



PROYECTO ¿QUÉ AFECTA EL PRECIO DE LAS VIVIENDAS EN CALI?

AUTORES

DANNA KATERINE VALENCIA RODRIGUEZ

MARLY STHEFANNY SAPUY VÉLEZ

DIRECTOR DE PROYECTO

JUAN TOMÁS SAYAGO GÓMEZ

UNIVERSIDAD ICESI

FACULTAD CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS

ECONOMÍA Y NEGOCIOS INTERNACIONALES

SANTIAGO DE CALI

2021

Tabla de contenido

Agradecimientos	5
Resumen	6
Abstract.....	7
1. Introducción	8
2. Modelo teórico.....	8
2.1 Índice de precios de vivienda.....	8
2.2 Método de precios hedónicos	9
2.3 Trabajos similares realizados en Colombia.....	12
2.4 Aportes del trabajo	13
3. Descripción de la información	14
3.1 Fuentes de datos	14
3.2 Extracción de la información.....	15
3.2.1 Web Scraping	15
4. Construcción de la base de datos	16
5. Planteamiento del modelo	18
5.1 Elección y descripción del modelo.....	18
5.2 Elección de variables.....	19
5.3 Especificación del modelo.....	19
6. Hipótesis del modelo.....	20
7. Resultados.....	22

7.1	Casas en venta en Cali	22
7.2	Apartamentos en venta en Cali	23
8.	Conclusiones	25
9.	Bibliografía	27
10.	Anexos.....	28

Lista de tablas

Tabla 1 Modelo lineal múltiple - Casas en venta	23
Tabla 2. Modelo lineal múltiple - Apartamentos en venta	25

Lista de anexos

ANEXO A. Correlación entre variables - Casas en venta.....	28
ANEXO B. Correlación entre variables - Apartamentos en venta	29
ANEXO C. Mapa de viviendas en venta en la ciudad de Cali	30

Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecerle a Dios por permitirnos llegar hasta este punto del camino en nuestra vida universitaria. Adicionalmente, por su protección durante la pandemia. También le damos gracias a la Universidad ICESI por brindarnos los recursos, herramientas y conocimientos para el desarrollo de este proyecto. Al igual le agradecemos a nuestro tutor el Dr. Juan Tomás Sayago por su colaboración y acompañamiento a lo largo de la investigación, por su paciencia y conocimiento compartido, que ha contribuido para alcanzar los objetivos de esta. Agradecemos a toda nuestra familia por su apoyo incondicional desde el inicio de nuestra carrera universitaria. Nos sentimos muy afortunadas con los resultados obtenidos durante este proceso de investigación. Muchas gracias a todos.

Resumen

El presente documento busca analizar qué características fundamentales afecta el precio de las viviendas en la ciudad de Cali según cada uno de los atributos con los que cuenta el bien. Los resultados indican que el área es la variable que más influye en el modelo para determinar el precio de las casas y apartamentos en venta, mientras que variables como el número de habitaciones se espera que tenga un efecto positivo, en cuanto a los apartamentos afecta de manera contraria, entre más habitaciones, el precio tiende a caer. Sin embargo, variables como el área y el garaje inciden de manera positiva sobre el precio, no tienen la misma magnitud con las ya mencionadas. Adicionalmente, se logra observar la significancia que tiene la variable de homicidios y distancia de estaciones o paradas del MIO sobre el precio de las viviendas.

Los principales aportes de este proyecto de investigación se centran en la construcción de una base de datos, a partir de la aplicación de la técnica Web Scraping en la plataforma Fincaraiz.com.co, con la cual se logra extraer la información necesaria para este, tal como los precios y los atributos, para las casas y apartamentos de Cali. Asimismo, se incluyen las variables de homicidios en la ciudad construida con datos abiertos de la Alcaldía de Santiago de Cali, con el fin de determinar la incidencia de la violencia en el precio de las viviendas; y las distancias de las estaciones del MIO, para describir la incidencia de externalidades positivas en el precio de estas.

Para lograr lo anterior, se utiliza el método de precios hedónicos para poder estimar; este se emplea a través de un modelo econométrico, el cual permite identificar que variables están afectando en mayor medida el precio de las casas y apartamentos de la ciudad de Cali.

Palabras clave: Precios hedónicos, web scraping, viviendas, atributos de las viviendas, valorización del sector inmobiliario en Cali.

Abstract

This document seeks to analyze what fundamental characteristics affect the price of homes in the city of Cali, considering each of the attributes that the property has. The results indicate that the number of bathrooms is the variable that most influences the model to determine the price of houses and apartments for sale, while variables such as the number of rooms are expected to have a positive effect, in terms of apartments. It affects in the opposite way, the more rooms, the price tends to fall. However, variables such as the area and the garage have a positive impact on the price, they do not have the same magnitude with those already mentioned. Additionally, it is possible to observe the significance that the variable of homicides and distance from stations or stops of the MIO has on the price of homes.

The main contributions of this research project are focused on the construction of a database, from the application of the Web Scraping technique on the Fincaraiz.com.co platform, with which it is possible to extract the necessary information for this, such as prices and attributes, for houses and apartments in Cali. Likewise, the variables of homicides in the city built with open data from the Mayor's Office of Santiago de Cali are included, in order to determine the incidence of violence in the price of housing; and the distances of the MIO stations, to describe the incidence of positive externalities in their price.

To achieve this, the hedonic price method is used to estimate; This is used through an econometric model, which allows identifying which variables are affecting the price of houses and apartments in the city of Cali to a greater extent.

Keywords: Hedonic prices, web scraping, homes, attributes of homes, valuation of the real estate sector in Cali.

1. Introducción

El estudio del sector inmobiliario en la ciudad de Cali resulta fundamental para comprender las relaciones existentes entre el precio de la vivienda en el mercado, los atributos de esta y algunas externalidades. Lo anterior, se realiza empleando el modelo de precios hedónicos, el cual explica el valor del inmueble, entendiendo este último como un conjunto de atributos en función de cada uno de ellos, obteniendo sus respectivas valoraciones.

El presente trabajo de investigación se remite a los datos obtenidos a partir de un sitio web mediante un proceso denominado web Scraping, el cual permite extraer la información necesaria para la recopilación de bases de datos. No obstante, existen muchas limitantes a la hora de determinar cuáles son los atributos que son significativos en la composición del valor del inmueble, a pesar de la importancia del mercado inmobiliario en Colombia.

En primera instancia, se acude a la literatura existente referente al modelo de precios hedónicos, evidenciando los distintos tipos de correlaciones posibles según los atributos de las viviendas. Posteriormente, se realiza una descripción de la información empleada en el trabajo, específicamente sobre la fuente y el método utilizado para obtenerla. Seguidamente, se explica la manera en la que fue construida la base de datos a partir de la información extraída para la ciudad de Cali. Para luego dar paso al planteamiento del modelo de precios hedónicos para las viviendas. Finalmente, se exponen los resultados del modelo para las viviendas en la ciudad de Cali y concluir la investigación.

2. Modelo teórico

2.1 Índice de precios de vivienda

El crecimiento del sector inmobiliario en Colombia se concentra en su mayoría en el sector constructor, el cual se ha caracterizado por ser uno de los sectores que más aportó al PIB del segundo trimestre en el país con un incremento del 17,3% frente a una caída del 36,9%, que en su momento se asoció a la parálisis de obras durante abril y mayo del 2020. Este sector contribuyó a la economía 0,9 puntos de su crecimiento trimestral. (Portafolio, 2021).

En Colombia, se presentan diversas formas de medir la evolución de los precios de vivienda; tanto para viviendas usadas como para viviendas nuevas. El índice de precios de vivienda usada (IPVU) según el Banco de la República, mide la evolución trimestral y anual de los precios de esta. Este se calculó inicialmente a tres ciudades principales, encontrando a Cali como una de estas, basado en información suministrada por algunas entidades financieras sobre los avalúos de préstamos de vivienda reportados.

Sin embargo, este índice se puede construir con distintas metodologías, en el documento “Revisión Metodológica de Índices de Precios de la Vivienda” se revisan las principales metodologías. Entre estas se encuentran el método de ventas repetidas, método de medias y medianas con estratificación, método de números índices: índice de Fisher, método de precios hedónicos y método de Tasación (Castaño Lavado & Morales Mosquera, 2015). Para el desarrollo del proyecto se utilizará el modelo de precios hedónicos, con el objetivo de observar el comportamiento del precio de las viviendas en Cali, teniendo en cuenta ciertos atributos, dado que este método permite modelar y estimar lo requerido para obtener respuesta a la pregunta de la investigación.

2.2 Método de precios hedónicos

El modelo de precios hedónicos proporciona técnicas econométricas para la obtención de precios a partir de la medición del valor del bien compuesto y de la forma en la que se efectúan los atributos que lo componen.

Es decir, el modelo permite identificar la importancia de cada atributo con respecto al valor asignado en el mercado de la propiedad raíz, mediante el cual es posible determinar la relación entre la variación de los atributos del inmueble y el precio de este. Dichos atributos pueden ser de tipo estructural (número de habitaciones, número de baños, piso, garaje, etc.) o de ubicación (transporte público, barrio, acceso a vías, centros comerciales, etc.)

Según la información brindada por el texto “Lectures on urban economics”, una función hedónica se puede estimar utilizando los datos para los agentes inmobiliarios y los compradores de vivienda (Brueckner, 2011) teniendo en cuenta los atributos mencionados anteriormente.

Dentro de esta función se encuentran coeficientes hedónicos, los cuales se conocen como “precios implícitos” de los atributos, y los resultados muestran la magnitud de dichos precios.

Por otra parte, en el documento “El modelo de precios hedónicos” (Lever) se explica el modelo y su funcionalidad. La forma general del modelo utilizado es la siguiente:

$$P = f(I, V, U, Z, S, E; w) \quad (1)$$

Donde P corresponde al precio del bien raíz, el cual está determinado por los argumentos de la función f . Los argumentos de dicha función se agrupan en seis categorías:

I: Características inherentes al inmueble (Número de habitaciones, superficie construida, etc.)

V: Características del vecindario (estrato, seguridad, etc.)

U: características de ubicación del inmueble (distancia geográfica y accesibilidad a lugares de importancia, área residencial, etc.)

Z: Características determinadas por la ubicación del inmueble (densidad de la construcción, tipos de actividades, etc.)

E: externalidades presentes en el entorno en que se encuentra el inmueble

W: conjunto de parámetros que acompañan a cada atributo y que constituyen los precios implícitos de cada característica del inmueble.

Para la construcción de los índices de precios de las viviendas es frecuente la medición de la contribución marginal de cada uno de los atributos anteriormente mencionados. Con el fin de estimar la contribución, se especifica lo siguiente como un modelo paramétrico. Teniendo en cuenta que Castaño y Morales (2015) exponen que las especificaciones hedónicas mayormente utilizadas son el modelo lineal y el logaritmo-lineal, se presentan a continuación:

$$P_n^t = \beta_0^t + \sum_{k=1}^K \beta_k^t z_{nk}^t + \epsilon_n^t \quad (2)$$

$$\ln P_n^t = \beta_0^t + \sum_{k=1}^K \beta_k^t z_{nk}^t + \epsilon_n^t \quad (3)$$

Donde β_0^t es el intercepto, el cual captura la sensibilidad de los precios de las viviendas que no se explican por sus atributos; β_k^t es el coeficiente asociado con los atributos de la vivienda, en otras palabras, el precio implícito.

Sin embargo, el método de precios hedónicos presenta ventajas y desventajas; una de las ventajas que presenta comparado con otros métodos es el control que permite sobre los cambios

en la calidad con mayor precisión. Entre sus desventajas se encuentra los posibles inconvenientes que se pueden presentar respecto a la cantidad de información detallada que este método requiere.

2.3 Trabajos similares realizados en Colombia

Es conveniente resaltar que no se encontró mucha literatura relacionada con la estimación de precios de hedónicos en Colombia. Es por ello, que gran parte de este trabajo de investigación fue guiado bajo algunos trabajos desarrollados a nivel internacional, en los cuales se encuentra en tendencia el uso de modelos de precios hedónicos para estimar el efecto de la contaminación del aire en los precios de viviendas (Vásquez, 2017). El autor estudia el efecto de contaminantes sobre el valor de las propiedades: valor económico asociado a la calidad ambiental y logra estimar 4 formas funcionales de los modelos de precios hedónicos, utilizando como variable explicada el precio debido a superficie y el precio total de transacción, cada uno de estos modelos se estimó incorporando la dependencia espacial. Concluyendo que el modelo que explica la mayor variabilidad del precio de la tierra es la forma funcional doble logarítmica utilizando como variable dependiente el precio total de transacción y especificando la dependencia espacial como un modelo de errores espaciales (Vásquez, 2017).

De la misma manera, autores como Jan K. Brueckner, Daniel P. McMillen, Richard J. Arnott utilizan estrategias simplificadas que permiten capturar las características esenciales de las ciudades, omitiendo detalles que pueden ser menos importantes. El argumento se basa en una condición fundamental para el equilibrio de ubicación del consumidor.

En cuanto a Colombia, se destacan tres. En primer lugar, se encuentra el artículo investigativo con temática similar publicado por Lorena Díaz y Linda Hernández titulado

“Estimación de un modelo de predicción de precios de la vivienda en la ciudad de Cali a través de la aplicación de web scraping”. En este documento, se estudian los determinantes del precio de las viviendas usadas en la ciudad de Cali usando un modelo econométrico, dada la importancia que tienen las viviendas en los hogares y el mercado inmobiliario en la economía colombiana (Díaz Osorio & Hernández Osorio, 2020)

Adicionalmente, otro trabajo con temática similar es el proyecto investigativo publicado por Jesús David Perea y Andrea Rivera, titulado “Proyecto precios de vivienda y accesibilidad en Cali”. Este documento analiza cómo se configura la valoración de las viviendas en la ciudad de Cali teniendo en cuenta el impacto que tienen sus atributos sobre su precio. Los resultados indican que el número de baños es la variable que más influye al momento de determinar el precio de un apartamento, mientras que el estrato socioeconómico es el que tiene una mayor contribución en la determinación del precio de las casas (Perea Gutiérrez & Rivera Meneses, 2020)

Por otro lado, está el artículo de investigación titulado “Determinantes del precio de la vivienda en Bucaramanga” escrito por Juan Carlos Rodríguez, Pedro Fernando Delgado y Taide Botello. El objetivo del artículo es analizar los cambios en los determinantes del precio de la vivienda en Bucaramanga en 2005 y 2012, luego de la implementación del sistema de transporte público Metrolínea. Los resultados sugieren que las características del inmueble y los atributos convencionales, como estrato, tipo de vivienda y tenencia de garaje, tiene mayor relevancia que los atributos de calidad ambiental (Rodríguez Marin, Delgado Jaimes, & Botello Velasco, 2018).

2.4 Aportes del trabajo

Dado que la cantidad de información es poca con respecto a los precios de vivienda en Colombia, este proyecto de investigación representa una importante contribución a la evolución del comportamiento en el sector inmobiliario para la ciudad de Cali.

Este proyecto de investigación plantea dos aportes principales: en primer lugar, la construcción de una base de datos bien estructurada, con información de calidad acerca de los precios de los inmuebles para la ciudad de Cali con sus respectivos atributos. En segundo lugar, se estima un modelo hedónico, el cual permite evaluar el comportamiento de las variables explicadas y explicativas, sobre el valor que pueda tener una vivienda en el mercado inmobiliario. Lo anterior ayuda a determinar su valorización teniendo en cuenta externalidades positivas como la distancia con las estaciones del MIO y los centros comerciales o las externalidades negativas como la tasa de hurtos y violencia que se presenta en cada uno de los barrios de la ciudad.

3. Descripción de la información

3.1 Fuentes de datos

Frente a la ausencia de una base de datos con la información suficiente para desarrollar el modelo de precios hedónicos, se recurrió a Fincaraiz.com.co como fuente principal para la extracción de los datos en esta investigación de esta manera poder predecir los precios de vivienda en la ciudad de Cali según los atributos del inmueble; puesto que esta proporciona información relevante que puede relacionarse con los objetivos planteados de la investigación.

Gracias al cambio en la manera de comercializar en el sector inmobiliario, se encuentra la facilidad para acceder a la información con un solo clic en páginas como Fincaraoz.com.co, Metrocuadrado.com, entre otras. Estas páginas brindan información acerca de viviendas usadas,

inmuebles comerciales, proyectos nuevos de vivienda y otras propiedades. Además de lo mencionado anteriormente, Fincaraiz.com.co es una página confiable que nos brinda la información necesaria para desarrollar la investigación en la ciudad de Cali, debido que expone los atributos de los inmuebles como: el área construida, el número de habitaciones, el precio por metro cuadrado, zona donde está localizado, entre otros, acompañado de una breve descripción con características que generan un valor agregado al precio del bien.

3.2 Extracción de la información

Los datos que se logran obtener a partir de las páginas dedicadas a la venta de inmuebles en internet suelen ser bastantes completos, logrando extraer de forma satisfactoria los atributos de la vivienda que nos permiten predecir los precios

3.2.1 Web Scraping

Con este proyecto de investigación, se validó la importancia del uso de herramientas de minería de datos como el web scraping, debido a que permite obtener una gran cantidad de datos con poca inversión de recurso económico y humano en la construcción de base de datos. Por medio de algoritmos de búsqueda, se da la facilidad de poder rastrear paginas virtuales para extraer la información que se necesita para el proyecto. Asimismo, el uso de este tipo de instrumentos minimiza los errores de medición de las variables y reduce los riesgos de posibles sesgos de selección de la información.

Con todo lo anterior, el método de web scraping resultó ser la herramienta perfecta para este trabajo, en vista de que, se logró construir una base de datos integrada de los precios y atributos de los inmuebles que se encuentran en venta en Cali. Para efectos de este estudio, se procede a trabajar con programas de uso libre como R- Studio. Es un software poderoso y

versátil que inicialmente fue empleado por científicos para estimar modelos estadísticos y recientemente es empleado por científicos de datos para desarrollar diferentes etapas del proceso de analítica y automatización de tareas (Alonso & Ocampo, 2021).

R-Studio, es un software de computación estadística y gráficos que permite procesar una gran cantidad de datos y validarlos dentro del mismo sistema, con una gran comunidad a nivel mundial la cual lo mantiene en constante renovación y actualización. Por tanto, es una alternativa para softwares como SPSS y STATA.

Ahora bien, para realizar web scraping, se procede a usar paquetes como: pacman, knitr, rvest, openxlsx. Estos fueron descargados e importados con el fin de crear un argumento que permite convertir los datos de formato HTML a CSV, el cual es un archivo de valores separados por comas con extensión. No obstante, al momento de extraer los datos de la página web de Fincaraiz.com.co, se considera la idea de dividir el proceso en diferentes etapas, en vista de que cuenta con un cortafuegos, cuya función es controlar el tráfico entrante y saliente que hay entre redes u ordenadores de una misma red, con el fin de proteger la red privada de ciberataques.

Finalmente, este sistema de seguridad se presenta como un obstáculo en nuestro proceso de extraer la información, porque la página web puede interpretar esta función como una invasión a su sistema y dificultar el proceso para hacerlo de forma continua.

4. Construcción de la base de datos

El Resultado que se obtiene una vez se finaliza el proceso de extracción de la información por medio del web scraping, es una base de datos compuesta por 22.964 observaciones explicadas por 26 variables, las cuales describen cada uno de los atributos de las viviendas. A partir de esto, se obtuvieron las siguientes variables cualitativas:

- Category1: Determina si el tipo de inmueble es un proyecto nuevo, apartamento, casa, lote, finca, aparta-estudio entre otros.
- Location4: Determina el nombre del barrio donde se encuentra el inmueble.
- Location3: Indica la zona cardinal en que está ubicado el inmueble, zona sur, norte, oeste y este.
- Location2: Indica el nombre de la ciudad en donde se ubica el inmueble. Para este proyecto investigativo, solo se necesitan las observaciones para la ciudad de Cali.
- Title: Muestra el título del inmueble, el cual es generado por el vendedor en el momento que desea ofertar su bien en el mercado de Fincaraiz.com.co. Por lo general contiene una estructura similar a la siguiente: “Apartamento en Venta - Cali Brisas de los Álamos”
- Description: Hace referencia a la descripción completa que hace el vendedor para el portal web, por ende, esta información es de carácter libre y depende únicamente de los deseos que el vendedor quiera dar a conocer acerca del inmueble. Por lo general, se presenta el tipo de inmueble, la ubicación y una breve descripción de sus atributos internos.
- Address: Especifica la dirección de cada uno de los inmuebles.
- Neighborhood: Nombre del barrio donde se encuentra el inmueble, a diferencia de la variable Location4, esta información es recibida por parte del vendedor y la otra, es de acuerdo con la geolocalización.
- Extras: Es una descripción más detallada sobre el inmueble para ilustrar atributos adicionales del bien, estos hacen referencia a especificaciones internas como: baño auxiliar, cuarto de servicio, calentador, aire acondicionado entre otros. Ahora bien, en

esta sección también se encuentra información acerca de atributos externos como: piscina, zona BBQ, canchas, zonas comunes, juegos infantiles, etc.

Por otro lado, se presentan las variables cualitativas:

- Price: Precio del inmueble en pesos colombianos.
- Area: Es el área en metros cuadrados de la vivienda.
- Surface: Es la superficie en metros cuadrados de la vivienda.
- Rooms: Es el número de habitaciones que tiene cada inmueble.
- Baths: Es el número de baños que tiene cada inmueble.
- Ages: Es la antigüedad del inmueble en años.
- PrimeM2: Es el precio por metro cuadrado. Se calcula, a partir de la división entre el precio de la vivienda y el área en metros cuadrados.
- Garages: Es el número de garajes que tiene la vivienda.
- Stratum: Hace referencia al estrato socioeconómico en el que es clasificado el inmueble.
- Dist: Hace referencia a la distancia entre el inmueble y la estación del Mío o parada del Mío más cercana.
- Disth: Hace referencia a la distancia entre el inmueble y el lugar del homicidio más cercano.

5. Planteamiento del modelo

5.1 Elección y descripción del modelo

Con el fin de lograr predecir que variables están afectando el comportamiento de los precios en el sector inmobiliario para la ciudad de Cali y de esa manera poder evaluar el efecto positivo o negativo que genera el incluir variables de violencia o distanciamiento de lugares

públicos sobre el valor de esta en el mercado. Se escogió el modelo de precios hedónicos, porque es una herramienta útil que permite explicar el precio de las viviendas y con el cual se pueden identificar las variables que son determinantes en los precios.

5.2 Elección de variables

Una vez obtenemos la base de datos para el proyecto de investigación, el siguiente paso es analizar cada una de las 26 variables y seleccionar cuales son las que más encajan dentro del modelo de precios hedónicos. La variable “Price” es la seleccionada para ser la variable dependiente o explicada dentro del modelo econométrico, la cual estima la valoración del inmueble en millones de pesos colombianos dentro del mercado de la ciudad de Cali de acuerdo con cada uno de los atributos que ofrece. Respecto a las variables independientes, se tuvo en cuenta la correlación existente entre la variable “Price” modificada como logaritmo natural y las variables restantes, seleccionando los atributos que permitieran describir las características del inmueble, y variables externas a este como posibles determinantes del precio de la vivienda. Por lo anterior, se seleccionan las siguientes variables como explicativas o independientes para implementar en el modelo, siendo todas estas cuantitativas: LogArea, rooms, dist, baths, garages, floor, ages y disth.

5.3 Especificación del modelo

Con el modelo y las variables definidas se procede a especificar la regresión múltiple, con la cual se analizan los atributos relacionados con el inmueble, y algunas externalidades de este, tales como la distancia a paradas o estaciones del MIO y la distancia al lugar del homicidio más cercano. Este modelo fue especificado con datos de corte transversal, es decir, con la recopilación de una gran cantidad de anuncios de viviendas en venta y en arriendo en un mismo momento del tiempo. Teniendo en cuenta que el efecto de la variación del valor de los atributos

del inmueble sobre el precio de este no es una razón constante, se emplea una función logarítmica, dando como resultados el siguiente modelo de regresión:

$$\begin{aligned} \text{Log}(\text{Price}) = & \beta_0 + \beta_1 \log(\text{Area})_i + \beta_2 \text{Rooms}_i + \beta_3 \text{Dist}_i + \beta_4 \text{Baths}_i + \beta_5 \text{Garages}_i \\ & + \beta_6 \text{Floor}_i + \beta_7 \text{Ages}_i + \beta_8 \text{Disth}_i + \varepsilon_i \end{aligned}$$

$i=1,2,3, \dots 4103$ en el caso de venta de casas.

$i= 1,2,3 \dots 7417$ en el caso de venta de apartamentos.

Con el propósito de reducir la sensibilidad de las estimaciones a las observaciones atípicas, se presenta el logaritmo del precio interpretándose como la semielasticidad de este respecto a las variables dependientes. Por otra parte, se recurre a aplicar logaritmo natural del área, para atribuir el cambio porcentual del área vinculado a un cambio en el precio.

6. Hipótesis del modelo

En vista de que se quería desarrollar un modelo econométrico, se tuvo que realizar planteamientos previos a la investigación para determinar posibles generalidades acerca de los fenómenos de los precios de vivienda en la ciudad de Cali. De tal manera que se buscó relacionar las características y externalidades en base a los objetivos propuestos en el inicio de esta investigación.

La primera hipótesis cercana fue con respecto a la variable de homicidios, pues Cali se ha caracterizado por presentar un alto índice con respecto a hurtos y homicidios, lo que nos llevó a pensar que la distancia con hechos criminales podría ser una variable que afectará de manera significativa el precio de las viviendas. De acuerdo, con un informe del Observatorio de Seguridad de la ciudad, Cali culminó el año pasado con una tasa de homicidios situada en 47,9

casos por cada 100.000 habitantes, lo que representa una disminución de 2,3 puntos con relación al año anterior. En 2019, por cada 100.000 habitantes la tasa fue de 50,2 asesinatos (Jiménez, 2021).

Sin embargo, al realizar las respectivas estimaciones en el modelo, se observa que la variable de distancia de homicidios no logra influir en el precio de las viviendas.

La segunda hipótesis que surge es con respecto a la externalidad positiva de la distancia con las estaciones y paradas del MIO, pues se espera que las casas y apartamentos que se encuentren en un radio aproximado de dos mil metros, influya en el determinante de su valoración por la cercanía a un medio de transporte. Es por ello, que al momento de realizar la regresión se puede evidenciar que en primera instancia si influye de manera positiva, pero tiene un trasfondo negativo, en vista de que la cercanía con las estaciones del MIO implica por otro lado, exceso de ruido, acumulación de vendedores ambulantes, mayor contaminación por parte de los buses, entre otros.

Por otro lado, se espera que la variable del número de baños tenga una influencia positiva, pues es uno de los espacios que conlleva mayor presupuesto, en vista a los costos externos que tiene asociados como la tubería. En vista de que es un atributo importante para el hogar, el precio se ve afectado porque este compuesto por varios elementos (sanitario, ducha, lavamanos, etc.). No obstante, no existe evidencia empírica que permita afirmar que la variable mencionada anteriormente incida en mayor medida que otras variables que se espera analizar.

7. Resultados

La estimación del modelo de regresión anteriormente planteado entre el precio de la vivienda, sus atributos y algunas externalidades, se realizó mediante el uso del software estadístico R, el cual suministra resultados relevantes para explicar el comportamiento de los precios de los inmuebles en Cali.

7.1 Casas en venta en Cali

Al realizar la regresión correspondiente para estimar la relación y contribución de los atributos y externalidades sobre el precio de las viviendas en la ciudad de Cali, se obtuvieron los siguientes resultados:

- LogArea: Ante el aumento de 1% en el área del inmueble, se espera que en promedio el precio de este aumente en un 33,43%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 90% de confianza.
- Rooms: Este parámetro no es estadísticamente significativo, lo que indica que el número de habitaciones no influye en el precio del inmueble.
- Dist: Ante un aumento de paradas o estaciones del MIO cercanas, se espera que en promedio el precio del inmueble disminuya en 21,22%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 90% de confianza.
- Baths: Ante un aumento de un baño, se espera que en promedio el precio de la vivienda aumente en un 22,1%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 99% de confianza.

- Garages: Ante un aumento de un garaje, se espera que en promedio el precio de la vivienda aumente en un 13,93 %. Este parámetro es estadísticamente significativo al 99% de confianza.
- Floor: Ante un aumento de un piso, se espera que en promedio el precio de la vivienda aumente en un 5,6%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 99% de confianza.
- Ages: Este parámetro no es estadísticamente significativo lo que indica que esta variable no influye en el precio del inmueble.
- Disth: Este parámetro no es estadísticamente significativo lo que indica que la distancia entre el inmueble y el homicidio más cercano no influye en el precio del inmueble.

Tabla 1 Modelo lineal múltiple - Casas en venta

Modelo lineal múltiple - Sin Heterocedasticidad				
Logaritmo del área, habitaciones, distancia a paradas y estaciones del MIO, baños, garages, piso, antigüedad, distancia a homicidio				
Variable	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	16.754545	0.67190	24.9361	0***
logArea	0.334336	0.14466	2.3112	0.0209*
Rooms	-0.007201	0.01438	-0.5007	0.61662
dist	-0.212240	0.09084	-2.3365	0.01954*
Baths	0.221051	0.02791	7.9209	0***
Garages	0.139365	0.02548	5.4701	0***
Floor	0.056052	0.01219	4.5968	0***
Ages	0.041609	0.02644	1.5740	0.11561
disth	-0.221524	0.11559	-1.9164	0.05542.

Fuente: Elaboración propia.

7.2 Apartamentos en venta en Cali

Al realizar la regresión correspondiente para estimar la relación y contribución de los atributos y externalidades sobre el precio de las viviendas en la ciudad de Cali, se obtuvieron los siguientes resultados:

- LogArea: Ante el aumento del 1% en el área del inmueble, se espera que en promedio el precio de este aumente en un 48,2%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 99% de confianza.
- Rooms: Ante un aumento de habitaciones, se espera que en promedio el precio del inmueble aumente en un 28,43%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 99% de confianza.
- Dist: Ante un aumento de paradas o estaciones del MIO cercanas, se espera que en promedio el precio del inmueble disminuya en 27,11%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 95% de confianza.
- Baths: Ante un aumento de un baño, se espera que en promedio el precio de la vivienda aumente en un 19,9%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 99% de confianza.
- Garages: Ante un aumento de un garaje, se espera que en promedio el precio de la vivienda aumente en un 29,15%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 99% de confianza.
- Floor: Ante un aumento de un piso, se espera que en promedio el precio de la vivienda aumente en un 7,9%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 99% de confianza.

- Ages: Ante el aumento de un año de antigüedad, se espera que en promedio el precio del inmueble disminuya en 9,4%. Este parámetro es estadísticamente significativo al 99% de confianza.
- Disth: Este parámetro no es estadísticamente significativo lo que indica que la distancia entre el inmueble y el homicidio más cercano no influye en el precio del inmueble.

Tabla 2. Modelo lineal múltiple - Apartamentos en venta

Modelo lineal múltiple - Sin Heterocedasticidad				
Logaritmo del área, habitaciones, distancia a paradas y estaciones del MIO, baños, garages, piso, antigüedad, distancia a homicidio				
Variable	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	14.76509	0.422622	34.937	0***
logArea	0.48207	0.114057	4.227	0.00002***
Rooms	0.28434	0.048282	5.889	0***
dist	-0.27119	0.099208	-2.734	0.00629**
Baths	0.19900	0.045724	4.352	0.00001***
Garages	0.29156	0.052921	5.509	0***
Floor	0.07995	0.007587	10.538	0***
Ages	-0.09498	0.023954	-3.965	0.00007***
disth	0.17084	0.117265	1.457	0.1452

Fuente: Elaboración propia.

8. Conclusiones

Durante el desarrollo de este documento, se analizaron algunos de los factores que influyen en la valoración de los predios en la ciudad de Cali. Con la ayuda del modelo de precios hedónicos, pues esta, al reconocer a las viviendas como bienes heterogéneos, es decir, que están conformadas por un conjunto de atributos, permite estudiar el impacto de dichas características sobre el valor del inmueble a través de una regresión **(Perea Gutiérrez & Rivera Meneses, 2020)**.

Un aspecto que se puede resaltar durante el desarrollo de esta investigación consiste en la construcción de una base de datos con la información suficiente proporcionada por el sitio web de Fincaraiz.com.co para desarrollar el modelo de precios hedónicos en la ciudad de Cali.

Como resultados principales, se encuentra que la variable de la distancia con el homicidio más cercano no es un determinante en el precio de las viviendas en Cali, lo anterior se puede explicar en vista de que la base que se llevó a cabo con respecto a los homicidios contiene datos desde el año 2005 hasta el 2020 y la base de datos de casas y apartamentos, solo es para un periodo de tiempo, aproximadamente el primer semestre del 2021.

Por otro lado, se encuentra que la variable de la distancia con las paradas y estaciones del MIO genera en promedio una disminución del precio de la vivienda. Esto se puede explicar porque existen otros factores externos a las estaciones que causan molestias para los habitantes de las zonas aledañas a las estaciones, por ejemplo, acumulación de vendedores ambulantes, exceso de contaminación por parte de los buses y en algunas ocasiones el aumento en la tasa de hurtos en la zona.

Asimismo, con respecto a los atributos de cada bien, se observa que el área es la variable que más influye en la determinación del precio del bien, para casas y apartamentos, como consecuencia de los costos incurridos en el área de construcción y la estructura del inmueble.

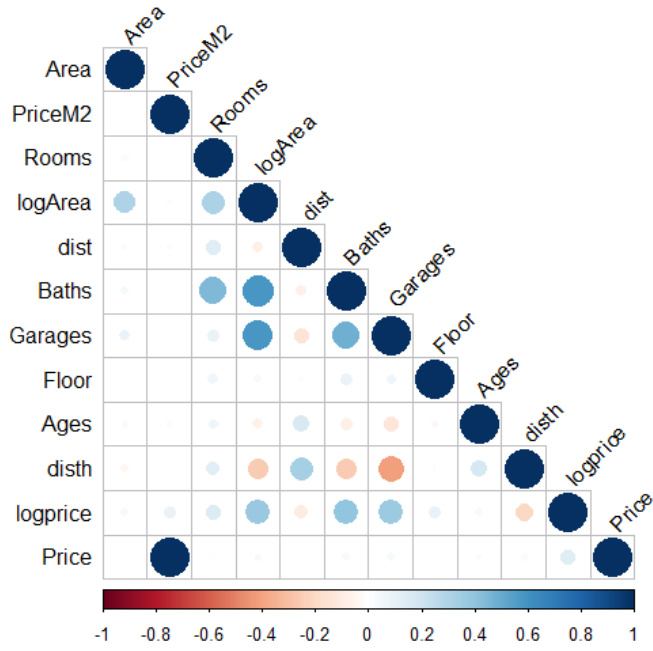
Finalmente, la segunda variable que afecta en mayor medida el precio del bien se encuentra que es la variable del número de baños, debido a que estas involucran un conjunto de elementos para su construcción, lo cual implica que el precio del inmueble aumente, entre ellos se encuentra el sanitario, la ducha, el lavamanos, entre otros.

9. Bibliografía

- Alonso, J., & Ocampo, M. (2021). *Primeros pasos en R: Una guía paso a paso* (Vol. 1).
- Brueckner, J. K. (2011). *Lectures on urban economics*.
- Castaño Lavado, J. F., & Morales Mosquera, M. Á. (Julio de 2015). *Banco de la República*. Obtenido de Banco de la República:
https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_895.pdf
- Díaz Osorio, L., & Hernández Osorio, L. V. (2020). *ESTIMACIÓN DE UN MODELO DE PREDICCIÓN DE PRECIOS DE LA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE CALI A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE WEB SCRAPING*. Cali.
- Lever, G. (s.f.). *Observatorio del espacio público de Bogotá*. Obtenido de El modelo de precios hedónicos:
https://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/documentos/wp16_el_modelo_de_precios.pdf
- Perea Gutiérrez, J. D., & Rivera Meneses, A. (2020). *PROYECTO PRECIOS DE VIVIENDA Y ACCESIBILIDAD EN CALI*. Cali.
- Portafolio. (2021). Los sectores que más aportaron al PIB del segundo trimestre en el país. *Portafolio*.
- Rodríguez Marín, J. C., Delgado Jaimes, P. F., & Botello Velasco, T. (2018). *Determinantes del precio de la vivienda en Bucaramanga*. Bucaramanga.
- Vásquez, F. (15 y 16 de mayo de 2017). Metodologías para la valoración económica del medio ambiente. Santiago de Chile.
- Jiménez, J. E. M. (2021, 1 enero). Cali cerró el 2020 con 1078 homicidios. [elpais.com.co](https://www.elpais.com.co).
<https://www.elpais.com.co/judicial/cali-cerro-el-2020-con-1078-homicidios.html>

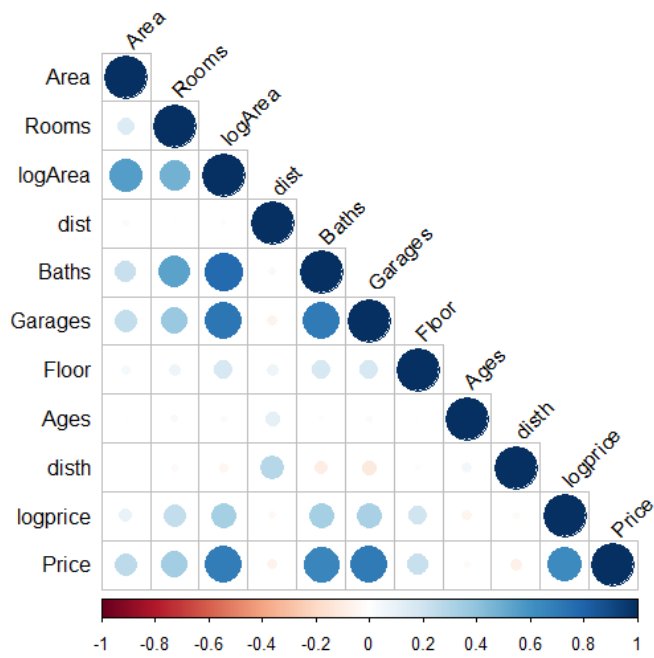
10. Anexos

ANEXO A. Correlación entre variables - Casas en venta



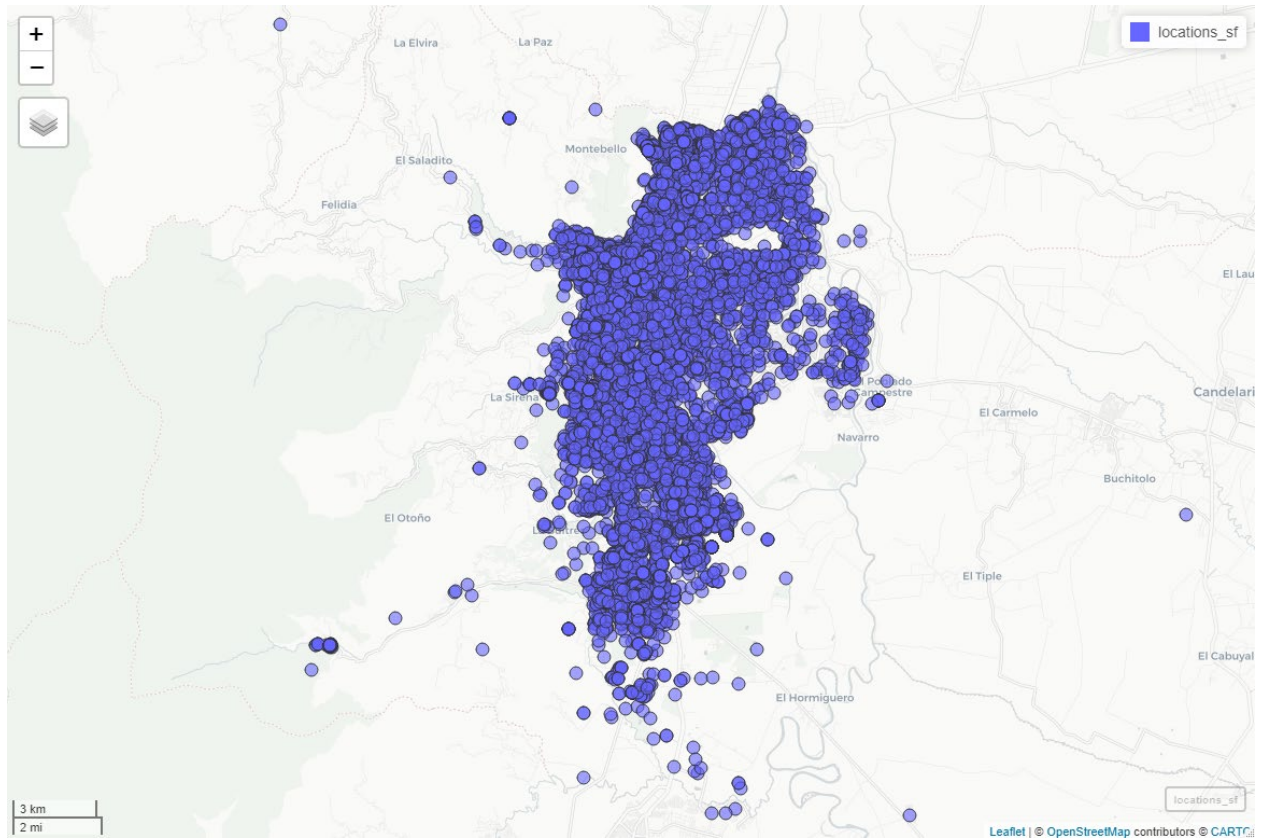
Fuente: Elaboración propia

ANEXO B. Correlación entre variables - Apartamentos en venta



Fuente: Elaboración propia

ANEXO C. Mapa de viviendas en venta en la ciudad de Cali



Fuente: Elaboración propia