DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN OBSERVATORIO INMOBILIARIO PARA LA EMPRESA JORGE ELIECER GAITÁN INGENIERÍA, CONSULTORÍA Y VALORACIÓN S.A.S, MEDIANTE INFORMACIÓN CONSOLIDADA ENTRE LOS AÑOS 2013 A 2023.

JUAN PABLO SOLER GARCIA

CODIGO: 20181025078

CATALINA PEÑA CASTELLANOS

CODIGO: 20182025077

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CATASTRAL Y GEODESIA

BOGOTA D.C.

2024

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN OBSERVATORIO INMOBILIARIO PARA LA EMPRESA JORGE ELIECER GAITÁN INGENIERÍA, CONSULTORÍA Y VALORACIÓN S.A.S, MEDIANTE INFORMACIÓN CONSOLIDADA ENTRE LOS AÑOS 2013 A 2023.

JUAN PABLO SOLER GARCIA

CODIGO: 20181025078

CATALINA PEÑA CASTELLANOS

CODIGO: 20182025077

PROYECTO DE GRADO EN MODALIDAD DE PASANTÍA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CATASTRAL Y GEODESTA

DIRECTOR INTERNO:

OSCAR FERNANDO TORRES COLMENARES

INGENIERO CATASTRAL Y GEODESTA
ECONOMISTA
ESPECIALISTA EN AVALUOS
ESPECIALISTA EN PLANIFICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL DESARROLLO REGIONAL
DOCENTE DE PLANTA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

DIRECTOR EXTERNO:

JORGE ELIECER GAITÁN TORRES

INGENIERO CATASTRAL Y GEODESTA
ESPECIALISTA EN AVALUOS
ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CATASTRAL Y GEODESIA

BOGOTA D.C.

JULIO 2024

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 10
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 11
2. OBJETIVOS 13
2.1. OBJETIVO GENERAL 13
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS: 13
3. MARCO TEORICO 14
3.1. Observatorio inmobiliario 14
3.1.1 Componentes de un observatorio inmobiliario 14
3.1.2. Observatorios inmobiliarios en Colombia 15
3.1.3. Beneficios de los observatorios inmobiliarios 19
3.2. Métodos valuatorios 20
3.3. Instrumentos y mecanismos de gestión y financiación del suelo 21
3.4. Base de datos espacial 23
3.4.1. Características de las Bases de Datos Espaciales 23
3.4.2. Tipos de Bases de Datos Espaciales 23
3.5. Sistemas de información geográfica (SIG) 24
3.5.1. Elementos de un SIG 24
3.5.2. Características de un SIG 25
3.5.3. SIG WEB 26
3.5.4. Aplicaciones SIG para la publicación de mapas en la web 26
4. MARCO CONCEPTUAL 30
5. MARCO ADMINISTRATIVO 32
6. METODOLOGIA 34
7. DESARROLLO 37
7.1. Estructuración del observatorio inmobiliario 37
7.2. Diseño y estructuración de la base de datos. 37
7.3. Fuente y recolección de datos. 38
7.4. Diseño encuesta para ofertas de mercado 40
7.5. Conformación del SIG. 41
7.5.1. Hardware. 41
7.5.2. Software. 41
7.6. Diseño y estructuración del Geo visor web 42
8. RESULTADOS 47

9. CONCLUSIONES 68
10. RECOMENDACIONES 70
11. BIBLIOGRAFIA 71

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Componentes de un observatorio. Fuente: (Sarmiento Reyes et al., 2019). 14
Ilustración 2. Actores del Observatorio Inmobiliario Nacional. Fuente: (DANE, 2021). 16
Ilustración 3. Observatorio Inmobiliario de Barranquilla. Fuente: (Alcaldía de Barranquilla, 2024). ... 16
Ilustración 4. Observatorio Inmobiliario de Cali. Fuente: (Alcaldía de Santiago de Cali, 2024). 17
Ilustración 5. porcentaje de transacciones en la provincia de Andalucía. Fuente: (EUROVAL, 2024). 18
Ilustración 6. Estadísticas Observatorio Inmobiliario de Córdoba. Fuente: (IDECOR, 2024). 19
Ilustración 7. Diagrama mecanismos de gestión del suelo. Fuente: (Alcaldía de Medellín, 2006). 22
Ilustración 8. Base de datos espacial. Fuente: (ArcGeek, 2017) 23
Ilustración 9. Componentes de un SIG. Fuente: (Núñez, 2012). 24
Ilustración 10. Componentes de un SIG WEB. Fuente: (Gorni et al., 2007). 26
Ilustración 11. ArcGIS Online. Fuente: (ESRI, 2023). 27
Ilustración 12. API de Google Maps. Fuente: (Farandsoft, s/f). 28
Ilustración 13. OpenLayers. Fuente: (Spatial Dev Guru, s/f). 29
Ilustración 14. Librería Leaflet. Fuente: (Leaflet, 2023). 29
Ilustración 15. Organigrama de la empresa JEG SAS. Fuente: Elaborado por JEG SAS 33
Ilustración 16. Diagrama de metodología. Fuente: Elaboración propia. 36
Ilustración 17. Diagrama Base de Datos Relacional. Fuente: Elaboración propia..... 38
Ilustración 18. Fuente de datos principal. Fuente: Elaboración propia. 39
Ilustración 19. Estructura encuesta de recolección de ofertas. Fuente: Elaboración propia. 40
Ilustración 20. Encuesta de recolección de ofertas. Fuente: Elaboración propia. 41
Ilustración 21. SIG Consolidado. Fuente: Elaboración propia. 42
Ilustración 22. Geovisor. Fuente: Elaboración propia. 46
Ilustración 23. Visualización ofertas de mercado y avalúos en el Geovisor. Fuente: Elaboración propia. 47
Ilustración 24. Visualización ZHF en el Geovisor. Fuente: Elaboración propia. 48
Ilustración 25. Condición jurídica de los avalúos. Fuente: Elaboración propia. 48
Ilustración 26. Condición jurídica de las ofertas. Fuente: Elaboración propia. 49
Ilustración 27. Clase de suelo de los avalúos. Fuente: Elaboración propia. 49
Ilustración 28. Clase de suelo de las ofertas. Fuente: Elaboración propia. 50
Ilustración 29. Distribución de avalúos por departamento. Fuente: Elaboración propia. 50
Ilustración 30. Zonas homogéneas geoeconómicas. Comuna 18 de Cali. Elaboración Propia. 54
Ilustración 31. Base de datos ZHF y valor por metro cuadro de terreno comuna 18 Cali 2018. Elaboración propia 55
Ilustración 32. Resumen estadístico de la variable dependiente (valor por metro cuadrado de terreno). Elaboración Propia. 56
Ilustración 33. Regresión Lineal Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 57
Ilustración 34. Regresión logarítmica Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia..... 58
Ilustración 35. prueba de normalidad Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia..... 59
Ilustración 36. Blox Plot Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 60
Ilustración 37. Regresión logarítmica 2, Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 61
Ilustración 38. Prueba de normalidad 2, Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 61
Ilustración 39. Técnica Stepwise y regresión logarítmica 3, Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 62

Ilustración 40. Prueba VIF Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia 62
Ilustración 41. Prueba de heteroscedasticidad Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 63
Ilustración 42. Prueba de Ramsey reset Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 63
Ilustración 43.Modelo de regresión final Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 64
Ilustración 44. Zonas homogéneas geoeconómicas calculadas Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 65
Ilustración 45. Zonas homogéneas geoeconómicas iniciales Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 65
Ilustración 46. Zonas homogéneas geoeconómicas comparadas Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia. 66

Tabla 1. Componentes del Geovisor. Fuente: Elaboración propia. 43
Tabla 2. Ofertas de mercado Medellín 2020, 2021, 2022. Fuente: Elaboración propia. 51
Tabla 3. ZHF Medellín 2020, 2021, 2022. Fuente: Elaboración propia. 52

SIGLAS Y ABREVIACIONES

ESRI: Environmental Systems Research Institute

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

NPH: No Propiedad Horizontal

PH: Propiedad Horizontal

OTC: Observatorio Técnico Catastral

SIG: Sistema de Información Geográfica

UAECD: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital

OIM: Observatorio del Mercado Inmobiliario

SHP: Shapefile

ZHF: Zonas Homogéneas Físicas

ZHG: Zonas Homogéneas Geoeconómicas

ZVS: Zonas de Valor Similar

RESUMEN

El presente informe detalla el diseño y estructuración de un observatorio inmobiliario para la empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S. El cual cuenta con información establecida en proyectos de consultoría en gestión y financiación del suelo y en el desarrollo de avalúos comerciales entre los años 2013 a 2023. Se detalla el exhaustivo análisis de las necesidades y requerimientos de la empresa en cuanto a la gestión de datos inmobiliarios, identificando la oportunidad de implementar un observatorio inmobiliario que caracteriza y estructura la información necesaria para llevar a cabo procesos valuatorios precisos y estudios de consultoría especializados.

El observatorio diseñado incluye un Geovisor, el cual corresponde a una herramienta tecnológica que facilita el análisis y la consulta de la información espacial. Este geovisor permite visualizar y analizar de manera interactiva los datos relacionados con avalúos, ofertas de mercado, así como información relevante de los proyectos de consultoría en los que ha participado la empresa que incluyen plusvalías, valorización, zonas homogéneas físicas y geoeconómicas, índices de valoración predial, entre otros estudios relacionados con aspectos económicos del suelo.

PALABRAS CLAVE

Sistemas de Información geográfica, Bases de datos, Avalúos, Instrumentos de gestión y financiación del suelo, Observatorio Inmobiliario.

ABSTRACT

The present report details the design and structuring of a real estate observatory for the company Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S. This observatory encompasses information gathered from consultancy projects in land management and financing, as well as commercial appraisals conducted between the years 2013 to 2023. It outlines the exhaustive analysis of the company's needs and requirements regarding real estate data management, identifying the opportunity to implement a real estate observatory that characterizes and structures the necessary information to carry out precise valuation processes and specialized consultancy studies.

The designed observatory includes a Geoviewer, which corresponds to a technological tool facilitating the analysis and consultation of spatial information. This Geoviewer allows for the interactive visualization and analysis of data related to appraisals, market offers, as well as relevant information from consultancy projects in which the company has participated, including appreciation, valuation, physical and geoeconomic homogeneous zones, property valuation indices, among other studies related to economic aspects of land.

KEYWORDS

Geographic Information Systems, Databases, Appraisals, Land Management and Financing Instruments, Real Estate Observatory.

INTRODUCCIÓN

Un observatorio inmobiliario es una herramienta que cuenta con información económica de la propiedad inmueble y permite conocer en principio las dinámicas mercantiles, en cuanto a valor y precio se refiere, de una zona en particular. Son importantes debido a que los datos consignados allí permiten no sólo el conocimiento de los mismos sino también el desarrollo de estudios de mercado, ordenamiento territorial, conocimiento del valor del suelo y la ejecución de proyectos relacionados con el mundo inmobiliario. Dado que los observatorios inmobiliarios brindan acceso a la información y datos inmobiliarios, se abren posibilidades al incremento en la formulación de políticas públicas y estrategias que mejoren el servicio público catastral, con el fin de prestar especial atención a las necesidades de la población. Sin embargo, las funciones y utilidad de un observatorio inmobiliario van mucho más allá, dada su funcionalidad para almacenar información económica de los bienes inmuebles, el interés por parte de los privados ha tenido un notorio incremento.

La empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S., es una firma encargada de realizar proyectos que van encaminados a la determinación de plusvalías, desarrollo de avalúos, elaboración de zonas homogéneas físicas y zonas homogéneas geoeconómicas, entre otras funciones. Que, al estar directamente relacionados con los precios los suelos y valores del mercado inmobiliario manejan altas densidades de información y datos que respectan a la situación económica de diversos bienes inmuebles. Sin embargo, esta información no se encuentra consignada en un sistema de fácil acceso, lo que genera que se cuente con demasiada información y ésta no sea empleada de una manera óptima. Es por esto, que se pretende desarrollar un observatorio inmobiliario de uso privado, donde queden consignados los datos que se han ido manejando desde el año 2013 hasta el 2023 en los diferentes proyectos en los que ha participado la empresa y que permiten el desarrollo de análisis en cuanto al comportamiento del suelo, además de la generación de proyectos a futuro donde se contemple el comportamiento del mercado. Adicional a esto, se desarrolla un geovisor que permita tener un análisis mucho más detallado de la información espacial.

Para realizar el proceso descrito anteriormente, se tendrán en cuenta cinco fases, que constan de: Diagnóstico, Diseño, Implementación, Evaluación y Presentación. Su objetivo es crear una base de datos espacial y multitemporal para el desarrollo de análisis inmobiliarios, utilizando información de avalúos y estudios elaborados por la empresa desde 2013 a 2023.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los instrumentos de gestión y financiación del suelo son mecanismos que permiten regular, intervenir y aprovechar el mercado inmobiliario para el desarrollo territorial, ya que estos instrumentos buscan generar recursos para la inversión pública, redistribuir las cargas y beneficios del desarrollo urbano e incentivar el uso eficiente y sostenible del suelo. Sin embargo, la implementación de estos es un proceso complejo que enfrenta varios desafíos, pues por su naturaleza genera la resistencia tanto de la ciudadanía como de ciertos sectores económicos. Este problema se agrava considerando que la información disponible sobre las dinámicas inmobiliarias en muchos territorios del país no está disponible o carece de precisión, pues el suelo, como bien escaso en los procesos de desarrollo urbano, requiere de instrumentos para controlar las variables físicas y económicas del territorio. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022)

La consultoría de proyectos para desarrollar instrumentos de gestión y financiación del suelo requieren de múltiples estudios de factibilidad y desarrollo técnico, por lo que suelen licitarse empresas privadas. Como es el caso de la empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S. La cual ha contribuido al desarrollo de proyectos de esta índole en diversos territorios del país, teniendo participación en entorno al estudio económico del suelo y de los bienes inmuebles que allí se ubican. Por lo tanto, dentro de sus tareas se ubica, el cálculo del efecto plusvalía, cálculo de los índices de valorización, el desarrollo de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas, el reajuste de terrenos, la valoración de bienes inmuebles, entre otros.

La disponibilidad de información sobre las dinámicas del mercado inmobiliario, especialmente en zonas alejadas de la urbanidad, y la falta de antecedentes de estudios en otras zonas comparables han sido factores a considerar. A pesar de estos retos, la empresa ha logrado avanzar en los proyectos y consolidar una gran cantidad de información, que podría ser útil para estudios futuros. Sin embargo, la información desarrollada durante estos años no ha contribuido significativamente al desarrollo de nuevos proyectos, ya que, debido a su volumen, es difícil acceder a ella y no se cuenta con un sistema que facilite su acceso y búsqueda, lo que ha limitado su impacto potencial.

.

Se identifica que esta información puede servir como un insumo considerable en el desarrollo de procesos ocupados por la empresa, si se tiene un sistema que facilite el acceso y búsqueda de esta y que permita su análisis espacial para adelantar labores estadísticas. Por lo tanto, se requiere estructurar la información a manera de un observatorio inmobiliario, dada la naturaleza de la información que se posee, pues esta incluye datos que muestran las dinámicas del mercado inmobiliario y las fluctuaciones en cuanto al valor de los inmuebles, producto del paso del tiempo, actuaciones urbanísticas o la incidencia de los instrumentos de gestión del suelo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y estructurar un Observatorio inmobiliario para la empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S, que favorezca la toma de decisiones en el desarrollo de avalúos y estudios de consultoría en gestión y financiación del Suelo, mediante información consolidada entre los años 2013 a 2023.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Compilar y clasificar la información predial y valuatoria desarrollada por la empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, consultoría y valoración S.A.S desde el año 2013.
- Establecer un Geovisor Web a partir de herramientas SIG de software libre, que permita interactuar de manera gráfica con los insumo y datos, a través de mapas temáticos que apoyen la toma de decisiones.
- Implementar un análisis estadístico que organice, describa, analice e interprete los datos de manera significativa, para hallar los patrones y tendencias útiles en los procesos de consultoría de la empresa.

3. MARCO TEORICO

3.1. Observatorio inmobiliario

Un Observatorio Inmobiliario es un sistema de información que permite la recolección, procesamiento y análisis de datos especializados del mercado inmobiliario urbano y rural, y provee información valiosa para la gestión catastral y la planificación territorial, facilitando la toma de decisiones informadas por los actores involucrados (ICDE, 2019). Un observatorio inmobiliario consta de una estructura administrativa y tecnológica que monitorea las dinámicas económicas del mercado de bienes inmuebles de un territorio en particular, este puede ser estructurado por la institución que administra el catastro territorial, por instituciones privadas o académicas e incluso por alianzas interinstitucionales con intereses comunes en determinados espacios urbanos o rurales y en temáticas urbanas especificas (Eguino & Erba, 2020).

3.1.1 Componentes de un observatorio inmobiliario

Los componentes de un observatorio inmobiliario resultan ser relativos según las necesidades con las cuales fue propuesto y estructurado el mismo, por lo tanto, no existe un reglamentación o normativa específica enfocada en las actividades de diseño, estructuración, implementación o mantenimiento de un observatorio inmobiliario (Cepeda Quintero, 2020). Sin embargo, en términos generales un observatorio inmobiliario sigue una estructura similar a la de cualquier otro observatorio, con lo cual sus componentes se establecen teniendo en cuenta los elementos que permiten su clasificación, los cuales corresponden a: Macro temáticas, estructura, perfiles, organización y alcance (Sarmiento Reyes et al., 2019).

Macrotemática	Estructura	Perfiles	Tipo de organización	Alcance
Económica Ambiental Social	Física o virtual	Estrecho (1 eje microtemático) o amplio (2 o más ejes microtemáticos)	Académica Institucional Gubernamental Empresarial Tercer sector (Sociedad civil, ONG, ONGD)	Internacional Nacional Regional Provincial Municipal Local

Ilustración 1. Componentes de un observatorio. Fuente: (Sarmiento Reyes et al., 2019).

3.1.2. Observatorios inmobiliarios en Colombia

En Colombia, el concepto de observatorio inmobiliario se desarrolla a partir de la ley orgánica de ordenamiento territorial 388 de 1997, donde se plantea que, los municipios y distritos organizaran un expediente urbano formado por documentos, planos e información georreferenciada, acerca de su organización territorial y urbana. Además, para dar cumplimiento a la presente ley, surgieron diversos marcos normativos como el decreto 1420 de 1998, donde se dispone que, El Instituto Geográfico Agustín Codazzi o la entidad que cumpla sus funciones y las lonjas informarán trimestralmente por escrito al Ministerio de Desarrollo Económico a más tardar el 30 de enero, 30 de abril, el 30 de julio y 30 de octubre de cada año, acerca del precio y características de la totalidad de los inmuebles que hayan avaluado en aplicación del presente decreto (Olaya Pinzón, 2019).

Actualmente en Colombia, se han implementado algunos observatorios inmobiliarios en las dependencias catastrales de las principales entidades territoriales del país, estas han impulsado los observatorios como mecanismos de visibilidad de información, captura de datos de diferentes fuentes e insumos para la generación de nueva información resultante de su análisis. En el país existen 11 observatorios inmobiliarios distribuidos de la siguiente manera (DANE, 2021).

- 2 observatorios Metropolitanos (Medellín y Barranquilla)
- 1 observatorio regional (ODUR)
- 6 observatorios municipales (Manizales, Pereira, Cali, Bogotá, Ibagué y Medellín)
- 2 observatorios distritales (Bogotá: ODT y OTC)

Observatorio inmobiliario Nacional

El observatorio inmobiliario nacional es un sistema de información consolidado con el fin de recopilar datos provenientes de los gestores catastrales en relación al mercado inmobiliario, provenientes de fuentes de información como: ofertas, transacciones, costos de construcción, entre otras (DANE, 2024). Se tiene la visión de que el observatorio funcione como una red de actores en roles de proveedores y consumidores bajo un mapa de actuación que incluye a los observatorios de los gestores, observatorios de sistemas de ciudades, ciudadanos, observatorios

territoriales, empresas constructoras, cámaras de comercio, bancos, lonjas, agremiaciones públicas, entre otras.

Ilustración 2. Actores del Observatorio Inmobiliario Nacional. Fuente: (DANE, 2021).

Observatorio Inmobiliario de Barranquilla

El observatorio inmobiliario de Barranquilla es una herramienta que permite la visualización de la información del mercado inmobiliario de los municipios de la jurisdicción catastral del área metropolitana de Barranquilla (AMB), los cuales son Galapa, Puerto Colombia y Barranquilla. El observatorio es el resultado de un trabajo articulado con de las secretarias distritales, la secretaria de planeación, la secretaria de hacienda y la gerencia de gestión catastral, orientado hacia el desarrollo urbano integral y sostenible de los municipios que comprenden el área metropolitana (Alcaldía de Barranquilla, 2024).

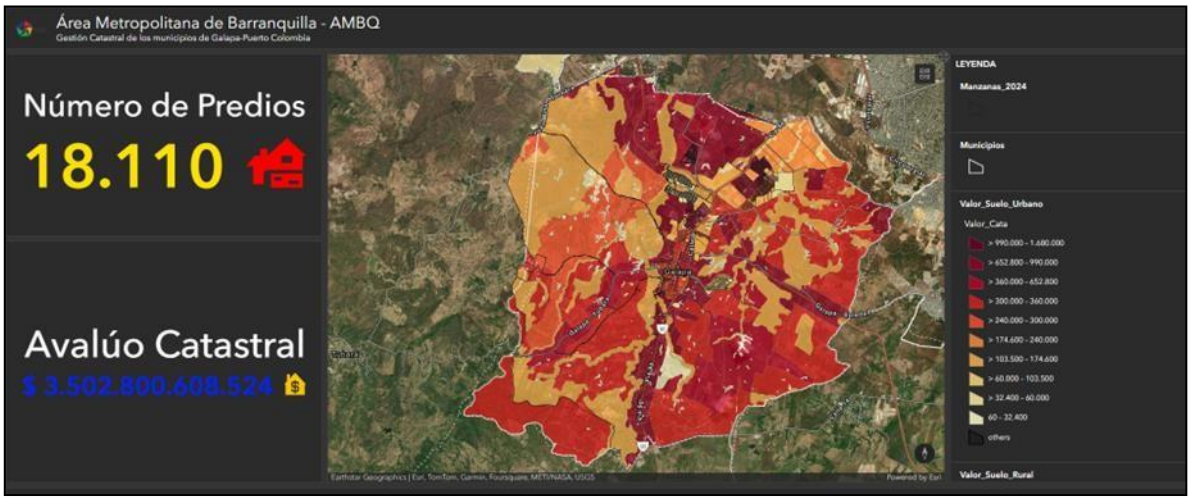


Ilustración 3. Observatorio Inmobiliario de Barranquilla. Fuente: (Alcaldía de Barranquilla, 2024).

Observatorio Técnico Catastral (OTC) de la ciudad de Bogotá

El observatorio técnico catastral de la ciudad de Bogotá tiene como propósito producir conocimiento sobre la dinámica urbana y del sector inmobiliario para la toma de decisiones al interior de la entidad, así como propietarios, constructores, gremios, académicos, entre otros. La información recolectada es empleada para realizar investigaciones sobre el mercado inmobiliario, desde una óptica general, abarcando tanto el sector residencial como no residencial, las propiedades en venda y en renta y bienes nuevos y usados (UAECD, 2021).

Observatorio Inmobiliario de la ciudad de Cali

El Observatorio Inmobiliario de Cali es una herramienta que captura los cambios en los precios del suelo y la dinámica inmobiliaria de la ciudad, facilitando la toma de decisiones de la planificación y gestión urbana. Su objetivo principal es mostrar las estadísticas por destinos económicos en porcentajes de participación de predios del municipio de Santiago de Cali, por cada una de las 22 comunas en el área urbana y por cada uno de los 15 corregimientos en el área rural; así como establecer estadísticas relacionadas a la cantidad de predios y al valor catastral que estos tengan (Alcaldía de Santiago de Cali, 2024).

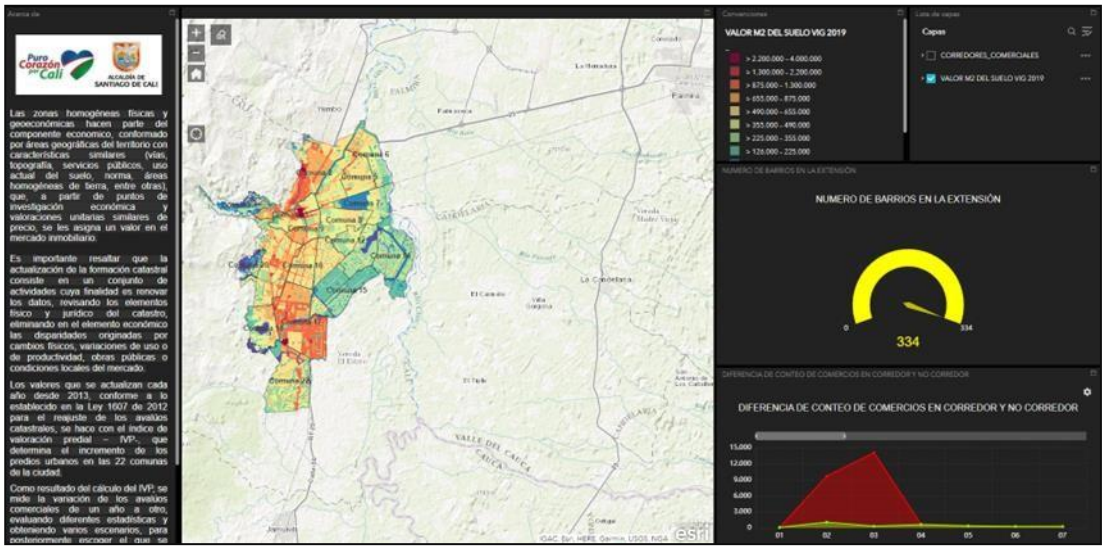


Ilustración 4. Observatorio Inmobiliario de Cali. Fuente: (Alcaldía de Santiago de Cali, 2024).

Observatorios inmobiliarios internacionales

En España los observatorios inmobiliarios se originan desde el sector privado, esto debido a la intensa dinámica inmobiliaria que se vive, además de que es posible obtener datos de fuentes primarias aportados por los agentes involucrados en la economía de bienes inmuebles al interior

del país; por otro lado las instituciones municipales también han desarrollado observatorios con el fin de tomar decisiones más acertadas en los procesos de implementación de políticas públicas (Olaya Pinzón, 2019). Una de las empresas con mayor incidencia en el mercado inmobiliario español es EUROVAL, la cual corresponde a una sociedad de tasación y valoración española y una de las firmas independientes con más amplia trayectoria en Europa (EUROVAL, 2024).

EUROVAL cuenta con un observatorio inmobiliarios consolidado, el cual le permite realizar estudios de las condiciones del mercado inmobiliario en múltiples territorios del país, dicho observatorios se alimenta de más de 2 millones de datos previamente validados y actualizados constantemente, lo que le permite realizar análisis comparativos de mercados, estimar rendimientos de renta que los inmuebles pueden llegar a producir e incluso publicar informes de las condiciones actuales del mercado así como de perspectivas para un siguiente periodo, tal y como lo demuestra el reciente estudio titulado Precios y ventas de vivienda en 2023 en Andalucía y perspectivas para 2024.

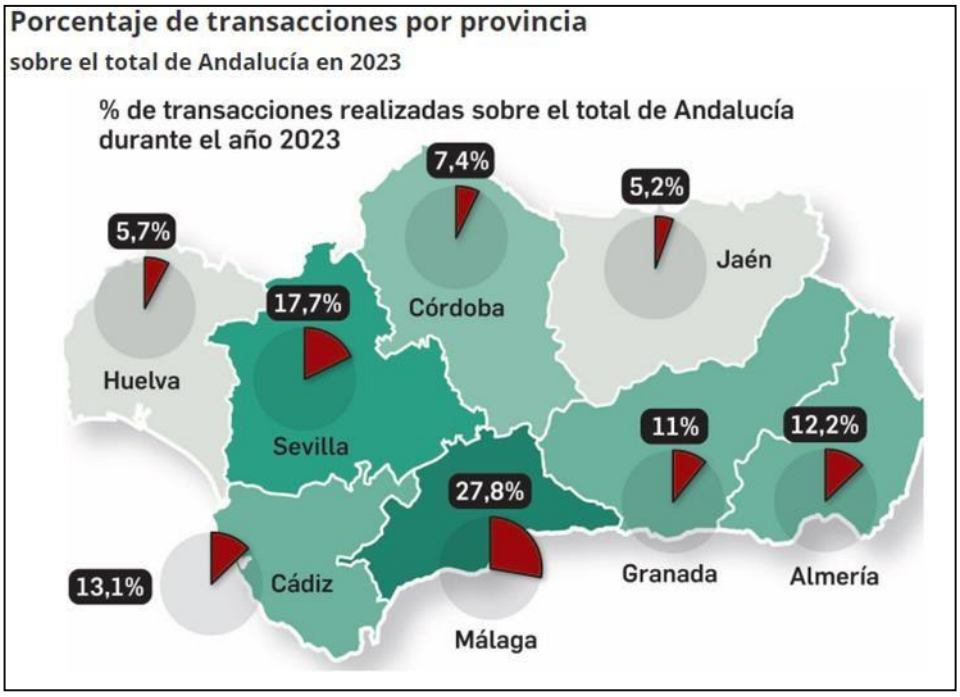


Ilustración 5. porcentaje de transacciones en la provincia de Andalucía. Fuente: (EUROVAL, 2024).

En cuanto a observatorios consolidados bajo fines públicos, se tiene como ejemplo el observatorio inmobiliario de Córdoba en Argentina, el cual tiene como función principal el dar soporte a procesos de valuaciones masivas, donde sistematiza datos del mercado inmobiliario

en una base de datos geográfica, con el fin de analizar la evolución y la dinámica de los precios de los bienes rurales y urbanos (IDECOR, 2018). Tiene como característica relevante el hecho de que múltiples actores puedan aportar información georreferenciada directamente sobre la plataforma disponible en la web.

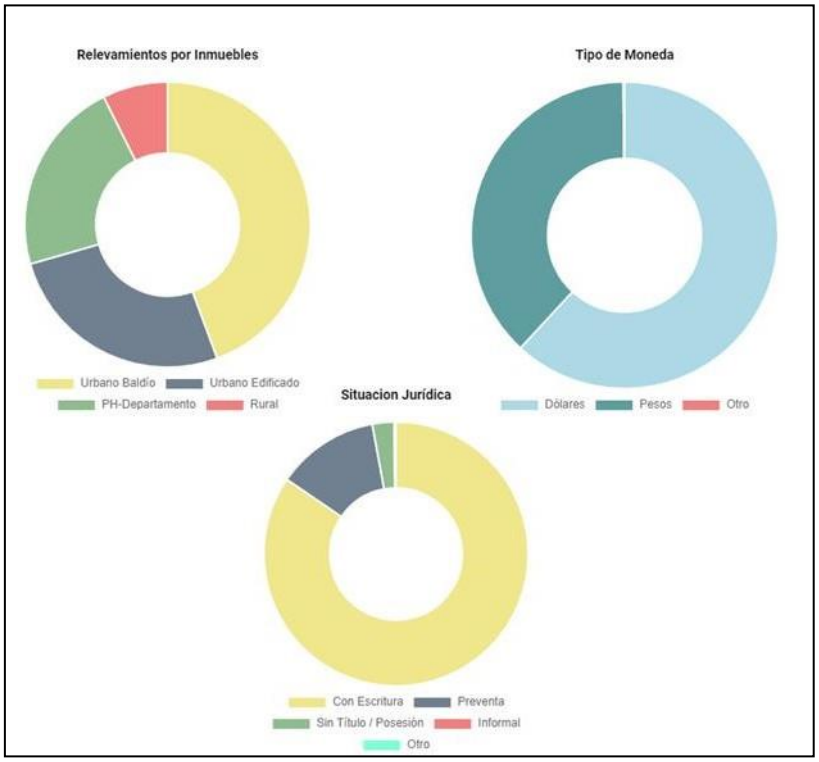


Ilustración 6. Estadísticas Observatorio Inmobiliario de Córdoba. Fuente: (IDECOR, 2024).

3.1.3. Beneficios de los observatorios inmobiliarios

La consolidación de un observatorio inmobiliario trae consigo una serie de beneficios bastante relevantes tanto para las entidades públicas como privadas, por un lado, se reconoce que los observatorios inmobiliarios pueden contribuir a una mayor transparencia en el mercado, proporcionando información accesible sobre precios de vivienda, políticas de planificación y regulaciones. Esto ayuda a garantizar que todas las partes interesadas, tanto públicas como privadas, tengan acceso a la misma información, lo que promueve la equidad y la competitividad. Además, la disponibilidad de datos confiables y transparentes puede atraer inversores al mercado inmobiliario, tanto nacional como internacionalmente. Esto puede impulsar el desarrollo de proyectos inmobiliarios, la creación de empleo y el crecimiento económico en general. Al facilitar el acceso a información clave, los observatorios

inmobiliarios pueden reducir la incertidumbre y los riesgos asociados con la inversión en el sector.

Por otro lado, los observatorios inmobiliarios reducen los costos y agilizan la actualización de los valores catastrales, permitido generar información continua y completa al correlacionar datos de distintas fuentes de manera rápida y confiable (Eguino & Erba, 2020), de manera análoga permite a las empresas dedicadas a la actividad valuatoria contar con soportes de confiabilidad para adoptar ciertos valores a los bienes inmuebles, pues dan una perspectiva multitemporal y espacial de la dinámica del mercado inmobiliario.

3.2. Métodos valuatorios

La determinación de valor se encuentra regulada por normas jurídicas dictadas por el gobierno nacional, por la importancia de valor estimada en los procesos de toma de decisiones realizadas por actores públicos y privados. En el caso colombiano la reglamentación sobre quiénes y como se debe realizar la labor valuatoria es establecida por la Resolución 620 de 2008, el Decreto 1420 de 1998 y la Ley 388 de 1998.

Los métodos valuatorios son herramientas fundamentales que permiten asignar valor cuantitativo a elementos de interés, de esta manera proporcionando información valiosa para la toma de decisiones. En la resolución 620 de 2008, donde se establecen los procedimientos para la realización de avalúos ordenados dentro del marco de la ley 388 de 1998, son presentados un grupo de métodos valuatorios los cuales deberán ser usados para la estimación de valor de bienes inmobiliarios. Los métodos allí expuestos corresponden a, el método de comparación o de mercado, el método de capitalización de rentas o ingresos, el método de costo de reposición y el método (técnica) residual.

1. **Método de comparación o de mercado**: Es la técnica valuatoria que busca establecer el valor comercial del bien, a partir del estudio de las ofertas o transacciones recientes, de bienes semejantes y comparables al del objeto de avalúo. Tales ofertas o transacciones deberán ser clasificadas, analizadas e interpretadas para llegar a la estimación del valor comercial (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2008).
2. **Método de capitalización de rentas o ingresos**: Es la técnica valuatoria que busca establecer el valor comercial de un bien, a partir de las rentas o ingresos que se puedan obtener del mismo bien, o inmuebles semejantes y comparables por sus características

físicas, de uso y ubicación, trayendo a valor presente la suma de los probables ingresos o rentas generadas en la vida remanente del bien objeto de avalúo, con una tasa de capitalización o interés (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2008).

3. **Método de costo de reposición**: Es el que busca establecer el valor comercial del bien objeto de avalúo a partir de estimar el costo total de la construcción a precios de hoy, un bien semejante al del objeto de avalúo, y restarle la depreciación acumulada. Al valor así obtenido se le debe adicionar el valor correspondiente al terreno (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2008). Para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$Vc = (Ct - D) + Vt$$

Donde:

Vc = Valor comercial

Ct = Costo total de la construcción

D = Deprecación

Vt = Valor del terreno

4. **Método (técnica) residual**: Es el que busca establecer el valor comercial del bien, normalmente para el terreno, a partir de estimar el monto total de las ventas de un proyecto de construcción, acorde con la reglamentación urbanística vigente y de conformidad con el mercado del bien final vendible, en el terreno objeto de avalúo. Para encontrar el valor total del terreno se debe descontar, al monto total de las ventas proyectadas, los costos totales y la utilidad esperada del proyecto constructivo. Es indispensable que además de la factibilidad técnica y jurídica se evalúe la comercial del proyecto, la real posibilidad de vender lo proyectado (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2008).

3.3. Instrumentos y mecanismos de gestión y financiación del suelo

Los instrumentos de gestión del suelo comprenden el conjunto de normativas, políticas y acciones implementadas por el Estado para organizar y regular el uso del territorio, están divididas entre las de intervención sobre la estructura predial donde se encuentra instrumentos

como: la integración inmobiliaria, reajuste de tierras, cooperación entre participes y unidades de actuación urbanística. Y las de intervención jurídica o estatal, como: La enajenación voluntaria o forzosa, expropiación por vía administrativa o judicial, declaratoria de desarrollo o construcción prioritaria, declaratoria de utilidad pública y derecho de preferencia. (Cesar García- Ubaque, 2013)

Por otro lado, los instrumentos de financiación del suelo son mecanismos diseñados para capturar parte del valor generado por el desarrollo urbano y la planificación territorial. Estos recursos financieros se reinvierten en proyectos que benefician a la comunidad, como infraestructura pública, vivienda asequible y espacios verdes. Entre los que se encuentra la participación en plusvalía, la contribución en valorización, pagares de reforma urbana, bonos de reforma urbana, financiación privada y fondos de compensación (Alcaldía de Medellín, 2006).

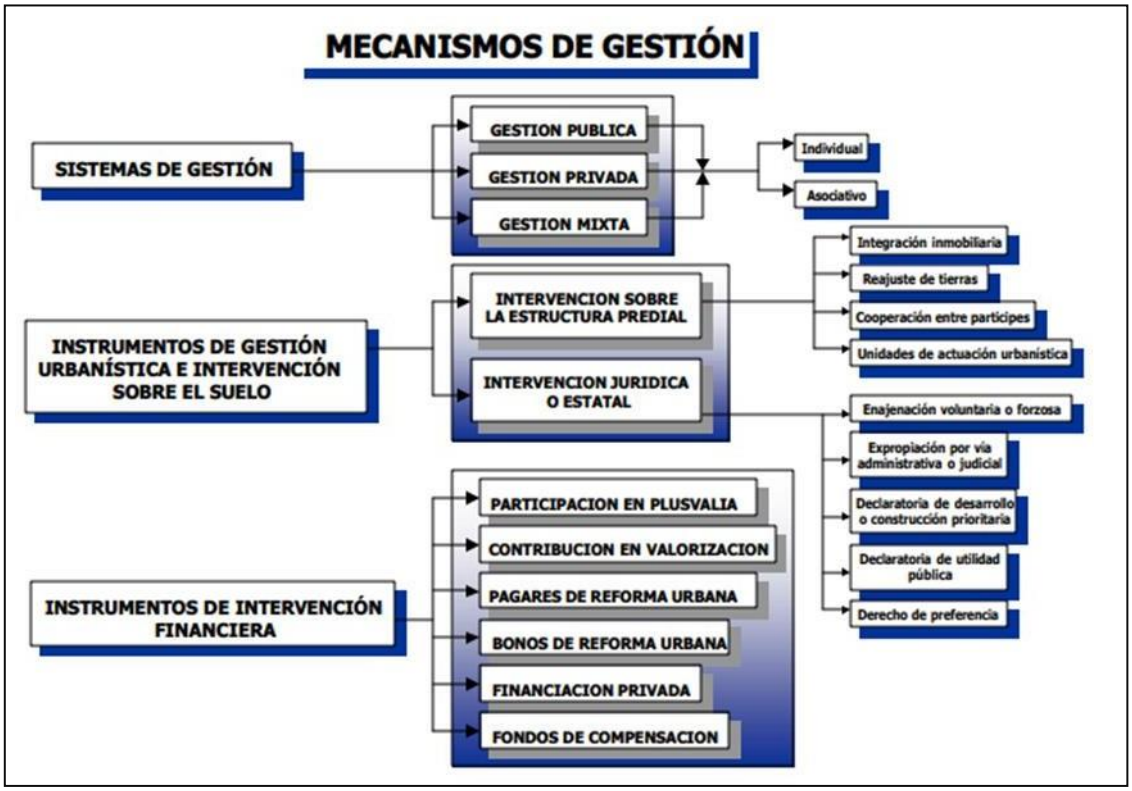


Ilustración 7. Diagrama mecanismos de gestión del suelo. Fuente: (Alcaldía de Medellín, 2006).

3.4. Base de datos espacial

3.4.1. Características de las Bases de Datos Espaciales

Una de las características principales de las bases de datos espaciales es su capacidad para almacenar datos geográficos de forma eficiente y organizada. Esto incluye puntos, líneas y polígonos que representan características geográficas como ciudades, carreteras, ríos y parcelas de tierra. Además, estas bases de datos pueden almacenar atributos asociados a estas entidades, como nombres, direcciones, valores de propiedad, entre otros. Otra característica clave es el soporte para funciones espaciales, que permiten realizar consultas y análisis basados en la ubicación geográfica de los datos. Estas funciones incluyen la identificación de vecindarios, la superposición de capas geográficas, el cálculo de distancias entre puntos y la generación de rutas óptimas para la navegación (Gutiérrez, 2006).

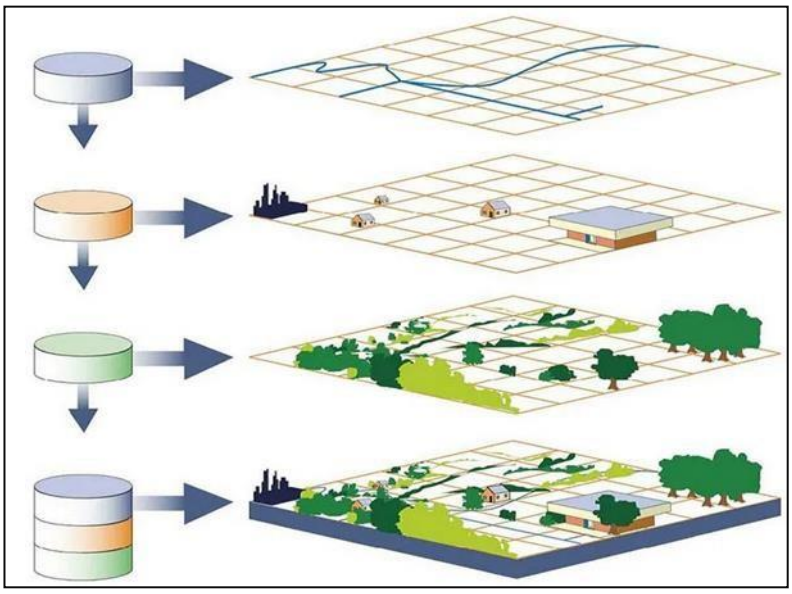


Ilustración 8. Base de datos espacial. Fuente: (ArcGeek, 2017)

3.4.2. Tipos de Bases de Datos Espaciales

Existen varias categorías de bases de datos espaciales. Las bases de datos espaciales relacionales utilizan un modelo relacional para almacenar datos geoespaciales, utilizando tablas y relaciones entre ellas. Ejemplos incluyen PostgreSQL con la extensión PostGIS y MySQL con la extensión Spatial. Por otro lado, las bases de datos espaciales no relacionales (NoSQL) están diseñadas para manejar grandes volúmenes de datos no estructurados, como documentos JSON o datos de grafos. Ejemplos incluyen MongoDB y Neo4j. También existen sistemas de archivos espaciales que almacenan datos geoespaciales directamente en el sistema

de archivos del sistema operativo, utilizando formatos específicos como Shapefile o GeoJSON (Gutiérrez Diaz, s/f).

3.5. Sistemas de información geográfica (SIG)

3.5.1. Elementos de un SIG

Comúnmente un SIG es asociado con un software computacional; sin embargo, esta es una concepción muy escasa si se tiene en cuenta los elementos y bondades con los que cuenta un Sistema de Información Geográfica. Para que un SIG funcione como un sistema de geo-procesamiento y de los frutos requeridos, es necesario que se integren como elementos imprescindibles: los programas informáticos de aplicación; la configuración de equipos adecuada, los datos suficientes, pertinentes y vinculantes; y, el personal especializado adecuadamente entrenado (Núñez, 2012). Bajo esta concepción un SIG está estructurado por cuatro elementos fundamentales, que le permiten funcionar como un sistema integrado, estos corresponden a: el hardware, el software, los datos (componente analítico) y el personal.

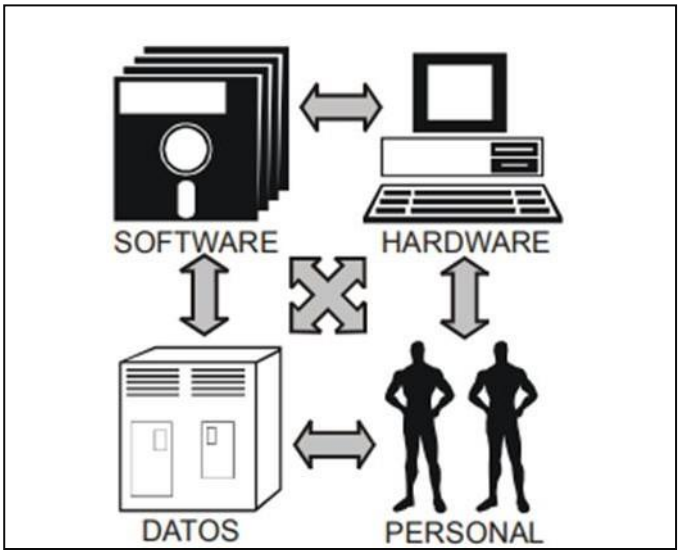


Ilustración 9. Componentes de un SIG. Fuente: (Núñez, 2012).

- Hardware: Corresponde al elemento físico donde reposa el sistema, Incluye computadoras, servidores, dispositivos móviles, GPS, escáneres laser, entre otros. Un hardware adecuado es crucial para el rendimiento y la precisión de un SIG.

- Software: Estos programas permiten la visualización, análisis y edición de datos, además las aplicaciones SIG procesan y gestionan los datos geoespaciales. Algunos de ellos son QGis, ArcGIS, entre otros.
- Personal: Los profesionales expertos en los SIG, como los cartógrafos, geógrafos y analistas son esenciales para crear y mantener sistemas efectivos. Requieren de la capacitación para usar el software y comprender los conceptos geoespaciales.
- Datos: Son la base de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Incluye información sobre la ubicación geográfica, como coordenadas, mapas, límites de áreas, altitudes, capas de información, etc. Los datos pueden ser vectoriales (puntos, líneas, polígonos) o pueden ser ráster (imágenes satelitales, mapas de elevación).

3.5.2. Características de un SIG

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) cuentan con características propias en su estructura y conformación. Algunas de ellas son:

- Creación de Imágenes de Dos o Tres Dimensiones: Generan imágenes de un área en dos o tres dimensiones, que se utilizan como modelos en estudios geográficos. Las imágenes representan los elementos naturales como cerros, quebradas, colinas o ríos junto con elementos artificiales como carreteras.
- Procesamiento Eficiente de Grandes Cantidades de Datos: Diseñados para procesar gran cantidad de información y ayudan a los científicos e ingenieros a realizar investigaciones de manera más rápida y eficiente
- Análisis Espacial y capacidad de presentación de datos: Procesan, aceptan y presentan los datos, que permiten ejecutar funciones de análisis espacial desde la base de datos.
- Integración de Capas de Información: Se pueden descomponer en distintas capas o estratos de información, cada capa almacena información geográfica y alfanumérica. Las capas permiten relacionarse entre sí, para brindar mayor capacidad de análisis.
- Conexión de Datos a un Mapa: Conecta los datos de ubicación con información descriptiva, que permiten integrar datos de mapas con base de datos.

3.5.3. SIG WEB

Un SIG web se entiende como un SIG accesible a través de internet. Este debe tener la capacidad de generar mapas de manera dinámica conforme a las peticiones de los usuarios, para ello se hace necesario un servidor de mapas en la nube (Gorni et al., 2007). Los componentes usualmente encontrados en un SIG web, son los siguientes:

- Usuario o cliente
- Servidor web
- Lenguaje de desarrollo que pueda ser interpretado por el webserver
- Una base de datos espacial
- Un servidor de mapas en la nube

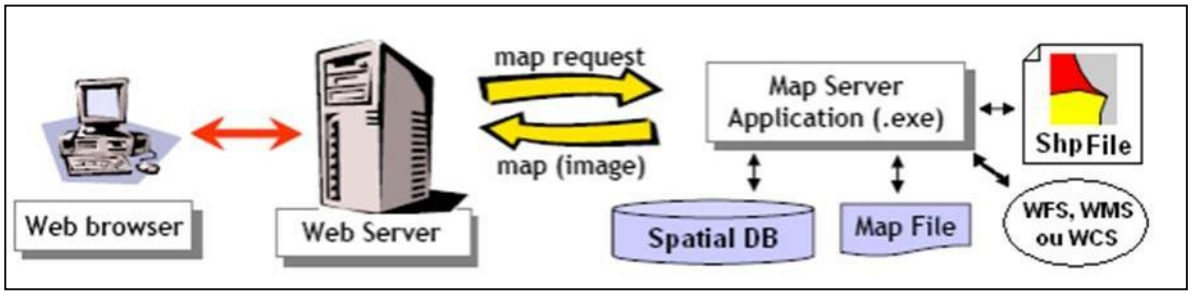


Ilustración 10. Componentes de un SIG WEB. Fuente: (Gorni et al., 2007).

3.5.4. Aplicaciones SIG para la publicación de mapas en la web

Uno de los campos con mayor desarrollo en los últimos años en el mundo de los Sistemas de Información Geográfica son los visores cartográficos o coloquialmente llamados Geovisores, tal y como lo demuestra el elevado número de aplicaciones que facilitan el desarrollo y publicación de estos. Lo que les permite a los desarrolladores mostrar y visualizar diferentes tipos de datos al público en general (Lozano Palacios, 2020). Algunas de las aplicaciones más usadas en la actualidad que permite el despliegue de información espacial son:

- ArcGIS Online

ArcGIS Online es una plataforma de análisis y mapeo basada en la nube. Es usado para desarrollar mapas temáticos, analizar datos, compartir y colaborar con contenido de acceso público o privado (ESRI, 2023). A través de su interfaz es posible acceder a una galería de mapas base y una gran variedad de herramientas y funcionalidades que permiten trabajar, editar o analizar información para crear mapas web. En cuanto al desarrollo personalizado, ArcGIS Online ofrece una plataforma geoespacial bastante completa donde los desarrolladores pueden

crear aplicaciones personalizadas usando las API y SDK de ArcGIS para crear aplicaciones móviles y web. ArcGIS API for JavaScript, ArcGIS Runtime SDK for Android, ArcGIS Runtime SDK for Java, etc. (Lozano Palacios, 2020).

Ilustración 11. ArcGIS Online. Fuente: (ESRI, 2023).

- Google Maps API

La API de Google Maps es una interfaz de programación de aplicaciones que permite a los desarrolladores integrar la funcionalidad de mapas de Google en sus propias aplicaciones y sitios web. Con esta herramienta, los desarrolladores pueden mostrar mapas interactivos, calcular rutas óptimas, buscar lugares y entre otras funcionalidades. La API de Google Maps proporciona acceso a datos geoespaciales precisos y actualizados, permitiendo a las aplicaciones ofrecer a los usuarios servicios basados en la ubicación (Google, 2024).

Una de las características más impresionantes de la API de Google Maps es su facilidad de uso y versatilidad. Con una documentación exhaustiva y ejemplos prácticos, los desarrolladores pueden integrar mapas personalizados en sus aplicaciones en cuestión de horas. Desde simples incrustaciones de mapas hasta aplicaciones interactivas complejas, la API de Google Maps ofrece herramientas para satisfacer una amplia variedad de necesidades (Alcaraz Martínez, 2019).

La API de Google Maps no se limita solo a la visualización de mapas estáticos; también ofrece potentes capacidades de geocodificación y enrutamiento. Esto significa que los desarrolladores pueden utilizar la API para traducir direcciones en coordenadas geográficas y calcular rutas óptimas entre diferentes ubicaciones. Estas características son fundamentales para aplicaciones como servicios de transporte, planificación de rutas y seguimiento de entregas, entre otros (Google, 2024).

Ilustración 12. API de Google Maps. Fuente: (Farandsoft, s/f).

- Open Layers API:

Open Layers es una API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) de código abierto que permite la creación de aplicaciones web interactivas con funcionalidades de mapas. Esta herramienta proporciona a los desarrolladores las capacidades necesarias para integrar mapas dinámicos y personalizados en sus aplicaciones, lo que permite a los usuarios interactuar con datos geoespaciales de manera intuitiva y efectiva. En esencia, Open Layers facilita la visualización de información geográfica al permitir la integración de mapas interactivos en sitios web y aplicaciones. Esta API utiliza tecnologías web estándar como HTML, CSS y JavaScript, lo que la hace compatible con una amplia variedad de plataformas y dispositivos. Además, al ser de código abierto, Open Layers ofrece la ventaja de ser completamente personalizable y extensible, lo que significa que los desarrolladores pueden adaptarla según las necesidades específicas de sus proyectos (Hazzard, 2011).

Una de las características más destacadas de Open Layers es su capacidad para trabajar con diferentes proveedores de mapas, como Open Street Map, Google Maps, Bing Maps y muchos otros. Esto permite a los desarrolladores elegir el proveedor de mapas que mejor se adapte a sus necesidades o preferencias, así como cambiar entre proveedores fácilmente si es necesario. Además, Open Layers es compatible con una amplia variedad de formatos de datos geoespaciales, como GeoJSON, KML y GPX, etc. Lo que facilita la integración de información geográfica en los mapas (Hazzard, 2011).

Ilustración 13. OpenLayers. Fuente: (Spatial Dev Guru, s/f).

- Leaflet

Leaflet es una biblioteca de JavaScript de código abierto ampliamente utilizada para crear aplicaciones interactivas de mapas en la web. Ofrece una solución ligera, rápida y altamente personalizable para integrar mapas interactivos en sitios web y aplicaciones móviles. Una de las principales características de Leaflet es su capacidad para trabajar con diferentes proveedores de mapas, incluidos servicios populares como OpenStreetMap, Mapbox y Google Maps. Esto permite a los desarrolladores elegir el proveedor de mapas que mejor se adapte a sus necesidades o preferencias, y cambiar entre proveedores fácilmente si es necesario (Crickard III, 2014).

Ilustración 14. Librería Leaflet. Fuente: (Leaflet, 2023).

4. MARCO CONCEPTUAL

Valoración: La valoración es entendida como el proceso de determinar valor económico de un bien, activo o servicio; de manera concreta es definida como "la acción y efecto de valorar" (Real academia de la lengua española).

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 y/o edificaciones, áreas homogéneas de tierra, disponibilidad de aguas superficiales permanentes u otras variables que permitan diferenciar estas áreas de las adyacentes. (Resolución 1040 de 2023).

Zonas Homogéneas Geoeconómicas: Son los espacios geográficos determinados a partir de Zonas Homogéneas Físicas con valores unitarios similares en cuanto a su precio, según las condiciones del mercado inmobiliario. (Resolución 1040 de 2023).

Plusvalía: La Plusvalía es el incremento en el valor del suelo que se da cuando la Administración Distrital define nuevos aprovechamientos del terreno, que ofrecen beneficios a la ciudad como mayor altura o cambios de uso (UAECD, 2019).

Valorización: Es un tributo que pagan los propietarios y poseedores de inmuebles que se benefician con la ejecución de una obra de interés público. Como instrumento de financiación, la contribución permite multiplicar la inversión y acelerar la ejecución de proyectos, impulsando de esta manera el desarrollo del territorio. El concepto se basa en que, al ejecutar una obra pública, los predios aledaños a ella obtienen un beneficio denominado valorización del predio, es por esta razón que mediante una caracterización de predios y conjugando un sinnúmero de variables, dentro de estas los avalúos comerciales con obras y sin obras, se determina el beneficio (FONVALMED, 2023).

Gestión predial: Corresponde a la descripción de los procedimientos de negociación y a las estrategias jurídicas propuestas por el Concesionario para la adquisición de los Predios. La Metodología de Adquisición de Predios debe guardar relación con el Cronograma de Adquisición de Predios y el Plan de Obras (ANI, 2019).

Índice de Valoración predial: Es un índice que mide la variación en el valor de los bienes inmuebles con destino económico habitacional. Se calcula con el promedio de las

variaciones de los valores comerciales reportados en una muestra de predios visitados (DANE, 2023).

Base de datos Espacial (BDE): es una colección de datos geográficamente referenciados e interrelacionados de manera lógica, construida en un sistema manejador de base de datos y diseñada para satisfacer necesidades de gestión de información en una organización. Una BDE permite describir los objetos espaciales que la forman a través de tres características principales: atributos, localización y topología. Los atributos representan características de los objetos permitiendo conocer particularmente lo que son. La localización, representada por la geometría del objeto y su ubicación espacial de acuerdo a un sistema de referencia, permite saber dónde está el objeto y qué espacio ocupa. Y por ´último, la topología definida a través de las relaciones espaciales inherentes entre los objetos, permite mejorar la interpretación semántica del contexto y establecer ciertas jerarquías de elementos a través de sus relaciones (Lozano Palacios, 2020).

Sistema de información Geográfica (SIG): Un SIG se puede considerar como una forma particular de un sistema de información, que además de incluir dentro de sus componentes las bases de datos tradicionales (descriptivas), incluye el manejo simultáneo de bases de datos espaciales o gráficas. De acuerdo con esto, se puede definir un Sistema de Información Geográfico (SIG), como "un conjunto interactivo de subsistemas orientados hacia la captura y organización de la información georreferenciada, con el fin de suministrar elementos de juicio para apoyar la toma de decisiones". Para cumplir con estos objetivos, un SIG lleva implícito el uso del computador para la entrada, manipulación, análisis y despliegue de la información descriptiva y espacial (Sáenz Saavedra, 1992).

Mapa WEB: es un modelo o representación gráfica de un aspecto o rasgo particular con manifestación en el espacio geográfico y que es distribuido a través de la red mediante un geovisor (Lozano Palacios, 2020)**.**

Servidor WEB: Un servidor Web es un programa que sirve datos en forma de páginas Web, hipertextos o páginas HTML (HyperText Markup Language), textos complejos con enlaces, figuras, formularios, botones y objetos incrustados como animaciones o reproductores de sonidos. La comunicación de estos datos entre cliente y servidor se hace por medio un protocolo, concretamente del protocolo HTTP. Con esto, un servidor Web se mantiene a la

espera de peticiones HTTP, que son ejecutadas por un cliente HTTP; lo que se suele conocer como un navegador Web.

Geovisor: Un Geovisor es una herramienta de software que despliega mapas dinámicos que permite consultar información espacial a través de internet de un ambiente local o intranet. Permite la combinación de varias capas de la información temática de diferentes sectores del territorio y a su vez cuenta con una serie de herramientas las cuales interactúan con el mapa (ESRI, 2023).

5. MARCO ADMINISTRATIVO

La empresa fue establecida en el año 2016 con el objetivo de consolidar los proyectos y experiencias de su fundador. En consecuencia, se tomó la decisión de establecer una persona jurídica con la capacidad de competir en el mercado y obtener mayores beneficios, dando origen a Jorge Eliecer Gaitán – Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S.

La compañía se especializa en la prestación de servicios de consultoría, ingeniería y valoración de bienes inmuebles, muebles, maquinaria y equipos. Con una trayectoria de aproximadamente 8 años, la empresa ha participado activamente en proyectos de índole público y privado a nivel nacional, es importante indicar que la firma JEG SAS, es coordinada por el Ing. Jorge E Gaitán, quien para la fecha de conformación de la SAS ya contaba con más de 15 años de trayectoria, situación que posiciona a la firma y su directivo. A lo largo de este periodo, se ha destacado en el sector gracias a la innovación de sus productos, la calidad y garantía de los mismos y la ejecución efectiva de sus actividades, siempre cumpliendo con los plazos establecidos y los estándares aplicables a los procesos.

Los pasantes se encuentran en el área de gestión de servicios que es fundamental para la satisfacción del cliente, la eficacia en las entregar y la mejora constante de los procesos internos. Algunas de las funciones claves son:

1. Gestión de Bases de Datos Espaciales: Colaboración en la sistematización de resultados y documentos diversos. Esto implica organizar y clasificar la información catastral para facilitar su acceso y uso.
2. Digitalización de datos: Implementación de herramientas tecnológicas como ArcGIS, QGis para la toma de datos, registro, digitalización, cálculo y análisis de información.
3. Consulta y análisis de información inmobiliaria: Investigación del mercado

inmobiliario que proporcione información valiosa para el desarrollo y aplicación de métodos valuatorios.

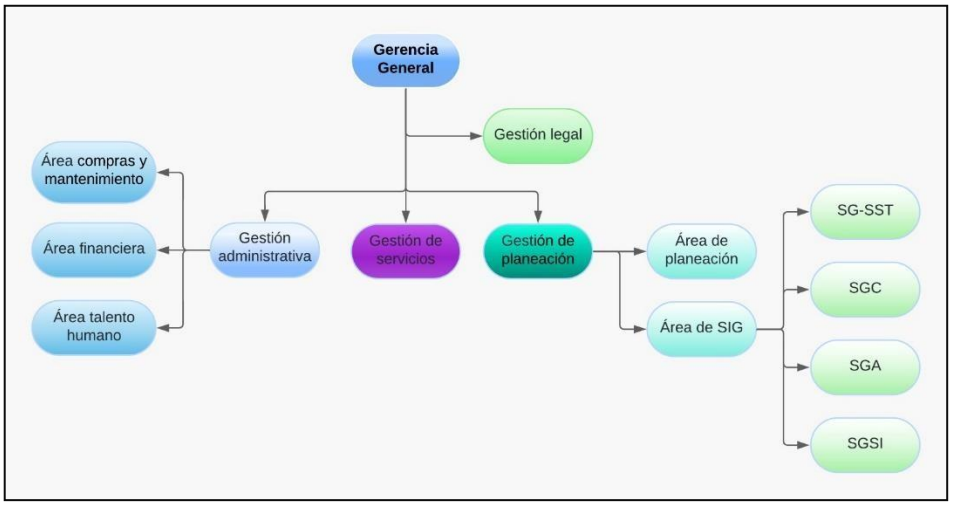


Ilustración 15. Organigrama de la empresa JEG SAS. Fuente: Elaborado por JEG SAS

6. METODOLOGIA

Para el desarrollo del presente proyecto de pasantía que tiene como fin el diseño y estructuración de un Observatorio inmobiliario para la empresa JEG Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S, que mejore la organización de la información y fortalezca la toma de decisiones en la implementación de avalúos y estudios de consultoría en gestión y financiación del suelo; se han establecido cinco fases en las cuales se especifica una serie de actividades y procesos estratégicos a los que se debe dar cumplimiento, y que permitan ejecutar los procesos planteados, esto dentro de un periodo no menor a 384 horas de duración.

Las fases se presentan a continuación:

- Fase 1 (Diagnostico): Para la fase de diagnóstico se identificó el problema y necesidades de la empresa, así mismo se hizo una revisión del estado del arte respecto a los proyectos afines, y se planteó la metodología a seguir para el desarrollo del observatorio inmobiliario. Se planteó las variables para cada producto que elabora la empresa JEG SAS, y se clasifico la información según lo encontrado. Se concluyó que el observatorio debía contener todos los avalúos realizados tanto NPH como PH, con sus ofertas, proyectos con plusvalía, valorización, actualización catastral, gestión predial e IVP. Al realizar la recolección de todos los productos de la empresa se encontraron algunas dificultades pues la información más antigua no contenía la información completa o no estaba georreferenciado espacialmente. En este caso, los avalúos, ofertas, proyectos o cualquier producto no georreferenciado se encontraron con la información proporcionada por la empresa, y en los casos en que no se pudo agregar dicha información al observatorio.
- Fase 2 (Diseño): Con relación al diseño del observatorio inmobiliario se decidió utilizar la herramienta QGIS ya que es un software libre que no requiere que la empresa adquiera una licencia para su uso. Toda la información se almaceno en un base de datos que se guardó en el servidor de la entidad, este observatorio es de uso exclusivo de la empresa, y solo pueden acceder los usuarios que se les del respectivo acceso. La interfaz se realizó según las indicaciones asignadas por la empresa, pues se solicitaba el logo de la entidad, una imagen satelital y listas desplegables de fácil acceso a los usuarios. Para el diseño se tuvo que aprender sobre programación, en la empresa se

tuvieron todas las herramientas disponibles para esto, pues se realizó por medio de código HTML.

- Fase 3 (Implementación): En cuanto a la interfaz no se presentaron mayores dificultades, y la elaboración fue rápida. La mayor demora se presentó en subir toda la información a la plataforma pues se sobresaturaba el geo visor del observatorio por la cantidad de datos, sin embargo, esto se puso a solucionar de manera exitosa Se realizo un formulario en Excel que permite que los usuarios puedan desde allí subir los avalúos a el observatorio. Adicionalmente se difundió y socializo con la empresa todo el manejó de la interfaz y de la carga y validación de la información inmobiliaria que se deseara seguir subiendo a el observatorio.
- Fase 4 (Evaluación): Se verificaron los objetivos y los resultados del proyecto entre la empresa y los pasantes, y se concluyó que se cumplieron con los indicadores de cumplimiento definidos y que fueron satisfactorios para la empresa y los usuarios.
- Fase 5 (Presentación): Se estructuro el documento final que se presentó en primera instancia a la empresa donde se desarrolla la pasantía, para luego de su aprobación entregarlo a la universidad. Por último, se realizará la correspondiente sustentación según sea programada por la universidad.

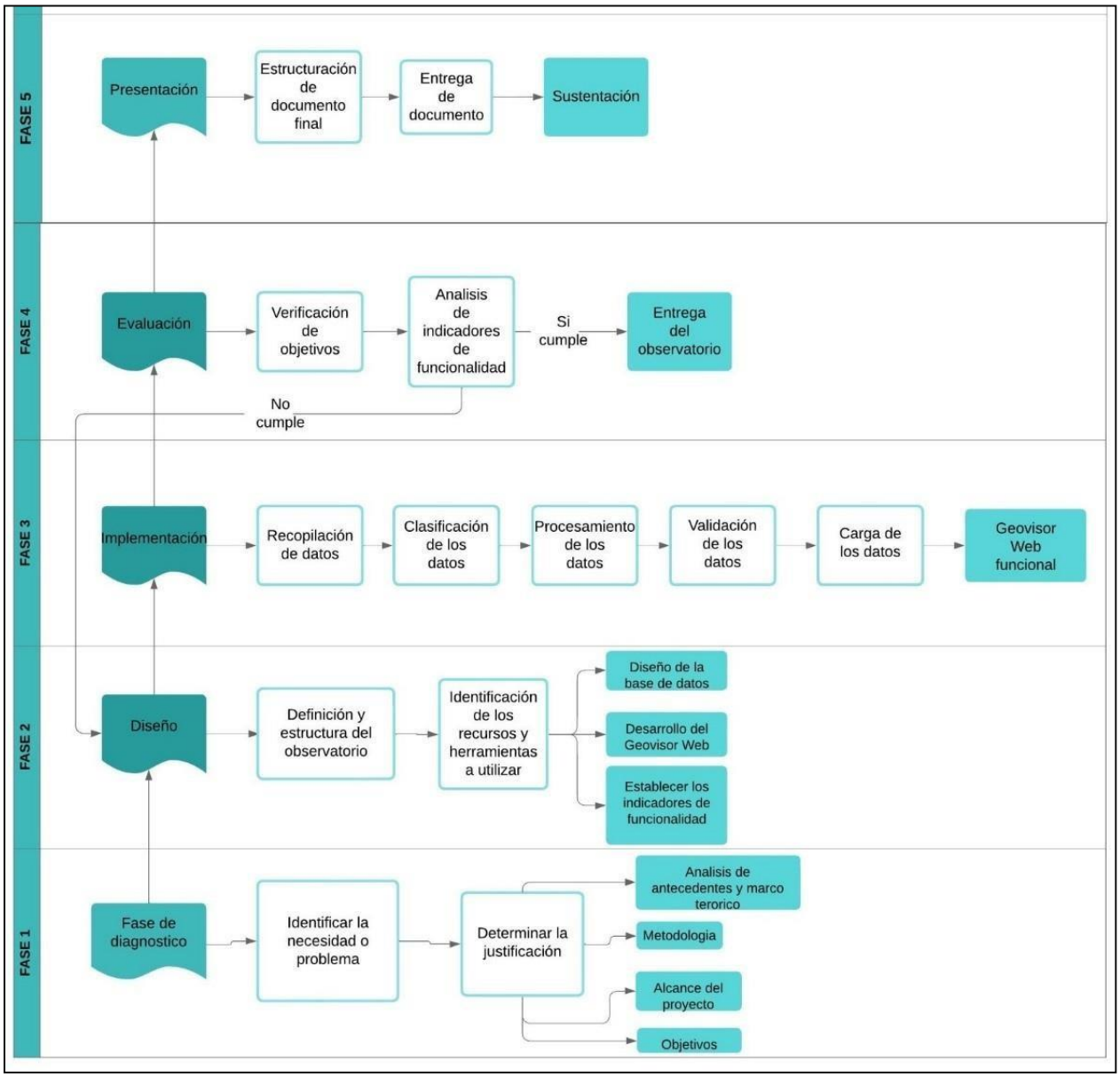


Ilustración 16. Diagrama de metodología. Fuente: Elaboración propia.

7. DESARROLLO

7.1. Estructuración del observatorio inmobiliario.

La consolidación del observatorio inmobiliario para la empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S. Tiene como finalidad constituir una fuente de información confiable y eficaz sobre las tendencias del mercado inmobiliario en diversos territorios del país, la cual favorezca la toma de decisiones en el desarrollo de avalúos y estudios de consultoría en gestión y financiación del Suelo en los que participa la empresa. Por lo tanto, es necesario consolidar una base de información espacial y multitemporal que permita desarrollar análisis en el valor de bienes inmuebles en función de su ubicación, temporalidad y contexto normativo.

La información utilizada para consolidar el observatorio inmobiliario se basa en insumos y productos de estudios relacionados con la valoración de bienes inmuebles desarrollados por la empresa JEG Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S. entre 2013 y 2023. Dicha información comprende avalúos, ofertas de mercado, zonas homogéneas físicas y geoeconómicas, zonas de valor similar, polígonos de plusvalía y predios en zona de influencia por procesos de valorización. Además, dada la necesidad de mantener actualizada la información, se permite la incorporación de nuevos campos a la base de datos, de esta manera garantizando la multitemporalidad de la misma.

7.2. Diseño y estructuración de la base de datos.

La base de datos fue diseñada según las peticiones recibidas por la empresa, donde se manifestó que la base de datos debería tener la capacidad de relacionar los proyectos de plusvalía y valorización, con los avalúos y ofertas de mercado tanto NPH como PH. Bajo esta premisa se propuso la estructuración de una base de datos relacional siguiendo el modelo presentado a continuación.

Ilustración 17. Diagrama Base de Datos Relacional. Fuente: Elaboración propia.

7.3. Fuente y recolección de datos.

Las fuentes de información son los recursos de los que se extrae la información que permite elaborar todo tipo de trabajos divididos en fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias son aquellas que la palabra expresa, los datos o la información provienen de una fuente directa, sea una persona, institución y otro medio. Por otra parte, las fuentes secundarias son aquellas que recogen, sintetizan y analizan la información de las fuentes primarias.

La construcción del observatorio inmobiliario se basó en una exhaustiva recopilación de datos provenientes de diversas fuentes, los cuales a pesar de que se encontraban almacenados de manera digital en el repositorio privado de la empresa JEG Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S. Estos en su mayoría correspondían a archivos en formato PDF y tablas de

Excel. La diversidad de formatos y la falta de uniformidad en la ubicación espacial asociada a muchos de los datos impulsaron la necesidad de estructurar y organizar la información de manera eficiente en una base de datos centralizada.

Como la mayoría de los datos provenían de informes de avalúos, plusvalía y valorización, además de ofertas de mercado depuradas, como se observa en la imagen 17, se implementó un proceso de extracción y transformación de la información para maximizar la accesibilidad y manipulación de esta, donde se requirió un sistema de codificación único para cada avaluó y oferta de mercado, el cual baso en un sistema de llave primaria compuesta por dos códigos, el número del proyecto y el numero de la oferta u avaluó. Finalmente, culminó el proceso con la formación de una base de datos relacional.

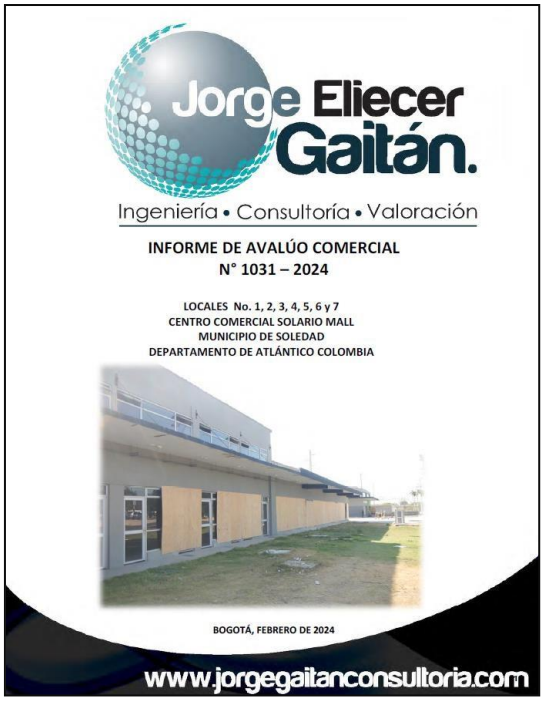


Ilustración 18. Fuente de datos principal. Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de lograr la multitemporalidad en el observatorio, se deja abierta la posibilidad de incorporar nueva información a la base de datos. Además, se diseñó un sistema que interrelaciona la base de datos con el trabajo futuro en campo que desarrolle la empresa, este corresponde a una encuesta tipo formulario destinado a almacenar y georreferenciar la información de ofertas tanto PH como NPH, de esta manera se logra homogenizar la información y además obtener una espacialización inmediata.

7.4. Diseño encuesta para ofertas de mercado.

La obtención de datos relevantes para la estructuración del observatorio inmobiliario no se limitó a la recopilación de información de documentos existentes; también se incorporaron metodologías para la captura de información en tiempo real. Una de las herramientas fundamentales fue la plataforma de uso libre KoboToolBox, la cual se empleó específicamente para lograr la recolección de ofertas de mercado mediante una encuesta estructurada. El diseño de la encuesta se centró en obtener la información necesaria de las ofertas de mercado encontradas en campo para permitir su posterior análisis y depuración en oficina, los parámetros escogidos en cuanto al tipo de datos y dominio se muestran a continuación:

Atributo	Tipo de dato	Dominio
Tipo de suelo	String	Rural
		Urbano
		Suburbano
		Expansión
Condición juridica	String	PH
		NPH
Barrio	String	
Dirección	String	
Tipo de inmueble	String	
Tipo de oferta	String	Venta
		Arriendo
Fecha	Date	
Telefono	Integer	
Imagen	Image	
Localización	Double	Latitud
		Longitud
		Altitud

Ilustración 19. Estructura encuesta de recolección de ofertas. Fuente: Elaboración propia.

La encuesta permite desplegarse en dispositivos móviles con una aplicación disponible para dispositivos Android y una interfaz web (Ilustración 19), de esta manera permite la recopilación de datos directamente desde campo. La plataforma facilitó controles de calidad en tiempo real, permitiendo corregir errores de inmediato, asegurando la fiabilidad de los datos recolectados. Además, la plataforma permite desarrollar automáticamente informes de los datos recolectados, como estadísticas de frecuencia, análisis exploratorios, diagramas ilustrativos, entre otros.

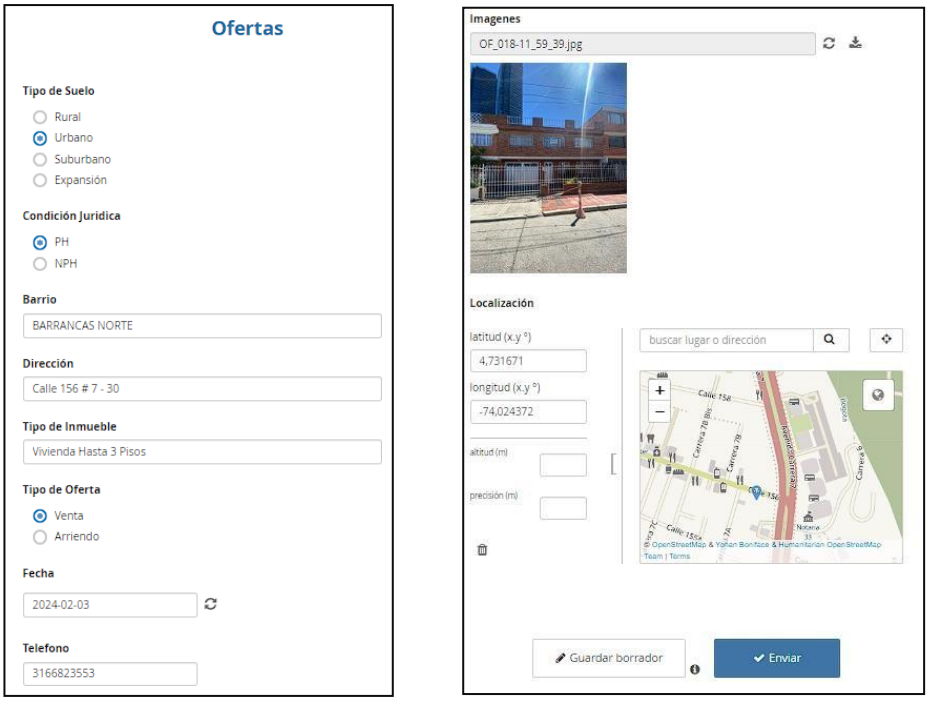


Ilustración 20. Encuesta de recolección de ofertas. Fuente: Elaboración propia.

7.5. Conformación del SIG.

El componente espacial del observatorio inmobiliario se estructuro mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), donde se relacionó la base de datos desarrollada con antelación con su respectiva información espacial (ubicación, forma y área).

7.5.1. Hardware.

El dispositivo empleado para el desarrollo del proyecto corresponde a un computador de escritorio con sistema operativo Windows 11, 8GB memoria RAM, 1 TB de disco duro y compatibilidad con las plataformas QGIS y Google Earth.

7.5.2. Software.

La elección del software QGIS como plataforma principal para el desarrollo del SIG se basó en la confiabilidad, versatilidad y robustez que proporciona esta herramienta de código abierto. La construcción del SIG involucro el procesamiento de archivos KML provenientes de Google Earth y archivos ShapeFile, con el fin de fusionar la información espacial que estos contenían, con los datos provenientes de la base de datos central de observatorio, de esta manera creando un conjunto de datos integral y multidimensional.

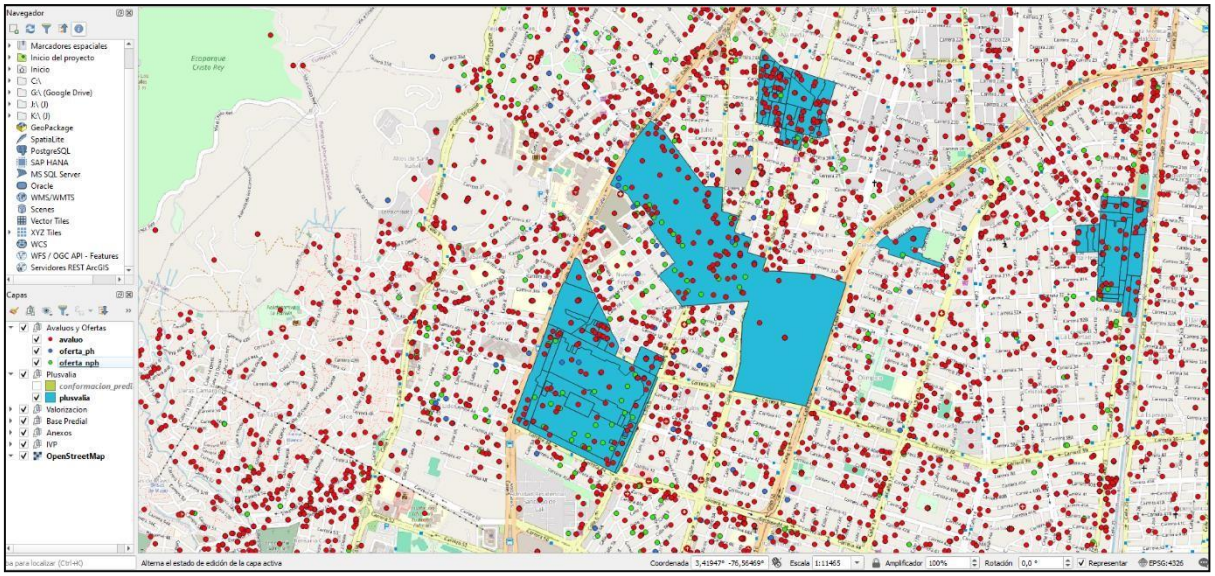


Ilustración 21. SIG Consolidado. Fuente: Elaboración propia.

7.6. Diseño y estructuración del Geo visor web

La elaboración de un geo visor permite optimizar la gestión de la información geográfica necesaria para el desarrollo de estudios enfocados en la identificación del valor de bienes inmuebles, dada la capacidad del geo visor para proporcionar una visualización dinámica y detallada de datos geoespaciales, combinada con información clave de avalúos y ofertas de mercado, facilitaría la toma de decisiones estratégicas y la sustentabilidad de las hipótesis de valor identificadas. Además, el geo visor no solo agilizaría la identificación de tendencias y patrones espaciales, sino que también simplificaría la comunicación interna de la empresa, ya que permitiría a los equipos de trabajó colaborar de manera más efectiva y comprender la dinamica del mercado inmobiliario de manera más accesible.

El geovisor inicialmente fue planteado con el fin de consultar la base de datos geográfica de manera sencilla e intuitiva, por lo que se desarrolló ciertos criterios de filtrado que permitiría a los usuarios desarrollar análisis de manera personalizada y acorde a cada proyecto en el que se encuentre trabajando la empresa. En primer lugar, se desarrolló una segmentación espacial por departamentos y municipios, lo que permite entender la distribución geográfica de los bienes inmuebles, facilitando el análisis de tendencias regionales y proporcionando una perspectiva contextualizada. La implementación de esta funcionalidad es importante para aquellos usuarios que requieran comprender las dinámicas específicas de áreas geográficas particulares.

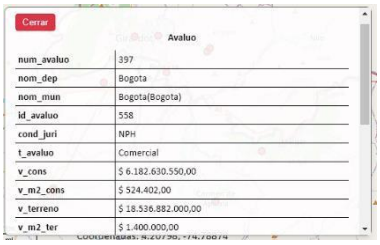
Por otro lado, la inclusión de un filtro de temporalidad permite evaluar la evolución de las condiciones de mercado inmobiliario a lo largo del tiempo. Esto posibilita el desarrollo de análisis multitemporales en el cambio de valor de los bienes inmuebles y comprender de mejor manera los motivos por los cuales ha habido alteraciones en los precios. Igualmente, la capacidad de filtrar datos espaciales por características físicas y jurídicas, como la condición jurídica, el tipo de suelo y el tipo de inmueble, permite evaluar las restricciones legales de los inmuebles y el potencial de uso de estos. Finalmente, los detalles específicos del proyecto como el número de avaluó, tipo de proyecto y numero de proyecto, permite explorar de manera inmediata cada estudio de valor realizado con anterioridad en el repositorio privado de la empresa.

Además de los apartados de filtrado, se han incluido un conjunto de herramientas que aumentarían la funcionalidad del geovisor, los cuales van desde la capacidad de descargar información del geovisor previamente seleccionada desde un contexto espacial hasta la posibilidad de realizar mediciones sobre el mapa y añadir información de manera temporal. El despliegue de herramientas disponibles en el geovisor es expuesto en la siguiente tabla:

Tabla 1. Componentes del Geovisor. Fuente: Elaboración propia.

PREVISUALIZACIÓN	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
	Banner	Se ubica en la esquina inferior derecha, muestra el logo de la compañía.
	Área de visualización del mapa	Despliega el mapa base de acuerdo con la escala de visualización. La escala está configurada por defecto en el código HTML.

	Apartado de escala y coordenadas	Se localiza en la esquina inferior izquierda. Muestra la escala en la cual se está visualizando la información y las coordenadas donde se tiene posicionado el cursor
	Panel de cambio de mapa base	Se localiza en la parte superior izquierda junto con los demás paneles de herramientas. Permite cambiar el mapa base a una imagen satelital.
	Panel de medición	Se localiza en la parte superior izquierda junto con los demás paneles de herramientas. Permite realizar mediciones sobre el área de visualización en sistema métrico.
	Panel de dibujo	Se localiza en la parte superior izquierda junto con los demás paneles de herramientas. Permite dibujar polígonos sobre el área de visualización, adicionalmente selecciona los puntos de avalúos, ofertas PH y NPH.
	Panel de filtrado	Se localiza en la parte superior derecha. Permite filtrar los datos a conveniencia del usuario, según criterios como: Departamento, Municipio, Año, Régimen, Tipo de Suelo, Tipo de inmueble, Tipo de estudio, Numero de proyecto y Numero de avaluó.

	Panel de contenido	Se localiza en la parte inferior derecha. Permite encender o apagar las capas a voluntad del usuario mediante los correspondientes checkbox.
	Panel de capas temporales	Se localiza en la parte inferior derecha. Permite el incluir al mapa capas vectoriales temporales, cargadas desde el archivo local del computador donde se esté ejecutando el visor.
	Tabla de atributos	Panel flotante, será evidente cuando se seleccione alguna geometría sobre el panel de visualización. Despliega los atributos de la capa.
	Panel de etiquetado	Se localiza en la esquina inferior derecha. Permite etiquetar la capa de avaluó con el valor por metro cuadrado de terreno.
	Panel de exportación de datos	Se localiza en la esquina inferior derecha. Permite exportar los datos de la capa avaluó, oferta PH y oferta NPH, de acuerdo con la selección realizada con la herramienta de dibujo.

La estructura principal del geovisor se fundamenta en el lenguaje de programación HTML (HyperText Markup Language), proporcionando la base para la representación visual. Por otro lado, la dinámica de funcionamiento se logró a través del lenguaje JavaScript, el cual permite manipular fácilmente elementos HTML, la interacción de los usuarios y la gestión de datos en tiempo real. Con el fin de potenciar la funcionalidad del geovisor fue esencial el uso de librerías y recursos externos de uso abierto, donde principalmente destaca la biblioteca Leaflet y los recursos de OpenStreetMap.

Ilustración 22. Geovisor. Fuente: Elaboración propia.

8. RESULTADOS

El proyecto da como resultado la conformación de un observatorio inmobiliario para la empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S, cuyo apartado geográfico se compone de un Sistema de Información Geográfica, una base de datos espacial y su componente interactivo visual, el geovisor. Este último es presentado como una interfaz web interactiva e intuitiva que facilita la exploración, análisis y consulta de datos del mercado inmobiliario de manera dinámica. En los resultados obtenidos, se destaca la capacidad del geovisor para gestionar múltiples capas de información vectorial, desde ofertas de mercado hasta el desarrollo de proyectos de valorización, plusvalía y zonas homogéneas físicas y geoeconómicas, tal y como se evidencia en las ilustraciones 22 y 23.

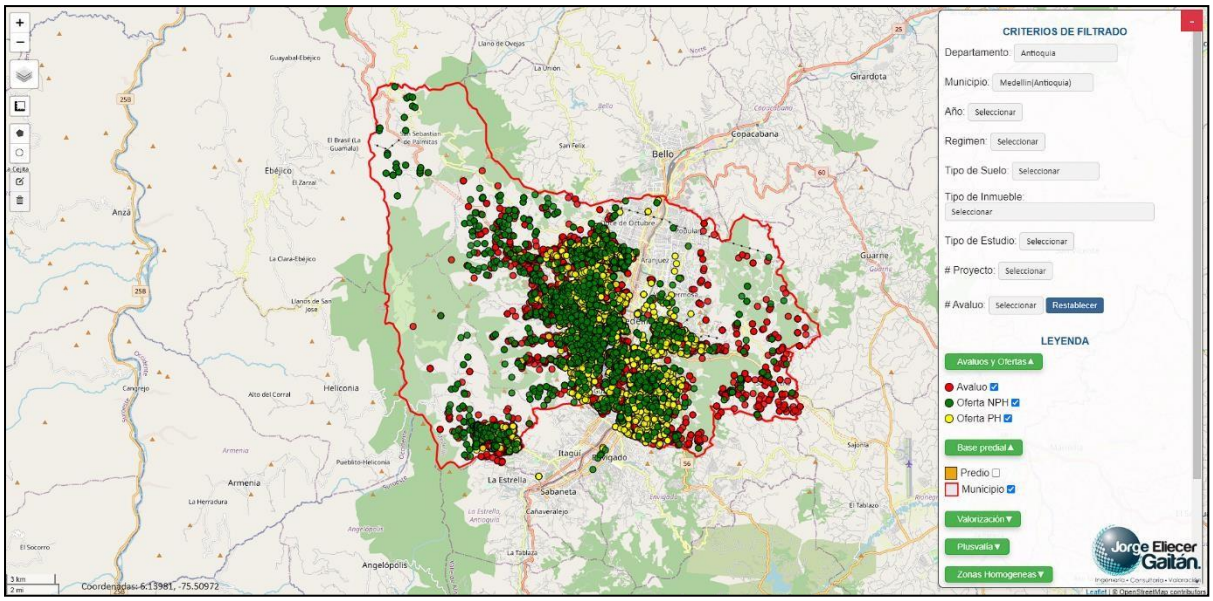


Ilustración 23. Visualización ofertas de mercado y avalúos en el Geovisor. Fuente: Elaboración propia.

La integración de ventanas emergentes y herramientas de información detallada permite a los usuarios obtener datos específicos con tan solo dar clic a cualquier capa cargada en pantalla (Ilustración 23), facilitando así la exploración detallada de las propiedades de los proyectos y avalúos. Además, destaca la interactividad al contar con filtros dinámicos que permiten a los usuarios tener un control total sobre la visualización, dotándolo así de encender capas específicas de información, según las necesidades del proyecto.

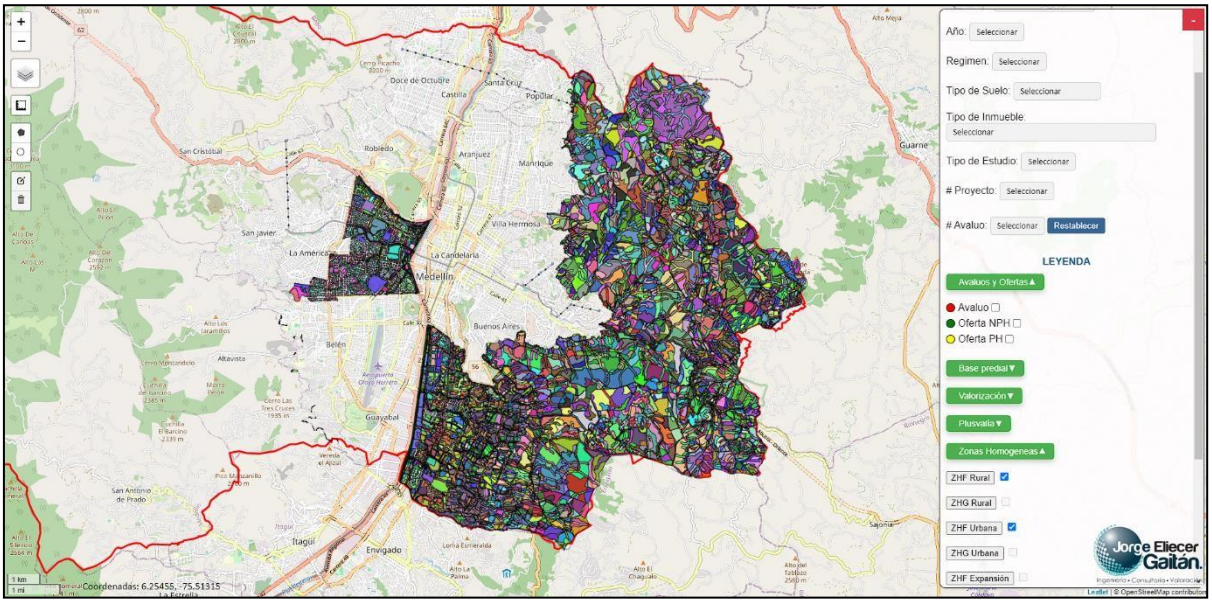


Ilustración 24. Visualización ZHF en el Geovisor. Fuente: Elaboración propia.

Una vez compilada la totalidad de la información desarrollada por la empresa entre los años 2013 a 2023, el observatorio inmobiliario fue alimentado con un total de 32.201 avalúos y 16.953 ofertas de mercado entre urbanas y rurales. Los cuales se encuentran distribuidos a lo largo de 238 municipios y 23 de los 32 departamentos que conforman el territorio nacional. A partir de esta información es posible realizar análisis estadísticos que den cuenta de como se distribuye la información desde un nivel jurídico y espacial. A nivel jurídico, encontramos que la distribución entre propiedad horizontal y no propiedad horizontal tanto de los avalúos como de las ofertas de mercado se comporta de la siguiente manera:

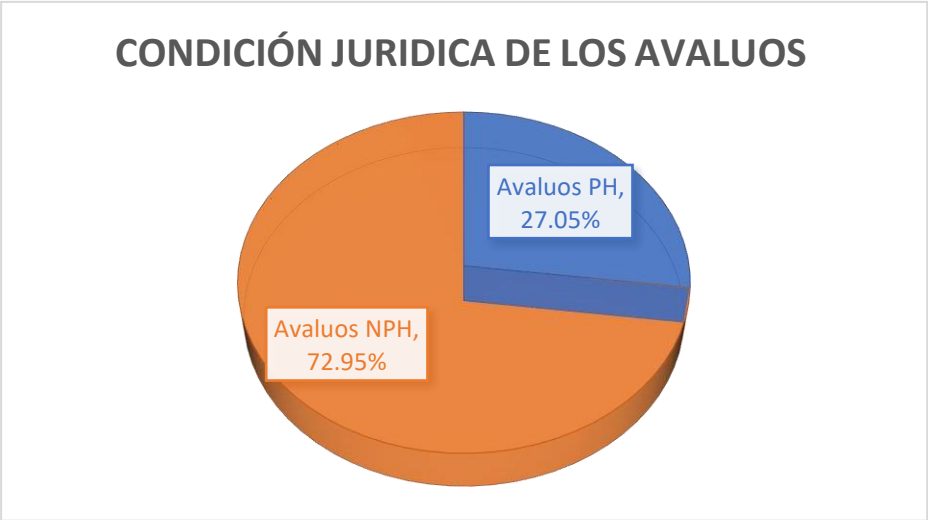


Ilustración 25. Condición jurídica de los avalúos. Fuente: Elaboración propia.

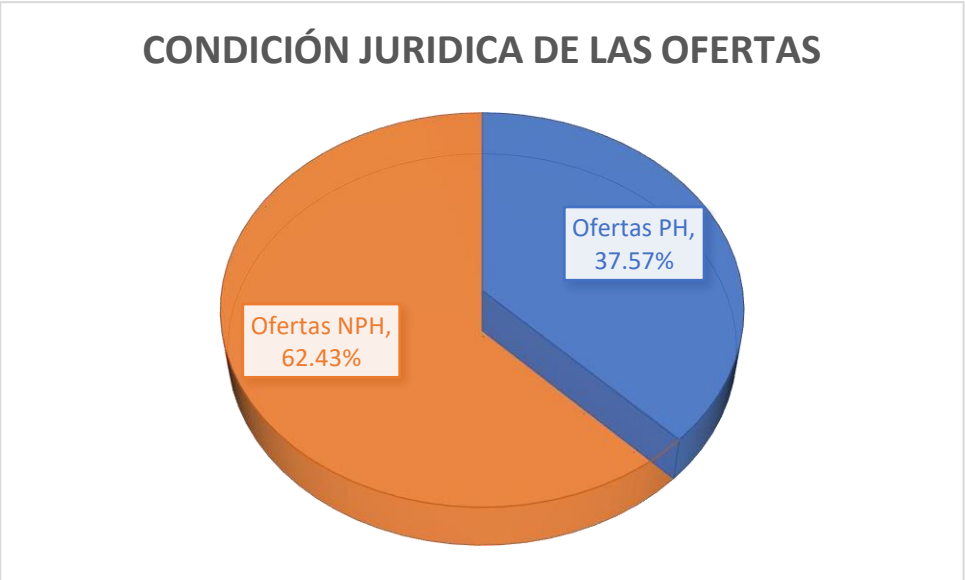


Ilustración 26. Condición jurídica de las ofertas. Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera, al analizar estadísticamente la información desde el ámbito espacial, es posible discernir que porcentaje de las ofertas de mercado y de los avalúos efectuados por la empresa se encuentran sobre suelo urbano o rural (ilustraciones 26 y 27), en cuales municipios y departamentos la empresa ha desarrollado procesos de consultoría o avalúos y cuantos avalúos y ofertas de mercado se tienen almacenadas de cada entidad territorial.

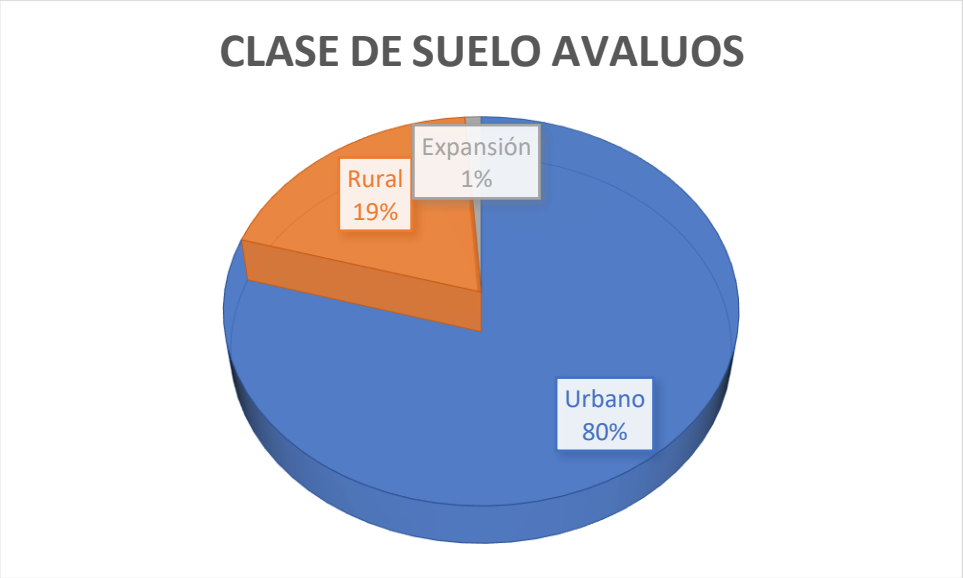


Ilustración 27. Clase de suelo de los avalúos. Fuente: Elaboración propia.

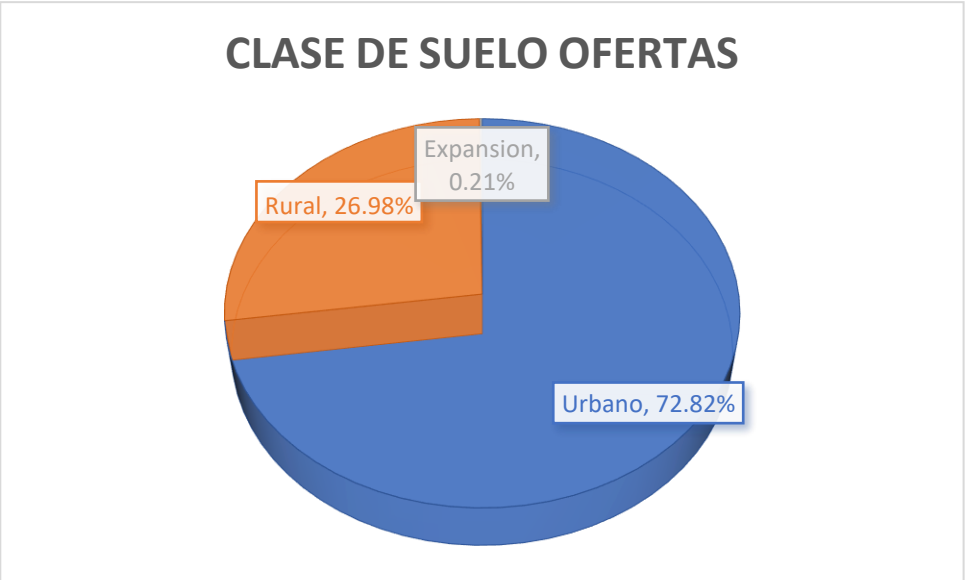


Ilustración 28. Clase de suelo de las ofertas. Fuente: Elaboración propia.

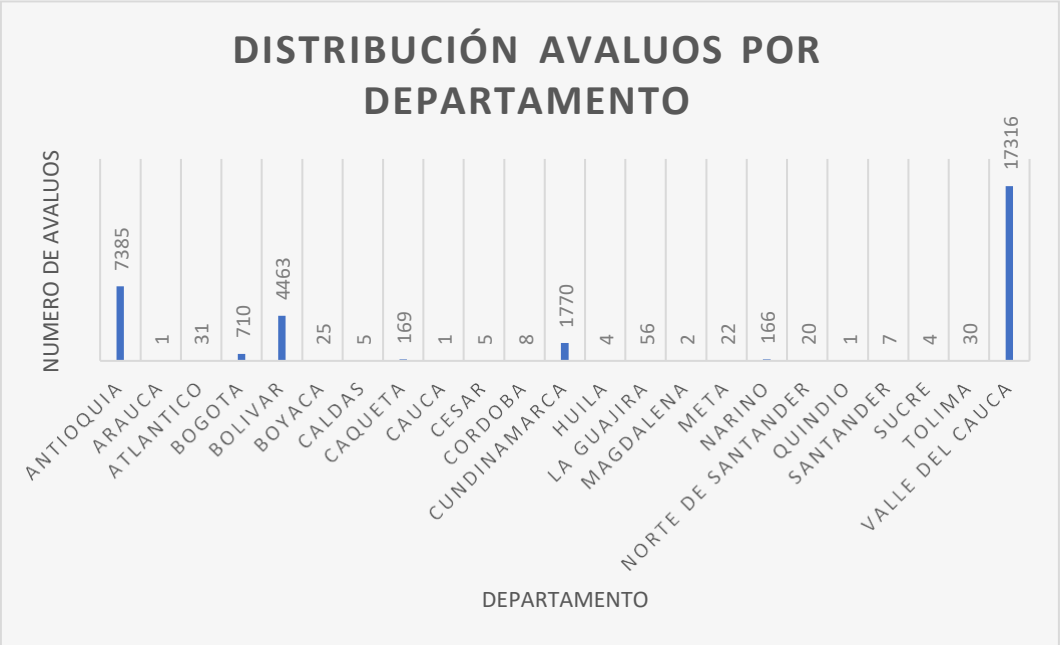
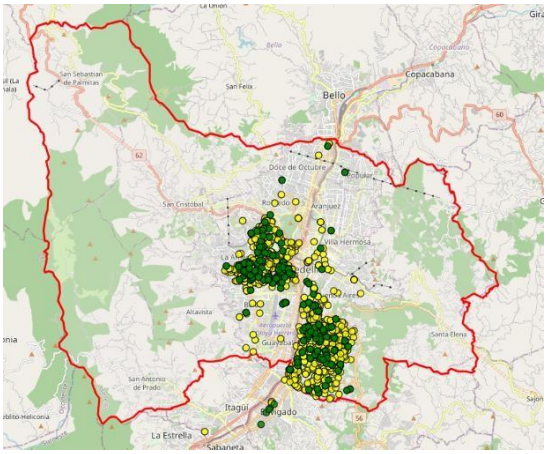


Ilustración 29. Distribución de avalúos por departamento. Fuente: Elaboración propia.

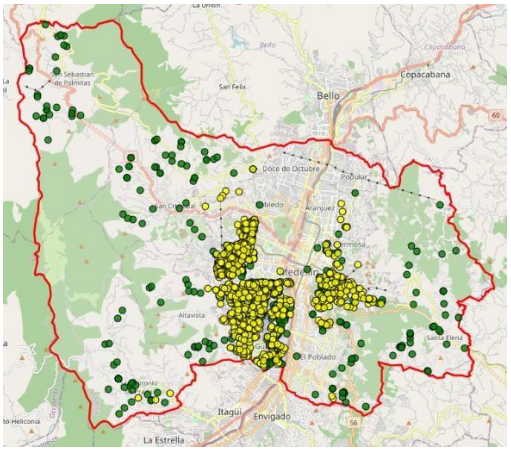
La capacidad del observatorio inmobiliario para comparar la distribución de los avalúos, ofertas de mercado, zonas homogéneas físicas y geoeconómicas, entre otros estudios realizados por la empresa, desde un ámbito espacial y temporal, resulta ser una herramienta bastante útil para la consulta de información que contribuya al desarrollo de futuros estudios del valor del suelo. Pues permite el manejo de información multitemporal y con ello la posibilidad de emplear información recolectada en estudios anteriores en territorios donde por razones espaciales,

sociales o culturales el mercado inmobiliario no es muy dinámico e incluso en zonas donde se tenga inventariado una cantidad significativa de datos poder analizar las características físicas y normativas del territorio y como ello interviene en la evolución del valor del suelo.

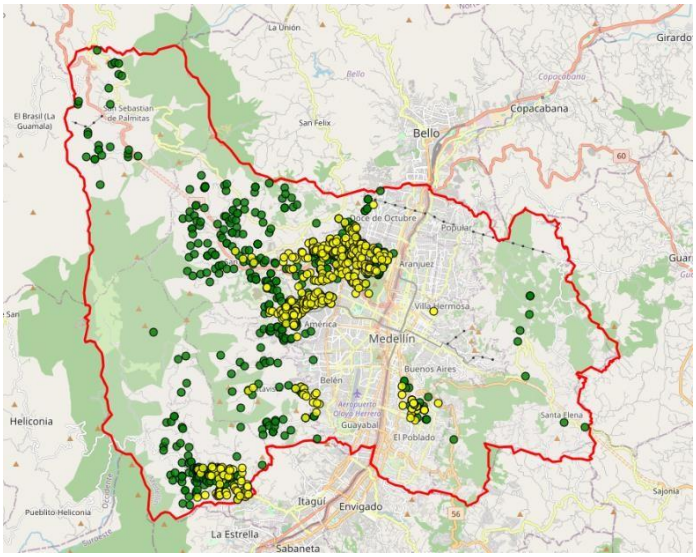
Tabla 2. Ofertas de mercado Medellín 2020, 2021, 2022. Fuente: Elaboración propia.



Medellín 2020

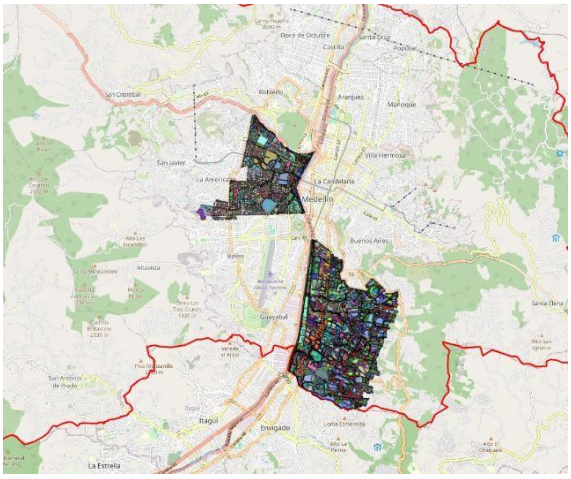


Medellín 2021

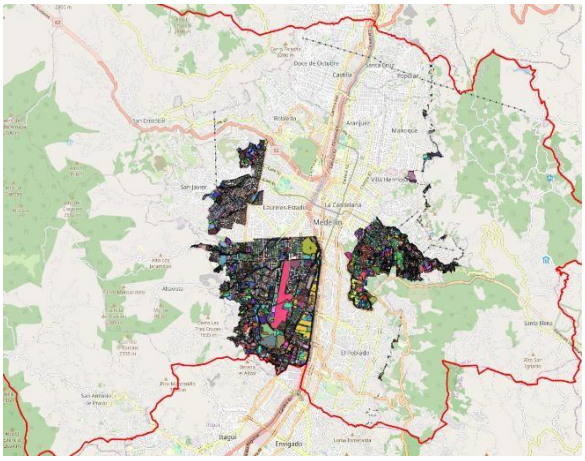


Medellín 2022

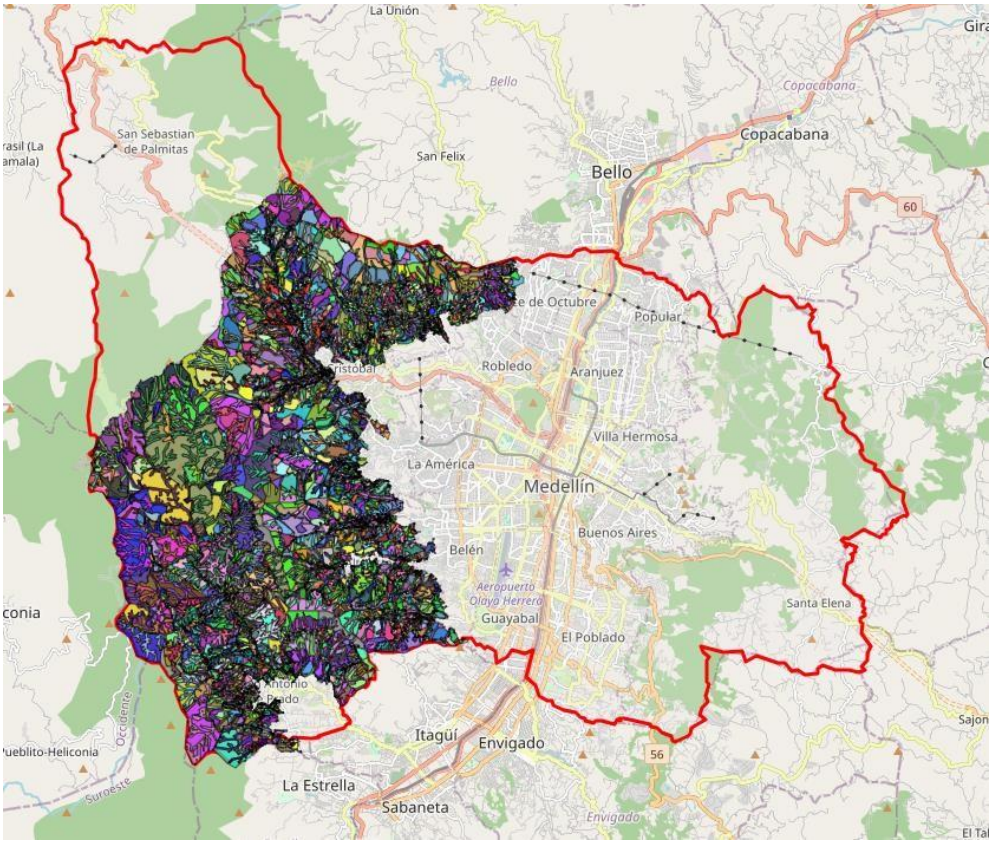
Tabla 3. ZHF Medellín 2020, 2021, 2022. Fuente: Elaboración propia.



Medellín 2020



Medellín 2021



Medellín 2022

En el presente informe se presentará un ejemplo de cómo el observatorio inmobiliario estructurado para la empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S. es pieza fundamental en la realización de estudios relacionados con el valor del suelo. Para ello Se propone llevar a cabo un análisis estadístico que vincule las variables normativas y físicas del territorio recopiladas por la empresa en la ciudad de Cali con el valor por metro cuadrado de terreno determinado en estudios de consultoría previos. Cabe destacar que la selección de la ciudad objeto de estudio se justifica en la cantidad de datos disponibles que el observatorio inmobiliario albergaba de esta entidad territorial, por su importancia estratégica para entender el mercado inmobiliario urbano en Colombia y por la frecuencia con la que la ciudad adquiere los servicios prestados por la empresa. Este análisis no solo servirá como punto de partida para futuros estudios respaldados por el observatorio, sino que, también contribuirá a los próximos procesos de consultoría llevados a cabo por la firma, pues permitirá analizar la incidencia de variables físicas y normativas en el valor del suelo.

Los datos seleccionados para el desarrollo del presente estudio, corresponden a las variables identificadas en el desarrollo de las zonas homogéneas físicas y los valores por metro cuadrado de terreno adoptados en el desarrollo de avalúos tipo puntos muestra empleados para la consolidación de zonas homogéneas geoeconómicas. El análisis de los datos estará dado por un modelo econométrico, el cual mostrarán el grado de incidencia de las variables independientes en los valores por metro cuadrado de terreno adoptados, se desarrollará un análisis estadístico que dará cuenta del ajuste de cada modelo de regresión a los datos, se construirán unas zonas homogéneas geoeconómicas a partir del modelo econométrico y finalmente se analizara su pertinencia al ser comparado con las zonas homogéneas geoeconómicas determinadas inicialmente por la empresa.

Los datos empleados para llevar a cabo el estudio en la ciudad de Cali, fueron desarrollados en el año 2018 dentro de un proceso de consultoría en el que participo la empresa, el cual consistió en la actualización catastral de las comunas 3, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 22. Resultado en la conformación de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas, desarrolladas a partir del análisis normativo del municipio plasmado sobre el plan de ordenamiento territorial, visitas de campo y el desarrollo de avalúos tipo puntos muestra. Con la finalidad de analizar la incidencia de las variables empleadas para la conformación de las zonas homogéneas físicas en las variaciones de valor por metro cuadrado de terreno, se emplearon los datos desarrollados en la

comuna 18. Para ello fueron asociadas las variables empleadas en el desarrollo de las zonas homogéneas físicas y los valores por metro cuadrado de terreno identificados en los avalúos tipo punto muestra empleados para la conformación de las zonas homogéneas geoeconómicas.

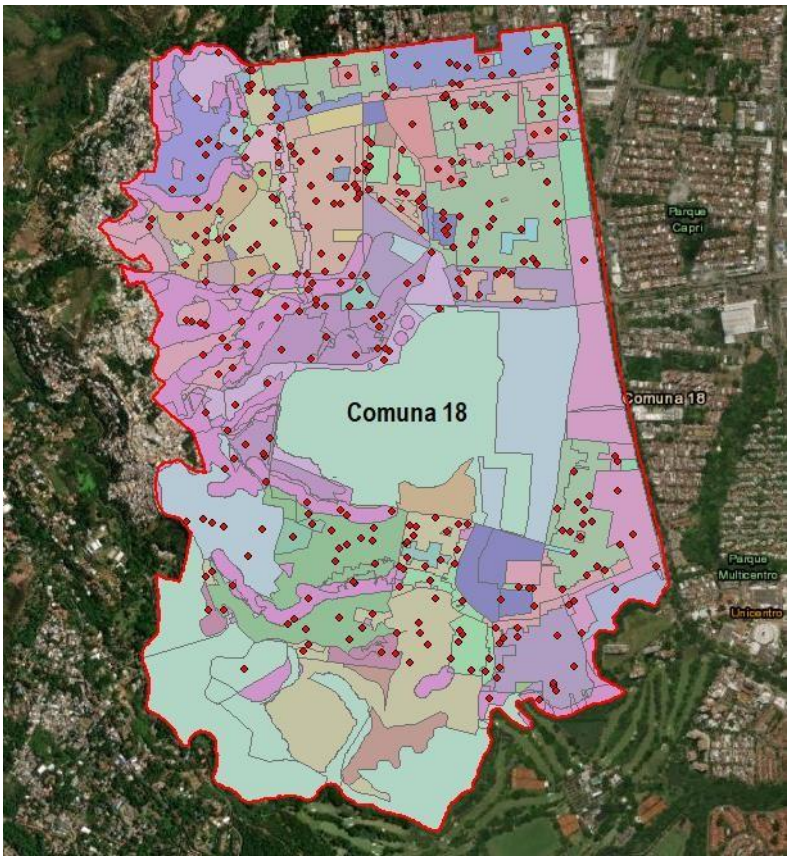


Ilustración 30. Zonas homogéneas geoeconómicas. Comuna 18 de Cali. Elaboración Propia.

Dada la naturaleza cualitativa de los datos físicos y normativos, fue necesario convertir los datos en variables Dummies o representativas, es decir que se convirtieron en variables en formato binario y se estableció una cantidad k-1 número de variables por cada cantidad k de campos. Las variables empleadas se listan a continuación.

- **Clase de suelo:** Urbano sin protección y Urbano protegido.
- **Área de actividad:** Área de Manejo Amortiguadora de los Farallones, Área de Manejo de Reserva Forestal y Área de Manejo de Protección de los Ríos.
- **Tratamiento urbanístico:** Desarrollo Sub-área 1, Desarrollo Sub-área 2 y Desarrollo Sub-área 3.
- **Servicios públicos domiciliarios:** Servicios Básicos y Servicios Básicos más complementarios.

- **Tipo de vía:** Peatonales, Vehiculares sin pavimentar y Vehiculares pavimentadas.
- **Influencia de las vías:** Vial local, Vial Secundario y Vial Principal.
- **Topografía:** Plana (Pendiente 0-7%), Inclinada (Pendiente 7 al 14 %) y Empinada (Pendiente Mayor del 14%).
- **Actividad económica:** Residencial, Comercial y Servicios, Dotacional, Espacio Público, No Edificado, Recreacional y Deportivo.
- **ICB:** Índice de construcción base.

Una vez que se han identificado y discriminado cuidadosamente las variables relevantes para el análisis y se han convertido las variables cualitativas en cuantitativas mediante un proceso de transformación adecuado, se procede a vincular cada zona física homogénea con su respectivo valor monetario por metro cuadrado de terreno. Esta fase es crucial para establecer una base de datos robusta y completa que alimentará el proceso de elaboración de modelos estadísticos. Con una amplitud de 337 campos, esta base de datos resultante se considera lo suficientemente amplia y detallada como para permitir un análisis exhaustivo y riguroso. Este conjunto de datos proporciona una representación completa de las diversas variables involucradas, lo que permite capturar con precisión las complejas interacciones entre los factores físicos y normativos establecidos en el desarrollo de las zonas homogéneas físicas y como estos influyen en los valores del suelo.

	icb	v_m2_ter	urb_prote	urb_sin	amortigua	prot_rios	res_forest	desarro1	desarro3	desarro4	bas_incomp	bas_comple	peatonal	vehicu_pavi	vehicu_sin	colectora	colec_rural	vial_prici~l
1	1.5	154525	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
2	1.7	600000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
3	1.7	580000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
4	1.7	580000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
5	1.7	610000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
6	3	490000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
7	3	500000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
8	1.7	600000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
9	1.7	600000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
10	1.7	600000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
11	1.7	600000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
12	3	470000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
13	3	490000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
14	3	500000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
15	3	400000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
16	3	540000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
17	3	450000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
18	3	450000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
19	3	450000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
20	1.7	550000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
21	3	500000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
22	3	420000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
23	1.7	590000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
24	1.7	600000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
25	1.7	600000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
26	3	510000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
27	3	450000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
28	3	430000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
29	3	510000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
30	3	440000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
31	3	430000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
32	1.7	550000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
33	1.7	600000	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
34	3	430000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
35	3	430000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
36	3	440000	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
37	3	140000	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0

Ilustración 31. Base de datos ZHF y valor por metro cuadro de terreno comuna 18 Cali 2018. Elaboración propia

Al establecer la base de datos necesaria para llevar a cabo el correspondiente análisis econométrico y estadístico, se procede a determinar que variables serán catalogadas como dependientes y cuales como independientes. Dado que el propósito de la investigación es explicar el valor del suelo por medio de variables físicas y normativas, la variable dependiente será el valor por metro cuadrado de terreno (v_m2_ter). Dicho lo anterior, se procede a realizar un resumen estadístico exploratorio de la variable dependiente, con el fin de proporcionar un descripción concisa y comprensible del conjunto de datos, de esta manera es posible tener una idea rápida y clara de las características principales de los datos sin la necesidad de revisar todos los valores individualmente.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
v_m2_ter	337	516674.8	173009.5	140000	920000

Ilustración 32. Resumen estadístico de la variable dependiente (valor por metro cuadrado de terreno). Elaboración Propia.

Entendida la naturaleza de los datos y el comportamiento de los mismos, se procede a realizar una regresión inicialmente lineal, la cual corresponde a un método estadístico utilizado para modelar la relación entre la variable dependiente y las variables independientes o predictoras. Se desarrollo la regresión lineal con el objetivo principal de entender como las variables independientes están relacionadas con la variable dependiente y predecir los valores de la variable dependiente en función de los valores de las variables independientes. El modelo de regresión lineal se ajusta a los datos mediante la estimación de los coeficientes que minimizan la suma de los cuadrados de los residuos (la diferencia entre los valores observados y los valores calculados). De esta manera, una vez se han estimado los coeficientes, el modelo se puede utilizar para predecir los valores de la variable dependiente para nuevos valores de las variables independientes. La forma general de la regresión líneal es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon$$

Donde:

- Y es la variable dependiente.
- X es la variable independiente.
- $\beta 0$ es el término de intercepto (constante), que representa el valor esperado de YY cuando XX es igual a cero.

- $\beta 1$ es el coeficiente de regresión asociado con XX, que indica el cambio esperado en YY por cada unidad de cambio en XX.
- ϵ es el término de error, que representa la variabilidad no explicada por el modelo.

Source	SS	df	MS
Model	9.0221e+12	17	5.3071e+11
Residual	1.0352e+12	319	3.2451e+09
Total	1.0057e+13	336	2.9932e+10

Number of obs =	337
F(17, 319) =	163.54
Prob > F =	0.0000
R-squared =	0.8971
Adj R-squared =	0.8916
Root MSE =	56966

v_m2_ter	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
icb	-105282.5	6677.385	-15.77	0.000	-118419.8	-92145.2
urb_prote	-243955.6	13167.17	-18.53	0.000	-269861	-218050.1
amortigua	69888.21	12310.71	5.68	0.000	45667.76	94108.66
prot_rios	-44220.9	24676.37	-1.79	0.074	-92769.9	4328.093
desarro1	157503.8	15211.28	10.35	0.000	127576.7	187430.9
desarro3	12704.99	11600.67	1.10	0.274	-10118.5	35528.49
bas_comple	343160.1	43410.57	7.90	0.000	257752.9	428567.3
peatonal	-44114.26	21216.25	-2.08	0.038	-85855.72	-2372.795
vehicu_pavi	-13656.75	15955.96	-0.86	0.393	-45048.96	17735.46
vial_prici~l	-9737.983	8749.803	-1.11	0.267	-26952.59	7476.629
vial_secund	5907.498	14410.52	0.41	0.682	-22444.18	34259.17
plana	143941.3	11327.19	12.71	0.000	121655.9	166226.7
inclinada	56569.58	12189.94	4.64	0.000	32586.75	80552.41
comercial	260346.9	18860.6	13.80	0.000	223240	297453.8
esp_publico	346498.8	60075.28	5.77	0.000	228305	464692.6
no_edifi	(omitted)					
recreacional	17539.47	42583.52	0.41	0.681	-66240.55	101319.5
residencial	201781.2	17745.38	11.37	0.000	166868.5	236694
_cons	123193.9	48130.52	2.56	0.011	28500.58	217887.3

Ilustración 33. Regresión Lineal Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

En la presente regresión es posible observar los coeficientes de cada variable, es decir, el comportamiento que adopta la variable dependiente a partir de un cambio en una unidad de una variable independiente si las demás permanecen constantes, se identifica también, que la variable "no edificado" fue omitida del modelo, producto de que, no se tienen suficientes datos como para estimar un coeficiente.

Además de analizar la incidencia de cada variable independiente en el valor del metro cuadrado de terreno, es posible interpretar las estadísticas que dan cuenta de la calidad del modelo de regresión, inicialmente se identifica que, el valor P (P > |t|) indica la significancia estadística de cada coeficiente. Teóricamente si el valor P es menor que un nivel de significancia de 0.05, se considera que el coeficiente es significante. En este caso, exceptuando las variables desarrollo3, vehicular pavimentada, vial principal, vial secundaria y recreacional los coeficientes tienen un valor de P muy bajo, lo que indica que estadísticamente estas variables son significantes para predecir el valor por metro cuadrado de terreno. De la misma manera al analizar el valor de R-cuadrado, el cual indica cuanta variabilidad en la variable dependiente es explicada por el modelo, muestra que aproximadamente el 89% de la variabilidad en v_m2_ter es explicada por las variables independientes que conforman el modelo.

Adicionalmente, se realizará un modelo de regresión logarítmico con la finalidad de establecer que modelo resultaría más apropiado para los fines del presente estudio. En esta situación la variable dependiente o de respuesta será trasformada logarítmicamente antes de aplicar el análisis de regresión, este proceso se desarrolla cuando la relación entre las variables independientes y la dependiente no se ajusta de la mejor manera a una regresión lineal, pero puede aproximarse a una relación lineal después de tomar el logaritmo de la variable dependiente. La forma general de una regresión logarítmica es:

$$Ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 X1 + \beta_2 X2 + \beta_3 X3 + \cdots + \beta_K Xk + \epsilon$$

Donde:

- Y es la variable dependiente transformada logarítmicamente.
- $X1, X2, \ldots, XkX1, X2, \ldots, Xk$ son las variables independientes.
- $\beta 0, \beta 1, \beta 2, \ldots, \beta k \beta 0, \beta 1, \beta 2, \ldots, \beta k$ son los coeficientes que representan la relación entre las variables independientes y la variable dependiente en la escala logarítmica.
- ε es el término de error.

Source	SS	df	MS
Model	58.2813748	17	3.42831617
Residual	3.93298124	319	.012329095
Total	62.2143561	336	.185161774

Number of obs =	337
F(17, 319) =	278.07
Prob > F =	0.0000
R-squared =	0.9368
Adj R-squared =	0.9334
Root MSE =	.11104

ln_v_m2_ter	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
icb	-.1741538	.0130154	-13.38	0.000	-.1997608	-.1485469
urb_prote	-.9611558	.0256652	-37.45	0.000	-1.01165	-.9106614
amortigua	.0989015	.0239958	4.12	0.000	.0516914	.1461116
prot_rios	-.1046382	.0480988	-2.18	0.030	-.1992691	-.0100074
desarro1	.2389616	.0296496	8.06	0.000	.1806282	.297295
desarro3	.0082024	.0226118	0.36	0.717	-.0362848	.0526895
bas_comple	.8768941	.0846151	10.36	0.000	.7104199	1.043368
peatonal	-.093013	.0413544	-2.25	0.025	-.1743747	-.0116513
vehicu_pavi	-.0530503	.0311011	-1.71	0.089	-.1142394	.0081388
vial_prici~l	.0165971	.017055	0.97	0.331	-.0169573	.0501516
vial_secund	.0536162	.0280887	1.91	0.057	-.0016463	.1088788
plana	.3696717	.0220788	16.74	0.000	.3262333	.41311
inclinada	.1508034	.0237604	6.35	0.000	.1040565	.1975503
comercial	.4837297	.0367628	13.16	0.000	.4114016	.5560577
esp_publico	.684343	.1170977	5.84	0.000	.4539617	.9147243
no_edifi	(omitted)					
recreacional	.0651344	.083003	0.78	0.433	-.0981681	.228437
residencial	.4029173	.034589	11.65	0.000	.334866	.4709687
_cons	12.03156	.0938152	128.25	0.000	11.84699	12.21614

Ilustración 34. Regresión logarítmica Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

Al analizar la regresión resultante se identifica que, se ajusta significativamente mejor a los datos comparado con la regresión lineal, esto se muestra al tener un valor de error medio cuadrático significativamente menor que la regresión lineal y tener un R-cuadrado mayor, superior al 93%. Por lo que seguidamente se continuara empleado la regresión logarítmica en

los próximos análisis que se desarrollen. Cabe resaltar que se desarrolló la regresión logarítmica estableciendo únicamente la variable dependiente como logaritmo, debido a que, las variables independientes al ser binarias, toman valores de 0, lo que al aplican el logaritmo daría como resultado una indeterminación.

Con la finalidad de reconocer la calidad del modelo de regresión establecido y ajustarlo de la mejor manera, se procede a aplicar un conjunto de supuestos que darán cuantía de la calidad del modelo. Inicialmente se analizará la normalidad de los errores, para ello se aplicará una prueba de normalidad y se establecerá un histograma donde se compare la distribución de la densidad de los errores con la forma teórica de una distribución normal. La prueba de normalidad usada será la prueba Shapiro-Wilk, en la cual la hipótesis nula (H_0) es que los datos siguen una distribución normal, esto quiere decir que si el P valor es menor que un nivel de significancia de 0.05 al emplear un nivel de confianza del 95%, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no provienen de una distribución normal.

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
errores	337	0.97936	4.875	3.739	0.00009

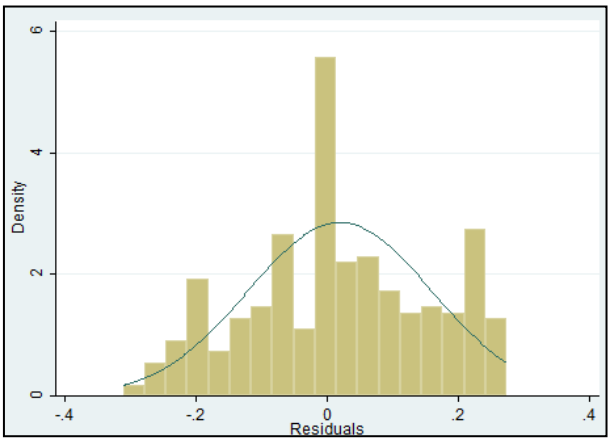


Ilustración 35. prueba de normalidad Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

Siguiendo los resultados de la prueba de normalidad, se reconoce que la variabilidad de los errores no sigue una distribución normal, esto al obtener un P valor inferior a 0.05. Adicionalmente, al analizar el histograma se evidencia que los errores presentan una distribución similar a un comportamiento de normalidad. Sin embargo, se observa un problema de curtosis elevada, es decir que la distribución resulta ser más apuntada que una distribución

normal. Con el fin de mitigar las discrepancias entre la distribución normal y la distribución de errores, se procede a analizar los datos atípicos por medio de un gráfico de caja y bigotes o mejor conocido como boxplot.

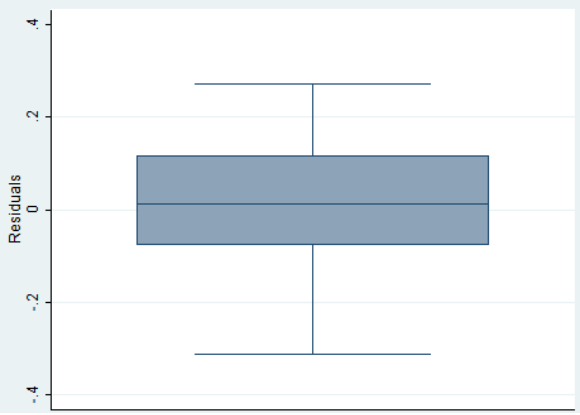


Ilustración 36. Blox Plot Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

Con la finalidad de mitigar la discrepancia de normalidad se procede a desistir de los valores atípicos, para ello inicialmente se calcularon los residuos estudentizados, los cuales corresponden a los residuos de un modelo estadístico que están divididos por la estimación de la desviación estándar de los errores. Estos son útiles para identificar observaciones atípicas o influyentes en un modelo, ya que los residuos estudentizados están estandarizados y suelen seguir una distribución t-student con n-p-1 grados de libertad, donde n es el número de observaciones y p el número de predictores en el modelo. Bajo el propósito del presente estudio, se decidió que aquellos valores de residuos estudentizados inferiores a -2 y superiores a 2 no serían tenidos en cuenta para el desarrollo del presente modelo. En total se eliminaron 17 datos atípicos, dejando un total de 320 datos para realizar la regresión. Al desarrollar una nueva regresión lineal y establecer una prueba de normalidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Source	SS	df	MS
Model	56.3370254	17	3.31394267
Residual	2.38770545	302	.007906309
Total	58.7247309	319	.184090065

Number of obs =	320
F(17, 302) =	419.15
Prob > F =	0.0000
R-squared =	0.9593
Adj R-squared =	0.9571
Root MSE =	.08892

ln_v_m2_ter	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
icb	-.1812267	.0105604	-17.16	0.000	-.2020081	-.1604453
urb_prote	-1.018361	.0212795	-47.86	0.000	-1.060235	-.9764858
amortigua	.0953903	.019247	4.96	0.000	.0575151	.1332654
prot_rios	-.1082567	.0385579	-2.81	0.005	-.1841328	-.0323806
desarro1	.2387226	.0237709	10.04	0.000	.1919451	.2855001
desarro3	.0297079	.0182235	1.63	0.104	-.0061531	.065569
bas_comple	.7783876	.0685879	11.35	0.000	.6434168	.9133584
peatonal	-.011584	.0344821	-0.34	0.737	-.0794396	.0562715
vehicu_pavi	.0685365	.0273397	2.51	0.013	.0147361	.1223369
vial_prici~l	-.0319528	.0143963	-2.22	0.027	-.0602826	-.0036229
vial_secund	.0386607	.0226232	1.71	0.088	-.0058584	.0831798
plana	.2480125	.0209352	11.85	0.000	.2068152	.2892099
inclinada	.0389098	.0213418	1.82	0.069	-.0030877	.0809072
comercial	.5004899	.0295782	16.92	0.000	.4422845	.5586954
esp_publico	.6695557	.093807	7.14	0.000	.4849576	.8541539
no_edifi	(omitted)					
recreacional	.0460624	.0664951	0.69	0.489	-.08479	.1769147
residencial	.4075918	.0277249	14.70	0.000	.3530335	.4621502
_cons	12.1426	.07603	159.71	0.000	11.99299	12.29222

Ilustración 37. Regresión logarítmica 2, Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
errores2	320	0.98926	1.422	0.983	0.06863

Ilustración 38. Prueba de normalidad 2, Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

El modelo resultante al eliminar los valores atípicos, resulta ajustarse de mejor manera a los datos, ya que se pasaría de tener un R-Cuadrado del 93% a uno del 95%, adicionalmente al aplicar una prueba de normalidad Shapiro-Wilk, se observa un P valor de 0.06863, lo que indica que los errores se están comportando bajo una distribución normal. Al analizar la significancia individual de las variables independientes, se observa que ciertos coeficientes son muy elevados, con lo cual se procede a realizar una técnica estadística que seleccione las variables con mayor significancia para el modelo de regresión. Para este propósito se empleó el método stepwise, la cual es una técnica usualmente utilizada en modelos de regresión para iterativamente añadir o eliminar variables predictoras del modelo, basándose en criterios definidos. En este caso el criterio definido corresponde al P valor, que para fines del presente estudio se pactó en el 15%.

```
p = 0.7371 >= 0.1500  removing peatonal
p = 0.4828 >= 0.1500  removing recreacional

      Source |       SS       df       MS              Number of obs =     320
-------------+------------------------------           F( 15,   304) =  477.19
       Model |  56.3322404    15  3.75548269           Prob > F      =  0.0000
    Residual |  2.39249049   304  .007870035           R-squared     =  0.9593
-------------+------------------------------           Adj R-squared =  0.9572
       Total |  58.7247309   319  .184090065           Root MSE      =  .08871

------------------------------------------------------------------------------
 ln_v_m2_ter |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         icb |  -.1810614    .010472   -17.29   0.000    -.2016682   -.1604547
   urb_prote |  -1.019781    .020851   -48.91   0.000    -1.060811   -.9787502
   amortigua |   .0948377   .0191695     4.95   0.000     .0571159    .1325594
   prot_rios |   -.108224   .0384445    -2.82   0.005    -.1838749    -.032573
    desarro1 |   .2387657    .023709    10.07   0.000     .1921113    .2854202
    desarro3 |   .0300222    .018098     1.66   0.098     -.005591    .0656355
  bas_comple |   .7717713   .0653433    11.81   0.000     .6431888    .9003538
 residencial |   .4033319   .0270121    14.93   0.000     .3501776    .4564862
 vehicu_pavi |   .0752673   .0191874     3.92   0.000     .0375103    .1130243
vial_prici~l |  -.0328987   .0143099    -2.30   0.022    -.0610577   -.0047397
 vial_secund |   .0374233   .0220011     1.70   0.090    -.0058705    .0807171
       plana |   .2462246   .0203512    12.10   0.000     .2061775    .2862717
   inclinada |   .0375079   .0210517     1.78   0.076    -.0039176    .0789335
   comercial |   .4968685   .0290632    17.10   0.000      .439678     .554059
 esp_publico |   .6651486   .0932941     7.13   0.000     .4815646    .8487326
       _cons |   12.14797   .0755367   160.82   0.000     11.99933    12.29661
------------------------------------------------------------------------------
```

Ilustración 39. Técnica Stepwise y regresión logarítmica 3, Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

Al establecer un criterio de P valor del 15%, las variables tipo de vía peatonal y actividad económica recreacional fueron eliminadas del modelo. Seguidamente, se procede a realizar una prueba de multicolinealidad, con el fin de establecer si una o más variables están fuertemente correlacionadas entre sí. La prueba seleccionada para este propósito corresponde a el factor de inflación de varianza (VIF), la cual es una medida estadística que se utiliza para detectar la multicolinealidad entre las variables predictoras en un modelo de regresión múltiple (el valor teóricamente aceptado para asegurar que no se presenta una fuerte correlación entre las variables independientes es de 10).

Variable	VIF	1/VIF
residencial	6.00	0.166740
comercial	5.43	0.184147
plana	3.21	0.311570
prot_rios	2.68	0.372450
inclinada	2.14	0.467939
desarro3	2.13	0.469293
icb	1.92	0.520558
desarro1	1.71	0.586112
vial_secund	1.52	0.657665
vial_prici~l	1.47	0.682078
vehicu_pavi	1.35	0.742250
urb_prote	1.27	0.785438
amortigua	1.12	0.896569
esp_publico	1.10	0.907042
bas_comple	1.08	0.927400
Mean VIF	2.27	

Ilustración 40. Prueba VIF Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia

Se observa que, cada uno de los valores VIF es inferior a 10, lo que indica que, no se presenta multicolinealidad entre las variables. Seguidamente, se procede a analizar el supuesto de

homocedasticidad, el cual es importante en un modelo de regresión lineal ya que, se pretende que la varianza de los errores sea constante para todos los valores de las variables independientes. La prueba a realizar se denomina prueba de Breusch-Pagan, en la cual si el P valor asociado es menor que el nivel de significancia de 0.05, se puede concluir que hay evidencia de heteroscedasticidad en los residuos del modelo.

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
         Ho: Constant variance
         Variables: fitted values of ln_v_m2_ter

         chi2(1)      =     0.16
         Prob > chi2  =   0.6866
```

Ilustración 41. Prueba de heteroscedasticidad Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

Una vez obtenida la prueba de heteroscedasticidad, se concluye que hay evidencia suficiente para corroborar la hipótesis nula y confirmar el supuesto de homocedasticidad. Finalmente se realiza el test Ramsey Reset, con la finalidad de verificar si las variables independientes son suficientes para explicar la variable dependiente, se debe tener en cuenta que si el P valor es inferior 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se determina que probablemente hacen falta variables.

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of ln_v_m2_ter
       Ho:  model has no omitted variables
                 F(3, 299) =      8.56
                  Prob > F =      0.0000
```

Ilustración 42. Prueba de Ramsey reset Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

Una vez determinada la prueba Ramsey Reset, se observa un P valor inferior a 0.05, por lo que las variables son insuficientes para explicar el valor por metro cuadrado de terreno. Lo que indicaría que probablemente hacen falta más variables que lleguen a explicar de mejor manera el modelo. Sin embargo, pese a que la prueba muestra que al añadir más variables mejoraría la calidad de la regresión, el presente modelo se ajusta matemáticamente de manera significante a los datos, puesto que cumplen con los supuestos de normalidad, multicolinealidad y homocedasticidad, por lo que estadísticamente es factible adoptar el modelo para la realización de estudios de valor del suelo para la comuna 18 de Cali, teniendo en cuenta que mejoraría la precisión al incluir más variables que resulten significativas para el modelo. Finalmente, la regresión resultante que describe el comportamiento del valor por metro cuadrado de terreno

para la comuna 18 en función de las variables empleadas en la consolidación de las zonas homogéneas físicas es:

Source	SS	df	MS
Model	56.3322404	15	3.75548269
Residual	2.39249049	304	.007870035
Total	58.7247309	319	.184090065

Number of obs =	320
F(15, 304) =	477.19
Prob > F =	0.0000
R-squared =	0.9593
Adj R-squared =	0.9572
Root MSE =	.08871

ln_v_m2_ter	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
icb	-.1810614	.010472	-17.29	0.000	-.2016682	-.1604547
urb_prote	-1.019781	.020851	-48.91	0.000	-1.060811	-.9787502
amortigua	.0948377	.0191695	4.95	0.000	.0571159	.1325594
prot_rios	-.108224	.0384445	-2.82	0.005	-.1838749	-.032573
desarro1	.2387657	.023709	10.07	0.000	.1921113	.2854202
desarro3	.0300222	.018098	1.66	0.098	-.005591	.0656355
bas_comple	.7717713	.0653433	11.81	0.000	.6431888	.9003538
residencial	.4033319	.0270121	14.93	0.000	.3501776	.4564862
vehicu_pavi	.0752673	.0191874	3.92	0.000	.0375103	.1130243
vial_prici~l	-.0328987	.0143099	-2.30	0.022	-.0610577	-.0047397
vial_secund	.0374233	.0220011	1.70	0.090	-.0058705	.0807171
plana	.2462246	.0203512	12.10	0.000	.2061775	.2862717
inclinada	.0375079	.0210517	1.78	0.076	-.0039176	.0789335
comercial	.4968685	.0290632	17.10	0.000	.439678	.554059
esp_publico	.6651486	.0932941	7.13	0.000	.4815646	.8487326
_cons	12.14797	.0755367	160.82	0.000	11.99933	12.29661

Ilustración 43.Modelo de regresión final Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

Obtenido el modelo econométrico, se procede a calcular el valor por metro cuadrado de terreo para cada una de las zonas homogéneas físicas, teniendo en cuenta la siguiente ecuación.

$$v_m2_ter = -0.1810614 * [icb_v] - 1.019781 * [urb_prote] + 0.0948377 * [amortigua] - 0.108224 * [prot_rios] + 0.2387657 * [desarro2] + 0.0300222 * [desarro3] + 0.7717713 * [bas_comple] + 0.4033319 * [residencia] + 0.0752673 * [vehicu_pav] - 0.0328987 * [vial_prici] + 0.0374233 * [vial_secun] + 0.2462246 * [plana] + 0.0375079 * [inclinada] + 0.4968685 * [comercial] + 0.6651486 * [esp_public] + 12.14797$$

Calculados los valores, se obtuvo un valor mínimo de $67.050, un valor máximo de $917.701 y un valor medio de $397.102. Los cuales, al ser comparados con los valores determinados en las zonas homogéneas geoeconómicas desarrolladas inicialmente, muestran un alto grado de coincidencia, pues el valor mínimo obtenido por la empresa fue de $25.000, el valor máximo fue $900.000 y el valor medio $328.558. Obtenidos los valores para cada una de las zonas homogéneas físicas, se procede a determinar unas zonas homogéneas geoeconómicas

calculadas a partir del modelo econométrico, las cuales serán comparadas con las zonas homogéneas geoeconómicas determinadas en el proceso de actualización catastral.

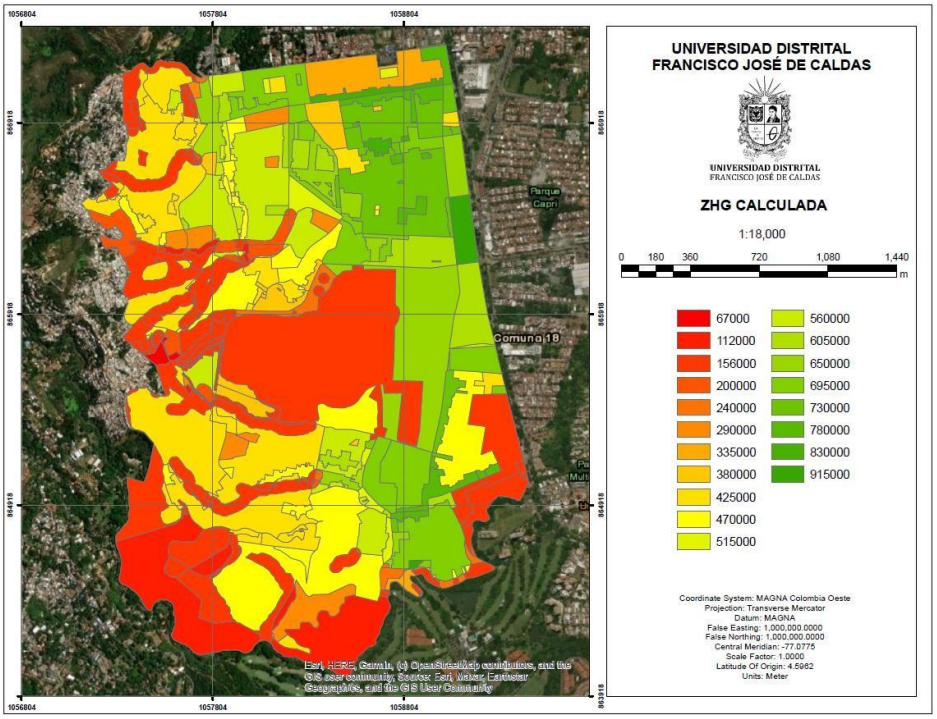


Ilustración 44. Zonas homogéneas geoeconómicas calculadas Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

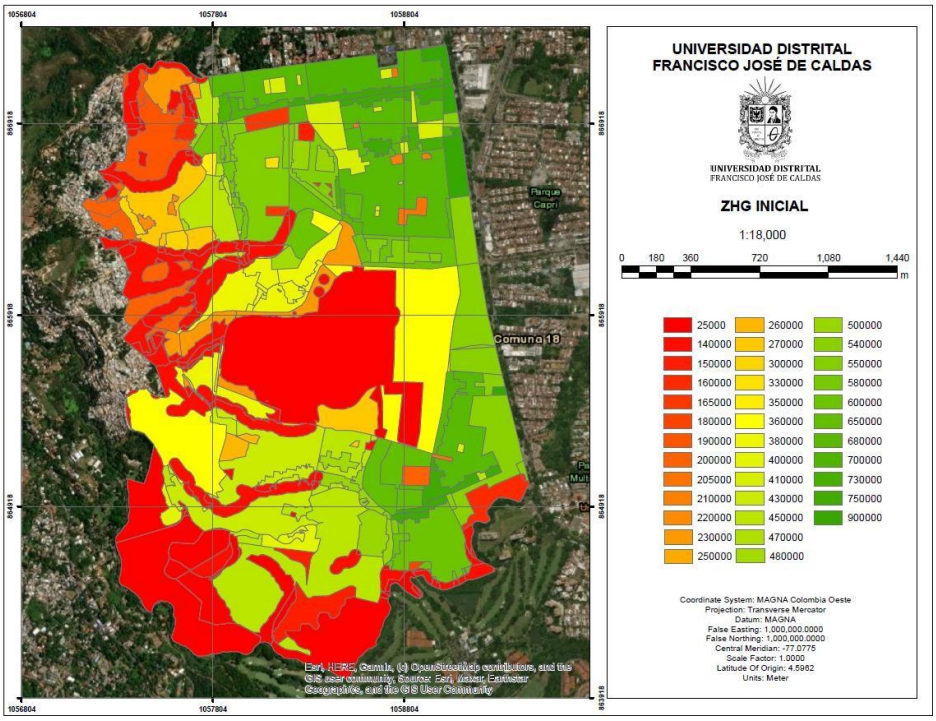


Ilustración 45. Zonas homogéneas geoeconómicas iniciales Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

Al ser comparadas las dos zonas homogéneas geoeconómicas, se determino que cerca del 70% del área objeto de estudio mostraban un alto grado de similitud, siendo este mayoritario en el costado oriental de la comuna 18, tal y como se evidencia en la siguiente ilustración.

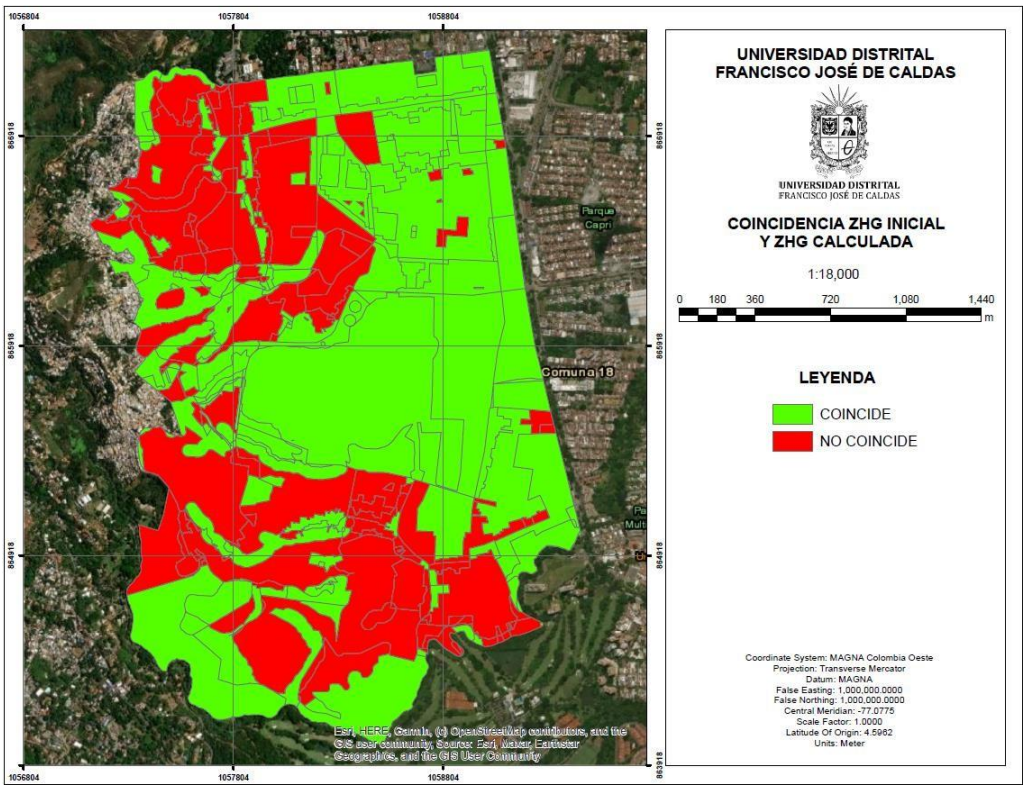


Ilustración 46. Zonas homogéneas geoeconómicas comparadas Comuna 18 Cali 2018. Elaboración Propia.

Al ser comparadas las dos zonas homogéneas geoeconómicas, se determinó que cerca del 70% del área objeto de estudio mostraban un alto grado de coincidencia, siendo este mayoritario en el costado oriental de la comuna 18. Se observa que la coincidencia es mayor en áreas con un mayor desarrollo urbanístico lo que sugiere que en estas zonas las variables seleccionadas para el modelo econométrico capturan de manera más precisa las características que determinan el valor del suelo. Por otro lado, la coincidencia es menor en zonas donde no se tiene un desarrollo urbanístico consolidado y en áreas especiales como parques, clubes campestres y espacios públicos, donde las particularidades de estos espacios no son tan fácilmente capturadas por las variables utilizadas en el modelo.

El modelo econométrico desarrollado, aunque muestra buenos resultados, aún se encuentra muy limitado debido a la necesidad de incluir más variables que describan el territorio con mayor precisión, como lo evidenció la prueba estadística realizada. Es importante destacar que

este tipo de modelos deben ser considerados como una herramienta adicional para el avaluador, ya que las características complejas del territorio dificultan que un modelo econométrico pueda capturar todos los factores relevantes con precisión. El conocimiento y la experiencia del avaluador son insustituibles y esenciales para la correcta construcción de zonas homogéneas geoeconómicas. Ya que, aun construyendo unas zonas homogéneas geoeconómicas a partir de un modelo de regresión, fue necesaria la supervisión de un avaluador ya que su pericia es crucial para validar y ajustar los resultados generados por el modelo.

Finalmente, internamente en la empresa se concluyó que este tipo de modelos son particularmente útiles como herramientas de determinación de valor en procesos de interventoría y seguimiento. Permiten realizar un seguimiento aproximado a los resultados y detectar posibles inconsistencias que puedan surgir. En este sentido, los modelos econométricos aportan un valioso apoyo para el control y la supervisión de los procesos de valoración, complementando el trabajo del avaluador y mejorando la eficiencia y precisión de los análisis realizados.

9. CONCLUSIONES

El proyecto actual permitió obtener información física y económica de bienes raíces con diferentes destinos, ya sean urbanos, rurales regidos o sin régimen de propiedad horizontal (NPH y PH), creando un observatorio inmobiliario que es esencial para recopilar, analizar y comprender datos pertinentes sobre las dinámicas del mercado inmobiliario en Colombia. Siendo estos datos relevantes para la tasación de bienes inmuebles y la consultoría en proyectos de gestión y financiación del suelo en los que participa la empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S. Además, la implementación del observatorio ofrece a la empresa una plataforma centralizada, organizada y estandarizada para acceder y analizar información crucial, lo que facilita una comprensión más profunda y una toma de decisiones más informada en todos los rublos de su negocio.

La introducción de herramientas tecnológicas como el geovisor y el método de recolección de datos tipo encuesta como componente clave del observatorio inmobiliario, ha demostrado ser una decisión acertada, ya que estos proporcionan herramientas interactivas y visualmente atractivas para el análisis de información espacial. Además, permiten automatizar y optimizar el proceso de recopilación de datos relacionados con las ofertas inmobiliarias, lo que reduce el tiempo necesario para completar la recopilación de datos en la base de datos geográfica. De esta manera, permitiendo a los usuarios explorar y recopilar datos inmobiliarios de manera dinámica, conjunta y en tiempo real, lo que mejora la capacidad de la empresa para comprender y comunicar información compleja de manera efectiva, tanto internamente como a sus clientes.

El observatorio inmobiliario muestra un amplio alcance geográfico, abarcando datos de numerosas entidades territoriales, especialmente en los departamentos de Valle del Cauca, Antioquia, Bolívar y Cundinamarca, de esta manera proporcionando una perspectiva integral del panorama inmobiliario nacional. Se observa también una concentración de datos en suelo urbano, aunque no se ignora la cantidad y relevancia de las ofertas y avalúos efectuados sobre el suelo rural, se destaca, la preminencia de datos de bienes inmuebles NPH en la base de datos espacial, siendo estos sumamente valiosos en los estudios de valor del suelo.

Se ha observado que las herramientas de observación inmobiliaria pueden consolidarse como una fuente clave para caracterizar el mercado de bienes inmuebles, aportando información de la realidad del mercado en procesos y actividades propias del que hacer valuatorio, como la

determinación y actualización de Zonas Homogéneas Físicas y geoeconómicas, el análisis de plusvalías, estudios de comparación de mercado y tareas de planificación del territorio. Para la empresa, el proyecto ha significado la creación de un completo observatorio inmobiliario que se compone de un sistema de información geográfica, una base de datos espacial, un componente en terreno representado por la encuesta de ofertas inmobiliarias y un geovisor que mejora significativamente la exploración y análisis de datos inmobiliarios.

El observatorio inmobiliario al consolidar una base organizada y precisa de los datos inmobiliarios recolectados y consolidados entre 2013 y 2023 por la empresa, facilita el desarrollo de indicadores y estadísticas que den muestra de las condiciones del mercado inmobiliario. Lo que permite realizar análisis estadísticos sofisticados como el realizado en el presente informe donde se establecieron modelos de regresión lineal que relacionan las variables empleadas en el desarrollo de zonas homogéneas físicas con la variación en los valores de metro cuadrado de terreno en la ciudad de Cali. Estos estudios pueden llegar a ser beneficiosos para la toma de decisiones en estudios relacionados con el valor del suelo o en procesos de consultoría.

La elaboración de un modelo de regresión lineal que vincule las variables identificadas en la formación de zonas homogéneas físicas con el valor por metro cuadrado de terreno en la comuna 18 de Cali ha resultado en la determinación de coeficientes que ilustran la contribución de las variables independientes en las variaciones del valor por metro cuadrado de terreno. Además, este enfoque ha permitido discernir la naturaleza de la relación de cada variable con el precio, revelando si su cambio produce un impacto positivo o negativo. Este estudio marca un paso inicial en el desarrollo de una sección investigativa dentro del observatorio inmobiliario estructurado para la empresa, en consecuencia, proporciona una base sólida para futuras investigaciones y proyectos de consultoría.

10. RECOMENDACIONES

Para maximizar el potencial del Observatorio Inmobiliario, es imperativo que la empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S. mantenga una alimentación continua y efectiva de la base de datos. Este flujo constante de información garantizará que el observatorio esté siempre actualizado y refleje con precisión las condiciones cambiantes del mercado inmobiliario. Además, es crucial que la empresa busque activamente colaboraciones y alianzas estratégicas con otras instituciones, empresas y entidades gubernamentales. Estas asociaciones pueden enriquecer la base de datos del observatorio al proporcionar acceso a datos adicionales, así como ampliar su alcance y utilidad. Dado que la empresa participa en numerosos proyectos en diferentes entidades territoriales y es parte de diversas sociedades y lonjas a nivel nacional, aprovechar estas conexiones puede ser fundamental para fortalecer y expandir el observatorio.

Se propone impulsar el desarrollo de estudios independientes, aprovechando la riqueza de datos inmobiliarios recopilados y estructurados a lo largo de más de una década en el Observatorio Inmobiliario. Esta iniciativa no solo permitiría a la empresa sobresalir por su compromiso con la investigación en el sector, sino que también fortalecería su posición en el mercado. Siguiendo el ejemplo de observatorios inmobiliarios privados de renombre a nivel internacional, la empresa tendría la oportunidad de demostrar un compromiso continuo con la generación de conocimiento y la innovación. Los clientes apreciarían esta capacidad de la empresa para realizar análisis independientes y rigurosos, lo que reforzaría su percepción de la precisión y confiabilidad de los servicios ofrecidos.

11. BIBLIOGRAFIA

1. Alcaldía de Barranquilla. (2024). *Interoperabilidad de registro y catastro multiproposito*. Catastro Barranquilla. https://catastro.barranquilla.gov.co:7000/Observatorio/
2. Alcaldia de Medellín. (2006). *GESTIÓN IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO*. https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2023/03/15.instrumentos.pdf
3. Alcaldía de Santiago de Cali. (2024). *Observatorio inmobiliario*. Observatorio inmobiliario. https://www.cali.gov.co/catastro/publicaciones/147970/observatorio-inmobiliario/
4. Alcaraz Martínez, R. (2019). *Manual de Google Maps JavaScript API v3*. Universidad de Barcelona. https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/137945/1/manual_api_google_maps.pdf
5. ANI. (2019). *CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE APP No [•] DE [•]*.
6. CEPEDA QUINTERO, R. E. (2020). *ESTRUCTURACIÓN DEL OBSERVATORIO INMOBILIARIO VIVIENDA URBANA 2020 DEL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ (CUNDINAMARCA)*. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/28019
7. Crickard III, P. (2014). *Leaflet.js Essentials*. PACKT PUBLISHING. https://gisittools.com/assets/upload/books/material/20230121145648189368 5845.pdf
8. DANE. (2021). *Modernización de la administración del territorio en Colombia*. Observatorio Inmobiliario Nacional. https://geoportal.dane.gov.co/descargas/observatorio/kriging.pdf
9. DANE. (2023). *Índice de Valoración Predial*. IVP. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-valoracion-predial-ivp
10. DANE. (2024). *¿Qué es el Observatorio Inmobiliario Nacional?* Observatorio Inmobiliario Nacional. https://geoportal.dane.gov.co/observatorio/
11. Eguino, H., & Erba, D. (2020). *Catastro, valoración inmobiliaria y tributación municipal: experiencias para mejorar su articulación y efectividad.* Banco

Interamericano de Desarrollo. https://publications.iadb.org/es/catastro-valoracion-inmobiliaria-y-tributacion-municipal-experiencias-para-mejorar-su-articulacion

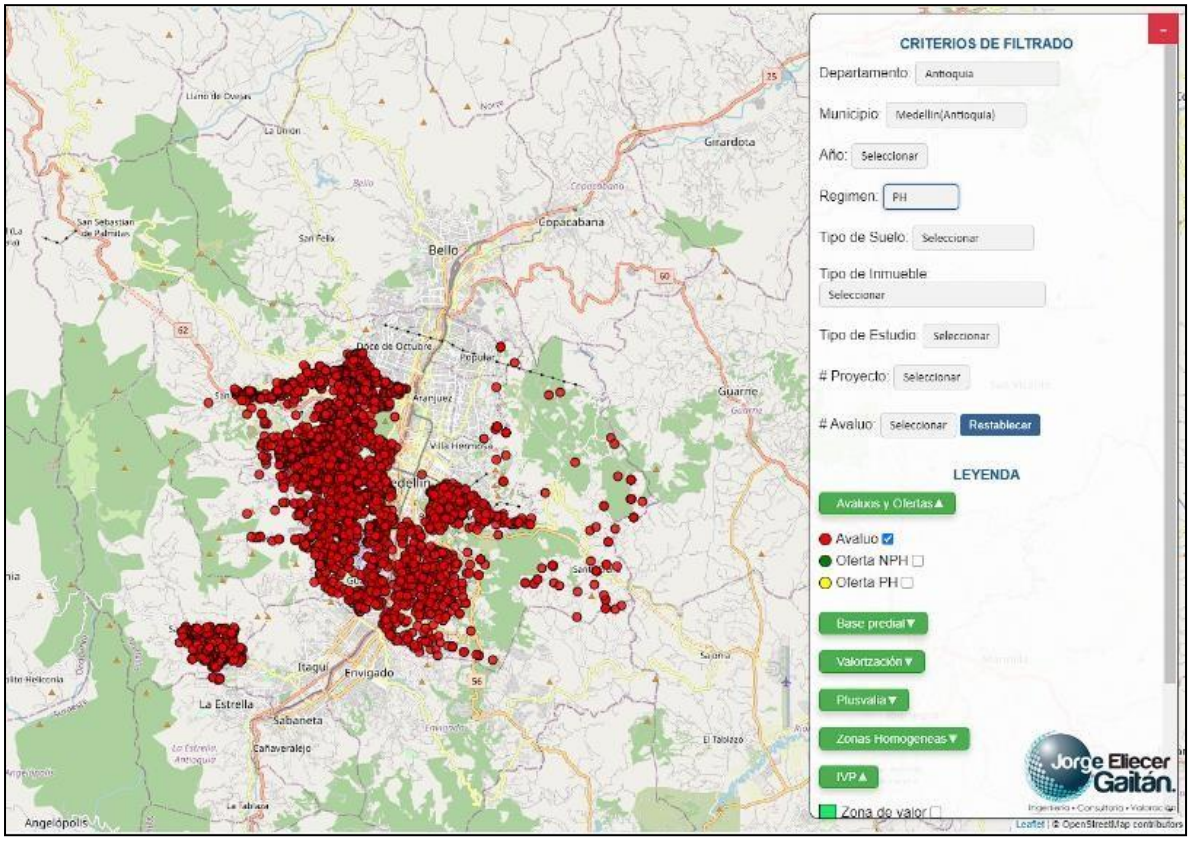
12. ESRI. (2023). *Introducción a ArcGIS Online*. ESRI. https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/get-started/what-is-agol.htm#:~:text=ArcGIS%20Online%20is%20a%20cloud,being%20mobile%20in%20the%20field.
13. EUROVAL. (2024). *Precios y ventas de vivienda en 2023 en Andalucía y perspectivas para 2024*. Observatorio Inmobiliario. https://euroval.com/observatorio-inmobiliario-precios-y-ventas-de-vivienda-en-2023-en-andalucia-y-perspectivas-para-2024/
14. FONVALMED. (2023). *Concepto fundamentales de la valorización*. FONVALMED. https://fonvalmed.gov.co/conceptos-fundamentales-de-la-valorizacion/
15. Google. (2024). *Google Maps Platform*. Google. https://mapsplatform.google.com/intl/es-419/
16. Gorni, D., Giannotti, M., Brito, P., Knopik, A., & Rodriguez, M. (2007). *Sistemas de Información Geográfica para web con informaciones espaciales (geograficas) de output y input para expediciones*. Universidad de Grirona. https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/1233/SistInfoWeb_Com.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. Gutiérres Diaz, A. (s/f). *Bases de Datos*. ITACA. https://cursos.aiu.edu/Base%20de%20Datos/pdf/Tema%201.pdf
18. Gutiérrez, M. (2006). *El Rol de las Bases de Datos Espaciales en una Infraestructura de Datos*. Universidad Católica de la Santísima Concepción. https://geo.cepal.org/en/contenido/categoria-ide/tecnolog%C3%ADa/archivos/pdf/rol_de_las_bases_de_datos_espaciales_en_una_ide.pdf
19. Hazzard, E. (2011). *OpenLayers 2.10 Beginner's Guide*. PACKT PUBLISHING. https://www.geos.ed.ac.uk/~bmg/software/OpenLayers.2.10.Beginners.Guide2.pdf
20. IDECOR. (2018). *Nuevos Valores Unitarios de la Tierra (VUT), vigencia 2019*. Ministerio de finanzas. https://www.idecor.gob.ar/wp-content/uploads/2019/03/informe-ejecutivo_-valores-tierra-rural.pdf
21. Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales ICDE. (2019). *Observatorio Inmobilirio*. ICDE. https://www.icde.gov.co/datos-y-recursos/observatorio-inmobiliario

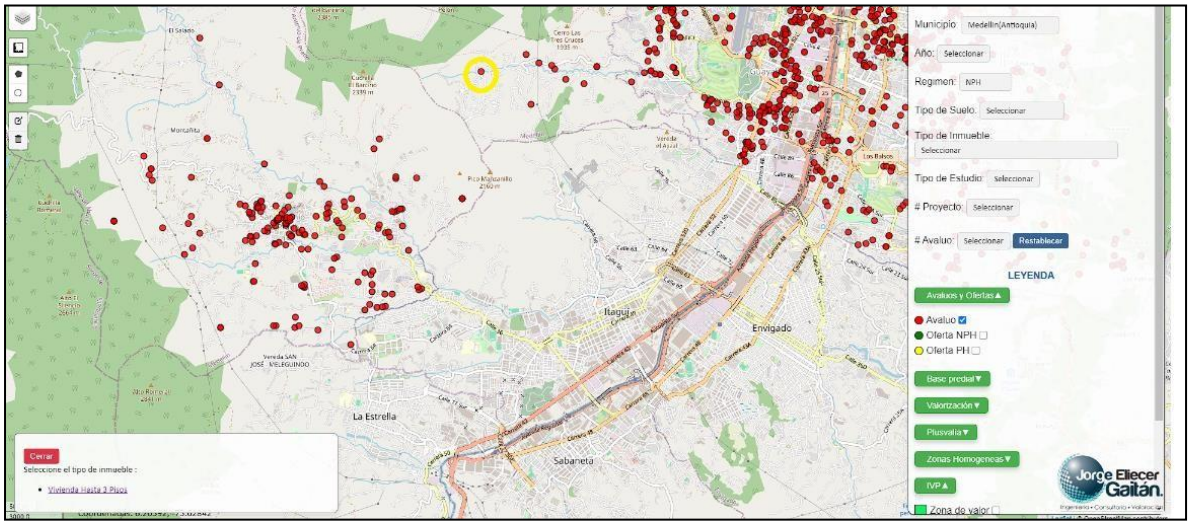
22. RESOLUCIÓN 620 DE 2008, 1 (2008).
23. RESOLUCIÓN 1040 DE 2023, (2023).
24. Lozano Palacios, A. C. (2020). *GEOVISOR PARA LA ADMINISTRACION DE LOS ´ RESULTADOS DEL LABORATORIO FISICOQU ´ IMICO DE MCS CONSULTOR ´ IA Y MONITOREO AMBIENTAL SAS*. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/27962
25. Núñez, V. (2012). *LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA. https://bibliotecavirtualaserena.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/11/cartilla-tec3b3rica.pdf
26. Olaya Pinzón, W. A. (2019). *ACTUALIZACIÓN DEL OBSERVATORIO INMOBILIARIO DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHIA Y ESTRUCTURACIÓN DEL OBSERVATORIO INMOBILIARIO DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ (CUND.) PARA CONSULTA EN WEB*. https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14512
27. OLAYA PINZÓN, W. A. (2019). *ACTUALIZACIÓN DEL OBSERVATORIO INMOBILIARIO DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHIA Y ESTRUCTURACIÓN DEL OBSERVATORIO INMOBILIARIO DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ (CUND.) PARA CONSULTA EN WEB*. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
28. Real academia de la lengua española. (2023). Diccionario de la lengua española. https://dle.rae.es/valoraci%C3%B3n
29. Saenz Saavedra, N. (1992). *Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta poderosa para la toma de decisiones.* Universidad Nacional de Colombia. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4902930.pdf
30. Sarmiento Reyes, Y. R., Delgado Fernández, M., & Infante Abreu, M. B. (2019). *Observatorios: clasificación y concepción en el contexto iberoamericano*. Universidad de Holguín. https://www.medigraphic.com/pdfs/acimed/aci-2019/aci192g.pdf
31. Trincado, G., & Vidal, J. (1999). *Aplicación de interpolación "Spline" cúbica en la estimación de volumen*. Universidad Austral de Chile. http://revistas.uach.cl/pdf/bosque/v20n2/art01.pdf

32. UAECD. (2019). *Glosario Catastral*. Glosario Catastral. https://www.catastrobogota.gov.co/glosario-catastral/zonas-homogeneas-fisicas
33. UAECD. (2021). *Observatorio Técnico Catastral*. https://www.youtube.com/watch?v=OHl9Vwi6X4w

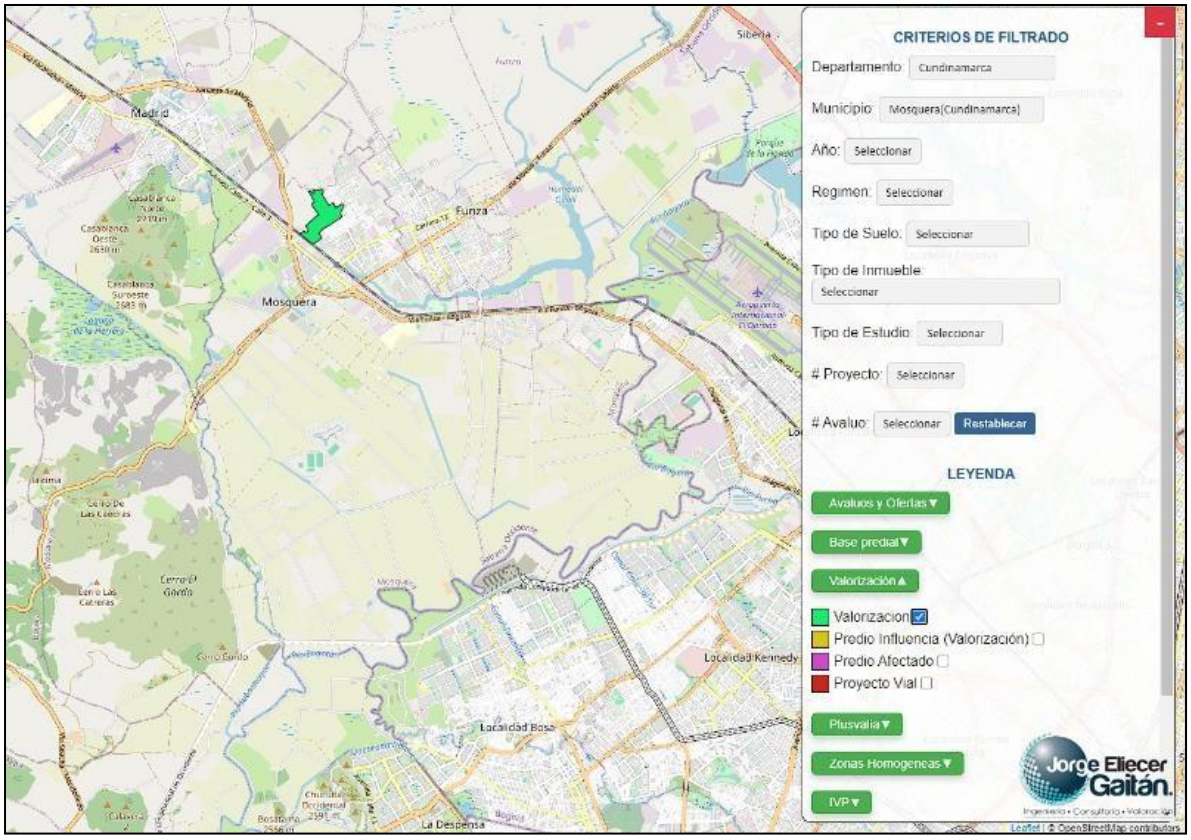
12. ANEXOS

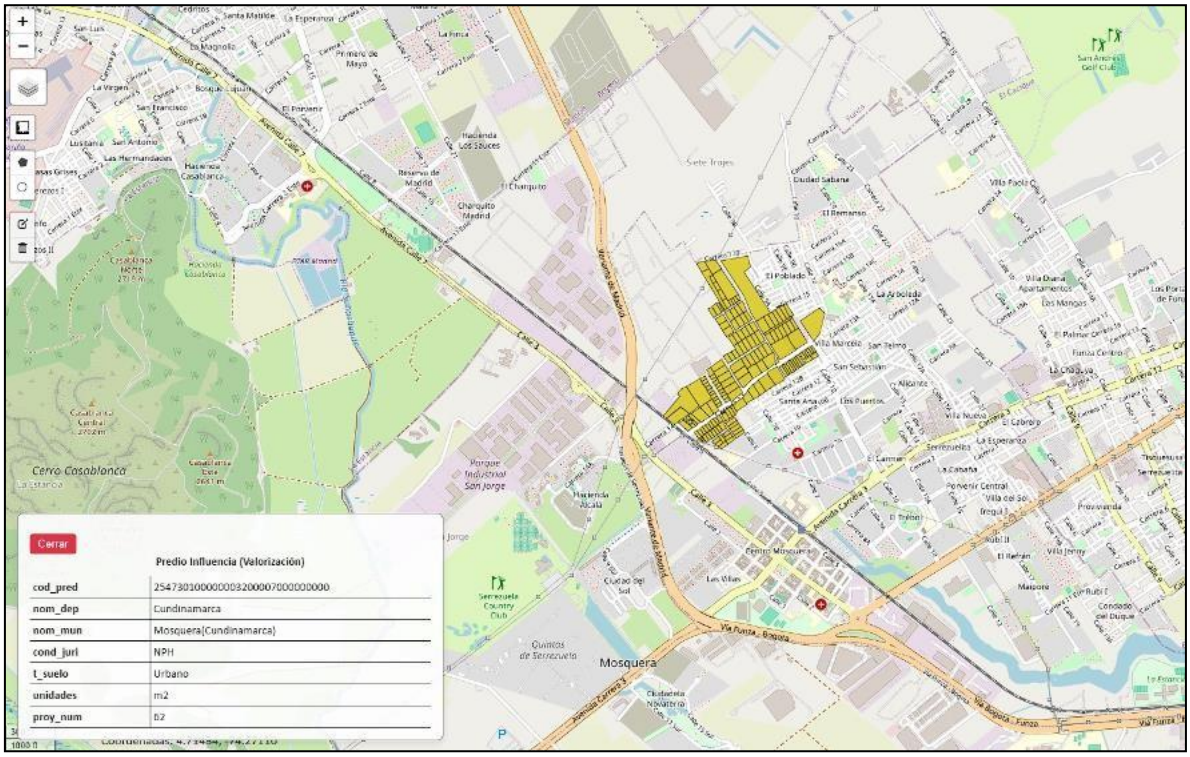
- **Visualización de avalúos y ofertas**

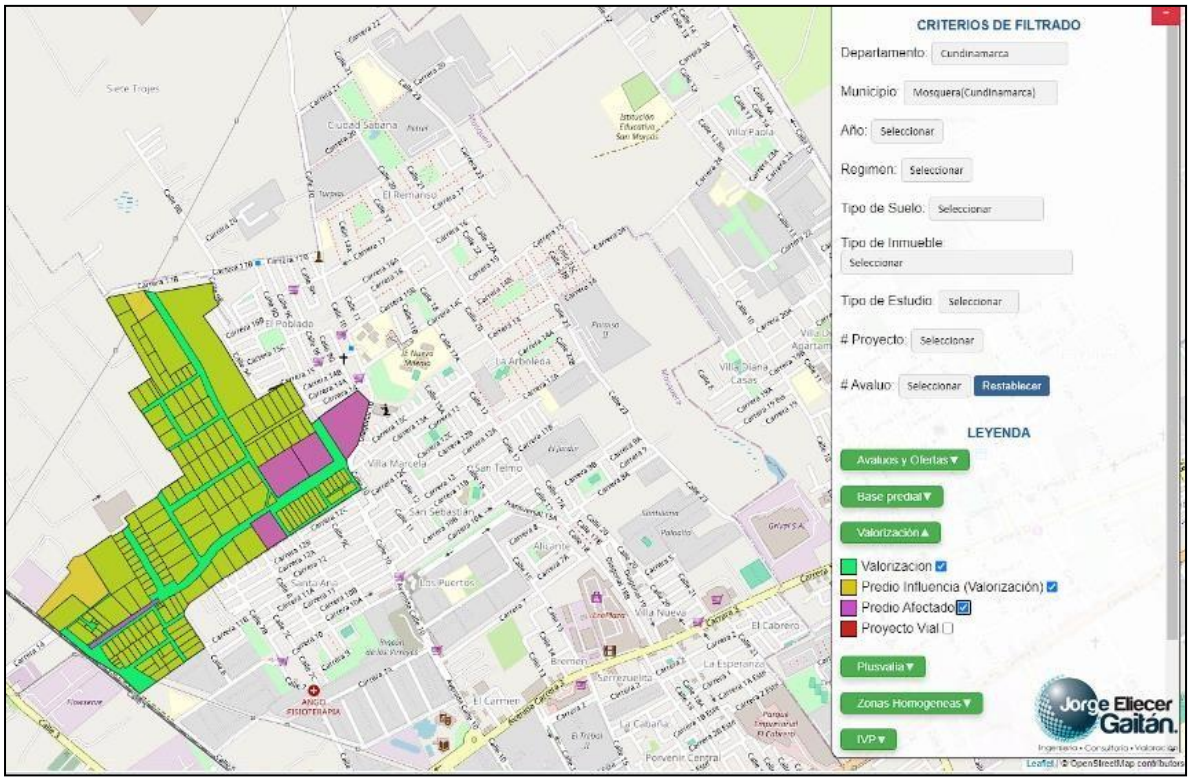




Visualización de valorización



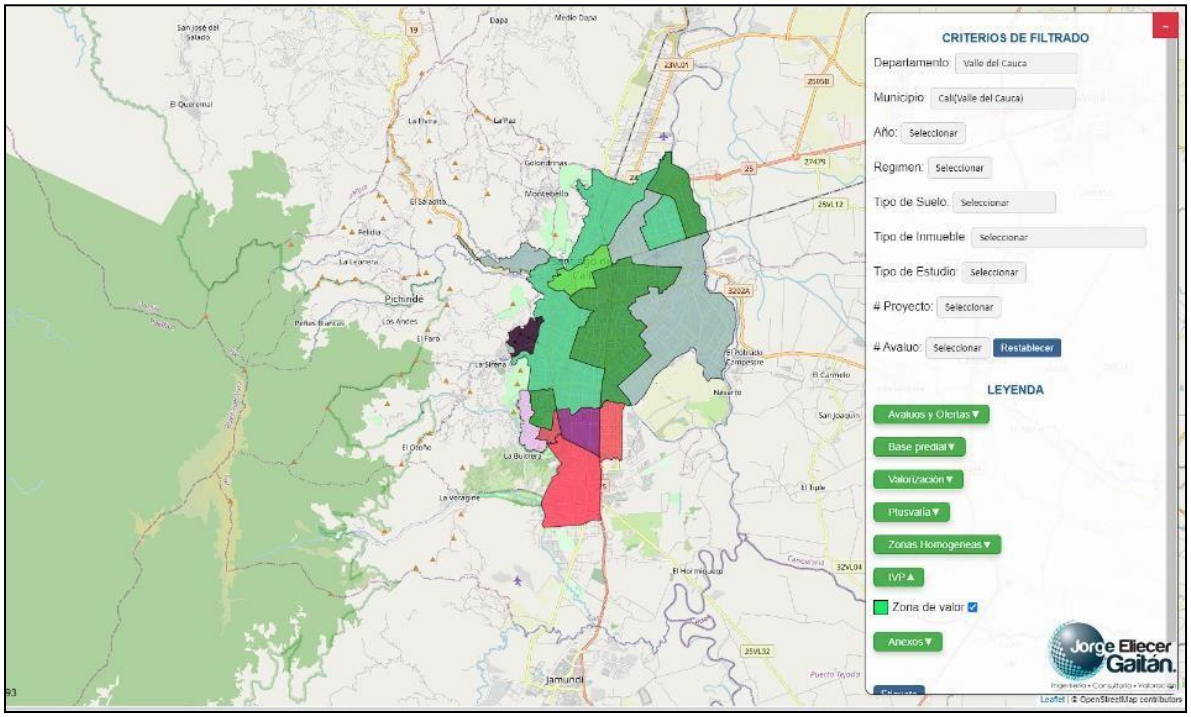

Cerrar
Predio Influencia (Valorización)
cod_pred 25473010000000320000700000000
nom_dep Cundinamarca
nom_mun Mosquera(Cundinamarca)
cond_juri NPH
t_suelo Urbano
unidades m2
proy_num 02
Cerro Casablanca
Mosquera


CRITERIOS DE FILTRADO
Departamento: Cundinamarca
Municipio: Mosquera(Cundinamarca)
Año: Seleccionar
Regimen: Seleccionar
Tipo de Suelo: Seleccionar
Tipo de Inmueble: Seleccionar
Tipo de Estudio: Seleccionar
Proyecto: Seleccionar
Avaluo: Seleccionar Restablecer
LEYENDA
Avaluos y Ofertas
Base predial
Valorización
Valorizacion
Predio Influencia (Valorización)
Predio Afectado
Proyecto Vial
Plusvalia
Zonas Homogeneas
IVP
Jorge Eliecer Gaitán
Leaflet | © OpenStreetMap contributors

Visualización de Plusvalía

nom_dep	Cundinamarca
nom_mun	Mosquera(Cundinamarca)
periodo	2017
t_estudio	Plusvalia
proy_num	28
nom_proy	PLATAFORMA LOGÍSTICA SAN FRANCISCO (1)
u_act_urba	Unidad de actuación urbanistica 1
v_m2_t_p1	$ 50.000,00
v_m2_t_p2	$ 207.000,00
plusvalia	$ 157.000,00
unidades	m2
area_parti	989256.56

Visualización IVP



Es importante destacar que toda la información contenida en este documento es exclusivamente para fines académicos y que todos los derechos pertenecen completamente a la empresa Jorge Eliecer Gaitán Ingeniería, Consultoría y Valoración S.A.S.