producción como los costos adicionales de transporte.

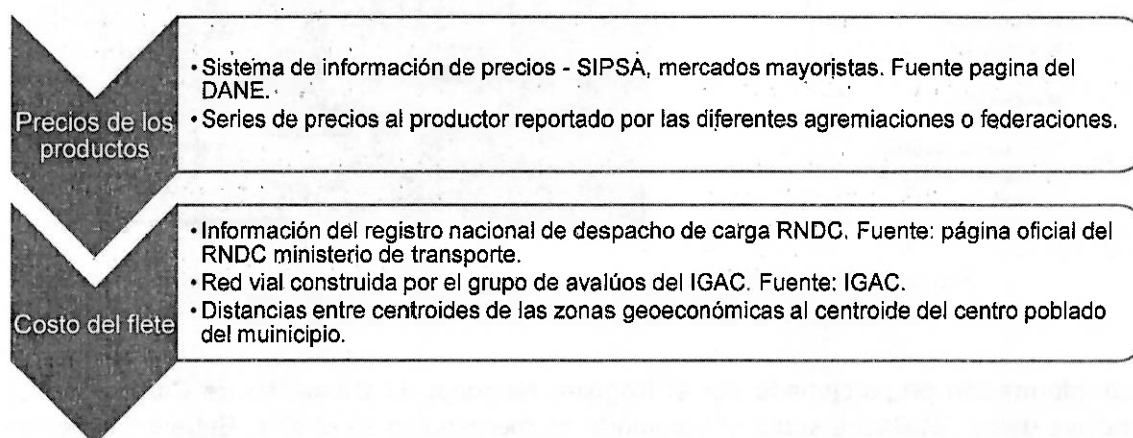


Figura 10 Información requerida para el módulo de precios.
Fuente: elaboración propia 2024.

La información del SIPSA que alimenta el módulo de precios, cuenta con un total de 635 mil registros, 381 productos y 104 mercados. Esta base contiene series de precios históricas desde 2013 hasta mayo de 2024. En la Figura 11 se presenta un resumen de esta información con un ejemplo enfocado a yuca donde se seleccionan cuatro variedades: chirosa, criolla, ica y llanera. En la parte superior derecha de la figura se observan las series del precio promedio a nivel nacional de estos cuatro tipos de yuca, mientras que en la parte inferior derecha se presenta un mapa con la ubicación para cada una y el precio promedio para los últimos dos años representado en el tamaño del círculo.

Sistema de información de precios - SIPSA MAYORISTAS

Registros
635 mil

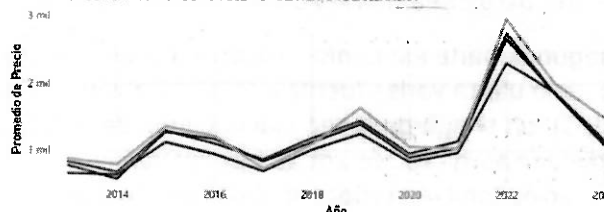
Productos **381** Mercados **104**

Listado de productos

- ☐ VINAGRE
- ☒ YUCA CHIROSA
- ☒ YUCA CRIOLLA
- ☒ YUCA ICA
- ☒ YUCA LLANERA
- ☐ ZANAHORIA
- ☐ ZANAHORIA BOGOTANA
- ☐ ZANAHORIA LARGA VIDA
- ☐ ZAPOTE

Promedio precio por producto

Producto ● YUCA CHIROSA ● YUCA CRIOLLA ● YUCA ICA ● YUCA LLANERA



Promedio precio últimos dos años por producto y departamento

Producto ● YUCA CHIROSA ● YUCA CRIOLLA ● YUCA ICA ● YUCA LLANERA



Figura 11 Sistema de información de precios – SIPSA, precios mayoristas.
Fuente: Elaboración propia basado en información SIPSA.

La información proporcionada por el Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC) incluye datos detallados sobre el transporte de mercancías en el país. Entre los aspectos registrados se encuentran: el origen y destino de los viajes, los tipos de mercancías transportadas, la configuración de los vehículos utilizados, los kilómetros recorridos, los valores pagados por el servicio y el peso de la mercancía. Estos datos, generados por el Ministerio de Transporte, están disponibles para consulta pública y pueden ser accedidos libremente a través de la página web oficial del RNDC.

En 2023, el RNDC registró un total de 729 mil registros relacionados con el transporte de mercancías. Para el presente modelo, se aplicó un filtro que considera únicamente 22 tipos de mercancías, lo que resultó en una base de datos reducida con 19 mil registros correspondientes a 502 mil viajes, como se ilustra en la Figura 12.

La figura también detalla el número de registros reportados según cada configuración vehicular y presenta la relación entre los kilómetros recorridos y el valor por tonelada-kilómetro. Este análisis muestra que, a medida que aumenta la distancia recorrida, el valor por tonelada-kilómetro disminuye, reflejando economías de escala en el transporte. Esta relación es fundamental para la construcción de las funciones de transporte, las cuales se explican en detalle más adelante.

Registro nacional de despacho de carga - RNDC Ministerio de transporte (2023)

Número de registros
19 mil

Total de viajes registrados
502 mil

Total de mercancías utilizadas
22

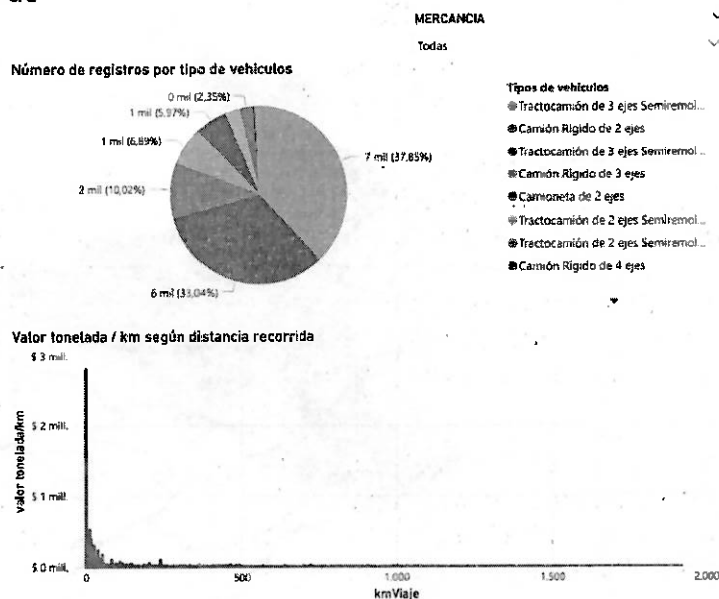


Figura 12 Registro nacional de despacho carga – RNDC.
Fuente: Elaboración propia basado en información RNDC.

Otra parte fundamental para calcular el costo de transporte está relacionada con las distancias recorridas, las cuales el modelo divide en dos componentes principales. El primero corresponde al flete externo, que representa la distancia desde el centro poblado del municipio hasta el mercado más cercano donde se comercializan los productos generados por los cultivos locales. El segundo es el flete interno, que abarca la distancia desde las zonas geoeconómicas dentro del municipio hasta el centro poblado. Esta división permite un análisis más detallado y preciso de los costos de transporte asociados a las diferentes etapas de movilización de los productos agrícolas.

Para el cálculo del flete externo, se utiliza la red vial con velocidades estimadas por el Grupo de Avalúos del IGAC, como se muestra en la Figura 13 La asignación de estas velocidades se basa en un análisis detallado que considera factores como las pendientes del terreno y las áreas homogéneas de tierra, lo que garantiza mayor precisión en la modelación de los tiempos y costos de transporte.

En cuanto al flete interno, las distancias son calculadas directamente por el Grupo de Avalúos, abarcando una cobertura de 755 municipios distribuidos en los 32 departamentos del país. Este análisis incluye un total de alrededor de 10 mil zonas geoeconómicas, que generan un conjunto de 102 mil registros, como se presenta en la Figura 14.

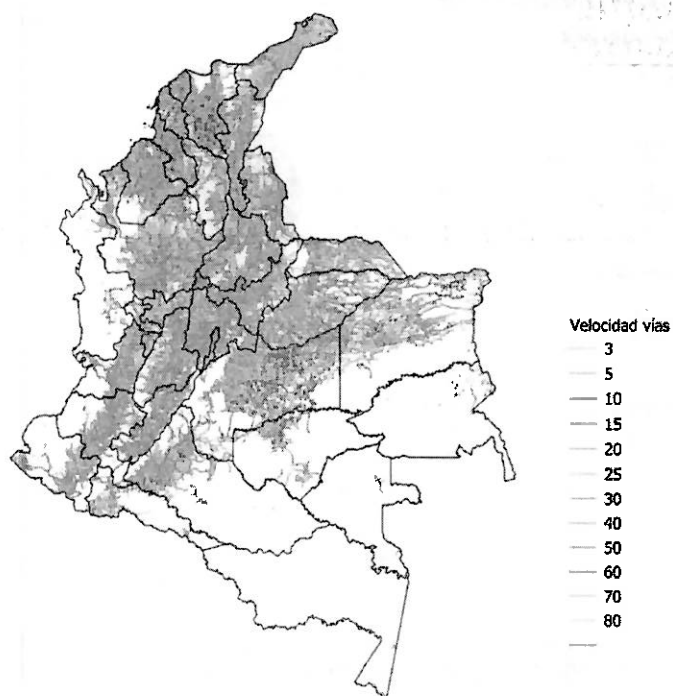


Figura 13 Red vial con velocidades asignadas.
Fuente: Elaboración propia basado en información grupo de Avalúos IGAC.

Distancias de las zonas geoeconómicas a los
centros poblados - grupo de avalúos IGAC

Número de departamentos
32

Número de municipios
755

Número de zonas
geoeconómicas teniendo en
cuenta el municipio
10 mil

Número de registros
102 mil

Promedio de distancia de zonas geoeconómicas a centro
poblado del municipio

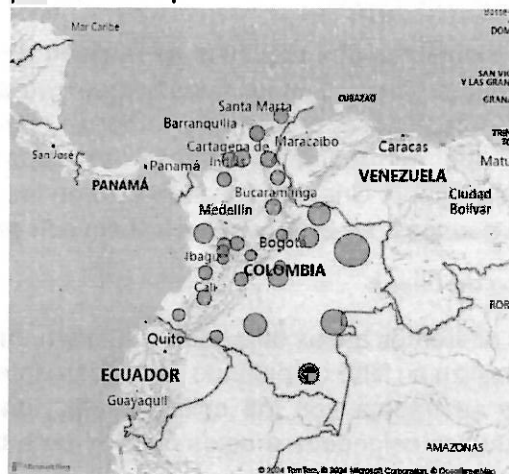


Figura 14 Distancias zonas geoeconómicas a centros poblados.
Fuente: Elaboración propia basado en información grupo de Avalúos IGAC.

5.3 Preparación y transformación de los datos

En las siguientes secciones se detalla el proceso de preparación y transformación de la información utilizada en el modelo de capitalización, dividido en tres etapas. La primera describe el proceso realizado sobre las capas insumo para reducir dimensionalidad de estos archivos; la segunda presenta los filtros realizados a varias de las bases de datos utilizadas en los diferentes módulos del modelo; y la tercera describe el cargue de la información a partir de una estructura a nivel de municipio.

Preparación de información espacial

A la información espacial utilizada en el modelo, la cual proviene en formato gdb o archivos tipo shape, se aplica diferentes procesos para: reducir su dimensionalidad, ajustar límites municipales, corregir problemas de geoformas y llevar todo a un sistema de coordenadas homogéneo.

El primer proceso se enfoca en reducir las dimensiones de los archivos, para esto a cada una de las siguientes capas se les realiza un proceso de simplificado incluyendo conservación de la topología: áreas homogéneas de tierra, aptitud de los diferentes cultivos utilizados y zonas geoeconómicas.



Varias de las capas utilizadas presentan límites municipales con versiones anteriores a la división actual o no presentan una división de sus polígonos por municipio. A estas capas se les realiza un proceso de geoespacial para posteriormente poder filtrar la información a nivel de municipio.

Los siguientes dos procesos se realizan dentro del programa R. El primero se enfoca en corregir problemas en los tipos de geometría de las capas utilizadas y así evitar problemas en los posteriores cruces que se hacen entre ellas. Para esto dentro del código se verifica que tipo de geometrías tienen las capas y se llevan todos los elementos al tipo multipolígono. Una vez ajustado esto en las capas, estas se llevan a un mismo sistema de coordenadas, en este caso se trabaja con magna sirgas origen nacional EPSG 9377.

Filtro de bases

Las diferentes bases utilizadas contienen una gran cantidad de información, por esta razón se realiza un filtro obteniendo así únicamente la información pertinente para el modelo. Para esto se trabaja con los cultivos seleccionados en el módulo de caracterización y los productos asignados a estos cultivos para las bases del SIPSA y RNDC (se detalla en la sección 5.4).

Cada una de las bases pasa por un filtro de datos atípicos y valores incoherentes que puedan afectar en los diferentes módulos que son utilizados. En las bases EVAs se revisan valores atípicos en los rendimientos, especialmente aquellos muy altos que posteriormente son filtrados en el proceso de generar los rendimientos base; dentro de la base SIPSA, se revisan las series de precios que tengan una continuidad y se sigan reportando hasta la fecha; en las bases del registro nacional de despacho de carga se genera la variable costo por kilómetro por tonelada transportada y a partir de esta y los kilómetros totales recorridos, se realiza un filtro de valores atípicos y no coherentes con los costos de transporte que se manejan en el país.

Cargue de información.

El modelo de capitalización está planteado para ejecutarse por municipio por lo cual se realiza el cargue de la información mediante quearys que permiten importar de las bases globales únicamente la información necesaria para procesar el municipio. Debido a esto la preparación de toda la información debe contener el código municipal que termina siendo el parámetro principal para las consultas y cargue de la información. La estructura que se plantea permite procesar un municipio rápidamente sin tener que cargar toda la información del modelo.

5.4 Desarrollo del modelo, reporte, script y/o visualización y/o metodología

A continuación, se describe la implementación del modelo de capitalización el cual se desarrolla principalmente en R; el modelo de redes está implementado en Qgis y la visualización o visor de los resultados se generó en Arcgis. Las siguientes secciones detallan el proceso generado y los modelos internos de cada uno de los módulos que integran al modelo de capitalización.

5.4.1 Códigos de homologación

Los códigos de homologación facilitan la integración de las diversas bases de datos utilizadas en el modelo de capitalización. Este proceso implica identificar los códigos específicos presentes en cada base de datos para definir claves primarias, lo que permite realizar los cruces y vinculaciones necesarios de manera eficiente (ver Anexo 1).

Dado que el modelo selecciona los cultivos a partir de la información proporcionada por las Evaluaciones Agropecuarias (EVAs), las cuales se actualizan anualmente a nivel municipal, se decidió utilizar el código de las EVAs como clave principal para realizar el cruce con las demás fuentes de información. Este enfoque garantiza una integración precisa y coherente de los datos en el modelo.

La primera homologación que se realizó fue con las bases del censo nacional agropecuario – CNA y la encuesta nacional agropecuaria – ENA. Si bien esta información no se utilizó en esta versión del modelo, contar con el cruce de estas fuentes permite incorporar fácilmente estos datos para futuros análisis.

Una de las principales homologaciones que utiliza el modelo, es la realizada para integrar los mapas de aptitud o zonificación generados por la UPRA. Se incorporan un total de 41 capas de zonificación, a cada una de estas se les asocia el código de los cultivos EVA relacionados, para los pecuarios donde las EVAs no manejan código se utiliza el código CPC APSP del sistema estadístico nacional.

De la misma manera a cada una de las estructuras de costos generadas por agrología para cultivos permanentes y transitorios, se les asigna un código EVA, se resalta que algunas estructuras principalmente de pastos y plantaciones forestales, no se tuvieron en cuenta en esta versión del modelo, ya que las EVAs no contienen información de este tipo.

Para asociar la información de precios de productos mayoristas con los cultivos, se realizó un análisis detallado de los productos registrados en la base del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA). A los productos correspondientes se les asignó un código EVA vinculado a un cultivo específico. En casos



donde un cultivo estuviera asociado a múltiples productos mayoristas, se identificó el producto principal para ser utilizado como referencia dentro del modelo.

De manera similar, la información del Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC) se utiliza para asociar cada cultivo trabajado en esta versión del modelo con un producto transportado registrado en la base de datos del RNDC. Esta información constituye un insumo fundamental para los modelos de transporte, que a su vez alimentan el análisis y la estimación en el modelo de precios.

5.4.2 Módulo de caracterización

El módulo de caracterización tiene como objetivo principal describir de manera integral los municipios evaluados, utilizando diversas fuentes de información que permiten construir un perfil detallado de sus características agropecuarias. Sin embargo, el principal resultado de este módulo es la definición de los cultivos a utilizar para calcular el avalúo por hectárea en cada municipio. Este proceso se basa en los datos del área sembrada reportados por cultivo en cada municipio.

Los cultivos se organizan de mayor a menor según el área sembrada, y se calcula el porcentaje que representa cada uno con respecto al total. A partir de esta información, se determina el porcentaje acumulado hasta alcanzar aproximadamente el 80 % del área sembrada total. De este modo, se seleccionan los cultivos con mayor representación en el municipio.

A manera de ejemplo, la Figura 15 ilustra los cultivos seleccionados para el municipio de Agua de Dios, Cundinamarca. En esta figura se destacan los cinco cultivos principales, representados por barras que indican el porcentaje de área sembrada que cada cultivo aporta al total del municipio, mientras que la línea refleja el porcentaje acumulado.

En este caso, el cultivo denominado mango (demás variedades) lidera con un 33% del total del área sembrada, seguido por plátano para consumo interno (14%), mandarina (11 %), naranja (9%) y cacao (7%). En conjunto, estos cinco cultivos alcanzan un porcentaje acumulado del 75 % del área total sembrada en el municipio.

Este ejemplo refleja cómo se priorizan los cultivos más representativos en cada municipio, considerando su contribución a la superficie total sembrada. El anexo en powerbi permite observar gráficos similares para otros municipios, facilitando la comparación y el análisis a nivel territorial.

Como se observa en el ejemplo de la figura, el objetivo es identificar y utilizar los cultivos principales de cada municipio, es decir, aquellos que más contribuyen al total del área sembrada. En el gráfico de la figura, se puede apreciar que la curva del porcentaje acumulado tiene una pendiente más pronunciada al incluir los primeros cultivos, lo que indica una alta contribución al total. Sin embargo, a medida que el porcentaje acumulado se acerca al 80%, la curva comienza a aplanarse, adoptando un comportamiento más

asintótico hacia el eje X. Esto sugiere que los cultivos adicionales aportan cada vez menos al porcentaje acumulado.

Con base en esta dinámica, el modelo actual define tomar los cultivos con mayor área sembrada hasta alcanzar aproximadamente el 80% del total del área sembrada del municipio. Esta estrategia permite capturar los cultivos más representativos en términos de superficie, optimizando el análisis.

En la aplicación de este criterio, se observan variaciones significativas entre municipios: en algunos casos, un solo cultivo es suficiente para alcanzar el 80%, mientras que en otros se requieren hasta 14 cultivos diferentes para lograrlo.

Cultivos seleccionados por municipio según el área sembrada reportada por las evaluaciones agropecuarias - EVA

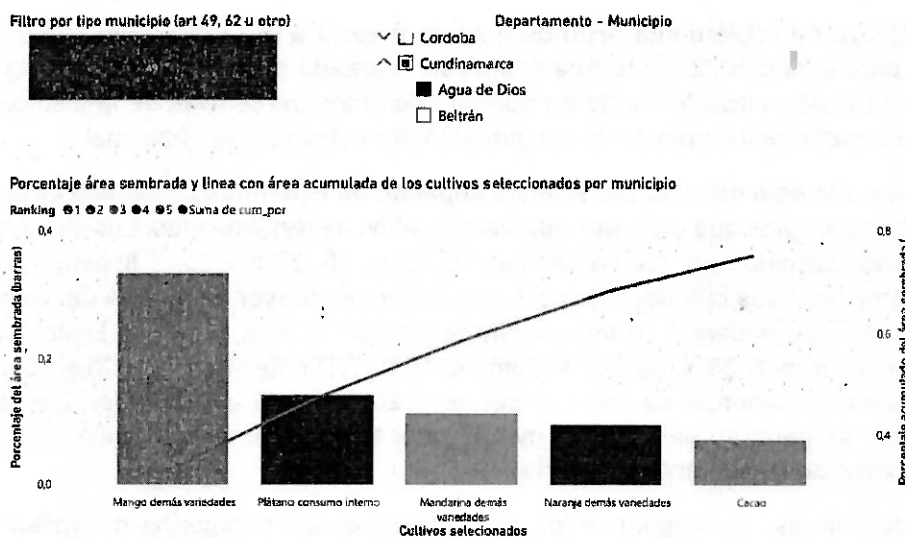


Figura 15 Cultivos seleccionados por municipio, ejemplo municipio Agua de Dios.
Fuente: elaboración propia basado en análisis información EVA.

5.4.3 Módulo de rendimientos

La implementación del módulo de rendimientos se lleva a cabo en dos etapas principales. La primera consiste en una construcción masiva nacional de estructuras de rendimientos para cada cultivo, utilizando la información proveniente de las Evaluaciones Agropecuarias (EVAs). Esta construcción asocia los cultivos con categorías de aptitud del suelo y las clases de áreas homogéneas de tierra, lo que permite generar un marco general de rendimientos aplicable a nivel nacional.

La segunda etapa implica un ajuste específico de las estructuras de rendimientos. Este ajuste adapta las estructuras generales al valor particular de rendimiento reportado para cada cultivo en cada municipio.

Estructuras de rendimientos base

Para los cultivos reportados por las EVAs se generó una estructura base de rendimiento que se relaciona con las categorías de aptitud (para los cultivos que aplique) y las clases de área homogénea de tierra. Esta estructura está basada en el análisis realizado por el grupo de agrología a los cultivos de cacao, maíz tradicional y tecnificado, y palma; bajo este análisis la matriz que relaciona los rendimientos a las categorías de aptitud y clase de AHT, se rige por siete valores que se distribuyen según las combinaciones de estas categorías (ver Figura 6).

Con el objetivo de implementar esto de manera masiva a los 122 cultivos reportados por las EVAs para el año 2022, se replica el análisis realizado por agrología y se asignan siete valores para cada cultivo teniendo en cuenta diferentes percentiles de la distribución que se genera a partir de los valores de rendimiento por cultivo a nivel nacional.

El valor más alto está definido por el límite superior, de esta manera permite eliminar datos atípicos de municipios que reportan valores muy altos de rendimientos. Los siguientes cinco valores están definidos por los percentiles 75, 62.5, 50, 37.5 y 25. Y finalmente el menor valor se toma bajo tres criterios: 1) si el límite inferior es mayor a un 10 % del valor tomado como con el límite superior, se toma el límite inferior; 2) si el 10 % del límite superior es menor que el percentil 25, entonces se toma el 10 % del límite superior; y 3) si no se cumple las anteriores condiciones se toma el percentil 20 como el menor valor. Las anteriores condiciones, se generan para que el menor valor tomado no sea tan bajo y para que no supere el valor de la siguiente categoría.

Estos siete valores, se asignan a las combinaciones de categorías de aptitud y clase, siguiendo la misma estructura definida por Agrología. Esto genera las estructuras de rendimientos base para ser implementadas para los cultivos seleccionados en cada municipio. En la Figura 15, se presenta un ejemplo para el cultivo de café, donde se puede observar los siete valores asignados y la estructura de rendimientos que estos generan.

Estructuras de rendimientos base para 122 cultivos

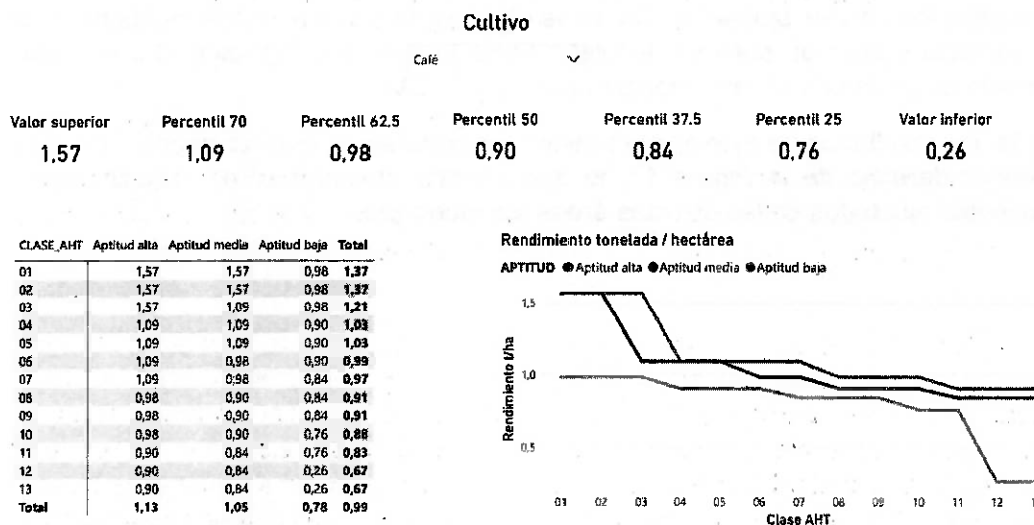


Figura 16 Estructuras de rendimiento base, ejemplo cultivo café.
Fuente: Elaboración propia.

Ajuste de rendimientos a nivel municipal

Una vez generadas las estructuras base a nivel nacional para cada cultivo, el siguiente paso consiste en ajustar estas estructuras de rendimiento a las condiciones específicas de cada municipio. Este proceso considera el valor de rendimiento reportado por el municipio para cada cultivo y las áreas de aptitud y clase de AHT.

La Figura 17 muestra el proceso de ajuste para el cultivo de maíz tradicional en el municipio de Simijaca Cundinamarca. El mapa superior de la figura presenta los polígonos generados por las combinaciones de las capas de aptitud y área homogéneas de tierra, para cada uno de estos polígonos se asigna el valor de la estructura base de rendimiento como se observa en el mapa inferior izquierdo de la figura. El promedio ponderado teniendo en cuenta el área de cada polígono y su valor inicial de rendimiento da un valor de 2.07 toneladas por hectárea, este valor es comparado con el reporte de la EVA para el municipio el cual se encuentra en 2.94 t/ha para el 2022.

Para corregir las diferencias entre los valores iniciales de la estructura de rendimientos y los datos reportados por las EVAs, se aplica un proceso de ajuste que preserva la misma estructura de distribución, pero modifica la media ponderada para que coincida exactamente con el valor reportado.



En la Figura 18, este proceso se representa mediante dos curvas de densidad. La curva azul corresponde a los valores de la estructura base de rendimientos, mientras que la curva roja muestra los valores ajustados. Como se observa, la curva ajustada mantiene la forma de la estructura original, pero se desplaza hacia la derecha, logrando que el promedio ponderado coincida con el valor proporcionado por la EVA.

Además, los resultados de este ajuste pueden visualizarse de manera espacial en el mapa del inferior derecho de la Figura 17, lo que permite observar cómo se distribuyen los rendimientos ajustados en las distintas áreas del municipio.

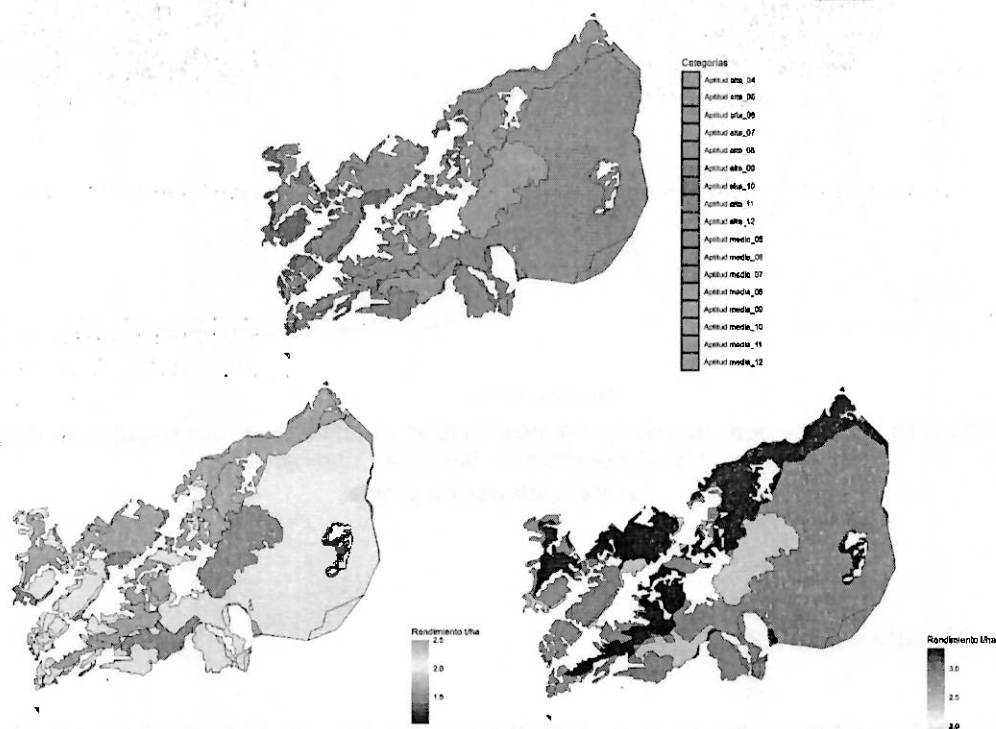


Figura 17 Proceso ajuste de rendimientos, ejemplo cultivo maíz tradicional municipio de Simijaca Cundinamarca.
Fuente: Elaboración propia

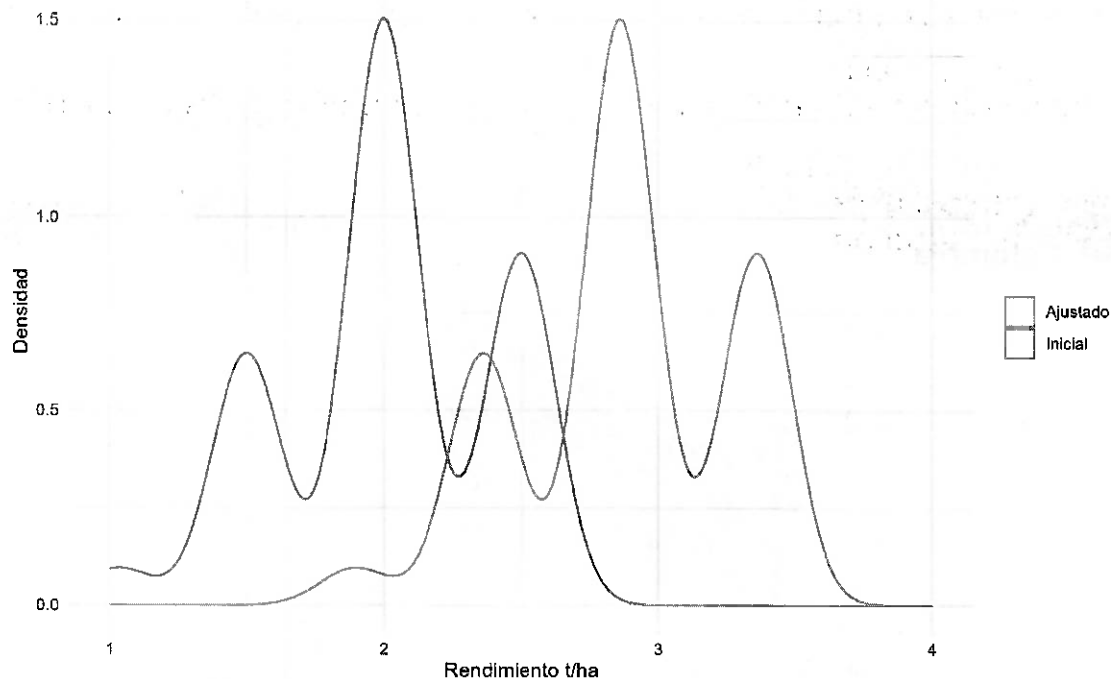


Figura 18 Curva de densidad de los valores iniciales y ajustados de rendimiento, para maíz tradicional municipio de Simijaca Cundinamarca.

Fuente: elaboración propia.

5.4.4 Módulo de costos

El módulo de costos consta de dos componentes principales. El primero se enfoca en la actualización de las estructuras de costos normalizadas para cada cultivo, considerando la ubicación específica del municipio. El segundo introduce premisas basadas en polígonos de aptitud y clima, permitiendo diferenciar los costos por hectárea de un cultivo según su ubicación dentro del municipio.

Actualización de estructuras de costos

Para actualizar las estructuras de costos, se asigna a cada municipio la central de abastecimiento de insumos más cercana, utilizando la información del SIPSA. Este proceso se realiza mediante un análisis de Thiessen o polígonos de Voronoi, que permite definir el área de influencia de cada central mayorista. En la Figura 19, se observan los polígonos generados, los cuales se basan en las 187 centrales reportadas por el SIPSA para el año

2023 (mapa izquierdo) y las ciudades capitales (mapa derecho). Cada polígono representa el área de influencia de una central o ciudad capital.

Posteriormente, los centroides de los municipios del artículo 49 se superponen sobre estos polígonos, lo que permite determinar cuál es la central de insumos y la ciudad capital más cercana a cada municipio.



Figura 19 Distancias Thiessen para asignación de mercado de insumos SIPSA más cercano. Izquierda utilizando todos los municipios reportados por SIPSA; Derecha utilizando solo ciudades capitales.

Fuente: elaboración propia.

Debido a que no todos los insumos se encuentran en todas las centrales reportadas, el algoritmo generado para actualizar las estructuras de costos evalúa ítem por ítem verificando disponibilidad del producto en la central SIPSA más cercana, posteriormente en

la ciudad capital más cercana y finalmente si no encuentra el producto toma como precio el promedio nacional.

Aplicación de premisas

Con las estructuras de costos actualizadas para cada cultivo teniendo en cuenta la ubicación del municipio se procede a aplicar las premisas que permiten diferenciar el costo del cultivo al interior del municipio teniendo en cuenta los polígonos de aptitud y clima.

El equipo de Agrología define un conjunto de factores de ajuste que incrementan o disminuyen los costos de ciertos rubros en las estructuras de costos, dependiendo del sistema productivo, la provincia de humedad y la aptitud del suelo para cada cultivo. La lógica detrás de estos factores se basa en que un suelo con alta aptitud implica menores costos debido a su calidad intrínseca, mientras que un suelo con baja aptitud requiere mayores insumos y prácticas mejoradas, lo que se traduce en costos más elevados. De manera similar, en algunas provincias de humedad, como las zonas perhúmedas, ciertos rubros presentan costos más altos debido a las condiciones particulares del entorno.

Con base en estos factores, se construye un archivo de parámetros diferenciales para cultivos transitorios y permanentes. El proceso consiste en tomar las tablas de costos de cada rubro, actualizadas por municipio según la información del SIPSA, y aplicar los factores correspondientes a cada rubro. Los distintos rubros se totalizan para obtener un único costo para el cultivo pero diferenciados y adaptados a las condiciones específicas de cada municipio.

El detalle de los parámetros definidos para este procedimiento se encuentra en el Anexo 4.

5.4.5 Módulo de precios

La asignación del precio para cada cultivo se lleva a cabo en dos etapas. La primera consiste en determinar un precio por cultivo a nivel municipal, utilizando como base el precio al productor proporcionado por las federaciones correspondientes al cultivo o, en su defecto, los precios generados por las series del SIPSA.

La segunda etapa se enfoca en los costos de transporte, los cuales se dividen en dos componentes:

1. Transporte interno, que abarca el traslado desde las zonas geoeconómicas dentro del municipio hasta el centro poblado.

2. Transporte externo, que se refiere al traslado entre municipios, desde el municipio productor hasta el mercado mayorista más cercano⁴.

Asignación de precio por cultivo

El primer paso para asignar el precio a cada cultivo consiste en identificar, dentro de las series del SIPSA, el producto que puede utilizarse como referencia para generar dicho precio. Una vez identificado el producto, se evalúa si es necesario aplicar algún factor de transformación para ajustar las unidades y alinearlas con las utilizadas en los rendimientos de los cultivos.

Posteriormente, con los productos asociados a cada cultivo y la información de precios al productor proporcionada por las federaciones, se aplica un filtro de Hodrick-Prescott a las series de precios. Este filtro permite suavizar las fluctuaciones en los datos de precios y obtener un valor representativo para cada cultivo en cada municipio.

Este método permite descomponer la serie de precio en un componente tendencial y otro cíclico, y de esta manera analizar la parte cíclica para identificar un periodo adecuado del cual extraer el precio a utilizar. Para identificar este periodo se identifican los últimos picos y se toma el último periodo de pico a pico que pase por el valor cero. El precio final utilizado se obtiene a partir de un promedio en este periodo de tiempo definido.

La Figura 20 ilustra la aplicación del filtro de Hodrick-Prescott a las series de precios del producto Borojó en los diferentes mercados reportados por el SIPSA. En los gráficos se muestran tres elementos clave: la serie original de precios, su descomposición en la tendencia y el ciclo, y el periodo seleccionado para calcular el precio promedio, representado por las líneas azules horizontales.

Este análisis permite identificar las fluctuaciones de corto plazo (ciclo) y el comportamiento estructural (tendencia) en los precios reportados, eliminando las variaciones estacionales o transitorias. El precio promedio obtenido en este periodo seleccionado se utiliza como referencia para asignar un valor representativo al cultivo en el modelo.

Para poder implementar este método de manera masiva, se trabaja en R con el paquete mFilter para realizar el filtro Hodrick-Prescott a cada una de las series obtenidas en las federaciones (5 series) y cada serie por producto y mercado del SIPSA (6914 series). Una vez implementada la descomposición, el periodo de tiempo se identifica mediante un algoritmo de máximos locales, en el cual se identifican todos los picos máximos y se seleccionan los últimos para generar el periodo de tiempo en el cual se obtiene el precio promedio.

⁴ Los costos de transporte solo aplican a los cultivos que utilizan precios de productos de las series SIPSA, ya que el precio de las federaciones es precio al productor y se asume que es el precio pagado en finca.

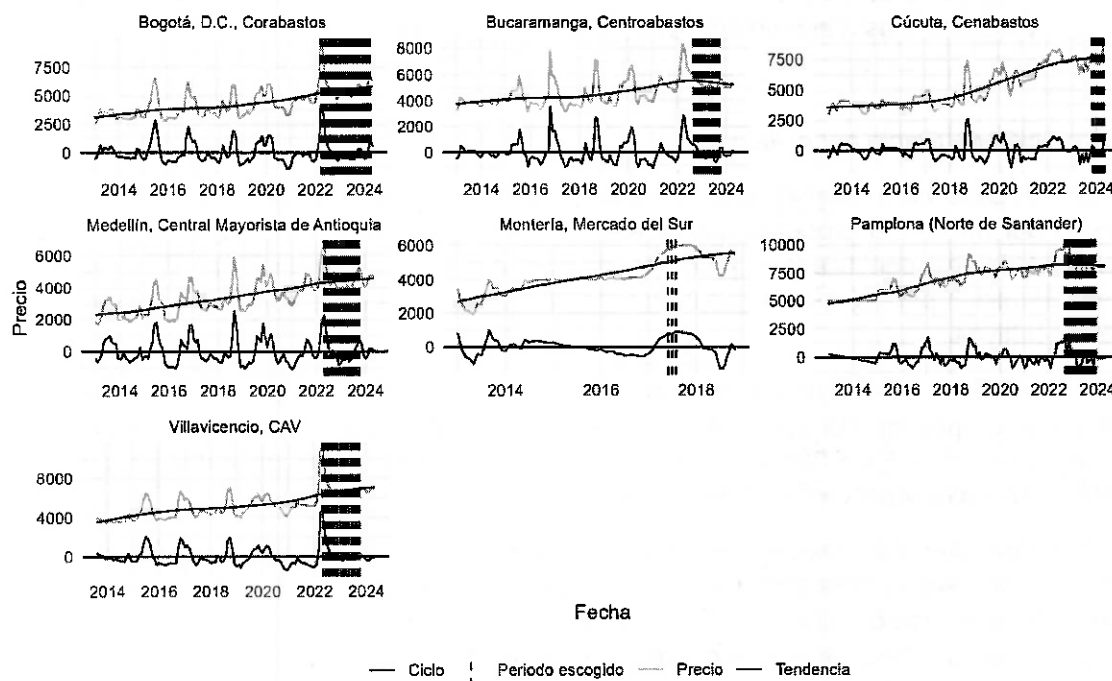


Figura 20. Filtro Hodrick-Prescott para los diferentes mercados del producto Borojó.

Modelo de redes viales.

El modelo de redes viales desempeña un papel clave en la integración espacial del análisis, al asignar un mercado específico a cada municipio. Aunque el proceso previo genera una base sólida de precios por mercado y producto para todos los cultivos utilizados, es este modelo el que permite incorporar la dimensión territorial al modelo.

El modelo de redes viales se desarrolló a partir de la consolidación de información de múltiples fuentes sobre las redes viales del país, en un proceso liderado por el IGAC, específicamente por el Grupo de Avalúos. Este modelo incluye un análisis detallado de las velocidades de las diferentes vías, basado en un cruce entre la información de las áreas homogéneas de tierra (AHT) y los datos de velocidades reportados por el Ministerio de Transporte.

Este enfoque permite no solo identificar la red vial más eficiente para conectar municipios con mercados, sino también considerar factores geográficos y logísticos, como las características del terreno y las condiciones de las vías.

A partir de esta información vial, el centroide de los centros poblados de los municipios del país y los municipios con centrales mayoristas SIPSA (67), se genera un modelo de redes utilizando la herramienta QNEAT3 del software Qgis (Figura 21). En esta se utiliza las velocidades de las vías para encontrar la ruta más rápida entre los municipios productores

y los mercados, permitiendo que el modelo no tome vías terciarias sino las principales vías, generando así un modelo más cercano a la realidad.

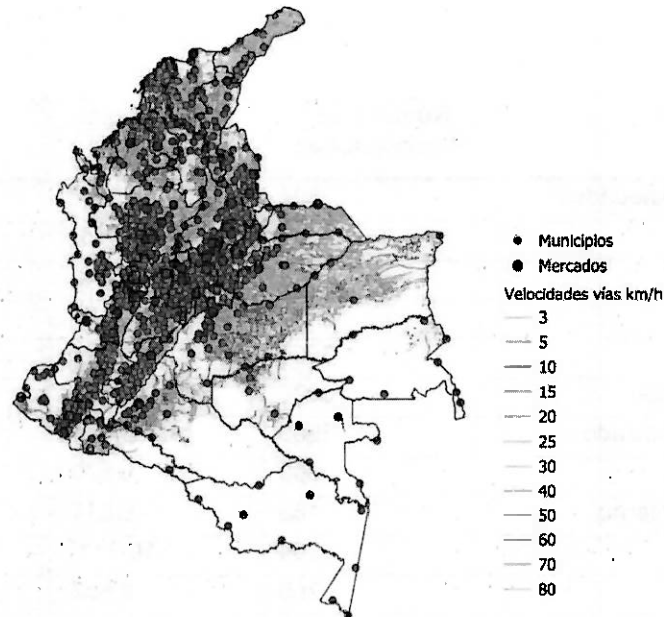


Figura 21 Modelo de red vial.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el modelo proporciona una matriz de distancias entre los municipios productores y mercados mayoristas, permitiendo no solo asignar a cada municipio su mercado más cercano que contenga el producto asociado al cultivo, sino que también proporciona la distancia que debe recorrer lo cual es un insumo base para el modelo de costos que se describe a continuación.

Costos de transporte

Los modelos diseñados para calcular el transporte interno y externo se desarrollan utilizando los datos del Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC). Para cada cultivo, se asigna un producto reportado en esta base de datos, asegurando que la relación entre cultivos y productos sea consistente con la realidad logística.

Una vez asociado el producto correspondiente, se verifica si es necesario aplicar un factor de transformación que permita homologar las unidades de medida a las utilizadas en el reporte de las Evaluaciones Agropecuarias (EVAs) para los cultivos.

Utilizando la relación que existe entre los kilómetros recorridos y el precio por tonelada por kilómetro, se ajusta un modelo lineal generalizado de efectos mixtos para cada cultivo. En



total se cuenta con el ajuste de 40 modelos para los diferentes cultivos seleccionados. La Tabla 2 presenta un resumen del número de observaciones y parámetros ajustados para cada modelo.

Cultivo	Número de observaciones	intercepto	pendiente
Aguacate demás variedades	394	10,011	- 0,608
Aguacate Hass	394	10,011	- 0,608
Algodón	106	10,190	- 0,637
Arracacha	10	8,917	- 0,447
Arroz Riego	3900	9,424	- 0,578
Arroz Secano Manual	3900	9,424	- 0,578
Arroz Secano Mecanizado	3900	9,424	- 0,578
Arveja	660	9,576	- 0,611
Banano consumo interno	183	8,814	- 0,395
Borojó	394	10,011	- 0,608
Cacao	709	9,502	- 0,558
Caña de Azúcar	1994	9,326	- 0,538
Caña Panelera	1994	9,326	- 0,538
Cebolla De Bulbo	121	9,444	- 0,530
Cebolla De Rama	227	8,092	- 0,339
Chontaduro	394	10,011	- 0,608
Coco	208	8,791	- 0,356
Curuba	859	9,527	- 0,503
Durazno o Albaricoque	37	7,353	- 0,198
Fique	105	10,717	- 0,700
Frijol	660	9,576	- 0,611
Lechuga	7	8,632	- 0,477
Limón Pajarito	837	10,081	- 0,572
Lulo	837	10,081	- 0,572
Maíz Amarillo Tecnificado	2090	9,177	- 0,561
Maíz Amarillo Tradicional	2090	9,177	- 0,561
Maíz Blanco Tecnificado	2090	9,177	- 0,561
Mango demás variedades	394	10,011	- 0,608
Mora	394	10,011	- 0,608
Naranja demás variedades	394	10,011	- 0,608
Name demás variedades	650	10,340	- 0,600

Otras hortalizas	71	8,405	-	0,351
Papa todas las variedades	650	10,340	-	0,600
Pera	178	9,019	-	0,450
Plátano consumo interno	183	8,814	-	0,395
Tomate Invernadero	286	8,649	-	0,359
Uva	78	8,773	-	0,434
Yuca consumo en fresco	56	10,130	-	0,667
Yuca Industrial	56	10,130	-	0,667
Zanahoria	10	8,917	-	0,447

Tabla 2 Parámetros modelos de transporte.
Fuente: elaboración propia a partir de datos RND

Estos modelos de transporte se basan en la distancia recorrida, que se determina a partir de dos fuentes clave. Para el costo interno, el Grupo de Avalúos estimó la distancia desde el centroide de la zona geoeconómica hasta el centro poblado del municipio, proporcionando una medida específica para el transporte dentro del municipio. Por otro lado, para el costo externo, la distancia se calcula utilizando el modelo de redes viales, previamente explicado, que conecta el municipio productor con el mercado mayorista más cercano.

A partir de la Ecuación 1 se calculan los costos internos y externos para cada cultivo en cada municipio evaluado.

$$Costo_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \log(D_{ij}) + u_j + \varepsilon_{ij} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

$Costo_{ij}$: costo del transporte para el recorrido i en el tipo de transporte j .

β_0 : intercepto fijo.

β_1 : coeficiente asociado al logaritmo de la distancia.

u_j : efecto aleatorio del tipo de transporte.

ε_{ij} : término de error residual.

5.4.6 Módulo de avalúos

Los módulos anteriores proporcionan los insumos necesarios para el proceso final desarrollado en este último módulo. Las diferentes unidades espaciales generadas en los módulos de rendimientos, costos y precios se integran para formar una unidad final. En esta



unidad consolidada se calcula la utilidad bruta y, posteriormente, el avalúo por hectárea para cada uno de los cultivos seleccionados en cada municipio.

La Figura 22 ilustra el proceso de conformación de la unidad espacial de análisis final para el cultivo de maíz tradicional en el municipio de Simijaca. Como se muestra, este proceso integra las salidas de los módulos de rendimiento, costos y precios, combinando sus respectivas unidades espaciales.

- El módulo de rendimiento genera una unidad espacial basada en los polígonos de aptitud y las áreas homogéneas de tierra (AHT), delimitando las zonas donde el cultivo tiene potencial productivo.
- El módulo de costos amplía esta unidad espacial al integrar las capas de aptitud y AHT con la capa de provincia de humedad, creada por el equipo de Agrología.
- Por último, el módulo de precios define su unidad espacial a partir de los polígonos de zonas geoeconómicas, permitiendo modelar las variaciones en los costos de transporte interno dentro del municipio.

La intersección de estas tres unidades espaciales genera la unidad espacial final, que en este ejemplo contiene un total de 97 categorías únicas, para las cuales se calcula un valor único de utilidad bruta y un avalúo por hectárea.

Cabe destacar que, aunque las capas de AHT, humedad y zonas geoeconómicas abarcan prácticamente toda el área del municipio, la capa de aptitud (aplicable únicamente a los cultivos que disponen de esta información) actúa como una restricción adicional. Esto delimita las zonas donde el modelo de capitalización no genera valores, ya que están fuera del área apta para el cultivo.

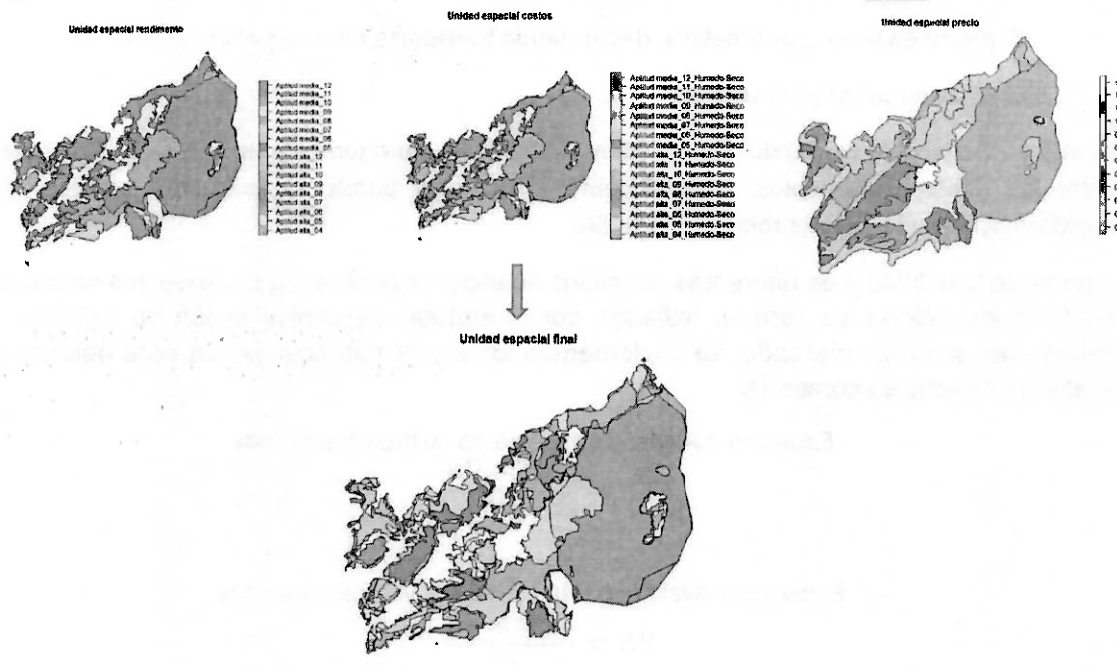


Figura 22 Unidad espacial del modelo de capitalización
Fuente: elaboración propia 2024.

Una vez conformadas las unidades de análisis espacial con toda la información generada de los diferentes módulos, se calcula la utilidad por hectárea mediante la Ecuación 2:

Ecuación 2 Utilidad por hectárea para cultivos.

$$UB = R \times P - C$$

Donde:

UB: utilidad bruta por hectárea

R: rendimiento en toneladas por hectárea

P: precio en pesos por tonelada, descontando transporte interno y externo

C: costo en pesos por hectárea.

Se utilizan factores de conversión en los diferentes cultivos para que las unidades sean coherentes entre los diferentes módulos, especialmente en cultivos donde se presentan procesos de transformación y el precio es tomado del SIPSA.

A partir de la utilidad y de diferentes ejercicios financieros realizados por expertos donde se analizan los valores de terreno hallados por el método de capitalización de ingresos y valores del suelo de mercado, se implementan las siguientes ecuaciones para obtener el avalúo por hectárea comercial:

Ecuación 3 Avalúos por hectárea cultivos transitorios

$$VH = \frac{50 \% \times UB}{i}$$

Ecuación 4 Avalúos por hectárea cultivos permanentes

$$VH = \frac{25 \% \times UB}{i}$$

Donde:

VH: valor de la hectárea

UB: utilidad bruta por hectárea

i: tasa de capitalización, la cual se fija en 7.3%

6 RESULTADOS Y DISCUSIONES

El siguiente capítulo presenta los resultados obtenidos a partir del modelo de capitalización agropecuaria y posteriormente se describe brevemente la implementación de estos resultados en un visor geográfico desarrollado por el grupo de geomática, el cual integra varias metodologías de avalúos masivos.

6.1 Evaluación y/o presentación de los resultados

Costos de transporte

El modelo permite estimar los porcentajes que representan los costos de transporte sobre el precio total de los cultivos, un análisis que se realiza en el módulo de precios. Las Figura 23 y Figura 24 presentan esta información, mostrando la distribución de estos porcentajes en los municipios del artículo 49 y destacando las variaciones según el tipo de cultivo.

Los valores no solo dependen del tipo de cultivo, sino también de las distancias involucradas, ya sean internas (dentro del municipio) o externas (hacia los mercados mayoristas). Los costos de flete externo, que abarcan el traslado desde el centro poblado del municipio productor hasta el municipio con la central mayorista más cercana, varían ampliamente, desde 1% hasta 57% del precio total del cultivo. Este rango está influenciado tanto por la naturaleza del cultivo como por la proximidad de los mercados de destino.

Como se observa en la Figura 23, para la mayoría de los cultivos y municipios productores, el costo de transporte externo representa entre 3% y 20% del precio total. Sin embargo, cultivos como la caña panelera y la caña azucarera destacan por presentar costos de transporte más elevados en proporción a su precio. En particular, para la caña panelera, más del 75% de los municipios productores registran porcentajes superiores al 20%, alcanzando hasta el 57% en algunos casos. Esto refleja la importancia de considerar tanto las características del cultivo como la ubicación geográfica en el análisis de costos de transporte, especialmente para cultivos con márgenes sensibles a estos costos.

Por otro lado, el costo de flete interno, desde las zonas geoeconómicas al centro poblado del municipio, representan porcentajes más bajos, los cuales en su mayoría oscilan entre valores menores a un 1% hasta valores del 15 % del precio del producto (excluyendo los valores de caña panelera) (Figura 24).

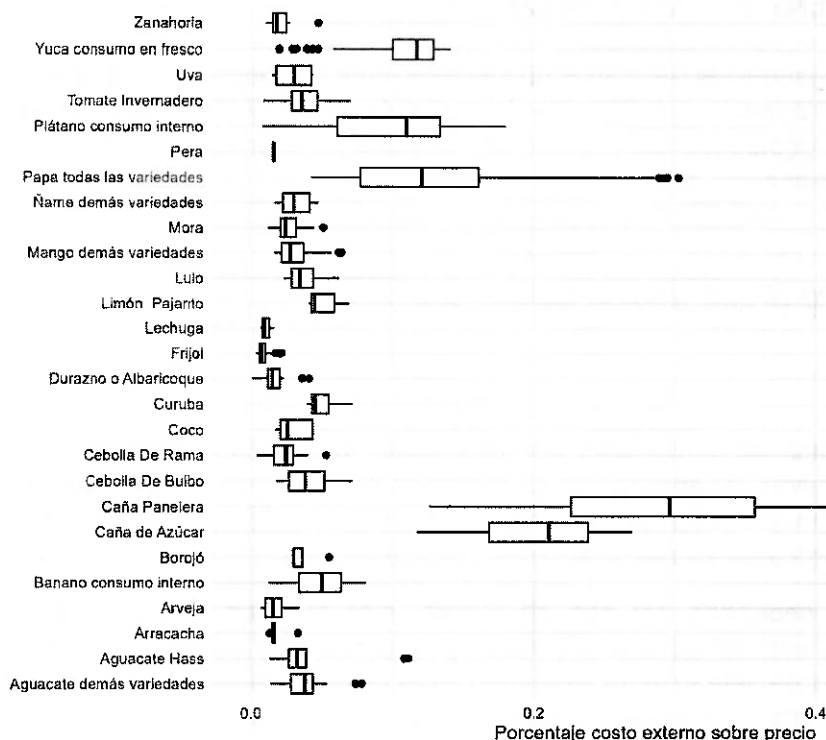


Figura 23 Porcentaje del costo externo sobre el precio del cultivo.
Fuente: elaboración propia, 2024.

Utilidad bruta

La utilidad estimada mediante los resultados de los módulos de rendimientos, costos y precios y la Ecuación 2 presentan valores desde 25 millones en pérdidas hasta 153 millones de utilidad. La mediana de todos los valores calculados se encuentra en 3.9 millones mientras que la media está en 6.4 millones. Estos valores de dispersión son para todos los valores generados para las unidades espaciales descritas anteriormente.

En la Figura 25, se agrupan estos valores por los diferentes cultivos utilizados en el modelo⁵, lo que permite identificar patrones de rendimiento económico según el tipo de cultivo. Entre los cultivos con los valores más bajos de utilidad se encuentran arveja, fique, papa y los distintos tipos de maíz, los cuales presentan promedios de utilidad negativos, indicando las zonas donde el método de capitalización no podría ser adoptado debido a que se tendrían valores de hectárea negativos.

Por otro lado, los cultivos que muestran las mayores utilidades promedio son pera, cebolla de rama y lulo, alcanzando valores medios de 71 millones, 61 millones y 45 millones por

⁵ Los valores de dispersión y la figura 25 no tienen en cuenta el cultivo de Tomate invernadero, ya que presenta valores demasiado altos, entre 81 a 302 millones de utilidad.



hectárea al año, respectivamente. Este análisis evidencia la importancia de las características específicas de cada cultivo y su contexto productivo en la generación de utilidades.

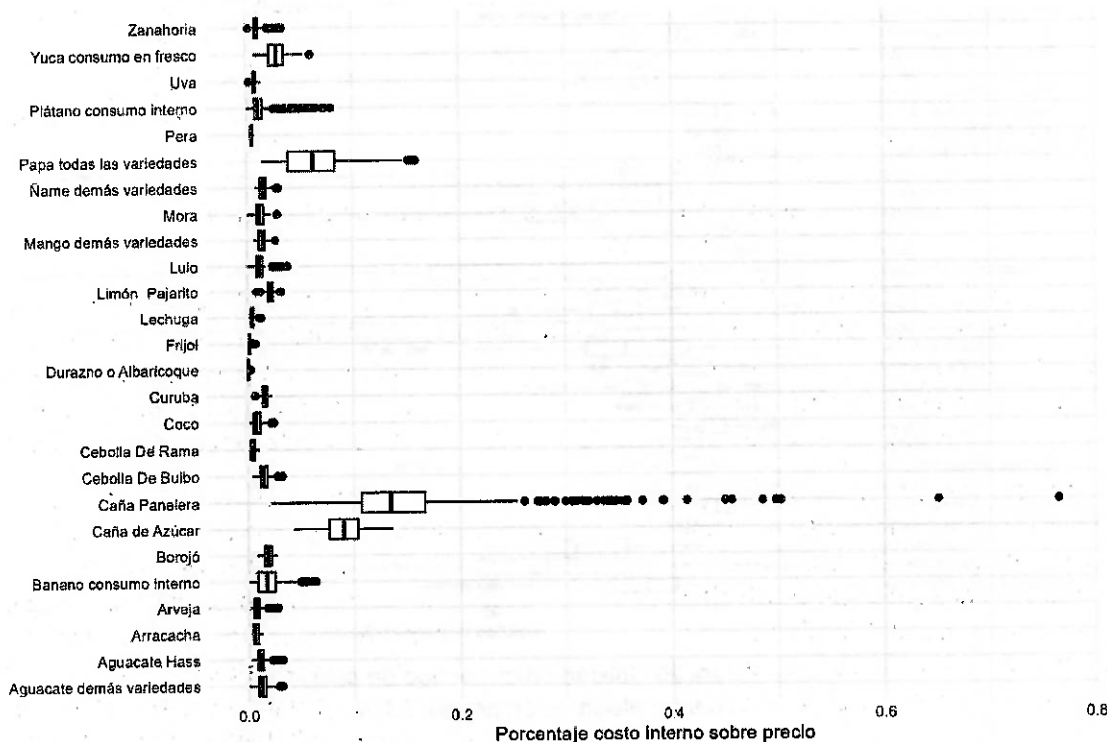


Figura 24 Porcentaje del costo interno sobre el precio del cultivo.
Fuente: elaboración propia, 2024.

A partir de la Figura 25, se observa que varios cultivos presentan valores atípicos, en su mayoría asociados a utilidades extremadamente altas. Entre estos se destacan lulo, durazno, mora y mango, que registran valores considerablemente superiores al promedio. Por el contrario, cultivos como café, cacao y palma de aceite también muestran valores atípicos, pero en este caso asociados a utilidades negativas (por debajo de cero).

Además, se resalta que los cultivos cuyos precios provienen de las federaciones productoras (como café, palma, arroz, cacao y maíz) presentan una menor dispersión en sus datos. Esto se debe a que los precios establecidos por las federaciones son precios al productor uniformes a nivel nacional, lo que reduce significativamente la variabilidad. En contraste, los cultivos cuyo precio depende de las series del SIPSA presentan mayor dispersión, ya que estas series consideran las diferencias entre los precios en los mercados locales y los costos de transporte externo, lo que introduce variabilidad según la ubicación geográfica y la proximidad a los mercados.

91

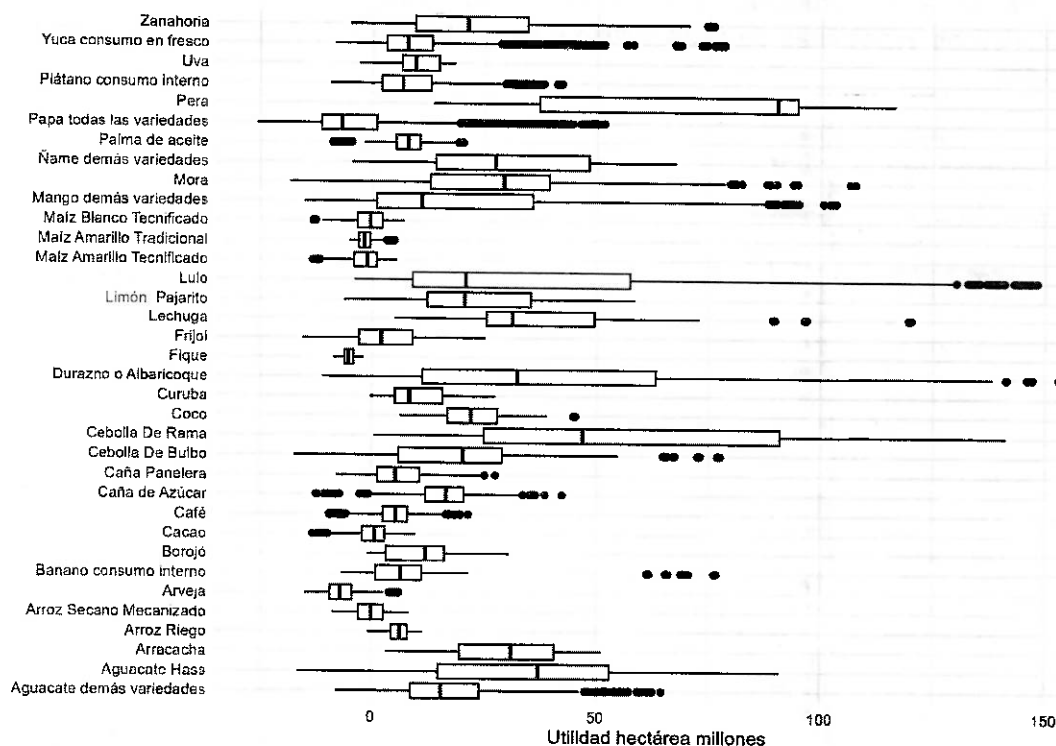


Figura 25 Utilidad bruta por tipo de cultivo
Fuente: elaboración propia, 2024.

Los rendimientos, costos, precios y la utilidad son la base para calcular el valor por hectárea final en el modelo. Estos resultados están integrados en un tablero de soporte creado en Power BI, que permite la visualización interactiva de las variables generadas.

En la Figura 26, se muestra un ejemplo de esta visualización para el cultivo de arroz riego, donde se presentan los promedios de rendimiento, precio, costo, utilidad y valor por hectárea para cada departamento donde este cultivo fue seleccionado. Además, se incluye un mapa a nivel departamental que ilustra el promedio del valor por hectárea, facilitando la comparación entre los departamentos.

El diseño del tablero permite realizar análisis tanto agregados como detallados. Por un lado, es posible seleccionar un cultivo específico para comparar sus resultados entre los diferentes departamentos. Por otro lado, también se puede escoger un departamento particular para visualizar los valores asociados a todos los cultivos presentes en dicho territorio. Esta flexibilidad en la visualización proporciona una herramienta poderosa para interpretar y comparar los resultados del modelo, identificando patrones y diferencias regionales que pueden ser útiles para la toma de decisiones.



Resultados modelo de capitalización

FILTRO	DEPARTAMENTO	CULTIVO	Promedio de RENDIMIENTO	Promedio de COSTO	Promedio de PRECIO	Promedio de Utilidad	Promedio de VALOR_HA
Selección múltiple	ATLÁNTICO	Arroz Riego	7,33	\$8.402.026	\$1.957.968	\$3.951.894	\$40.766.396
	BOLÍVAR	Arroz Riego	5,42	\$8.122.716	\$1.957.968	\$2.490.818	\$17.060.395
	CASANARE	Arroz Riego	4,97	\$8.141.161	\$1.957.968	\$1.592.280	\$10.906.027
DEPARTAMENTO	CESAR	Arroz Riego	5,13	\$7.874.750	\$1.957.968	\$2.164.789	\$14.827.186
Todas	CÓRDOBA	Arroz Riego	6,02	\$8.240.009	\$1.957.968	\$3.548.179	\$24.309.443
	HUILA	Arroz Riego	7,92	\$7.907.704	\$1.957.968	\$7.607.987	\$52.109.503
	LA GUAJIRA	Arroz Riego	7,34	\$8.800.666	\$1.957.968	\$3.569.473	\$38.147.088
MUNICIPIO	NORTE DE SANTANDER	Arroz Riego	7,54	\$8.001.796	\$1.922.713	\$6.498.043	\$44.507.143
Todas	TOQUIMA	Arroz Riego	7,40	\$7.824.874	\$1.957.968	\$5.660.267	\$43.618.296
	Total		7,27	\$7.954.683	\$1.956.296	\$6.260.491	\$42.880.972



Figura 26 Resultados agregados por departamento, cultivo y ciclo.
Fuente: elaboración propia, 2024.

Finalmente, se presentan los valores por hectárea calculados para las diferentes unidades espaciales y cultivos incluidos en el modelo. En la Figura 27, se muestra la dispersión de estos valores, diferenciados por tipo de cultivo.

Entre los cultivos transitorios, los valores más altos por hectárea corresponden a cebolla de rama, ñame, lechuga y arracacha, mientras que, en los cultivos permanentes, destacan pera, lulo, durazno y aguacate Hass como los de mayor valor.

Por otro lado, se observan cultivos con valores por hectárea mayoritariamente negativos. En los transitorios, esto ocurre principalmente con arveja, los diferentes tipos de maíz, papa y arroz seco mecanizado, mientras que, entre los cultivos permanentes, los más afectados son fíque y cacao.

Esta dispersión refleja las diferencias en la rentabilidad de los cultivos según sus características y las condiciones productivas de las unidades espaciales, destacando la importancia de factores como costos, rendimientos y precios en la estimación final de los valores por hectárea.

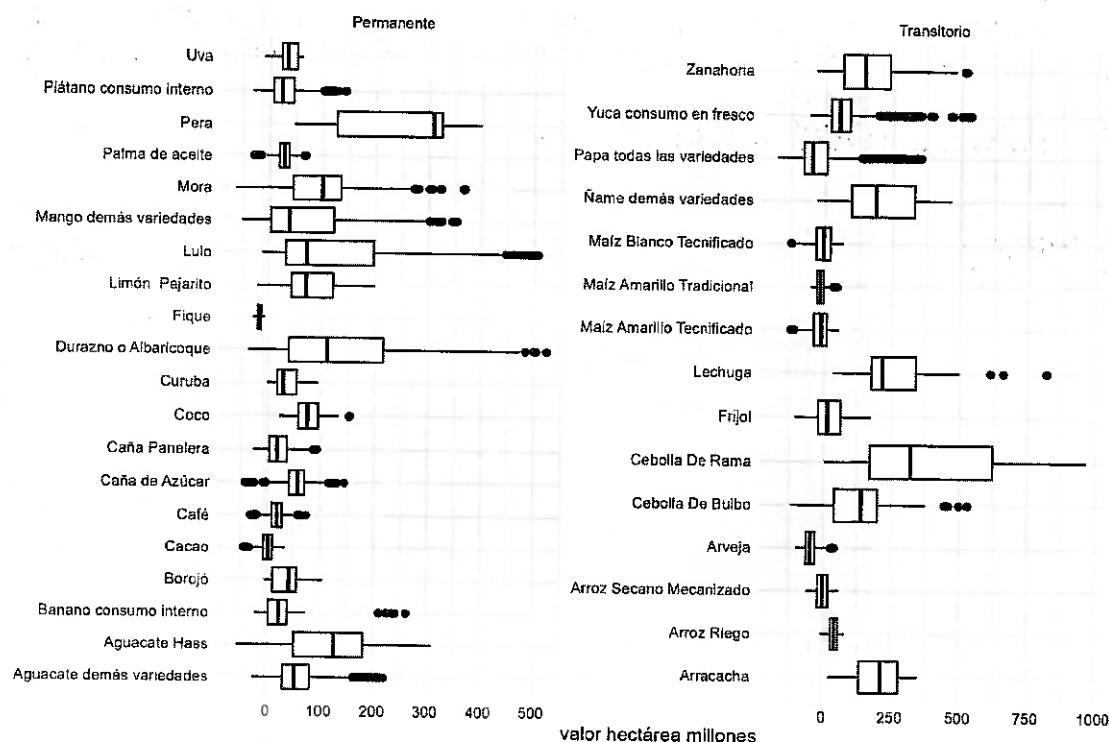


Figura 27 Valor por hectárea por tipo de cultivo y ciclo.
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para generar un análisis más profundo de estos resultados, es necesario revisarlos de manera espacial. Para esto se ha desarrollado un visor el cual contiene todas las unidades espaciales generadas con la información y resultados del modelo. En la siguiente sección se describe este visor el cual también integra información de valores comerciales del OIC y la metodología masiva de modelos econométricos.

6.2 Implementación y/o difusión de resultados



Los resultados obtenidos a través del modelo de capitalización sirvieron como insumo para el artículo 49, posicionándolo como una de las metodologías masivas clave para reducir el rezago en los avalúos catastrales del país. En este contexto, la principal difusión de los resultados del modelo se realiza mediante el establecimiento de incrementos en los valores de referencia de las zonas geoeconómicas, y que entrarán en vigor en 2025.

Adicionalmente, se desarrollaron dos plataformas para presentar los resultados del modelo. La primera, mencionada en varias secciones de este documento, es un tablero de control que contiene información clave del modelo de capitalización, incluyendo datos base, información procesada y resultados agregados. La Figura 28 ilustra la tabla de contenido de este tablero, mientras que en el Anexo 3 se proporciona el enlace de acceso.

Modelo de capitalización agropecuaria Artículo 49

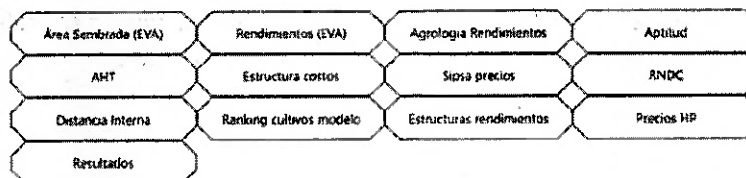


Figura 28 Tablero de control del documento del modelo de capitalización de renta.

Fuente: elaboración propia 2024.

La segunda plataforma fue desarrollada por el equipo de geomática del artículo 49 y se implementó utilizando *ArcGIS Experience*. A diferencia del tablero de control, que presenta resultados agregados, este visor permite explorar los resultados a nivel de la unidad espacial generada por el modelo. Para cada unidad espacial, el visor incluye diversas variables del modelo y ofrece la posibilidad de aplicar filtros por departamento, municipio y tipo de cultivo.

Además, el visor integra otras metodologías masivas utilizadas en el artículo 49, lo que permite contrastar los resultados de capitalización con otros valores. La Figura 29 presenta una imagen del visor y su configuración.

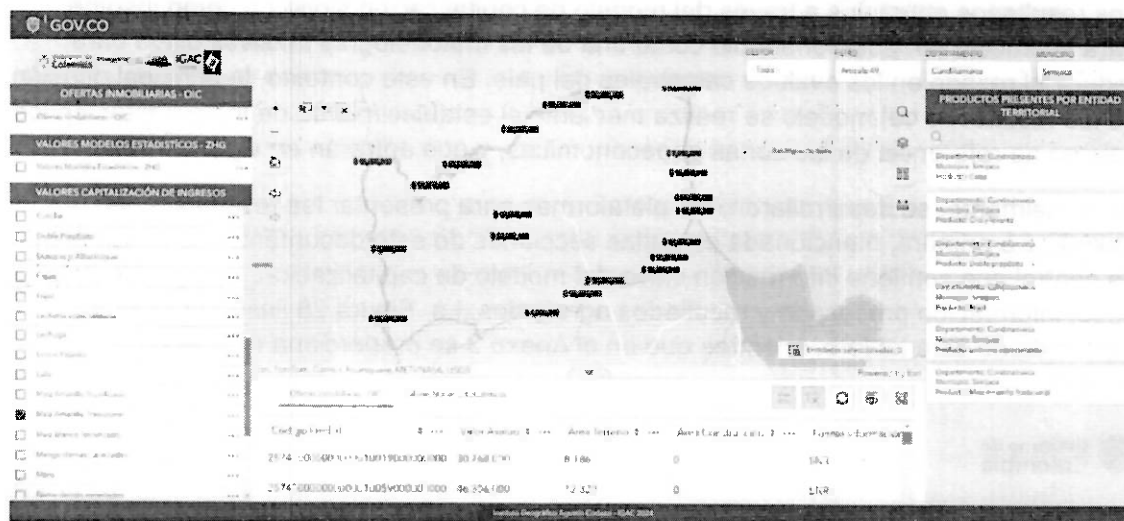


Figura 29 Visor con resultados desagregados por unidad espacial del modelo de capitalización.
Fuente: elaboración propia 2024.

7 CONCLUSIONES

- La metodología aquí expuesta permitió hallar de manera masiva valores comerciales de terreno en función de su productividad y uso agropecuario, empleando el método de capitalización de ingresos en su variante de renta perpetua.
- Más que una metodología, el desarrollo propuesto constituye una solución innovadora en el ámbito catastral. El modelo de capitalización se consolidó no solo como una herramienta clave para abordar los requerimientos del artículo 49, sino también como un instrumento aplicable a la actualización catastral rural habitual. Además, este desarrollo dejó como legado no solo la metodología en sí, sino también la identificación de fuentes de información y estrategias para su uso, como la integración en modelos y cruces espaciales. Estas fuentes pueden recopilarse periódicamente, asegurando la actualización continua del modelo.
- El modelo de capitalización también podría emplearse para generar análisis adicionales en el sector agropecuario, permitiendo evaluar el impacto de diversos escenarios mediante simulaciones de choques en variables clave como rendimientos, costos y precios. Esta capacidad de análisis prospectivo amplía su utilidad más allá del ámbito catastral, ofreciendo una herramienta versátil para la planificación y toma de decisiones en el sector.
- La estructura modular del modelo facilita la actualización y mejora de los modelos internos que lo componen. Además, las bases de datos empleadas pueden ser alimentadas o actualizadas de manera continua, lo que permite optimizar y enriquecer los resultados del modelo de forma dinámica y adaptable a nuevos contextos.
- En el contexto actual de Colombia, donde se está llevando a cabo una reforma agraria que incluye la compra de tierras, el método de comparación de mercado presenta una susceptibilidad significativa a influencias especulativas del mercado. En contraste, el método de capitalización ofrece una alternativa más objetiva, ya que se fundamenta exclusivamente en la productividad de la tierra, evitando así los sesgos asociados a la especulación y garantizando una valoración más estable y basada en el rendimiento real del suelo.
- La inclusión de plataformas como el tablero de control y el visor geoespacial garantiza la accesibilidad de la información para los actores interesados, promoviendo la toma de decisiones informada.
- Debido a la magnitud del proyecto y al horizonte de tiempo para su desarrollo, no fue posible realizar una validación independiente de cada uno de los componentes del modelo ni de sus resultados finales a nivel de cultivo y municipios específicos. Para futuras aplicaciones del modelo, se recomienda involucrar a expertos temáticos y

avaliadores en el proceso de validación. Esto permitiría evaluar los resultados de manera continua y establecer alertas ante posibles valores incoherentes, garantizando así una mayor precisión y robustez en las estimaciones.

- Los resultados del modelo llegan al nivel de detalle de valor por hectárea para cada cultivo en cada polígono. Sin embargo, para definir un único valor de hectárea por polígono, es necesario desarrollar una metodología que combine los valores de los distintos cultivos.

8 ANEXOS

- Anexo 1 Archivo con códigos de homologación entre diferentes bases de datos
- Anexo 2 Archivo con resultados finales del modelo de capitalización de renta.
- Anexo 3 Tablero soporte del documento desarrollado en powerbi.
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoieYzExYjQ1OTQzMjE1ZS00YTg1LTkxMjEtMjA2ZWJiNzDc1YjE2liwidCI6ImVkNDlmZTlhLTZlZWEtNDdINIiZjUyLWVlOWVvYjYkYTgwNyJ9>
- Anexo 4 Archivos con los parámetros para la estructura de costos.
- Anexo 5 Carpeta con códigos finales para ejecutar el modelo.
Carpeta: src
- Anexo 6 Carpeta con inputs para ejecutar el modelo.
Carpeta: input



9 BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, D., Rodríguez, A., Gómez, L., Acosta, C., Cortés, C., Enciso, F., & Vergara, J. (2018). *Metodología de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general*.

IGAC. (2008). *Resolución 620 de 2008*.

IGAC. (2023a). *Instructivo Actualización de Áreas Homogéneas de Tierras a Nivel Municipal con Fines Multipropósito*.

IGAC. (2023b). *Resolución N 1040 de 2023*.

PND. (2023). *El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026: Colombia, Potencia Mundial de la Vida* (Número 189).

METODOLOGÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN MASIVA DE VALORES CATASTRALES REZAGADOS EN LAS ZONAS RURALES, QUE PERMITAN POR UNA SOLA VEZ REALIZAR EL AJUSTE AUTOMÁTICO AL QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO 49 DE LA LEY 2294 DE 2023

Contenido

1	Presentación	2
2	Características generales de la actualización masiva de valores catastrales rezagados	3
2.1	Excepcionalidad	3
2.2	Masividad	4
2.3	Ajuste automático exclusivo del valor catastral de los predios	4
2.4	Estandarización.....	5
2.5	Flexibilidad o adaptabilidad	5
2.6	Transparencia.	5
3	Definiciones.....	6
4	Objetivo de la metodología para la actualización masiva de valores catastrales rezagados en las zonas rurales	12
5	Alcance.....	12
6	Descripción general de la metodología	13
7	Identificación y análisis de las fuentes de información disponibles	13
7.1	Información de los observatorios inmobiliarios.....	13
7.2	Información oficial producida por entidades de gobierno	14
7.3	Información recolectada para la actualización del rezago	15
7.4	Análisis de la información disponible	15
8	Procedimiento para la estimación de valores comerciales	16
8.1	Técnicas o modelos de estimación del avalúo comercial.....	17
8.1.1	Modelos estadísticos	17
8.1.2	Método comparativo o de mercado	18
8.1.3	Método de capitalización de ingresos o de rentas	19
9	Análisis integrado de los diferentes resultados y definición de los porcentajes de ajuste del valor comercial.....	21
10	Aplicación del porcentaje sobre el valor comercial para determinar el valor catastral	22
11	Resultados y productos de la metodología.....	23

1 Presentación

El artículo 49 de la Ley 2294 de 2023 establece que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- adoptará metodologías y modelos de actualización masiva de valores catastrales rezagados, que permitan por una sola vez realizar un ajuste automático de los avalúos catastrales de todos los predios del país, exceptuando aquellos que hayan sido objeto de formación o actualización catastral durante los últimos cinco (5) años previos a la expedición de la presente ley o cuyo proceso de formación o actualización esté en desarrollo a la fecha de expedición, con el fin de contrarrestar la distorsión de la realidad económica de estos, corregir inequidades en la carga tributaria y mejorar la planificación del territorio.

En cumplimiento del mencionado artículo, este documento constituye el Anexo Técnico que hace parte integral de la Resolución IGAC, por medio de la cual se adopta la metodología para la actualización masiva de valores catastrales rezagados en las zonas rurales, que permita realizar el ajuste automático al que se refiere el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023.

El presente documento consta de siete apartados, incluyendo esta presentación, en los cuales se describen: las características generales de la actualización masiva de valores catastrales rezagados, las definiciones a tener en cuenta para su aplicación, así como el objetivo, alcance y la descripción general de la metodología. A partir de estos elementos, que determinan el marco de aplicación, se detallan las etapas de identificación y análisis de las fuentes de información disponibles, los procedimientos para la estimación de los valores comerciales, y la definición del porcentaje a aplicar sobre el valor comercial para el cálculo del porcentaje de incremento del avalúo catastral en cada zona homogénea geoeconómica de la zona rural del municipio objeto de intervención. Por último, se enuncian los productos y resultados de la presente metodología.

2 Características generales de la actualización masiva de valores catastrales rezagados

De acuerdo con lo dispuesto por el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, son características generales de la actualización masiva de valores catastrales rezagados las siguientes:

2.1 Excepcionalidad

La actualización masiva de valores catastrales rezagados corresponde al ajuste automático de los valores o avalúos catastrales de los predios de un municipio. Esta actualización es de tipo excepcional, toda vez que: por un lado, no corresponde a un proceso de la gestión catastral, y por otro, solo puede aplicarse una vez.

El proceso de actualización catastral hace referencia a un conjunto de estrategias y actividades dirigidas a obtener la información para identificar, recoger, incorporar o rectificar las características físicas, jurídicas y económicas de los predios en un territorio objetivo, el cual debe llevarse a cabo de manera constante, en consonancia con las dinámicas inmobiliarias y de mercado en cada territorio o jurisdicción.

Por su parte, el ajuste automático está relacionado con la información económica que corresponde al valor o avalúo catastral del inmueble¹. Por consiguiente, consiste en realizar una investigación general de los distintos factores que inciden en la definición de los precios del suelo, que, mediante incrementos porcentuales determinados, permitan cerrar la brecha existente entre los avalúos catastrales vigentes y el valor de mercado de dichos predios, y, así, reducir distorsiones de la realidad económica de los avalúos y mejorar las condiciones de equidad en la carga tributaria.

En este sentido, el alcance de los términos "proceso de actualización catastral" y "ajuste automático" se precisa conjuntamente para aclarar que lo ordenado por el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, no corresponde al término "actualización" en el sentido del proceso de gestión catastral, que, según el artículo 4.2.3 de la Resolución IGAC 1040 de 2023, se entiende como un proceso obligatorio que, periódico y sistemático, atendiendo la dinámica inmobiliaria y de mercado en los territorios objetivo, así como los criterios, directrices y/o lineamientos establecidos por el IGAC.

Este ajuste automático es una disposición que se realizará por una sola vez. Tal como lo dispone, el parágrafo 2 del artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, la actualización masiva de valores rezagados es transitoria y, una vez realizada, se retomará el procedimiento de

¹ Avalúo catastral. Valor de un predio resultante de un ejercicio técnico, que, en ningún caso, podrá ser inferior al 60% del valor comercial o superar el valor de este último.

ajuste anual de avalúos catastrales definido en la Ley 44 de 1990, modificada por la Ley 242 de 1995 o la norma que haga sus veces.

2.2 Masividad

Tal como su nombre lo indica, la actualización masiva de avalúos catastrales tiene un componente de masividad intrínseco, diferente al de los procesos tradicionales de formación y actualización catastral, en la medida que, como ya se ha enunciado, esta metodología no corresponde a un proceso de la gestión catastral en los términos de la Resolución IGAC 1040 de 2023.

En la mencionada resolución (Artículo 4.2.1), entre las características comunes de los procesos de formación y de actualización catastral, se define la masividad como el proceso que cubre la totalidad de los predios de un territorio objetivo, a través de un barrido predial masivo, sin importar el método o combinación de métodos utilizados para la intervención y recolección de la información catastral de los predios respecto a los cuales se han identificado cambios y/o inconsistencias.

Sin embargo, la actualización masiva a la que refiere esta metodología, a diferencia de la masividad del proceso de actualización catastral, no requiere adelantar barridos prediales masivos, ni modificar en el proceso, datos de los predios o de los estudios económicos, ya que se entiende como la aplicación del reajuste automático para la totalidad de predios de un municipio, en este caso específico, de su zona rural.

2.3 Ajuste automático exclusivo del valor catastral de los predios

El ajuste automático de la presente metodología se define como el cálculo de porcentajes de incremento que se le debe aplicar a los valores catastrales vigentes, con el objetivo de reducir la diferencia con los valores comerciales predominantes en las zonas homogéneas geoeconómicas. En algunos casos podrá consistir en mantener los mismos valores vigentes, debido a la realidad inmobiliaria de un municipio y la estimación de los valores de mercado mediante técnicas estadísticas y valuatorias técnicamente justificadas.

El rezago de los avalúos catastrales se relaciona con la falta de implementación de lo dispuesto en el artículo 24 de la Ley 1450 de 2011, que establece la obligación de las autoridades catastrales de actualizar los catastros en periodos de cinco (5) años. Esto ha generado una brecha entre los valores comerciales y los avalúos catastrales, que constituyen la base gravable del impuesto predial unificado y no reflejan los cambios de la dinámica inmobiliaria y de mercado en relación con la realidad de sus características económicas. Como consecuencia, el rezago se traduce en un desfase, que puede definirse

tanto en términos de tiempo como en la magnitud de las brechas respecto a los valores comerciales, siendo actualmente, en promedio, de 16 años.

El avalúo catastral se define en la Resolución IGAC 1040 de 2023, como el valor de un predio resultante de un ejercicio técnico que, en ningún caso, podrá ser inferior al 60% del valor comercial o superar el valor de este. Por tanto, el valor comercial se considera esencial para determinar el avalúo catastral y se define en la Resolución IGAC 1040 de 2023 como el precio más probable por el cual un inmueble se transaría en un mercado donde el comprador y el vendedor actuarían libremente, con el conocimiento de las condiciones físicas y jurídicas que afectan el bien.

Además de las características generales derivadas de las disposiciones legales aplicables, y en consideración de los principios de la gestión catastral, también son características de esta metodología, las siguientes:

2.4 Estandarización

La presente metodología establece una secuencia de pasos y lineamientos técnicos generales replicables por todos los gestores catastrales. Esta estandarización asegura la estimación de porcentajes de ajuste de los valores catastrales, basada en principios técnicos y mecanismos reconocidos por la normatividad vigente, así como por las mejores prácticas en materia valuatoria.

2.5 Flexibilidad o adaptabilidad

Aunque se establecen condiciones de estandarización que buscan la homogeneidad en la comprensión y aplicación del artículo 49 de la Ley 2294 de 2023 por parte de los gestores, la metodología también incorpora flexibilidad, permitiendo su adaptación mediante la aplicación de diferentes métodos de recolección de información y fuentes, así como mecanismos de estimación del avalúo comercial, de acuerdo con la realidad inmobiliaria de la zona de aplicación.

2.6 Transparencia.

Con base en el principio de transparencia que rige a la gestión catastral en su conjunto, la aplicación de esta metodología debe permitir el acceso a los datos e información relacionados con el ajuste automático de avalúos catastrales, sin perjuicio del cumplimiento de las normas de protección de datos personales. Como mínimo, los gestores deben publicar las memorias técnicas del ejercicio, indicando los métodos de cálculo y criterios utilizados.

3 Definiciones

Autoestimación del avalúo catastral. Derecho que tiene todo interesado de predios de presentar antes del 30 de junio de cada año ante al correspondiente gestor catastral, la estimación del avalúo catastral de su inmueble (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Aptitud de Uso: Capacidad productiva del suelo hasta el límite en el cual puede ocurrir deterioro. Define su aptitud para el uso con fines agrícolas, pecuarios, forestales, paisajísticos, entre otros, con principios de sostenibilidad ((Guía IGAC- Información de clases agrológicas Código: PC-GAG-01 Versión: 1 Vigente desde: 07/09/2020)

Avalúo: El acto de estimar el valor monetario de una propiedad. Acto o proceso de determinar un estimado de valor de un activo o pasivo aplicando ciertos parámetros o normas. (Normas internacionales de valuación).²

Avalúo Catastral: Es el valor de un predio, resultante de un ejercicio técnico que, en ningún caso, podrá ser inferior al 60% del valor comercial o superar el valor de este último. Para su determinación no será necesario calcular de manera separada el valor del suelo y el de la construcción (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Base de datos catastral. Es el compendio de la información geográfica y alfanumérica estructurada, que se almacena y se gestiona en un sistema informático, referente a los aspectos físicos, jurídicos y económicos de los predios inscritos en el catastro. Debe ser interoperable con el registro de la propiedad inmueble y con otros sistemas de administración del territorio. (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Catastro. Inventario o censo de los bienes inmuebles localizados en el territorio nacional, de dominio público o privado, independiente de su tipo de tenencia, el cual debe estar actualizado y clasificado con el fin de lograr su identificación jurídica, física y económica con base en criterios técnicos y objetivos (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Catastro multipropósito. Aquel en el que la información que se genere a partir de su implementación, debe servir como un insumo fundamental en la formulación e implementación de diversas políticas públicas, contribuyendo a brindar una mayor seguridad jurídica, la eficiencia del mercado inmobiliario, el desarrollo y el ordenamiento

² Las organizaciones y la práctica de valuadores de los países hispanoparlantes utilizan, indistintamente los términos "valuación" "valoración", "avaluación", "evaluación" y "tasación", de uso más extendido en el conjunto de los países hispanohablantes. Cfr. <https://grupotecnocr.com/wp-content/uploads/2020/12/IVS-2020-en-espan%CC%83ol-UPAV.pdf>

territorial, integrada con el registro público de la propiedad inmueble, digital e interoperable con otros sistemas de información del territorio, y que provea instrumentos para una mejor asignación de los recursos públicos y el fortalecimiento fiscal de los territorios (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Cultivos Permanentes: Corresponde a aquellos cultivos cuyo ciclo vegetativo dura más de dos años y ofrecen durante este periodo varias cosechas. (Guía IGAC- Información de clases agrológicas Código: PC-GAG-01 Versión: 1 Vigente desde: 07/09/2020)

Cultivos Semipermanentes: Comprenden una clase intermedia que diferencia los cultivos transitorios o temporales y los permanentes, cuyo ciclo toma entre uno y dos años. Existen otros criterios para nombrarlos, tales como cultivos bienales. ((Guía IGAC- Información de clases agrológicas Código: PC-GAG-01 Versión: 1 Vigente desde: 07/09/2020)

Cultivos Transitorios: Denominados también como temporales son aquellos cuyo ciclo vegetativo (germinación, inflorescencia, fructificación, senectud) dura un (1) año o menos, periodo durante el cual solo produce una cosecha ((Guía IGAC- Información de clases agrológicas Código: PC-GAG-01 Versión: 1 Vigente desde: 07/09/2020).

Dinámica del mercado inmobiliario. Estudio de los cambios del mercado inmobiliario en un tiempo determinado, derivados de hechos o circunstancias económicas, sociales y jurídicas a partir del análisis y comprensión del comportamiento individual de los agentes que intervienen a través de acciones u omisiones y sus relaciones de poder e influencia sobre dicho mercado. (Resolución IGAC 1040 de 2023)

Error sistemático: Es aquel que se produce de manera recurrente y regular sobre iguales periodos de tiempo, o mismos espacios geográficos, o mismos elementos objeto de descripción. Esto, debido a novedades del diseño metodológico o a instrucciones o formación del personal encargado de diferentes fases en el proceso, estructura de bases de datos y/o soluciones informáticas, que conlleven a repetir sucesivamente el fallo en el producto. (Resolución IGAC 1040 de 2023)

Gestores catastrales. Son las entidades públicas del orden departamental o municipal, así como los esquemas asociativos de entidades territoriales, que hayan sido habilitadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) según la reglamentación dispuesta para tal efecto. También lo es el IGAC en su calidad de máxima autoridad catastral, la Agencia Nacional de Tierras y las entidades que eran titulares de catastros descentralizados o cumplen esa función por delegación antes de la promulgación de la Ley 1955 de 2019 (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Información catastral. Características físicas, jurídicas y económicas de los predios. Dicha información constituirá la base catastral y deberá ser incorporada por los gestores



catastrales en el Sistema Nacional de Información Catastral - SINIC o en la herramienta tecnológica que haga sus veces (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Información económica: Corresponde al valor o avalúo catastral del inmueble, el cual deberá guardar relación con los valores de mercado (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Información física: Corresponde a la representación geométrica, la identificación de la cabida, los linderos y las construcciones de un inmueble. La identificación física no implica necesariamente el reconocimiento de los linderos del predio in situ (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Información jurídica: Identificación de la relación jurídica de tenencia entre el sujeto activo del derecho, sea el propietario, poseedor u ocupante, con el inmueble. Esta calificación jurídica no constituye prueba ni sana los vicios de la propiedad. (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Mercado inmobiliario. Es la interacción de agentes cuyas decisiones mantienen o modifican la oferta, demanda y precio de bienes inmuebles en un ámbito geográfico y tiempo determinado (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Métodos de reconocimiento. Métodos de recolección y levantamiento de la información física, jurídica y económica de los predios, clasificados en métodos directos, indirectos, declarativos, colaborativos, o la combinación de estos. (Resolución IGAC 1040 de 2023)

Métodos directos de recolección de información. Son aquellos que requieren una visita técnica con el fin de recolectar la información de los componentes físico, jurídico y económico, que reflejan la realidad de los bienes inmuebles. Para efectos de levantamiento de información de área y/o linderos se entienden métodos directos aquellos que permiten la toma de medidas con instrumentos o la captura de puntos con equipos de geoposicionamiento. (Resolución IGAC 1040 de 2023)

Métodos indirectos de recolección de información. Son aquellos métodos en los que se hace uso de insumos cartográficos, uso de imágenes de sensores remotos, integración de registros administrativos, modelos estadísticos y econométricos, análisis de Big Data y demás fuentes secundarias como los observatorios inmobiliarios, para disponer la información de los componentes físico, jurídico y económico de los bienes inmuebles para su incorporación a la base catastral. Los métodos indirectos pueden aplicarse con visita al predio. (Resolución IGAC 1040 de 2023)

Métodos declarativos y colaborativos. Son los métodos en los cuales se recolecta la información física, jurídica y económica de los predios mediante la participación de la

comunidad en espacios concertados, talleres, convocatorias y puntos de atención, entre otros. (Resolución IGAC 1040 de 2023)

Modelos estadísticos. Representaciones matemáticas de alguna realidad, basado en los datos reales suministrados y en la aplicación de fórmulas o ecuaciones para realizar predicciones.

Modelo LADM_COL. Perfil adoptado para Colombia del Modelo para el Ámbito de la Administración del Territorio (Land Administration Domain Model) ISO 19152 de 2012. Es un esquema conceptual que refuerza la adopción de estándares y componentes estructurales para los sistemas catastrales, evaluados de acuerdo con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), posibilitando la disponibilidad, accesibilidad, integración y uso de los datos catastrales.

La norma ISO 19152:2012 busca estandarizar la creación del modelo de la realidad relativa al ámbito de la administración del territorio, centrándose en definir el modelo de la realidad indicado y lo hace mediante el lenguaje gráfico UML (Unified Modeling Language). Así, la definición incluye las clases o tipos de objetos que describen la realidad de la administración de tierras, sus atributos o características que las detallan y las relaciones que mantienen entre ellas.

El modelo LADM_COL está compuesto por el modelo núcleo, por los modelos extendidos y por los modelos de aplicación que se desarrollen por parte de las entidades, y que globalmente conforman el núcleo común de interoperabilidad orientado a que los procesos de administración de los objetos territoriales sean eficientes y ofrezcan al ciudadano un servicio efectivo.

Modelos Aditivos: son un tipo de modelo de regresión en el que se relaja la hipótesis de que la relación entre la variable respuesta y las variables predictoras es lineal, y el valor esperado de la variable respuesta sea una función suavizada monótonica del predictor lineal. Adicionalmente, se admiten distribuciones más versátiles para la variable respuesta. Estos modelos son útiles para datos correlacionados espacialmente (Wood, 2017).

Modelos de regresión: son una de las técnicas de uso más frecuente para analizar datos multifactoriales. En estos se utiliza una ecuación para expresar la relación entre una variable de interés (la respuesta) y un conjunto de variables predictoras relacionadas. En esa ecuación intervienen parámetros desconocidos estimados a partir de un conjunto de datos (Gujarati, 2012).

Modelos Random Forest: Es una técnica de machine learning correspondiente a una extensión de los árboles de decisión, donde son incluidos un mayor número de árboles con el fin de aumentar la exactitud de la predicción (Pineda, 2021).

Observatorio inmobiliario catastral. Es un instrumento para la identificación, gestión, estandarización, integración, análisis y síntesis de información para la comprensión, monitoreo, generación y divulgación de conocimiento en torno a las dinámicas del mercado inmobiliario, que contribuya a la toma de decisiones, especialmente aquellas que conduzcan al mejoramiento del servicio público catastral y a la generación de políticas públicas territoriales (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Predio. Inmueble con o sin título registrado, no separado por otro predio, con o sin unidades de construcción y vinculado con personas naturales o jurídicas, según su relación de tenencia: propietario, poseedor u ocupante. (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Proceso de formación catastral. Es el conjunto de actividades destinadas a identificar, recoger e incorporar en la base de datos catastral, por primera vez, la información física, jurídica y económica de la totalidad de los predios que conforman un territorio objetivo para la gestión catastral (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Proceso de actualización catastral. Es el conjunto de actividades destinadas a identificar, recoger, incorporar o rectificar en la base de datos catastral los cambios o inconsistencias en la información catastral en sus componentes físicos, jurídicos y económicos, en un territorio objetivo, durante un período determinado (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Proceso de conservación catastral. Se entiende por el conjunto de acciones tendientes a mantener actualizada la base catastral de forma permanente, mediante la identificación, recolección e incorporación de los cambios en la información de un bien inmueble. La conservación catastral podrá realizarse a solicitud de parte o de oficio. (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Rezago de los avalúos catastrales: Corresponde a la diferencia generalizada entre los avalúos catastrales vigentes de un municipio y los valores comerciales actuales con los que se deberían liquidar los avalúos catastrales a la fecha

Rezago de los valores catastrales: Es la diferencia entre los valores unitarios utilizados para liquidar los avalúos catastrales y los valores comerciales actuales encontrados en el análisis por diferentes los métodos.

Sistema de Administración del Territorio (SAT). Conjunto de procesos, acuerdos interinstitucionales, marcos legales, estándares, infraestructuras de datos y tecnologías que se requieren para facilitar la colaboración armónica entre los distintos niveles de decisión pública, la participación de la ciudadanía, los campesinos, los pueblos indígenas, las

comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, y el uso de la información territorial en la toma de decisiones integrales y coordinadas y la adecuada prestación de servicios al ciudadano relacionados con derechos, restricciones y responsabilidades sobre la tenencia, uso, valor y desarrollo del territorio (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Gestión catastral. Servicio público prestado directamente por el Estado, que comprende el conjunto de operaciones técnicas y administrativas orientadas a la adecuada formación, actualización, conservación y difusión de la información catastral, por medio de los cuales se logra la identificación y mantenimiento permanente de la información física, jurídica y económica de los bienes inmuebles del país. La gestión catastral tiene implícito el enfoque multipropósito, el cual contribuye en la conformación de un sistema catastral integral, completo, actualizado, confiable, consistente con el registro de la propiedad inmueble, digital e interoperable con otros sistemas de información del territorio, buscando contribuir a la prestación eficiente de servicios y trámites de información catastral a la ciudadanía y a la administración del territorio en términos de apoyo para la seguridad jurídica del derecho de propiedad inmueble, el fortalecimiento de los fiscos locales y el apoyo a los procesos de planeación y ordenamiento territorial, con perspectiva intercultural. (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Uso del suelo. Es la destinación asignada al suelo por la autoridad competente en desarrollo de los instrumentos de ordenamiento territorial de conformidad con las actividades que se puedan desarrollar. (Resolución IGAC 1040 de 2023).

Valor comercial. Precio más probable por el cual éste se transaría en un mercado donde el comprador y el vendedor actuarían libremente, con el conocimiento de las condiciones físicas y jurídicas que afectan al bien (Resolución IGAC 1040 de 2023). El valor comercial hace referencia al valor global de un inmueble, cuando se hable de los valores comerciales y catastrales, se hace referencia a los valores unitarios que se utilizan para liquidar el avalúo.

Zonas Homogéneas Físicas: Son espacios geográficos con características similares en cuanto a vías, topografía, servicios públicos, uso actual del suelo, norma de uso del suelo, tipificación de las construcciones o edificaciones, áreas homogéneas de tierra, acceso aguas para la producción agropecuaria u otras variables que permitan diferenciar estas áreas de las adyacentes. (PC-GCT-03, IGAC 2024).

Zonas Homogéneas Geoeconómica: Son espacios geográficos determinados con valores unitarios similares en cuanto a su precio, según las condiciones del mercado inmobiliario. (PC-GCT-03, IGAC 2024).

4 Objetivo de la metodología para la actualización masiva de valores catastrales rezagados en las zonas rurales

Establecer un porcentaje de aumento diferenciado de los valores catastrales unitarios para los predios rurales, con base en la estimación masiva de su valor comercial. Este ajuste puede realizarse ya sea exclusivamente mediante la estimación del valor comercial de los terrenos o mediante la inclusión de la estimación del valor de las construcciones de dichos predios. El propósito es contrarrestar la distorsión existente en los avalúos inscritos en la base catastral respecto de la realidad económica actual.

5 Alcance

De acuerdo con el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, el ajuste automático de los avalúos catastrales aplica a los predios que no hayan sido objeto de formación o actualización catastral en los cinco años anteriores al 19 de mayo de 2023, fecha de expedición de la mencionada ley. En específico, la presente metodología define las condiciones para la actualización masiva de valores catastrales rezagados en las zonas rurales.

Esta metodología excluye los predios rurales con procesos de formación o actualización catastral iniciados antes del 19 de mayo de 2023, así como aquellos iniciados posteriormente que se proyecten para entrar en vigencia en enero de 2025 o enero de 2026. Sin embargo, si dichos procesos no concluyen antes del 31 de diciembre de 2025, los predios rurales de estos municipios deberán tener el ajuste automático bajo la presente metodología a partir del 1 de enero de 2026.

Este anexo técnico contiene la metodología para determinar el ajuste automático que permita reducir el rezago existente en los valores catastrales de los predios rurales, excepto aquellos ubicados en centros poblados, según la información vigente en la base de datos catastral. Posteriormente, el IGAC establecerá la metodología para el ajuste de los valores catastrales en predios ubicados en suelo urbano y centros poblados.

Dentro de la estructura del número predial nacional (NPN), las zonas se definen a partir de las posiciones 6 y 7 de la siguiente manera:

- 00 Rural
- 01 Urbano
- 02- 99 Centros Poblados

Aunque no es necesario calcular de manera separada el valor del suelo y el de la construcción, en ciertos casos, y dependiendo de la información disponible, se podrá estimar el valor comercial únicamente para los terrenos.

Los gestores catastrales podrán incluir el valor de las construcciones en el ajuste automático siempre que cuenten con información suficiente, respetando la dinámica de cada territorio y alineándose con el marco técnico y jurídico vigente:

6 Descripción general de la metodología

La metodología se basa en el ajuste automático de los valores catastrales rezagados, alineándolos con los estudios económicos vigentes de las zonas rurales. Este proceso utiliza el conjunto de información disponible y emplea un enfoque orientado a la integración y análisis de datos provenientes de diversas fuentes y actores. Para ello, se hace uso de observatorios inmobiliarios u otros mecanismos, con el propósito de gestionar y generar información que facilite un análisis integral de las dinámicas territoriales y enriquezca la definición del componente económico del catastro.

Para su implementación, la metodología comprende varias etapas, las cuales se presentan en el siguiente diagrama y se describen en los apartados posteriores.

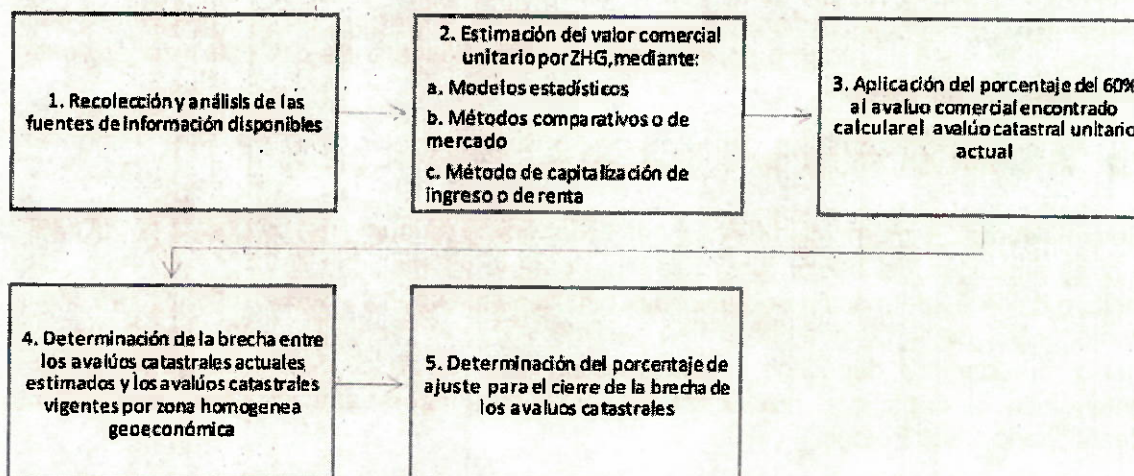


Ilustración 1. Flujo general metodología de ajuste automático

7 Identificación y análisis de las fuentes de información disponibles

7.1 Información de los observatorios inmobiliarios

En términos conceptuales, los observatorios inmobiliarios se consideran herramientas fundamentales para consolidar información que facilite el conocimiento, seguimiento y análisis de la dinámica inmobiliaria, las tendencias, la estructura y las características del mercado inmobiliario, así como la incidencia de las políticas públicas.

Los gestores catastrales que hayan implementado observatorios inmobiliarios utilizarán la información disponible como insumo contextual para estimar el valor comercial o aplicar modelos estadísticos. El Observatorio Inmobiliario del IGAC pondrá a disposición de los demás gestores la información que posea, para que esta sea utilizada en la definición del ajuste automático establecido en el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023.

En cuanto a la información económica, los principales datos obtenidos de los observatorios inmobiliarios incluyen:

- Transacciones inscritas en el registro público de la propiedad (Superintendencia de Notariado y Registro).
- Avalúos comerciales realizados por entidades públicas y privadas, o a solicitud de estas.
- Anuncios en portales inmobiliarios y datos de ofertas recolectadas en campo.

Esta información es relevante para determinar si existe una dinámica inmobiliaria en la zona respectiva o en zonas comparables, lo que permitiría aplicar el método comparativo o de mercado. También se utilizará para realizar comparaciones entre diferentes zonas dentro del municipio y la región.

7.2 Información oficial producida por entidades de gobierno

Se considerará la información física y socioeconómica de contexto, producida por el IGAC y otras entidades del sector rural, relevante para la estimación del valor comercial. Esto incluye datos e información sobre: Zonas clasificadas según su aptitud agrológica y áreas homogéneas de tierra, que comparten características similares de clima, relieve, material litológico superficial, depósitos, y características internas de los suelos. Estas condiciones determinan la capacidad productiva de las tierras, expresada en un valor numérico denominado Valor Potencial (VP).

Las fuentes de información que podrán ser utilizadas son:

- Zonas homogéneas físicas y zonas homogéneas geoeconómicas.
- Capas de frontera agrícola y de aptitudes de cultivo, de acuerdo con información de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA).
- Capas de Áreas Homogéneas de Tierra, de vocación de uso del suelo, uso principal del suelo, y clases agrológicas,
- Cobertura y uso del suelo (Corine Land Cover).
- Capas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y de Resguardos Indígenas.

Los gestores catastrales establecerán y aplicarán los procedimientos técnicos para relacionar los códigos prediales con la información asociada de las capas.

7.3 Información recolectada para la actualización del rezago

También son fuentes válidas de información las siguientes:

- Datos recogidos en terreno o transacciones recientes
- De manera complementaria, ofertas publicadas en portales especializados.
- De manera complementaria, consultas a gremios inmobiliarios para obtener información sobre avalúos realizados en los últimos cinco (5) años.

Sin embargo, esta información complementaria no podrá ser determinante para establecer los valores de los predios. También será posible aplicar métodos declarativos y colaborativos, tal como los define el Anexo 1 de la Resolución IGAC 1040 de 2023.

7.4 Análisis de la información disponible

Para determinar la usabilidad de las fuentes en la estimación de valores comerciales, será necesario verificar las condiciones de calidad, veracidad, completitud, consistencia e integridad de la información, así como realizar la depuración o ajuste requeridos para su utilización como insumo en el proceso.

Dado que las fuentes de información disponibles en los Observatorios Inmobiliarios Catastrales cumplen con los procesos de aseguramiento de calidad, se entiende que la información allí dispuesta cuenta con criterios de calidad suficientes para su uso.

Esta información es relevante para:

1. Determinar si existe una dinámica inmobiliaria en la zona respectiva o en zonas comparables, con el propósito de definir los métodos o modelos que se aplicarán en la estimación masiva de avalúos comerciales.
2. Realizar comparaciones entre distintas zonas del municipio y la región, a fin de identificar tenencias y patrones.

En definitiva, con base en la identificación y análisis de las fuentes, se definirá la prioridad de los métodos de estimación de valores comerciales que se aplicarán, y sobre los cuales posteriormente se calcularán los valores catastrales. Estos métodos pueden incluir:

- Comparativo o de mercado.
- Método de capitalización de rentas o ingresos

- Modelos estadísticos.

8 Procedimiento para la estimación de valores comerciales

La estimación de valores comerciales se basa en un análisis integral de la información disponible, combinando diversas actividades y técnicas de análisis. Las normas catastrales y aquellas relacionadas con avalúos contemplan cuatro métodos o técnicas principales:

1. Método comparativo o de mercado.
2. Método de capitalización de rentas o ingresos.
3. Técnica residual
4. Método de reposición.

Para la aplicación de esta metodología, se considerará lo siguiente:

1. Modelos estadísticos predictivos: Se implementarán modelos estadísticos con capacidad de predecir el valor de los terrenos, utilizando la información disponible. Estos modelos se fundamentarán en variables explicativas relacionadas con las características físicas y económicas de los terrenos, así como con sus condiciones de localización.
2. Método comparativo o de mercado: Este método se aplicará en zonas donde existan transacciones recientes, es decir, realizadas en los cinco (5) años previos al reajuste. En ausencia de transacciones recientes, la información disponible será utilizada como referencia.
3. Método de capitalización de ingresos o rentas: Se empleará este método en base a la información sobre ingresos derivados del arrendamiento o actividades agropecuarias que puedan desarrollarse en los terrenos. Este cálculo considera la capacidad productiva de la tierra y utiliza una tasa de capitalización o interés para traer a valor presente los ingresos esperados.

En zonas donde no existan dinámicas de mercado, será posible aplicar:

- El método de mercado considerando zonas con características o comportamientos similares.
- El método de capitalización de rentas o ingresos.
- Modelos estadísticos.

En todo caso, será necesario justificar la selección del método y se sustentará técnicamente.

El análisis integrado de los resultados obtenidos con cada metodología permitirá determinar un valor por hectárea representativo de la respectiva zona homogénea geoeconómica, en concordancia con la definición de valor comercial establecida previamente.

Con base en el principio de libertad metodológica, cada gestor catastral definirá los procedimientos internos para el control de calidad, evaluación y revisión de resultados, en cumplimiento del artículo 49 de la Ley 2294 de 2023.

Los gestores catastrales también deberán designar instancias internas responsables de estos procedimientos.

8.1 Técnicas o modelos de estimación del avalúo comercial

8.1.1 Modelos estadísticos

Los modelos estadísticos son representaciones matemáticas diseñadas para predecir el valor del terreno a partir de datos reales de entrenamiento. Estas predicciones se basan en variables explicativas relacionadas con las características físicas, socioeconómicas y del entorno de los terrenos. Entre las principales variables consideradas se encuentran:

- Área del terreno.
- Valor potencial.
- Condiciones agrológicas.
- Disponibilidad de agua.
- Pendiente del terreno.
- Ubicación geográfica.

La base de entrenamiento se compone de datos como transacciones, avalúos comerciales y ofertas de mercado.

Entre las técnicas utilizadas se encuentran:

- Modelos lineales generalizados (MLG).
- Modelos aditivos generalizados (MAG).
- Modelos aditivos generalizados para localización, escala y forma (GAMLSS por sus siglas en inglés).
- Técnicas de aprendizaje automático (Machine Learning) como:
 - o Random Forest.
 - o XGBoost.

Para estimar el valor del terreno, se integran y combinan en una única tabla diversos datos, como las bases de datos catastrales, las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas vigentes, los indicadores socioeconómicos de los municipios y las capas geográficas producidas por el IGAC y otras entidades. Entre estas capas se incluyen:

- Áreas Homogéneas de Tierra.
- Vocación de uso del suelo.
- Uso principal del suelo.
- Clases agrológicas.
- Corine Land Cover.
- Áreas protegidas.
- Parques Nacionales Naturales, y
- Resguardos indígenas.

Cada gestor catastral tiene la responsabilidad de definir y justificar sus propios modelos de estimación, considerando que los modelos de regresión tradicionales presuponen una relación lineal entre la variable dependiente y las variables independientes. Para capturar relaciones no lineales y flexibilizar los supuestos teóricos de los modelos convencionales, se pueden emplear variantes como:

- Red neuronal de una sola capa.
- Árboles potenciados.
- Bosques aleatorios.
- Conjuntos de árboles de decisión.
- Árboles de decisión.
- K-vecinos más cercanos,
- Máquinas de soporte vectorial con bases de funciones polinómicas y con funciones de bases radiales.
- Splines de regresión adaptativa multivariada (MARS).
- Modelos aditivos generalizados.

8.1.2 Método comparativo o de mercado

El método comparativo o de mercado busca establecer el valor comercial de un terreno mediante el análisis de transacciones recientes y ofertas de bienes comparables. Los terrenos deben presentar condiciones de mercado, localización y características físicas similares, como su capacidad agrológica, disponibilidad de agua, accesibilidad, topografía, clima y tipos de cultivo.

Aunque las normas vigentes no definen con precisión el alcance del término “recientes”, para efectos de esta metodología se considerarán transacciones realizadas en los cinco (5) años previos a la recolección de la información.

Cada gestor catastral será responsable de la depuración y análisis de los datos obtenidos. Si se encuentran transacciones de los últimos cinco (5) años y se dispone de precios de oferta y demanda, dichos datos podrán ser considerados determinantes en la investigación económica. De no ser así, las ofertas se tomarán como información complementaria a los resultados obtenidos mediante el método de capitalización de ingresos o de rentas y/o los modelos estadísticos. Adicionalmente, se podrán realizar visitas de campo para verificar las dinámicas de mercado y recoger datos de ofertas, además de emplear métodos indirectos de recolección de información, como métodos declarativos y colaborativos.

Los datos obtenidos de consultas a expertos o encuestas serán considerados un apoyo al proceso de estimación del valor comercial, pero no serán determinantes en dicha estimación.

8.1.3 Método de capitalización de ingresos o de rentas

Este método permite estimar el valor comercial de un terreno a partir de las rentas o ingresos agropecuarios que se pueden obtener de él o de inmuebles semejantes y comparables por sus características físicas, aptitud productiva, valor potencial, condiciones climáticas, uso y localización.

Si se tiene acceso a información representativa sobre valores de cánones de arrendamiento para terrenos en uso agropecuario, se tomará como la observación de la renta de la tierra, a la que aplicaría una tasa de capitalización en un determinado período, para traer dicha renta a valor presente.

Adicionalmente, se puede estimar el valor comercial con base en los ingresos probables del ciclo productivo de los terrenos, mediante una investigación de mercado específica para la zona o municipio y sus productos potenciales.

El valor comercial también se puede calcular en función de los ingresos probables derivados del ciclo productivo de los terrenos, basándose en una investigación de mercado específica de la zona o municipio y sus productos potenciales. Para ello, se considerarán los ingresos probables del ciclo productivo de los terrenos y se realizarán estudios específicos sobre los productos cultivados en la zona o municipio, tomando como referencia la información disponible sobre las áreas sembradas.

Se podrán utilizar las capas geográficas señaladas en el punto sobre Modelos estadísticos y, además, los datos contenidos en la información alusiva a la identificación, localización, tamaño, destino económico y avalúo del predio, entre otros. También se utilizarán las bases

de datos del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA), las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA), producidas por la UPRA, Cuentas Nacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), estadísticas del IGAC, Encuesta Nacional Agropecuaria, Censo Nacional Agropecuario e información de gremios del sector. Además, los gestores catastrales podrán desarrollar sus propios sistemas para identificar la estructura de costos de cada cultivo y los parámetros de productividad.

Las operaciones para definir el valor comercial mediante esta metodología incluirán los siguientes pasos:

1. Caracterización productiva: Definir los cultivos predominantes en cada municipio³.
2. Estimación de rendimientos: Determinar la producción en toneladas por hectárea, utilizando las capas de aptitud de la tierra⁴ del Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA) de la UPRA, las Áreas Homogéneas de Tierra definidas por el IGAC y las Encuestas Agropecuarias Municipales (EVA).
3. Cálculo de costos: Utilizar la información sobre estructuras de costos normalizados, generada por el grupo de Agrología del IGAC, así como las series de costos reportadas por SIPSA-DANE. Se podrán considerar factores como la distancia a centrales minoristas y la asignación de costos de cada actividad, con información del SIPSA y variaciones de costos por escenario, en función de las áreas homogéneas de tierra, capas de aptitud e índice climático de humedad⁵.
4. Identificación de precios: Usar series de precios mayoristas del SIPSA-DANE, series de la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano y datos de los gremios del sector. Se considerará el centro de acopio más cercano, el Registro Nacional de Despacho de Carga y las capas de vías y velocidades para calcular los costos de transporte desde el predio hasta el centro poblado y desde allí a la central mayorista más cercana.
5. Valor del terreno: Se puede obtener dividiendo un porcentaje de la utilidad bruta entre la tasa de interés o de capitalización, basado en estimaciones masivas. Los porcentajes de la utilidad bruta pueden variar según tipo de cultivo, estableciéndose en un 50% de la utilidad anual para cultivos transitorios y un 25% para cultivos permanentes, siendo necesario traer a valor presente la suma de los ingresos probables generados durante el ciclo productivo, utilizando la información actual e histórica disponible para cada actividad agropecuaria.

Se considerarán cultivos predominantes aquellos que representen aproximadamente el 80% del área sembrada del municipio. Para cada uno de estos cultivos, se elaborarán fichas técnicas que contengan la estructura de costos normalizada del municipio, basadas

³ Con respecto a la actividad pecuaria se podrán definir valores para todos los municipios así haya evidencia o no de que esta actividad se desarrolle.

⁴ Por aptitud de la tierra se entiende las condiciones y la adaptabilidad de un tipo de tierras para un determinado uso

⁵ Hace referencia a la evapotranspiración potencial



mayormente en información del SIPSA. Si no se dispone de información específica del municipio, se utilizará la del municipio más cercano o, en su defecto, el promedio nacional. En el uso agropecuario, se trabaja con dos clasificaciones o categorías generales: el uso agrícola, que incluye cultivos transitorios y permanentes, y el uso pecuario, que abarca tanto especies menores como mayores. Una vez identificados los productos agropecuarios más relevantes en el uso actual del suelo, se procede a estimar la renta agropecuaria y la renta atribuible a la tierra, con base en los ingresos y costos estimados para cada actividad en los diferentes municipios o regiones del país.

Para la actividad pecuaria de ganadería bovina, la renta se puede calcular según los distintos sistemas de producción: cría y levante, ceba, doble propósito y lechería especializada, aplicados a tres pisos térmicos. En estos casos, se recogen las costumbres o prácticas productivas donde el dueño de la tierra participa con aproximadamente un 50% de los ingresos obtenidos a través del modelo de asociatividad conocido como "al aumento". Estos ingresos, aunque asignados al dueño de la tierra, no se consideran utilidad bruta, ya que éste incurre en algunos gastos de mantenimiento de potreros. Se estima que la participación de la tierra en el ingreso agropecuario es del 30%, mientras que los 20 puntos porcentuales restados se asumen como costos de mantenimiento. Este método de cálculo de la renta de la tierra se aplica a los sistemas de cría y levante, ceba y doble propósito.

La utilidad bruta se distribuye entre el dueño de la tierra y el inversionista, según el tipo de cultivo y sistema de producción ganadera, y se determina con base en la productividad, ventas y costos del cultivo o producción presente en la zona. Es importante diferenciar entre cultivos tecnificados y aquellos de producción tradicional o campesina.

La participación de la renta de la tierra en la utilidad se establece para cada actividad o cultivo, separando el potencial alquiler del suelo o el aporte en tierra, del beneficio empresarial. La utilidad variará según el tipo de cultivo y la inversión en capital.

En cuanto a la tasa de interés de capitalización perpetua, esta debe permitir que los valores de terreno hallados a partir del valor de la renta se aproximen a los valores de terreno observados en el mercado de tierras. Los avalúos realizados por el IGAC para el año 2024, en diversos predios agropecuarios, permitieron establecer que esta tasa es de 7,3%⁶.

9 Análisis integrado de los diferentes resultados y definición de los porcentajes de ajuste del valor comercial

Los datos obtenidos de fuentes secundarias y mediante la aplicación de los modelos estadísticos y los métodos descritos (*método comparativo o de mercado y capitalización de*

⁶ La tasa de 7,3% fue determinada en aplicación del Artículo 37 de la Resolución 620 de 2008. No debe confundirse con la tasa de descuento utilizada para traer valores futuros a valor presente, la cual se emplea generalmente en el avalúo puntual de tierras agropecuarias para cultivos permanentes.

ingresos o renta), serán analizados conjuntamente en el contexto de las distintas regiones y municipios. Esto permitirá determinar el valor comercial más representativo de cada zona homogénea geoeconómica.

La instancia designada por cada gestor catastral definirá el valor comercial que será tomado en cuenta para el ajuste automático de los valores catastrales, asegurando así la aplicación de criterios consistentes y equitativos en la valoración de los predios.

10 Aplicación del porcentaje sobre el valor comercial para determinar el valor catastral

Una vez determinado el valor comercial para cada zona homogénea geoeconómica, se aplicará el porcentaje que establezca el gestor catastral para obtener los valores catastrales, considerando que en ningún caso podrá ser inferior al 60% o superar dicho valor, de conformidad con lo establecido en la Resolución IGAC 1040 de 2023. El porcentaje de incremento para el j -ésimo predio se establecerá de la siguiente manera:

$$Var. \%_j = \left(\frac{\text{Nuevo avalúo catastral}_j}{\text{Avalúo catastral vigente}_j} \right) - 1 * 100$$

$j = 1, \dots, n$, donde n es el número de predios en la ZHG. Las variaciones se pueden agregar a nivel de zona homogénea geoeconómica y determinar a partir de diferentes estadísticos⁷ el porcentaje a aplicar, como se indicó previamente. Por ejemplo, en caso de utilizar la media, el incremento para la ZHG i -ésima se podría obtener a partir de la siguiente ecuación.

$$\text{Incremento ZHG}_i = \frac{\sum_{j=1}^n (Var. \%_1 + Var. \%_2 + \dots + Var. \%_n)}{n}$$

En consecuencia, el ajuste del avalúo catastral para los predios pertenecientes a una ZHG específica estará dado por: $\text{Avalúo definitivo}_{art49} = \text{Avalúo catastral vigente}_j * (1 + \text{Incremento ZHG}_i)$

En los casos donde los gestores catastrales opten por establecer el nuevo avalúo catastral solo para los terrenos, y en los casos en que estén diferenciados en la base catastral, podrán aplicar a las construcciones el reajuste autorizado por el Gobierno Nacional o los gestores catastrales descentralizados el índice de valoración predial - IVP, con base en el artículo 8 de la Ley 44 de 1990, modificado por el artículo 6 de la Ley 242 de 1995.

⁷ Se pueden considerar estadísticos como la media, mediana, mínimo o máximo, entre otros.

Los gestores catastrales podrán adoptar el porcentaje que se indica en este punto sin sobrepasar el 100%, según lo establecido por la Resolución IGAC 1040 de 2023.

11 Resultados y productos de la metodología

El desarrollo de la metodología para la actualización masiva de valores catastrales rezagados en las zonas rurales, que permita, por una sola vez, realizar el ajuste automático al que se refiere el artículo 49 de la Ley 2294 de 2023, tiene los siguientes productos mínimos.

1. Porcentaje de incremento del avalúo catastral de los predios rurales por zona homogénea geoeconómica vigente.
2. Documentación digital y/o física recolectada y generada en la aplicación de la metodología.
3. Memorias de los procesos de estimación de avalúos comerciales unitarios, definición de la brecha y determinación de los porcentajes de incremento por Zona Homogénea Geoeconómica.
4. Base de datos con los avalúos catastrales ajustados para los predios inscritos en la zona rural de los municipios a intervenir
5. Acto administrativo de carácter general que determine el ajuste de los valores catastrales.

Son resultados de la metodología:

1. Mayor calidad y fiabilidad de la información catastral en su componente económico.
2. Contribución a una mayor eficiencia del mercado inmobiliario y al ordenamiento territorial, social y productivo
3. Fortalecimiento fiscal local, y de los instrumentos de desarrollo territorial y de gestión del suelo en territorios objetivo.

Reducción de Rezago de Avalúos Catastrales - Artículo 49 PND(2022-2026)

Cálculo del índice de Incrementos - Artículo 49 PND

**Elaborado por
María Fernanda Zarate**

**INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC
SUBDIRECCIÓN GENERAL**

Diciembre de 2024

Contenido

1. Introducción	3
2. Objetivo.....	4
3. Insumos	4
4. Proceso de cálculo de incrementos.....	5
5. Producto entregado	7

1. Introducción

En cumplimiento del mandato establecido en el Artículo 49 del Plan Nacional de Desarrollo, se ha identificado la necesidad de abordar el rezago en los avalúos catastrales a nivel nacional, con un énfasis prioritario en las zonas rurales. Este requerimiento legal exige la implementación de una metodología específica que permita ajustar con precisión los valores de los terrenos en estas áreas, con el objetivo de eliminar distorsiones y promover una tributación territorial más equitativa.

La metodología adoptada se basa en la determinación de un porcentaje de incremento para cada zona geoeconómica homogénea (ZHG), partiendo de un valor comercial definido por la Subdirección de Avalúos. Este valor comercial es convertido a su equivalente catastral mediante la aplicación del 60% del valor comercial, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1170 de 2015, que fija este porcentaje como el mínimo aplicable.

Es importante destacar que los valores comerciales utilizados en este proceso toman como referencia la capa vigente de Zonas Homogéneas Geoeconómicas (ZHG); sin embargo, dado que la metodología establecida no contempla la actualización física de estas zonas, las ZHG continúan desactualizadas.

Adicionalmente, el Sistema Nacional Catastral realiza la liquidación con base en información alfanumérica. Sin embargo, a partir de este proceso, se han identificado discrepancias significativas entre los datos alfanuméricos y geográficos. Para mitigar estas diferencias, se implementó un proceso de homologación, cuyo objetivo es convertir los valores geográficos en alfanuméricos, asegurando mayor coherencia en la valoración catastral.

Este procedimiento se desarrolla en dos etapas: primero, se determinan los porcentajes de incremento a nivel de predio y, posteriormente, se agregan estos valores a nivel de ZHG alfanumérica, garantizando mayor consistencia en la asignación de valores catastrales.

El presente documento describe los pasos desarrollados para establecer dichos porcentajes de incremento, así como los insumos utilizados y los productos entregados.

2. Objetivo

Describir el proceso aplicado para determinar los incrementos en cada Zona Homogénea Geoeconómica.

3. Insumos

1)

Insumo	Proveedor	Fecha de entrega	Cobertura
Tabla a nivel predial con áreas de terreno y de construcción, avalúos (terreno, construcción, total), ZHG y destino.	Sistema Nacional Catastral	2024-06-17	Municipios bajo gestión del IGAC (*).
Tabla a nivel municipio, zona, ZHG y destinos afectados con el valor de referencia catastral de la ZHG.	Sistema Nacional Catastral	2024-06-14	Municipios bajo gestión del IGAC (*).
Capa de lotes	Subdirección de Catastro	2024-01	Municipios bajo gestión del IGAC.
Listado de municipios a los cuales será aplicado el Artículo 49.	Subdirección de Avalúos	2024-12-26	Municipios núcleo de la reforma agraria con vigencia de actualización rural anterior al 2018 y sin resolución de apertura del proceso de actualización. 50 municipios. Ver Tabla del Anexo
Archivo .shp con los valores comerciales propuestos para cada	Subdirección de Avalúos	2024-12-29	629 municipios con valores de ZHG.

ZHG existente
geográficamente.

4. Proceso de cálculo de incrementos

1. Reestructuración de la tabla de ZHG del SNC para que cada fila corresponda a una combinación única de Código de ZHG - Zona - Destino.
2. Se realiza la integración de ambas bases del SNC, asignando a la tabla predial el valor de hectárea de terreno correspondiente desde la tabla de ZHG.
3. Cruce geográfico entre la capa de ZHG con valores comerciales propuestos y la capa de lotes.
4. Construcción de la base predial alfanumérica con los valores comerciales de terreno propuestos.
5. Cruce entre la base predial alfanumérica con valores comerciales propuestos y la base predial del SNC.
6. Dado que un mismo predio puede intersectar múltiples Zonas Homogéneas Geoeconómicas y, por lo tanto, tener distintos valores comerciales propuestos, se obtiene un único valor de terreno por predio mediante un promedio ponderado de estos valores, utilizando como peso el área correspondiente de cada intersección. La formulación para el nuevo valor de terreno para un predio sería:

$$VTP_j = \frac{\sum_{i=1}^n VZHG_i \times AG_i}{\sum_{i=1}^n AG_i}$$

Donde,

- VTP_j : valor de terreno comercial recalculado.
- $VZHG_i$: valor comercial de la hectárea en la i -ésima ZHG intersectada.
- AG_i : área del predio que se solapa con la i -ésima ZHG.
- n : número de ZHG que intersectan el predio.

110

7. Se obtiene el valor catastral aplicando un factor de conversión de 0.6 sobre el valor comercial.

$$VTC_j = 0,6 \times VTP_j$$

Donde,

- VTC : valor de terreno catastral del j -ésimo predio.

8. Se determina el porcentaje de incremento para cada predio en función del valor catastral resultante.

$$IVT_j = \frac{VTC_j}{VTV_j} - 1$$

Donde,

- IVT_j : incremento del valor de terreno del j -ésimo predio.
- VTV_j : valor de terreno catastral vigente del j -ésimo predio.

9. El incremento de cada Zona Homogénea Geoeconómica (ZHG) se obtiene como un promedio ponderado de los incrementos calculados para los predios que la conforman, utilizando como peso el área del predio registrada en el SNC.

$$IZHG = \frac{\sum_{j=1}^m IVT_j \times AT_j}{\sum_{j=1}^m AT_j}$$

Donde,

- IVT_j : incremento del valor de terreno para el j -ésimo predio.
- AT_j : área de terreno registrada en el SNC para el j -ésimo predio.
- m : número de predios que conforman la ZHG.

10. Generación de la tabla de salida. Se devuelve una tabla con completitud respecto a la tabla inicial de ZGH remitida por el SNC.

5. Producto entregado

Listado de incrementos, en formato .xls, para cada Zona Homogénea Geoeconómica, de 49 municipios objeto del artículo 49 para la vigencia 2025.



Comisión Tercera <comision.tercera@camara.gov.co>

Documento de Respuesta: 1000DG-2026-0000082-EE - Respuesta debate de control político

1 mensaje

sigac1@igac.gov.co <sigac1@igac.gov.co>
Para: comision.tercera@camara.gov.co

14 de abril de 2026 a las 4:44 p.m.

**Señor(a) Elizabeth Martinez Barrera,**

La Administración del **Instituto Geográfico Agustín Codazzi** le remite el documento de salida identificado con el número **1000DG-2026-0000082-EE**, correspondiente a la respuesta o solicitud generada para usted.

Para acceder al contenido del documento, haga clic en el siguiente enlace:

Ver Documento

Si tiene alguna inquietud, por favor comuníquese directamente con la entidad.

Atentamente,

Dirección General

Este correo es informativo. Favor no responder a esta dirección, ya que no está habilitada para recibir mensajes.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

BOGOTA D.C. - CARRERA 30 N°48-51

3773214

Email: contactenos@igac.gov.coWeb: <https://www.igac.gov.co/>sigac@igac.gov.co

112

