



VIGILADA MINEDUCACIÓN

Análisis de Incidencia por Condiciones Naturales de Ronda Hídrica y Pendiente en el Valor Comercial de Inmuebles Rurales en el Municipio de Amagá, Antioquia, utilizando Modelos Econométricos y Análisis Espaciales SIG

Diego Fernando Cadena Vélez
Rubby Lorena Tabares Valencia

Institución Universitaria Esumer
Facultad de Estudios Empresariales y de Mercadeo
Medellín, Colombia

2019

Análisis de Incidencia por Condiciones Naturales de Ronda Hídrica y Pendiente en el Valor Comercial de Inmuebles Rurales en el Municipio de Amagá, Antioquia, utilizando Modelos Econométricos y Análisis Espaciales SIG

Diego Fernando Cadena Vélez

Rubby Lorena Tabares Valencia

Trabajo de Grado presentado para optar al título de:

Especialista en Valoración Inmobiliaria

Tutor (a):

Juan Pablo Barrero Vélez

Ingeniero Catastral y Geodesta

Esp. Sistemas de Información Geográfica

Línea de Investigación:

Finanzas

Institución Universitaria Esumer
Facultad de Estudios Empresariales y de Mercadeo
Medellín, Colombia

2019

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Formulación del proyecto	8
2. ESTADO DEL ARTE	10
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
4. OBJETIVOS	19
4.1 Objetivo General	19
4.2 Objetivos Específicos	19
5. JUSTIFICACIÓN	20
6. MARCO DE REFERENCIA	22
6.1 Marco Teórico	22
6.1.1 Modelos Econométricos:	22
6.1.2 Modelo de Regresión Lineal Múltiple:	22
6.1.3 Método de precios Hedónicos:	23
6.1.4 Cálculo de la Variación de precios:	25
6.2 Marco Conceptual	27
6.3 Marco Legal	32
6.3.1 Resolución 620 del 23 de septiembre de 2008 del IGAC.....	32
6.3.2 Método De Comparación O De Mercado.....	32
6.3.3 Método De Costo De Reposición.	32
6.3.4 Resolución No. 2965 del 12 de septiembre 1995 República de Colombia - Ministerio del Medio Ambiente.....	33
6.4 Marco Metodológico	33
6.4.1 Método de Investigación	33
6.4.2 Enfoque de investigación (Laguna C., 2009)	34
6.4.3 Tipo de estudio	36
7. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	37
7.1 Definición del área de Estudio:	37
7.2 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	38
7.3 Georreferenciación de las Ofertas	38
7.4 Selección y análisis de la información.....	40
8. ALCANCES	44
9. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	46

9.1	Definición de Variables	46
9.1.1	Ronda Hídrica (% afectación)	47
9.1.2	Pendiente o Topografía:	47
9.1.3	Área del predio y área ofertada:.....	48
9.1.4	Valor Inmueble	49
9.2	Análisis de Variables	51
9.2.1	Matriz de Correlación entre variables:	51
9.2.2	Curva de regresión ajustada entre variables	51
9.3	Control del sesgo	53
9.3.1	Análisis de valores residuales.....	54
10.	RESULTADOS.....	55
10.1	Modelo Econométrico: Análisis de variable Endógena (Y) y variables Exógenas (X): ...	55
11.	CONCLUSIONES	59
12.	RECOMENDACIONES.....	61
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	62
14.	ANEXOS	65
14.1	Predios Ofertados y Clasificación de variables.	65

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1: Esquema de funcionalidad de la Ronda Hídrica, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018.	7
Ilustración 2: Componentes de una Ronda hídrica, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible 2018.	27
Ilustración 3: Interpretación geométrica del residuo	35
Ilustración 4: Localización municipio de Amagá, fuente: Google Earth.	37
Ilustración 5: Georreferenciación, municipio de Amagá, fuente: Google Earth	39
Ilustración 6: Rondas Hídricas en predios ofertados	47
Ilustración 7: Mapa de inclinación del terreno (%)	48

Tabla de Gráficos

Gráfico 1: Comparación de predios con ronda hídrica vs predios sin ronda hídrica	46
--	----

Gráfico 2: Correlación Variable Valor del predio y Variable Área Predio _____	52
Gráfico 3: Correlación Variable Valor del predio y Variable Pendiente _____	52
Gráfico 4: Correlación Variable Valor del predio y Variable % Afectación _____	53
Gráfico 5: Correlación Variable Valor del predio y Variable Uso. _____	53
Gráfico 6: Residuos estándares del conjunto de datos. _____	54

Tablas

Tabla 1: Descripción de las variables.	13
Tabla 2: Rangos predicción.....	14
Tabla 3: Resultados del modelo de regresión.....	15
Tabla 4: Clasificación de la Variable dicótoma de Uso en suelo rural del municipio de Amagá.	40
Tabla 5: Clasificación de las pendientes. Fuente: Resolución No. 2695. Ministerio del Medio Ambiente (1995).....	41
Tabla 6: Variables identificadas en el estudio de las ofertas. Para ver consolidado, ver Anexo 1. Tabla. Base de Datos y Estudio de Mercado.....	43
Tabla 7: Tiempos y actividades dentro del proyecto.	45
Tabla 8: Clasificación de las pendientes aplicada	48
Tabla 9: Conjunto de datos depurados.....	50
Tabla 10: Coeficiente de correlación entre variables definitivas.....	51
Tabla 11: Resumen estadístico.	55
Tabla 12: Análisis de Varianza.....	56
Tabla 13: Tabla: Regresión Lineal Múltiple -Análisis estadístico.	56
Tabla 14: Nivel de confianza regresión lineal múltiple.	57
Tabla 15: Análisis de coeficientes de Regresión lineal múltiple.....	57

Agradecimientos

Vive como si fueses a morir mañana. Aprende como si fueses a vivir siempre.

Mahatma Gandhi

Agradecemos a Dios y a nuestras familias por acompañarnos en nuestro desarrollo profesional, por creer en nosotros y por brindarnos todo su apoyo, por habernos inculcado bases de crecimiento personal y académicas, por cada uno de sus sacrificios, por su paciencia y esfuerzo. Este logro es por ustedes y para ustedes.

A nuestro profesor Juan Pablo Barrero, nuestro monitor y guía de trabajo de grado, quien confió en nosotros y creyó en la idea de desarrollar este grandioso proyecto para nuestra culminación académica especialista. Agradecemos cada uno de sus consejos, explicaciones, cada espacio brindado y cada tiempo preciado.

A todos nuestros colegas, compañeros y amigos del gremio, quienes nos brindaron su compañerismo durante este proceso, por hacer de este tiempo el más acogedor.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra manera aportaron a este gran logro y a nuestro crecimiento profesional. Deseamos infinitas bendiciones para cada uno de ustedes.

La gratitud es la memoria del corazón.

Jean Baptiste Massieu

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo es dedicado a nuestras familias y profesores, quienes con su apoyo nos brindaron todas las herramientas para defendernos durante nuestro aprendizaje, aportando significativamente a nuestro crecimiento y desarrollo profesional. También a todas aquellas personas que creyeron en nuestras capacidades y a quienes compartieron su conocimiento forjando nuestro crecimiento académico y personal.

Resumen

A partir del análisis de 29 ofertas de mercado rural dentro del municipio de Amagá, se establecen un conjunto de variables tentativas que pueden incidir en el comportamiento del valor del mercado; variables como el área, el porcentaje de afectación por retiros de quebrada y pendiente, son especializadas y cuantificadas con el uso de los Sistemas de Información Geográfica. El valor de mercado es obtenido a partir del análisis del método de Mercado y Costo de Reposición, establecido en la Resolución 620 de 2008 por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Obtenido el cálculo de cada variable, la base de datos es depurada y validada; para finalmente ser introducidas a un modelo econométrico, por medio del cual se analiza la correlación de cada una de las variables con el valor de mercado y se define los parámetros de dispersión en el modelo econométrico de cada una de las variables, lo que permite conocer la constante de variación de cada una de las variables exógenas en la variable endógena analizada. Por medio del modelo econométrico se demostró que para este caso de estudio en el valor del predio inciden las variables de topografía y uso, mientras que el porcentaje de afectación presentó una relación equivalente a 32% con el valor del predio, es importante aclarar que su influencia fue positiva y generó un incremento en el porcentaje de afectación por ronda hídrica de \$5.519.034 en el valor total del predio.

Palabras Clave: Ronda Hídrica, Pendiente, Modelos Econométricos, Valor de Mercado, Sistemas de Información Geográfica, Valoración.

Abstract

Based on the analysis of 29 rural market offers within the municipality of Amagá, a set of tentative variables that can influence the behavior of the market value are established; variables such as the area, the percentage of affectation due to retreats of creek and slope, are specialized and quantified with the use of Geographic Information Systems. The market value is obtained from the analysis of the Market Method and Replacement Cost, established in Resolution 620 of 2008 by the Agustín Codazzi Geographic Institute (IGAC). Once the calculation of each variable has been obtained, the database is purified and validated; to finally be introduced to an econometric model, through which the correlation of each of the variables with the market value is analyzed and the dispersion parameters are defined in the

econometric model of each of the variables, which allows to know the constant of variation of each of the exogenous variables in the endogenous variable analyzed. Through the econometric model it was shown that for this case study the topography and use variables affect the land value, while the percentage of affectation presented a 32% equivalent relationship with the property value, it is important to clarify that its The influence was positive and generated an increase in the percentage of affectation per water round of \$ 5,519,034 in the total value of the property.

Key Word: Water Round, Slope, Econometric Models, Market Value, Geographic Information Systems, Valuation.

1. INTRODUCCIÓN

La ronda hídrica es una región de transición donde interaccionan los medios terrestres y acuáticos (Malanson, 1993), sean naturales o artificiales, siempre estarán en movimiento como por ejemplo los ríos, quebradas o arroyos, también los estáticos como lagos, lagunas, pantanos, entre otros; estas zonas se vuelven completamente dinámicas dentro del paisaje (Swanson et al., 1988), esto debido a que se dan transferencias de agua, sedimentos, organismos entre otros (Gregory et al., 1991); en respuesta a cada dinamismo dentro de las zonas de transición cada ronda hídrica presenta características únicas y en algunos casos pueden soportar niveles de estrés natural o influencia antrópica (Buckhouse y Elmore, 1991).

Actualmente la ronda hídrica es valorada sin tener en cuenta cada uno de los parámetros que pueden llegar a alterar el valor comercial del bien inmueble debido a la vulnerabilidad del mismo dentro de la ronda hídrica; los informes valuatorios por lo general, no relacionan los componentes geomorfológicos, sean llanuras inundables, terrazas, escarpes, cauces secundarios, meandros abandonados o sistemas lénticos, de otro lado tampoco se identifica el mismo componente hidrológico el cual comprende un grado de alteración morfológica del cuerpo de agua y se puede llegar a conectar con la llanura inundable (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

En la ilustración 1, se presenta el esquema de funcionalidad de una Ronda Hídrica, el cual plantea sus 3 complementos, Geomorfológico, Hidrológico y Ecosistémico, los cuales interaccionan y mantienen la estabilidad de la ronda hídrica.

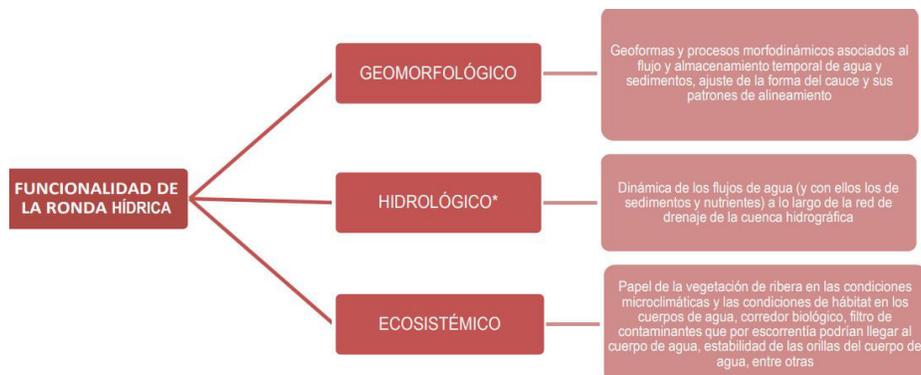


Ilustración 1: Esquema de funcionalidad de la Ronda Hídrica, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018.

La ronda hídrica es una de las variables principales a evaluar, con el fin de identificar si esta genera afectación en el valor comercial del inmueble objeto de estudio e identificarlo mediante algún procedimiento o metodología. En muchas ocasiones, el valor del inmueble es depreciado sin un criterio sólido, por la presencia de ciertas características naturales del inmueble, como la presencia de cuerpos de agua, topografía o distancias a centros poblados, y se define un valor sin tener una justificación que soporte dicha valoración.

Los datos espaciales permiten conocer y analizar de manera sistemática la información y el comportamiento de factores externos dentro de un predio; variables geomorfológicas e hídricas son indispensables a la hora de caracterizarlo, análisis de riesgo por inundaciones y movimientos en masa, analizan la inestabilidad del inmueble. Los datos espaciales y los modelos econométricos permitirán interpretar el comportamiento del valor total del inmueble partiendo de variables presentes en el inmueble, y analizar qué tan significativo es esta afectación por cada una de estas.

1.1 Formulación del proyecto

Los sistemas ambientales donde el hombre interacciona, se convierten en construcciones sociales, dentro de las cuales, cada una de sus acciones influye de manera positiva o negativa, (Vergara, 2018). En la actualidad dentro de las zonas rurales son cada vez más valoradas por diferentes enfoques donde involucran la ecología, el despliegue de actividades al aire libre, que permiten la interacción del campo residencial y el estilo de vida a partir de la oferta de bienes y servicios, (Ramírez, 2017).

Partiendo que dentro de un inmueble rural “El valor Subjetivo de una finca”, según Borrero (2002), en la adquisición de un inmueble existen múltiples elementos de carácter subjetivo que pueden sumar o restar al valor de un bien, tales como la topografía, la vista, el paisaje, los ríos, entre otros; que pueden medirse de manera objetiva, sin embargo también tienen un grado de apreciación subjetiva que no es igual para todos los individuos que interactúan dentro del mismo.

Teniendo en cuenta el comportamiento del valor del suelo en áreas rurales, se realiza el estudio de variables que inciden radicalmente dentro del predio, tales como; área, afectación por ronda hídrica, pendiente y uso, los cuales son incorporados en un modelo con el cual se

determina la influencia sobre el valor del inmueble rural; dicho de otro modo, sus variables estructurales, características del entorno y atributos ambientales que se involucran dentro del comportamiento del valor (Zorrilla, 2012).

Utilizando el análisis de los modelos hedónicos, en donde se desglosa el precio de un bien, se puede dar un valor a cada una de sus características y se puede identificar el valor implícito que cada una de esas características le otorga a ese bien, (Cárdenas, 2017).

2. ESTADO DEL ARTE

Según Decreto 2245 de 2017 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Ronda Hídrica en su artículo 2.2.3.2.3A.2., comprende la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho. Así mismo hará parte de la ronda hídrica el área de protección o conservación aferente. Dicha franja puede presentar alteraciones, una de ellas es su cauce, teniendo en cuenta que éste corresponde a la geofirma sobre la cual fluye o se acumulan el agua y sedimentos en condiciones de flujo de caudales o niveles sin que se llegue a producir desbordamiento de sus márgenes naturales.

Existen diferentes metodologías valuatorias para predios que están inmersos dentro de la ronda hídrica, por ejemplo, la técnica del valor nulo, la cual consiste en simple y llanamente en darle un valor de 0 pesos al área afectada por ronda hídrica. La justificación para ello es que dichas rondas no pertenecen al propietario de acuerdo a lo escrito en el Código de Recursos Naturales (Decreto 2811 de 1974). lo que implica promediar el valor total de la finca, castigando la parte correspondiente a la ronda de río con un valor de 0 y multiplicando por su área Borrero (2007). Así como esta metodología que a través del tiempo ha sido utilizada de manera implícita, no existe un modelo que relacione el comportamiento geofísico de la ronda de río y valore su afectación al predio de manera explícita comprendiendo que cada ronda hídrica y su comportamiento.

Un estudio realizado por Villegas y Barrera (2016) titulado **“Influencia Del Recurso Hídrico En La Determinación De Los Precios De Los Predios Adjuntos A La Subcuenca La Quebrada El Palo En El Municipio De Victoria, Caldas, A Partir De La Metodología De Precios Hedónicos”** como su nombre lo indica, el objetivo fue determinar el valor cuantificable del recurso hídrico a partir de la valoración de bienes y/o servicios ambientales, enfatizando en la variación de atributos de cada uno de los predios que se encuentren en el área de influencia a la quebrada El Palo ubicada en Victoria Caldas, con ello se estableció un valor monetario aproximado a partir de la metodología de precios hedónicos a partir de criterios del valor establecidos. Hicieron un análisis de cada una de las variables más representativas para la investigación, como las vías de acceso, tamaño del predio,

construcciones existentes etc., y sacaron a relucir que el tamaño del predio es uno de los atributos de mayor importancia en la influencia del valor del terreno. Se estimó el valor de depreciación sobre el valor total del terreno por cada metro de lejanía del cuerpo hídrico. Esta investigación sirvió como apoyo para respaldar a la importancia que tienen los atributos ambientales o de entorno en la influencia del valor económico de un terreno, y puede ser utilizado como apoyo a nuevas negociaciones de compra y venta de predios en la zona de la vereda Marzala o similares.

Otro estudio realizado por Chuchuca y Chuiza (2015) titulado “**Escalada Inmobiliaria, Cuenca: Migración Privilegiada Y Crecimiento En El Precio De Los Bienes Inmuebles**” empleó la metodología de los precios Hedónicos y Red Neuronal Artificial para validar si la intervención de una variable externa como la llegada de inmigrantes a la zona de estudio (cantón Cuenca) ha provocado cierto efecto sobre el precio de las viviendas y se tomó características propias de vivienda tal como área de terreno y construcción, el estado de la vivienda, el número de pisos, la tipología de la construcción, la antigüedad del bien, y una variable dummy de propietario la cual muestra si la casa pertenece a un extranjero o a un nacional. Los resultados mostraron que, a mayor área de terreno, construcción, el estado de la vivienda, número de pisos y tipología, el precio de la vivienda se ve afectada positivamente, mientras que la variable antigüedad tiene un efecto negativo sobre el bien. En cuanto a la variable propietario afecta positivamente a la vivienda, y mediante las dos metodologías se pudo llegar a determinar que en promedio el precio del bien se ve incrementado cuando el comprador es una persona extranjera. Para la estimación del modelo hedónico se emplearon paquetes econométricos: EVIEWS 7.0 y Spss 20.0., y se obtuvieron 22 modelos hedónicos, los resultados fueron los siguientes: Si el propietario de la vivienda es un extranjero, el precio de la misma se incrementa en 37.8314%, manteniendo constantes las demás características, El avalúo comercial se incrementa en 0.8046%, cuando el área de terreno aumenta en un 1% metros cuadrados, manteniendo constantes las demás características, Cuando el área de construcción aumenta un 1% metros cuadrados, el avalúo comercial se incrementa en 0.2562%, manteniendo constantes las demás características entre otras dependiendo de la ecuación aplicada. A nivel general, según la metodología hedónica el precio de la vivienda aumenta en un 30.89% cuando la casa pasa a ser de un nacional a un extranjero.

Según Saphores y otros, (2012) en una investigación llamada **“Estimating The Value Of Urban Green Areas: A Hedonic Pricing Analysis Of The Single Family Housing Market In Los Angeles, Ca”** utilizan la metodología de los precios hedónicos para el valor de las zonas verdes urbanas de esta franja de terreno y concluyeron que por la cercanía a estas zonas verdes le agregan el 1% del valor de la propiedad en el cual mucha de las personas por tener este atributo están dispuestas a pagar ya que para esa población este tipo de recurso le da una gran riqueza al inmueble en el cual se va a comprar. Este resultado fue hallado considerando como variables principales las transacciones realizadas por las familias para adquirir un bien cerca de los escenarios verdes.

Jaimes B y Pinzón (2019) realizaron un proyecto de grado titulado **“Ponderación de los Aspectos Cuantitativos que pueden incidir en la fluctuación del valor de los Avalúos de cultivos Transitorios pertenecientes a la Producción de Papa en los Departamentos de Cundinamarca Y Boyacá”** aplican varios métodos de modelos econométricos para la determinación de la influencia de las variables exógenas en el avalúo del cultivo de papa en los mencionados departamentos. Citan a Oscar Borrero (2002), para hacer énfasis en “El valor Subjetivo de una finca”, el cual se refiere a que, en la adquisición de una finca existen múltiples elementos de carácter subjetivo que pueden sumar o restar valor al bien según el comprador A o B: la topografía, la vista, el paisaje, los ríos, entre otros aspectos, que aunque pueden medirse de forma objetiva, tienen un grado de apreciación subjetiva que no es igual para todos los individuos. Partiendo de la afirmación de Oscar Borrero, para determinar el avalúo del cultivo de papa teniendo en cuenta las variables que inciden en su valor, se aplican métodos econométricos para la ponderación de cada variable identificada y hallar más cercano al cultivo. En este estudio se aplicó diversos estudios estadísticos para la selección del mejor modelo tal como: todos los subconjuntos posibles, selección forward, selección stepwise, y aplicaron varios criterios para el análisis de los valores residuales de las muestras: Criterio de FITS, Criterio HAT, Criterio DISTANCIA DE COOK, Criterio COVRATIO y Criterio DFBETAS. Definieron las siguientes variables para la construcción del modelo econométrico:

VARIABLE	NOTACIÓN	DESCRIPCIÓN
-----------------	-----------------	--------------------

Mes de siembra	MSV	Variable de tipo cuantitativa, endógena y extrínseca.
Precipitación	PC	Variable de tipo cuantitativa, endógena y extrínseca
Tenencia de la tierra	TT	Variable dicotómica, endógena y extrínseca.
Costo de transporte	CT	Variable de tipo cuantitativa, endógena e intrínseca
Área del predio	AP(Ha)	Variable tipo cuantitativa, endógena y extrínseca.
Rendimiento (TON/Ha)	RENDIMIENTO.TON. HA	Variable de tipo cuantitativa, endógena e intrínseca
Área del cultivo	AC(Ha)	Variable tipo cuantitativa, endógena y extrínseca.
Mano de obra	MO	Variable de tipo cuantitativa, endógena e intrínseca.
Valor del cultivo de papa	VP	Variable de tipo cuantitativa, exógena e intrínseca.

Tabla 1: Descripción de las variables.

Modelo econométrico:

$$vp = \beta_0 + \beta_1 MS + \beta_2 PC + \beta_3 TT + \beta_4 CT + \beta_5 AP(Ha) + \beta_6 MO + \beta_7 AC(HA) + \beta_8 RENDIMIENTO.TON.HA \quad (1)$$

Donde vp es el valor del cultivo de papa, de esta forma quedaría planteado inicialmente el modelo econométrico a realizar con sus respectivas variables.

Para realizar el modelo final, se excluyeron los datos atípicos al conjunto de datos del modelo de residuos. Se aplica los supuestos: Normalidad, Homocedasticidad, No multicolinealidad. De donde se partió para aplicar el modelo según los resultados obtenidos con cada uno de los supuestos, así determinando los rangos de predicción para cada variable analizada:

	RENDIMIENTO. TON.HA	MO	CT	PC	AP(Ha)	AC(Ha)	MSV	TT
Valor mínimo	18	1.268.303	5%	722	0,42	0,6	0,2	0
Valor máximo	40,4	2.846.636	11%	3771	330	3	0,5	1

Tabla 2: Rangos predicción

De esta investigación se estableció que el modelo econométrico solo se puede aplicar para los rangos entre valor mínimo y valor máximo, donde VP es la variable respuesta para estos rangos de valores. También se halló que la variable con mayor peso fue el Rendimiento (Ton/Ha), seguido del área del predio y finalmente la mano de obra.

Paniagua J. (2015), publicó un artículo **“Estimación de Valor De Indemnización Por Expropiación Para Un Terreno Ubicado En La Zona Costera del Pacifico Sur, con Base En El Método Econométrico De Valuación”** con el objetivo de determinar el valor del terreno analizado antes de la expropiación y el daño del remanente de lo que quedó después de la expropiación. El método empleado es el método econométrico aplicado a la valuación de tierras, que explica el valor de la tierra en función de atributos determinantes para las condiciones del entorno del bien inmueble. En esta investigación la variable principal fue la “vista al mar”, “tamaño” y la “cercanía a la playa” del inmueble, por tanto, se buscó mediante el modelo matemático que tanto influyen en el valor del inmueble estas variables. Aplicaron la condición dicótoma con 1= si hay presencia de vista al mar y 0 = no hay.

Variable dependiente: ln_P_ - Modelo MCO,

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
Const	6,64698	0,358716	18,5299	<0,00001	***
ln_T_	-0,348449	0,039425	-8,8383	<0,00001	***

D	-0,104562	0,0129666	-8,0639	<0,00001	***
V	0,309372	0,164703	1,8784	0,06389	*

Media de la vble. dep.	2,903505	D.T. de la vble. dep.	1,309897
Suma de cuad. residuos	41,09627	D.T. de la regresión	0,707936
R-cuadrado	0,71822	R-cuadrado corregido	0,707911
F(3, 82)	69,66921	Valor p (de F)	1,73E-22
Log-verosimilitud	90,27623	Criterio de Akaike	188,5525
Criterio de Schwarz	198,3698	Crit. de Hannan-Quinn	192,5035
rho	0,263082	Durbin-Watson	1,45513

Tabla 3: Resultados del modelo de regresión.

El autor explica los resultados afirmando lo siguiente: “Los resultados muestran consistencia robusta desde el punto de vista estadístico a pesar de tener un R^2 cercano al 70%, puesto que las pruebas de hipótesis para los coeficientes de regresión resultaron significativas a los más bajo niveles de significancia a no ser por la variable Vista que resultó significativa a niveles del 6% o mayores, lo cual pudo deberse a la necesidad de obtener más repeticiones en la muestra”, y se concluyó que el modelo econométrico fue apto para pronosticar porque según pruebas previas realizadas, no posee heterocedasticidad ni autocorrelación crónica, y los residuos siguen una distribución de probabilidad normal, por consecuente fue posible aplicar al caso objeto de estudio.

Durante los años ochenta y noventa, los modelos de precios hedónicos empezaron a utilizarse frecuentemente en el sector inmobiliario, particularmente en el área de precios de inmuebles, siendo el trabajo de Can 1992, (citado por Duque, 2011) uno los pioneros en la estandarización de las características de las viviendas al dividir las en dos grupos: uno asociado a las características estructurales como tamaño del lote, de la construcción y edad de la vivienda y el otro asociado a las características del vecindario como uso del suelo y externalidades (Duque y otros, 2011).

En el momento en que una persona compra un bien cómo es una vivienda, esta se encuentra pagando por variables estructurales, características del entorno y atributos ambientales, algunos de estos últimos son la calidad del aire, la cercanía a áreas verdes, la oferta hídrica, el nivel de ruido, el paisaje, entre otros. Teniendo en cuenta esto, el Método de Precios Hedónicos (MPH), permite valorar económicamente los atributos ambientales no

mercadeables cuando se encuentren asociadas a un bien como lo es la vivienda (Uribe et al., 2003); citado por Zorrilla (2012).

En el modelo de precios hedónicos lo que se busca es desglosar el precio de un bien, en función de sus diferentes características, estas poseen un precio implícito lo cual al sumarlos se determina el precio total del bien, así el precio de una vivienda se puede determinar por la sumatoria de los precios implícitos de las variables estructurales, características del entorno y atributos ambientales (Riera, 2005, citado por Villegas, 2016).

En ciertas circunstancias, es posible separar los efectos de esos atributos sobre la utilidad que ellos generan, de esta manera se puede determinar cómo varía el precio de un bien cuando hay un cambio en cada uno de los atributos. Esta es una herramienta que se puede utilizar para valorar monetariamente los atributos como la calidad ambiental, la presencia de parques o de cuerpos de agua y también se podría determinar la variación del precio por un cambio en estos atributos (Uribe et al., 2003, citado por Villegas, 2016).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los predios ubicados en zonas rurales, pueden encontrarse acotados por rondas de río, que alteran el valor comercial del inmueble aledaño a este cauce. Contar con un río cerca de cultivos, ganado y la vivienda, tiene aspectos negativos y positivos, dependiendo del aprovechamiento que este tenga sobre estos usos del suelo. En el campo del mercado inmobiliario no se ha definido un factor de variación que modifique el valor comercial de un inmueble por presencia de la ronda hídrica y su interacción con el predio. Durante el desarrollo de la técnica valuatoria, no se han establecido factores de ronda hídrica que sostengan una metodología que relacione todos los factores que involucran el comportamiento de la ronda hídrica y su afectación por el comportamiento geofísico del predio, no se precisan cada una de las variables que intervienen en la ronda y que pueden influir positiva y negativamente dentro del predio a mediano y/o largo plazo; inundaciones, movimientos en masa, efectos de la escorrentía superficial, clima, alteración en el relieve son factores que pueden llegar a perjudicar el predio y por ende su valor comercial.

Uno de los casos de afectación en asentamientos humanos ocurrió en el año mayo de 2015 fue la tragedia ocurrida en el municipio de Salgar, Antioquia, un pueblo de agricultores donde al menos 60 personas murieron, debido a que se presentaron cambios de gradiente del cauce de la quebrada Liborina, donde la escorrentía superficial rebasó la acumulación de sedimentos, los cuales afectaron gran parte del municipio (Rev. Semana, 2015), este tipo de zonas requieren mayor atención ya que en muchas ocasiones coinciden con las pocas zonas de topografía suave, zonas que por lo general son ocupadas con asentamientos humanos. A diferencia de este tipo de eventos, existen zonas con bajo gradiente donde las corrientes de agua presentan mejor balance, con baja acumulación de sedimentos; en estos casos se encuentran ríos en zonas de altiplanos, por ejemplo, el río Bogotá, el río Negro en el altiplano central de Antioquia y el río Penderisco en la cordillera occidental; también se encuentran casos particulares donde la ronda hídrica puede estar altamente afectada por la actividad volcánica y/o deshielo de glaciares; en estos casos se debe acudir a mapas de amenaza oficiales producidos por entidades oficiales del estado como el Servicio Geológico Colombiano (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Debido a las características topográficas y fenómenos hidrológicos, Colombia es susceptible a sufrir inundaciones, especialmente en partes bajas de las cuencas y en los valles de algunos de sus ríos principales. Entre los años 2010 y 2011 el fenómeno de la Niña presentó alta precipitación, donde los niveles de los ríos aumentaron considerablemente, generando una de las peores emergencias ambientales por inundaciones y movimientos en masa que afectaron varias poblaciones del centro, occidente y norte del país; lo que involucró al Gobierno Nacional con el fin de establecer medidas para minimizar los efectos de eventos extremos futuros (Velandia, 2014). Otro de los casos de alto riesgo ocurrió en marzo de 2017 en la ciudad de Mocoa, Putumayo, donde la ronda hídrica alterada por el desbordamiento de los ríos Mulaló, Sangoyaco y la quebrada Truca, generando la destrucción del norte de la ciudad y por ende una tragedia para sus pobladores (UNGRD, 2018). Finalmente, esta problemática no es tomada en cuenta de forma adecuada a la hora de valorar inmuebles urbanos y rurales afectados por Ronda hídrica y con mayor probabilidad de amenaza por riesgo de inundaciones y/o movimientos en masa.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Utilizar el método de los precios hedónicos (MPH) para calcular un coeficiente que indique la variación del precio comercial de los predios en el municipio de Amagá, Antioquia, por la intervención de rondas hídricas y la pendiente, utilizando análisis de datos espaciales.

4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Adquirir y estructurar la información de mercado rural para su adecuado procesamiento.
- ✓ Definir las variables incidentes en el valor comercial y efectuar el análisis espacial de las mismas, implementando modelos de datos espaciales (SIG) que permitan caracterizar cada una de las afectaciones que inciden dentro de la Ronda Hídrica y la pendiente del terreno.
- ✓ Determinar y analizar mediante el modelo econométrico la incidencia de la ronda hídrica y la pendiente en el valor comercial del inmueble.

5. JUSTIFICACIÓN

La aplicación de los modelos hedónicos y los modelos de datos espaciales SIG, permiten obtener un acercamiento más profundo al comportamiento de la ronda hídrica, la pendiente y las repercusiones en el valor comercial de un bien inmueble, sea de tipo urbano y/o rural. A partir del estado del arte, se estructurará una metodología que permita estimar un factor de variabilidad que tienen diferentes rondas hídricas en diferentes zonas del municipio de Amagá, estudiando su comportamiento geofísico e hidrológico de la ronda hídrica hacia el valor comercial del inmueble, la existencia de la ronda hídrica dentro de un predio es una variable recurrente que implícitamente tiene influencia directa en la demanda del bien, y por ende, en el valor comercial del mismo, abordando este escenario desde la perspectiva de que el avalúo del inmueble puede ser “castigado” por la presencia de un fenómeno, o de forma contraria “incrementa” su valor comercial, por tener ciertas ventajas añadidas en el uso y/o actividad que desarrolle el inmueble objeto de estudio. La variable a interpretar en este estudio es una ronda hídrica o ronda de río, aplicando modelos de datos espaciales con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), será posible establecer su comportamiento geomorfológico e hidrológico y correlacionar cada una de las variables finalmente en un modelo hedónico que tendrá la cuenta cada uno de los criterios en el valor comercial resultante.

Conocer este factor de variación se convierte en una necesidad para el titular del bien, porque estará al tanto de la dinámica de la valoración del predio en el tiempo real por la presencia de una ronda hídrica cercana. La ronda de río es una condición natural existente que debe ser abordada como un impacto en la valoración del bien, que de acuerdo al interés individual del propietario se convierte en un dato fundamental en la toma de decisiones que implica el uso del mismo. Dependiendo de la destinación del predio, este factor puede ser utilizado como incentivo para invertir en el terreno por un interesado (inversionista), o, por otro lado, si el inversionista quiere un uso sobre el predio diferente a la agricultura, le permitirá tomar decisiones en cuanto si es rentable o no de acuerdo a sus intereses. Adicionalmente esta metodología permitirá estabilizar la especulación a la hora de definir la repercusión de la ronda hídrica dentro del bien inmueble, por lo que será un aporte a la investigación y al desarrollo de informes valuatorios con

fundamentación; los evaluadores también podrán aplicarla a la hora de aplicar procesos de homogeneización con este tipo de inmuebles.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 Marco Teórico

6.1.1 Modelos Econométricos:

La econometría es la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos al análisis de datos cuantitativos y cualitativos, a fin de otorgar un contenido empírico sobre las teorías y poder refutarlas. El modelo de regresión lineal es el único escenario en econometría en el cual se puede llegar a verificar este tipo de afirmaciones empíricas determinando la capacidad de predicción de los modelos ajustados, mediante la aplicación de diversos test específicos. Mediante un modelo de regresión lineal múltiple (RLM) se explica el comportamiento de una determinada variable denominada “variable a explicar”, “variable endógena” o “variable dependiente”, (Y) en función de un conjunto de k variables explicativas X1 X2,,X5 X6 X7. mediante una relación de dependencia (Sullivan, Wicks y Luxho, 2004, citado por Villegas Z. y Barrera S, 2016).

6.1.2 Modelo de Regresión Lineal Múltiple:

El modelo de regresión lineal múltiple es idéntico al modelo de regresión lineal simple, con la única diferencia de que aparecen más variables explicativas (Wooldridge, 2006, citado por Villegas Z. y Barrera S, 2016):

Modelo de regresión simple:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x + u \quad (2)$$

Modelo de regresión múltiple:

$$Y_i = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + \dots b_k \cdot x_k + u \quad (3)$$

Al igual que en regresión lineal simple, los coeficientes b (ver ecuación 2) van a indicar el incremento en de una variable por el incremento unitario de la correspondiente variable explicativa. Por lo tanto, estos coeficientes van a tener las correspondientes unidades de medida (Wooldridge, 2006, citado por Villegas Z. y Barrera S, 2016).

A partir de la ecuación de modelo de regresión lineal simple se puede establecer que la regresión lineal múltiple (ver ecuación 3) tiene puntos muy parecidos y dependencias de una

variable dependiente con las independientes, de la misma manera para dar un sustento a la variable explicativa (Wooldridge, 2006, citado por Villegas Z. y Barrera S, 2016).

6.1.3 Método de precios Hedónicos:

Consiste en el estudio de la variabilidad de los precios de propiedades, dependiendo de los beneficios que se pueden obtener como es el caso del beneficio de las características del entorno en el cual se encuentre (Zorrilla, 2012). Se supone que la variación en los precios de los bienes se debe a las diferentes características de cada bien (Kunze y Pardo, 1999), lo que se busca es desglosar el precio de un bien privado de mercado, en función de sus características, dichas características poseen un precio implícito lo cual al sumarlos se determina el precio del bien, de esta manera el precio de una vivienda se puede determinar por la agregación de los precios implícitos en las características y las del entorno en las que esté ubicada (Riera, 1994), el mercado importante para esta metodología es el de la vivienda, el cual permite evaluar aspectos ambientales como calidad del aire, ruido, cantidad de área verde, el paisaje, la oferta hídrica entre otros (Zorrilla, 2012).

Las condiciones y variables externas de un bien inmueble tienen influencia directa sobre el precio del bien, y por tanto el precio de un bien está directamente relacionado con estas características que influyen en su valuación. La utilidad de los bienes deriva de sus características (Lancaster, 1966, citado por Duque y otros, 2011). Lancaster (1966) propuso una teoría de fundamentos económicos llamada “Una nueva aproximación a la teoría de consumidor” la cual considera que la utilidad de los bienes es derivada de sus características. Este enfoque contó con tres principios: (1) Cada bien posee un conjunto de características que son las que dan la utilidad al mismo (2) Un bien posee más de una característica y muchas características son compartidas por más de un bien (3) Los bienes en combinación debían tener diferentes características que pertenecieran a los bienes separadamente. Así, el génesis de la nueva teoría del consumidor a través del estudio de los modelos de precios hedónicos. Según Duque y otros, 2011, define una metodología para analizar y comparar a la luz de modelos econométricos tradicionales, de la econometría espacial y de regresión ponderada geográficamente. Según French y Lafferty, 1984; Dubin y Goodman, 1982; Portney, 1981; Quang Do y Grudnitski, 1995; Carroll, Clauretje y Jensen, 1966, entre los años ochenta y

noventa, algunos autores consideraron como factores determinantes en la explicación del precio de la vivienda de factores externos como el vecindario, la cercanía a algún lugar importante o una vista agradable, información que se introducía en la especificación de un modelo econométrico tradicional mediante variables dummy para indicar la existencia de externalidades que afectan el precio de las viviendas.

La metodología estándar proporciona una ecuación hedónica de precios que capta el efecto de los distintos atributos individuales de un recurso en el cual la determinación de su valor de mercado se ve reflejada. Según Lever (2002) (citado por Villegas y Barrera, 2016) la forma general del modelo utilizado es la siguiente:

$$P = f(x, y, z; w) \quad (4)$$

La variable P corresponde a la variable dependiente, el cual se asume que está determinado por los argumentos de la función f. Normalmente se tiende a privilegiar el uso de esta variable en ser precisada el precio por metro cuadrado en lugar del precio total del inmueble, siguiendo la indicación teórica (corroborada por la experiencia empírica) de que la superficie de éste ejerce una fuerte influencia como variable explicativa (Lever, 2002, citado por Villegas y Barrera, 2016).

Los argumentos de la ecuación hedónica en la ecuación 4 se pueden agrupar dependiendo al orden de importancia o significado.

Dentro del modelo hedónico se puede resaltar un ejemplo de ello donde se puede llevar a la agrupación en seis categorías de estas que pueden llegar a ser (Lever, 2002, citado por Villegas y Barrera, 2016):

$$P = f(I, V, U, Z, S, E; w) \quad (5)$$

I: características inherentes al inmueble (superficie construida, superficie del terreno, aptitud de uso del suelo, aspectos de arquitectura y diseño interior, equipamiento interior, número de habitaciones, calidad de los materiales, etc.)

V: características del vecindario (nivel socioeconómico, tipo de residentes, seguridad, etc.).

U: características de ubicación del bien raíz (área residencial, área industrial, distancia geográfica y accesibilidad a centros de importancia, etc.).

Z: características determinadas por la ubicación del inmueble dentro del Plano Regulador de la ciudad (densidad de la construcción, tipos de actividades y usos del suelo permitidos, etc.).

S: características determinadas por el nivel de equipamiento exterior, servicios e infraestructura que recibe el inmueble (agua, alcantarillado, electricidad, pavimentación, etc.).

E: externalidades presentes en el entorno en que se encuentra el bien raíz (actividades contaminantes, áreas verdes, vertederos de desperdicios, etc.)

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

La ecuación (5) señala que el precio de mercado de un bien raíz está determinado por la canasta de las cantidades de los distintos atributos (pertenecientes a los grupos I, V, U, Z, S y E) que posee el inmueble y que lo caracteriza y la diferencia de otros bienes raíces de su tipo (Lever, 2002, (citado por Villegas y Barrera, 2016)).

6.1.4 Cálculo de la Variación de precios:

Una función de precios hedónicos es una ecuación en la cual se refleja las influencias de la oferta y demanda encontradas en el mercado de la vivienda. Por esta razón la forma más apropiada de la función hedónica no puede ser especificada directamente desde las funciones teóricas (Penagos, 2005, citado por Zorrilla, 2012).

Existen dos tipos de modelos de regresión (Moral, 2006, citado por Zorrilla, 2012):

- ❖ Los que buscan evaluar cómo afecta el cambio en unas características determinadas, variables independientes, sobre otra característica en concreto, variable dependiente, este es un modelo con fines explicativos.
- ❖ También podría ser intentar estimar o aproximar el valor de una característica (variable dependiente) en función de los valores que pueden tomar en conjunto otra serie de

características (variables independientes), denominado entonces modelo con fines predictivos.

Los modelos de regresión más utilizados por su facilidad de aplicación e interpretación son los modelos de regresión lineal y el modelo de regresión logística, teniendo en cuenta el tipo de variable que se desea estimar (Moral, 2006, citado por Zorrilla, 2012).

Los modelos de regresión logística y regresión lineal no son aplicables a todo tipo de variable. Cuando la variable es categórica, no se puede aplicar la regresión lineal, dado que al estimar el modelo de regresión no se toman en consideración los valores reales dejando de lado otros valores posibles. *Cuando se aplica un modelo de regresión logística, en vez de construir un modelo de regresión para estimar los valores reales de la variable dependiente, se construye una función basada en el cálculo de la probabilidad de que la variable de interés adopte el valor del evento previamente definido, como son las variables categóricas, utilizando el logaritmo natural de la variable dependiente en este caso el valor de la vivienda* (Moral, 2006, citado por Zorrilla, 2012).

Además del método de precios hedónicos, existen otras metodologías indirectas que se basan en la observación del comportamiento de los individuos en mercados convencionales que se encuentren relacionados con los bienes no mercadeables para de esta manera poder inferir en la naturaleza de la demanda de un bien o servicio ambiental. En esta metodología podemos encontrar los siguientes métodos (MADS, 2003, citado por Zorrilla, 2012):

- ❖ **Método de Costo de Viaje:** es utilizado para estimar los valores de uso de los ecosistemas que son destinados a la recreación los cuales no poseen un mercado definido donde se obtenga información sobre los precios y esta valoración se realiza a través de una forma indirecta por medio de mercados relacionados o valores sustitutos del mercado (MADS, 2003, citado por Zorrilla, 2012).
- ❖ **Enfoque Función de Daños “En Salud”:** Se utiliza para valorar el costo por la morbilidad relacionada con la contaminación, teniendo en cuenta que el costo en que incurre una persona a causa de una enfermedad se interpreta como una estimación de unos beneficios que se podrían conseguir con acciones para prevenir el daño, es decir estima el valor económico de cambios en la calidad ambiental a través de cambios en la salud de las personas (MADS, 2003, citado por Zorrilla, 2012).

6.2 Marco Conceptual

Ronda Hídrica: En ríos, lagos y quebradas, está compuesta por la línea de mareas máximas o a la línea donde el cauce es permanente, dicha faja de terreno de niveles máximos del cuerpo de agua no produce desbordamiento, su ancho es de hasta 30 metros a partir de la línea de mareas máxima. Dentro de la ronda hídrica también se encuentra el área de protección la cual está involucrada e incluye un control ambiental. (Decreto 2245 del 29 de diciembre de 2017, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

En otros conceptos, la ronda hídrica es una región de transición donde interaccionan los medios terrestres y acuáticos (Malanson, 1993), sean naturales o artificiales, siempre estarán en movimiento como por ejemplo los ríos, quebradas o arroyos, también los estáticos como lagos, lagunas, pantanos, entre otros; estas zonas se vuelven completamente dinámicas dentro del paisaje (Swanson et al., 1988), esto debido a que se dan transferencias de agua, sedimentos, organismos entre otros (Gregory et al., 1991); en respuesta a cada dinamismo dentro de las zonas de transición cada ronda hídrica presenta características únicas y en algunos casos pueden soportar niveles de estrés natural o influencia antrópica (Buckhouse y Elmore, 1991). En la figura 1, se presentan cada uno de los componentes de una Ronda Hídrica, donde se presenta la faja la cual es generada desde la línea que comprende el cauce permanente del río, la faja paralela a su cauce permanente y el área de protección o conservación aferente.

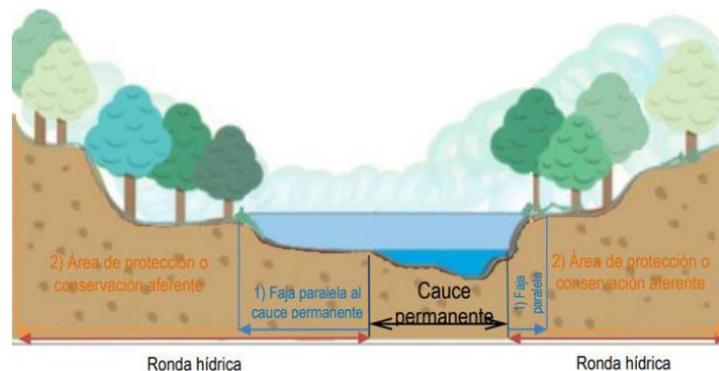


Ilustración 2: Componentes de una Ronda hídrica, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible 2018.

Geomorfología: La Geomorfología es la ciencia que estudia las formas de la superficie terrestre (Ahnert, 1998). Es fundamental para el mapeo y caracterización de los suelos, los riesgos y amenazas, el mapeo de la erosión, modelamiento de glaciares, climatología y en forma indirecta, en estudios de ecología, vegetación, agricultura y uso de la tierra (Martínez L. 2012).

Geomorfometría: La geomorfometría está definida como la disciplina científica que estudia cuantitativamente la superficie del terreno, incluyendo la caracterización computacional del mismo para analizar su continuidad topográfica (Hartemink y McBratney, 2009). Según Evans (1972), el análisis geomorfométrico, se puede realizar de dos formas: a) específica, enfocada en las características discretas de la superficie y, b) general, cuando se tiene en cuenta la continuidad de la superficie del terreno. La representación numérica de la superficie del terreno se conoce como análisis del terreno (Wilson and Gallant, 2000); y los descriptores cuantitativos, o medidas de la forma de la superficie del terreno, se conocen como parámetros de la forma del terreno (Speight, 1968), citado por Correa N. (2012).

Parámetros del terreno: Un parámetro del terreno es una medida descriptiva de la forma de la superficie como la pendiente, el aspecto o el índice de humedad, con un arreglo continuo de valores que describen la superficie del terreno en una muestra local (Hartemink y McBratney, 2009, citado por Correa N. (2012)), mediante un modelo digital de elevación (DEM) se puede identificar las pendientes a través de los valores de las curvas de nivel, analizando así el comportamiento físico del terreno.

Modelo Digital de Elevación: Un modelo digital de elevación (DEM), es un arreglo regular de puntos de elevación (Chang, 2004). En general hay tres fuentes de datos para obtener DEMs (Hartemink y McBratney, 2009): a) Técnicas de levantamientos del terreno (levantamiento de posiciones exactas de puntos); b) mapas topográficos existentes (derivados por digitalización de contornos, corrientes, lagos y puntos de elevación desde mapas topográficos análogos) y c) sensores remotos (interpretación de datos de imagen adquiridos desde plataformas satelitales o aéreas, fotogrametría, láser y radar)), citado por Correa N. (2012).

Pendiente: La pendiente mide la tasa de cambio de la elevación en la dirección descendente más empinada (Wilson y Gallant, 2000, citado por Correa N. (2012)). Si se define la elevación (z) de un punto de la superficie del terreno como una función de la posición del punto (x, y), entonces la pendiente en el punto es función de la derivada de primer orden de la superficie en las direcciones x y (Chang-2004). La pendiente es la representación del comportamiento de las curvas de nivel, las cuales tienen un valor asociado, llamado cota (z) (Correa N. 2012).

Uso de Suelo: Se trata de un “dictamen escrito por medio del cual el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente para expedir licencias o la oficina de planeación o la que haga sus veces, informa al interesado sobre el uso o usos permitidos en un predio o edificación, de conformidad con las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial y los instrumentos que lo desarrollen” (numeral 3 del artículo 51 del Decreto Nacional 1469 de 2010).

Predio: “Es un inmueble no separado por otro predio público o privado, con o sin construcciones y/o edificaciones, perteneciente a personas naturales o jurídicas. El predio mantiene su unidad, aunque esté atravesado por corrientes de agua pública” (Artículo 9 de la Resolución 70 de 2011).

Predio rural: “Es el ubicado fuera de los perímetros urbanos: cabecera, corregimientos y otros núcleos aprobados por el Plan de Ordenamiento Territorial” (Artículo 10 de la Resolución 70 de 2011).

Predio urbano: “Es el ubicado dentro del perímetro urbano” (Artículo 11 de la Resolución 70 de 2011).

Parcelación: “Se entiende por parcelación, el fraccionamiento del inmueble o conjunto de inmuebles rurales pertenecientes a una o varias personas jurídicas o naturales, autorizada según las normas y reglamentos” (Artículo 16 de la Resolución 70 de 2011).

Georreferenciación: Método por el cual es posible ubicar un punto en el espacio, a partir de Coordenadas Geográficas, dichos puntos son plasmados bajo un sistema satelital de referencia, haciendo uso de un GPS y/o Software para el manejo de información geográfica.

Modelos Econométricos: Un modelo econométrico es un modelo que ilustra la relación entre dos o más variables. Su utilización permite hacer estimaciones acerca del efecto de una variable sobre otra y/o hacer apreciaciones de su comportamiento en el futuro, por su dinámica de comportamiento entre estas variables. Este modelo está compuesto de dos variables: Variable Endógena, que es el factor resultante del comportamiento de otros grupos de variables independientes, también conocidas como variables exógenas, que son la razón del producto de la variable endógena.

Modelo de Regresión Lineal Simple: Supone que existe relación de dependencia entre variables, es decir, que los valores de una variable Y (variable dependiente o endógena) dependen o están influidos por los valores de otra variable, X (variable independiente o exógena). En el caso en que pueda suponerse una relación lineal de dependencia, ésta podrá sintetizarse mediante un modelo de regresión (Laguna, 2009).

Modelo de Regresión Lineal Múltiple: Francisco Galton la define como una técnica estadística que permite predecir el valor promedio de una variable, tomando como base los valores conocida de otra/s. Aunque hay muchas variables para definir estas variables, se definen en estadística como variables dependientes e independientes.

Supuestos básicos del modelo de regresión (Estebanez Álvarez y Bradshaw, 1978, citado por Ortíz, R, 2015):

- Linealidad: establece que la relación entre la variable dependiente y la/s independiente/s debe ser lineal, debido a que de lo contrario el modelo puede llevar a resultados erróneos. El incumplimiento del supuesto de linealidad suele denominarse error de especificación. Algunos ejemplos son: omisión de variables independientes importantes, inclusión de variables independientes irrelevantes, no linealidad (la relación entre las variables independientes y dependientes no es lineal), parámetros cambiantes (los parámetros no permanecen constantes durante el tiempo que duran la recogida de datos), no aditivita (el efecto de alguna variable independiente es sensible a los niveles de alguna otra variable independiente).
- Ausencia de errores de medición: Se refiere a variables independientes fijas y que no sujetas a errores de medición, debido a que no existen ningún “test” simple para medir

el error. En el caso de la variable dependiente, puede tomarse una muestra y por lo tanto, puede estar sujeta a errores de medición, lo cual en cuyo caso, los errores forman una distribución normal.

- Normalidad de los residuales: para cada valor de la variable independiente (o combinación de valores de las variables independiente), los residuos se distribuyen normalmente. En otras palabras, si el error de medida es el único factor que produce variación en los valores de y (para cualquier valor de x), entonces las variaciones formaran una distribución normal.
- La Media de los residuales debe de ser igual a 0: este supuesto implica que la media de los residuales se encuentra en la línea de regresión. El cumplimiento de este supuesto establece que la línea de regresión es la forma funcional y proporciona un buen ajuste a los datos estudiados.
- Homocedasticidad: establece que la varianza de las distribuciones debe tener todos los mismos valores. La presencia de heterocedasticidad puede influir en los test que se apliquen al modelo, y por ello producir error en las estimaciones.
- No Colinealidad entre las variables independientes: establece que no existe relación lineal entre las variables independientes. El incumplimiento de este supuesto da origen a colinealidad o multicolinealidad. Además, la violación de este supuesto puede dificultar la evaluación del peso de las variables independientes en la explicación de la variación de la variable dependiente.
- El número de observaciones ha de ser mayor que el número de variables independientes: este supuesto establece que se deben contar con un número de datos (n) mayor que la cantidad de variables independientes empleadas.

Modelo de Precios Hedónicos: Es una metodología para la obtención de la modelación de mercados implícitos por atributos proporcionando técnicas econométricas para la obtención de precios y demandas implícitas a partir de la medición del precio del bien compuesto y de la forma en que se efectúa la "mezcla" de atributos que lo compone (Lever, D., citado por Villegas y Barrera, 2016).

- Multicolinealidad: Econométricamente la multicolinealidad es la imposibilidad de aislar el efecto que sobre el precio de la vivienda tiene por separado cada una de las

variables que están correlacionadas entre sí, de modo que los estimadores de los parámetros de la regresión tienen una alta varianza.

Variabes Dicótomas: Son variables cualitativas que adquieren valores de 0 y 1 en los modelos de regresión.

6.3 Marco Legal

6.3.1 Resolución 620 del 23 de septiembre de 2008 del IGAC

En la encargada de estipular las metodologías valuatorias que permiten realizar el cálculo del valor del suelo, durante el proceso se hace uso de las dos siguientes metodologías.

6.3.2 Método De Comparación O De Mercado.

Artículo 1. 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.

Algunos autores como Casas (2014), resaltan que es necesario aplicar el modelo siempre y cuando, se tenga la suficiente información de inmuebles semejantes; ya que el valor obtenido puede verse afectado, al tener una muestra poco comparable y/o ofertas que no hablen un mismo lenguaje.

6.3.3 Método De Costo De Reposición.

Artículo 3. 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.

6.3.4 Resolución No. 2965 del 12 de septiembre 1995 República de Colombia - Ministerio del Medio Ambiente

Por la cual se establece el procedimiento para la práctica, elaboración y rendición de los avalúos comerciales de predios y mejoras rurales que se adquieran para fines de reforma agraria y se dictan otras disposiciones.

Algunas investigaciones, por su naturaleza particular, requieren para su desarrollo de un sustento legal y jurídico. Este sustento se expresa en leyes, decretos, códigos, sentencias, políticas públicas, normas y demás. El marco legal debe presentarse de manera ordenada, llevando una secuencia lógica y coherente que parta desde lo general hacia lo particular.

6.4 Marco Metodológico

La metodología en esta investigación comprende inicialmente un estudio de mercado del valor por metro cuadrado de lotes de terreno en el municipio de Amagá, Antioquia, con presencia de ronda hídrica y otras variables que inciden en el inmueble, que pueden alterar positivamente o negativamente el comportamiento del valor de mercado. Las variables a analizar en los inmuebles están asociadas a las condiciones físicas del sector, tal como: el porcentaje de pendiente en el terreno del inmueble, porcentaje y área de afectación por ronda hídrica sobre el predio. Aplicando métodos de regresión lineal múltiple se pretende analizar cómo influyen las variables definidas anteriormente, en el valor por metro cuadrado del inmueble, y de la misma manera, analizar el comportamiento de las mismas variables en el valor total del lote, partiendo del producto entre el valor por metro cuadrado y el área total catastral del lote.

6.4.1 Método de Investigación

El método de regresión lineal múltiple será aplicado en esta investigación para realizar un análisis estadístico del comportamiento de las variables independientes (X_i) seleccionadas como factores que pueden estar intrínsecamente asociadas al valor actual del terreno, que en contexto es la variable dependiente (Y).

$$Y_i = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + \dots b_k \cdot x_k + u \quad (6)$$

6.4.2 Enfoque de investigación (Laguna C., 2009)

Un diagrama de dispersión muestra la agrupación del conjunto de datos estudiados y el nivel de asociación lineal entre las variables X y la variable Y mediante el coeficiente de correlación (R). A través de la gráfica se identifica la dirección de la agrupación de las variables cuantitativas y el coeficiente de correlación es el valor que indica el grado de relación entre las variables independientes y la variable dependiente. Para los estudios estadísticos el coeficiente de correlación que más se usa es el paramétrico (**Pearson**) ya que, al usar datos de estadística descriptiva, requiere criterios de normalidad para las variables analizadas. El coeficiente de Pearson estudia la agrupación de los datos en función de una línea recta, puede tomar valores entre -1 y 1. Lo que muestra este coeficiente es la relación directa entre dos variables, en valores absolutos, entre más cercano a 1 sea este coeficiente, indica mayor relación entre las variables, es decir, si aumenta un valor X aumenta un valor Y. Se define como la covarianza muestral entre X y Y dividida por el producto de las desviaciones típicas de cada variable:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \quad (7)$$

Los datos de numerador de la ecuación es la covarianza muestral entre X y Y, e indica si la relación entre dos variables es directa o inversa, indica la variabilidad en conjunto de dos variables cuantitativas, y se define mediante la siguiente ecuación:

$$S_{xy} = \frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (8)$$

Si $S_{xy} > 0$ las dos variables crecen o decrecen a la vez (nube de puntos creciente).

Si $S_{xy} < 0$ cuando una variable crece, la otra tiene tendencia a decrecer (nube de puntos decreciente).

Si los puntos se reparten con igual densidad alrededor del centro de gravedad (\bar{x}, \bar{y}) , $S_{xy} = 0$ (no hay relación lineal).

Las técnicas de regresión lineal consisten en ajustar la correlación de los datos al modelo que mejor se ajuste, en donde se determina una Y con valores pronosticados y una Y con valores

reales, la diferencia entre estas dos, revela el error o residuo, en otras palabras, el residuo es la diferencia entre los valores observados y los valores estimados por la recta de la regresión.

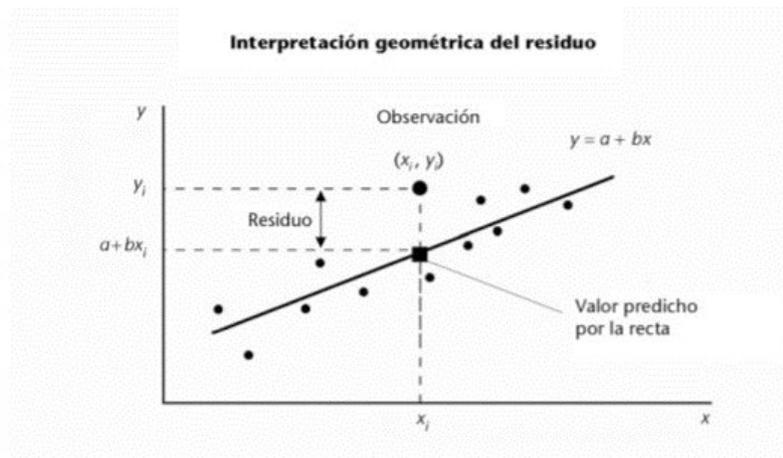


Ilustración 3: Interpretación geométrica del residuo

Para tener una idea de si los datos se ajustan a la recta o si están muy cerca, el **coeficiente de determinación R^2** muestra el grado de variaciones entre el modelo de regresión lineal encontrado que mejor se ajusta a los datos, con el comportamiento de los valores de Y. Formalmente es definido como *porcentaje de la variabilidad total de la variable dependiente Y que es explicada por la recta de regresión*. Entre menor dispersión en los residuos mejor será bondad de ajuste.

$$R^2 = 1 - \frac{S^2_e}{S^2_Y} \quad (9)$$

Características:

R^2 es adimensional que varía entre 0 y 1: entre más cercano a uno existe mayor proporción de variabilidad de los datos explicada por el modelo de regresión ajustado, quiere decir que hay mayor fuerza de asociación entre las variables. Cuando el ajuste es malo, R^2 es cercano a cero, y por tanto la recta no explica nada y no existe asociación entre X y Y.

Las variables que no sean cuantitativas adaptarán como variables dicótomas, en donde se le adopta un valor correspondiente a nivel de significancia.

Correlación no siempre indica la relación mediante la regresión lineal mide la relación que no es tan evidente

Aplicar el método de regresión múltiple nos permite definir el modelo hedónico para determinar el coeficiente de correlación entre el valor por metro cuadrado del inmueble o el valor total del predio con las variables independientes X, tal como área o porcentaje de afectación de ronda hídrica, pendiente de la superficie, área catastral, y área de oferta.

6.4.3 Tipo de estudio

Este estudio es exploratorio, ya que especulando acerca de si el valor por metro de un lote de terreno varía en función de las variables independientes X, se halla el coeficiente de correlación entre este número de variables, y el coeficiente de determinación muestra grado de variabilidad entre un modelo de regresión y los datos de la muestra. No existe un acercamiento teórico previo que permita intuir cómo será el comportamiento de la regresión múltiple, ni se trata de una predicción. El objetivo es corroborar de si la presencia de una ronda hídrica en un inmueble beneficia o castiga el valor comercial del inmueble.

7. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se encuentra el procedimiento realizado para obtener el muestreo de las ofertas del estudio, la recolección de información espacial y la depuración de la información:

7.1 Definición del área de Estudio:

El municipio de Amagá por sus condiciones hidrográficas se convirtió en una zona interesante para el desarrollo del estudio, ya que en la región se encuentran dos de las más importantes cuencas hidrográficas colombianas: la cuenca del río Cauca y la del Atrato. Al Cauca afluye el río San Juan y al Atrato los ríos Apartadó, El Salado, Guaguandó, Rulero, Arquía y El Penderisco (Alcaldía de Amagá, 2019). Para el estudio fue indispensable una zona que interactuara entre redes hídricas y suelos de protección; adicionalmente el relieve de Amagá permitió identificar el comportamiento de la pendiente en cada una de las ofertas muestra.

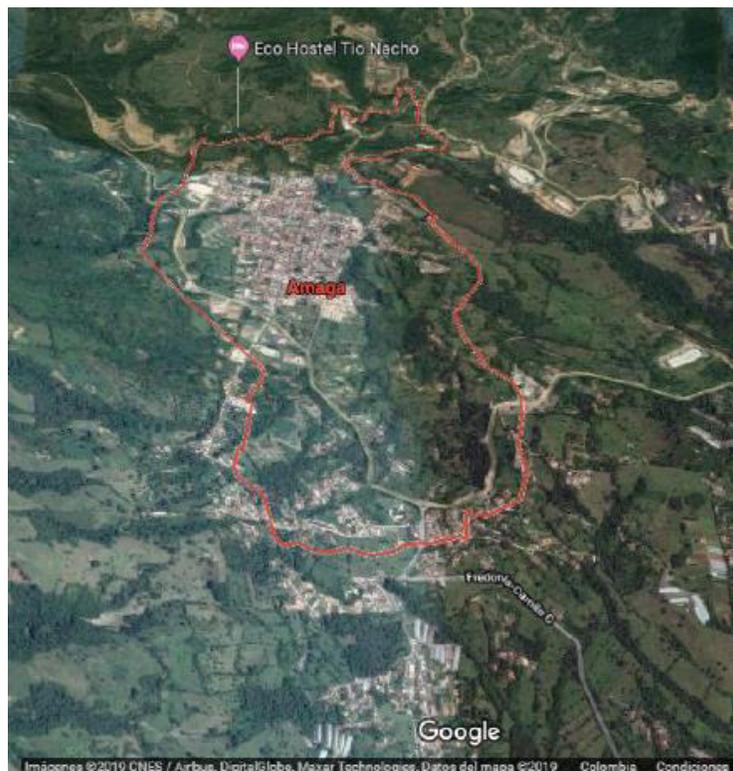


Ilustración 4: Localización municipio de Amagá, fuente: Google Earth.

7.2 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Inicialmente se parte de la búsqueda de información Catastral, utilizando la Oficina Virtual de Catastro y los datos abiertos de la Gobernación de Antioquia, donde se obtienen datos espaciales (formatos Shape y DWG) con los cuales se tiene conocimiento geográfico de la Zona, desde su comportamiento Hidrológico como Administrativa. Obtenida la base de datos se procede a la búsqueda de ofertas del mercado, algunas fueron obtenidas vía Web en páginas para la búsqueda de inmuebles en venta como Metro Cuadrado, Finca Raíz, entre otras; como también se adquirieron números telefónicos de inmobiliarias de las zonas con las que se pudo obtener más información. Todas estas referencias fueron incluidas dentro de la tabla de ofertas de mercado, ver Anexo__ Tabla de Ofertas de Mercado.

Los valores de las pendientes se extraen del Modelos Digitales de Elevación (DEM) con resolución espacial de 12,5 m del sensor ALOS PALSAR, que están disponibles en el portal de la NASA, Alaska Satellite Facility, ver sitio Web: <https://search.asf.alaska.edu/>.

7.3 Georreferenciación de las Ofertas

Seleccionada el área de trabajo, se procedió a la búsqueda de mercado en la zona rural y urbana del municipio de Amagá, dentro de las cuales se encontraron cerca de 37 ofertas de mercado, a la cuales se les analizó el área y el valor por metro cuadrado del lote; cada una de ellas fue listada y organizada con su fuente y finalmente Georreferenciada en Google Earth como se muestra a continuación:

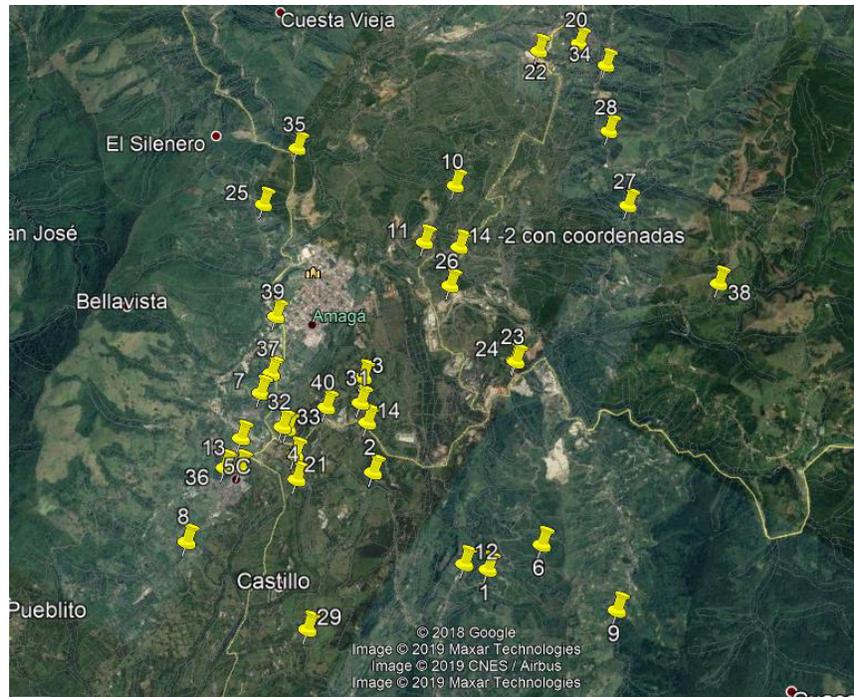


Ilustración 5: Georreferenciación, municipio de Amagá, fuente: Google Earth

El método de investigación se basa principalmente en realizar un estudio de mercado de lotes de terreno en el municipio de Amagá, (Antioquia) de los cuales se identificará cuales presentan afectación por ronda hídrica, y de la misma manera, tomar muestras de lotes en los que el porcentaje de afectación sea cero, es decir, que no exista afectación por cuerpos de agua, con el fin de obtener el valor de porcentaje de afectación según el tipo de muestra. También la selección del mercado es radicada en obtener el valor del metro cuadrado del terreno y analizar cómo es el comportamiento del valor en suelos rurales del municipio de Amagá. Una vez desglosada las características físicas del inmueble, por área catastral, área ofertada y valor por metro cuadrado, y se tengan georreferenciadas sobre el mapa (ver figura), se comparan los predios de oferta con las capas de rondas hídricas, redireccionando el enfoque de investigación sobre las ofertas de terrenos afectadas directamente por cuerpos de agua.

7.4 Selección y análisis de la información

Después de georreferenciar las ofertas, se clasifican cuáles estaban afectadas por Ronda Hídrica y cuales no presentaron dicha afectación, fueron utilizados análisis espaciales utilizando el software Q-GIS, con el cual fue posible identificar los predios Catastralmente y cuales estaban sobre área de Retiro. Es importante mencionar que la información espacial formato Shape (Lotes Catastrales, Ríos, Quebradas y Cuerpos de Agua) fue descargada de la Oficina Virtual de Catastro OVC y los datos abiertos de la Gobernación de Antioquia.

Para la identificación de las 37 ofertas catastralmente, fue necesario recurrir al análisis de fotointerpretación, teniendo en cuenta que la ubicación de los propietarios en ocasiones era aproximada y en otros casos la localización vía web era inconsistente por lo que automáticamente fueron descartadas.

De los lotes que no fue fácil realizar la localización, se realizó la visita de terreno y se concretó la visita con el propietario. En los casos en que no sea posible ubicar el predio sobre el mapa base, se descarta de las ofertas. Cada una de las ofertas fue clasificada de acuerdo a su uso, las ofertas que presentaron tipo suelo Rural fueron clasificadas con valor cero (0) y las ofertas que presentaban suelo Suburbano, Industriales, Agrícolas con Uso Industrial Complementario y Parcelación, fueron representados con valor (1). Las ofertas con suelo Urbano fueron retiradas del estudio.

Uso	Clasificación
Rural	0
Suburbano, Industriales, Agrícolas con Uso Industrial Complementario y Parcelación	1

Tabla 4: Clasificación de la Variable dicótoma de Uso en suelo rural del municipio de Amagá.

Es importante aclarar, que cada una de las ofertas encontradas fue validada a partir de comunicaciones telefónicas, para obtener el valor ofertado por metro cuadrado del terreno y el área de venta, además de las características del sector.

Contar con la localización espacial del inmueble es crucial para realizar el cruce de información con las variables de estudio, por ende, se investiga la localización por

coordenadas del predio, ya sea solicitándoselas al vendedor, o realizando la visita del predio acompañado del vendedor y tomando el punto de localización.

Los valores de las pendientes fueron analizados a partir del Modelo Digital de Elevación (DEM) del sensor ALOS PALSAR, sensor seleccionado por la calidad que presenta en su resolución a 12,5 m con mayor precisión. Posteriormente se aplica el cálculo de pendiente en los terrenos analizados, a través de un software SIG y se identifican cuatro agrupaciones de tipos de pendientes, asignando un número de 1 a 4 para cada rango de datos, siendo la clase 1 la topografía plana, y la clase 4 para la topografía escarpada:

<i>Clase</i>	<i>Topografía / Pendiente (%)</i>
1	Plana (1% -7%)
2	Inclinado (7% - 25%)
3	Ligeramente Inclinada – Escarpada (25% - 50%)
4	Muy Escarpada (50%-100%)

Tabla 5: Clasificación de las pendientes. Fuente: Resolución No. 2695. Ministerio del Medio Ambiente (1995)

Los porcentajes y definición de pendientes fueron tomadas la Resolución No. 2695, Ministerio del Medio Ambiente (1995) donde se establecen las características del terreno de forma simple y porcentaje de Pendiente según sea el caso:

- Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Finalmente se realizó el análisis de todas las variables y se generó una base de datos en la cual se describen cada uno de los ítems estudiados. A continuación, se encuentra la estructura de la base de datos mencionada:

<i>Ítem</i>	<i>Descripción</i>
<i>Geo</i>	Es un indicador que indica la geolocalización de cada punto en Google Earth, dentro del formato KML, es posible obtener las coordenadas geográficas de la oferta.
<i>Dirección</i>	Localización de la oferta de mercado consultada.
<i>Descripción</i>	Características que describen la oferta, permiten identificar más fácil su localización, construcciones y/o mejoras que presenta. Dicha descripción identifica si es un lote o un lote con construcciones.
<i>Uso</i>	Cada Oferta tiene un valor distinto de acuerdo a su uso, dentro de los predios rurales se pueden presentar usos Industriales, Agrícolas, Parcelaciones, entre otros.
<i>ID Uso</i>	Es un indicador que diferencia el suelo de uso rural de los suelos rurales con usos que valorizan su valor, para este estudio se ha establecido como variable dicótoma (Rurales =0, Rurales con Usos complementarios = 1)
<i>Pendiente (%)</i>	Es un indicador del comportamiento de la topografía de cada oferta es establecida como variable dicótoma, donde se caracteriza entre valores de 1 a 4, siendo la clase 1 la topografía plana y la clase 4 para la topografía escarpada.
<i>Área Catastral (m²)</i>	Es la superficie Catastral en metros cuadrados del lote, dicha área estimada de la Oficina Virtual de Catastro y es identificada en los polígonos (Formato Shape) utilizando los sistemas de información geográfica con la geolocalización de las ofertas.
<i>Área en Ronda (m²)</i>	Es la superficie de Retiro en metros cuadrados que se presenta dentro del lote, dicha área es identificada utilizando los sistemas de información geográfica. El área de Ronda puede ser nulo, en caso de que el predio no cuente con dicha afectación.
<i>% Afectación</i>	Es el porcentaje de afectación de la superficie del retiro en relación con el área Catastral del lote.

<i>Área Lote (m²)</i>	Es la superficie en metros cuadrados del lote, dicha área es identificada dentro de la fuente o vía telefónica con el propietario.
<i>Valor Lote (m²)</i>	Es el valor pesos (\$) por cada metro cuadrado del lote, dicha valor es calculado dividiendo el valor depurado con el área de la oferta, es identificada dentro de la fuente o vía telefónica con el propietario.
<i>Área Construida (m²)</i>	Es la superficie en metros cuadrados construidos dentro del lote, dicha área es identificada dentro de la fuente o vía telefónica con el propietario. Este ítem solo aplica para las ofertas que cuentan con área construida.
<i>Valor Total Construcción (\$)</i>	Es el valor total del área construida en pesos (\$), obtenida al aplicar tipologías y calculo el método del costo de reposición con depreciación fitto y corvini según Resolución 620 del 23 de septiembre de 2008. Este ítem solo aplica para las ofertas que cuentan con área construida.
<i>Valor Construcción (\$)</i>	Es el valor de la tipología por metro cuadrado construido en pesos (\$), obtenido al aplicar el cálculo el método del costo de reposición con depreciación fitto y corvini según Resolución 620 del 23 de septiembre de 2008.
<i>Fuente</i>	Es el origen de cada una de las ofertas, cada una presenta la consulta realizada personalmente, telefónicamente y/o virtualmente. En caso de ser contactada se indicará el número telefónico del contacto; las consultas realizadas vía web indicarán la dirección del portal inmobiliario o página destacada.
<i>Registro Fuente</i>	En caso de que la oferta consultada vía web caduque dentro de la red, se conserva un registro en formato imagen de la oferta que valide la información obtenida, también se indica la fecha de la consulta.

Tabla 6: Variables identificadas en el estudio de las ofertas. Para ver consolidado, ver Anexo 1. Tabla. Base de Datos y Estudio de Mercado.

8. ALCANCES

Esta metodología será explorada en el municipio de Amagá, Antioquia, que por sus condiciones hidrográficas se convierte en una zona interesante para el desarrollo del estudio, ya que en la región se asientan dos de las más importantes cuencas hidrográficas colombianas: la cuenca del río Cauca y la del Atrato. Al cauca afluye el río San Juan y al Atrato los ríos Apartadó, El Salado, Guaguandó, Rulero, Arquia y El Penderisco (Alcaldía de Amagá, 2019). A partir del estudio se dejará abierta la posibilidad de entender cuál es el comportamiento que tienen cada una de las variables bajo este entorno geográfico.

Dentro del municipio de Amagá se identificarán predios rurales afectados por ronda hídrica mediante la capa de cuerpos hídricos del sector interceptada con la capa de predios tipo shapefile, de esta manera, será posible la identificación de los predios afectados y se podrá realizar la asociación con el valor comercial de cada predio.

Esta investigación permitirá definir si las múltiples variables identificadas influyen en el valor comercial del predio, si es así, se analizará si el predio se afecta de manera positiva o negativa. Lo anterior, será interpretado a través de los valores que se obtengan aplicando el método de regresión lineal múltiple, en el cual se hallará el coeficiente de correlación de cada una de las variables con el valor del inmueble por metros cuadrado y con el valor total del predio, de acuerdo al área catastral.

El tiempo de ejecución del proyecto es de 3 meses y medio, dichos tiempos se describen a continuación:

<i>Actividad</i>	<i>Tiempo</i>
<i>Construcción del Marco Teórico</i>	30 días
<i>Búsqueda de Información Espacial</i>	20 días
<i>Recolección de las ofertas y Georreferenciación</i>	30 días
<i>Procesamiento de la Información</i>	10 días
<i>Cálculo del Modelo Econométrico</i>	10 días
<i>Análisis de Resultados y Conclusiones</i>	5 días

Total, Tiempo del Proyecto **105 días**

Tabla 7: Tiempos y actividades dentro del proyecto.

9. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis de la información parte del valor por metro cuadrado de lotes de terreno del municipio de Amagá, Antioquia, y algunas ofertas de veredas colindantes de este sector, de las cuales, después de depurar la información y seleccionar las ofertas con valor del terreno que se comportaba según las características del sector, tal como: vereda, topografía, localización, uso de suelo, entre otros, además, de estar dentro del promedio, y validar la correcta georreferenciación de la oferta, después de depurada la información se realizó el análisis de datos con 29 muestras. De los recursos espaciales para facilitar el análisis de información, se interceptó la capa de rondas hídricas del sector con los predios asociados con las ofertas investigadas, y se determinó que, de las 29 ofertas, 21 de estas tienen afectación por ronda hídrica y las 8 ofertas restantes no están intervenidas por cuerpos de agua, cabe aclarar, que la escogencia no iba dirigida solo a los predios que estuvieran afectados con ronda hídrica, porque el fin de este estudio es poder identificar si existe o no una variación en el valor del lote por la presencia de esta variable, y la forma de poder detectar el comportamiento del valor, es identificar cómo se comporta las ofertas en predios que no están afectados e inmuebles que si están afectados, así, poder identificar la diferencia en valor (si existe).

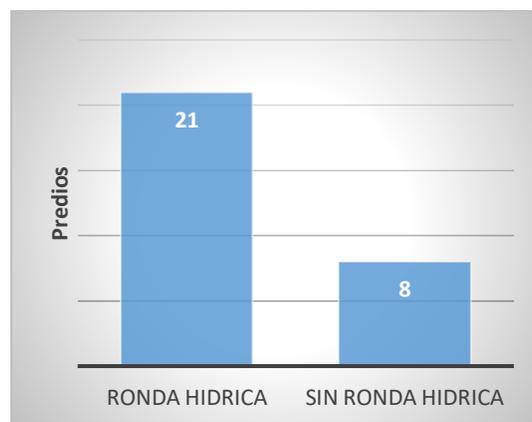


Gráfico 1: Comparación de predios con ronda hídrica vs predios sin ronda hídrica

9.1 Definición de Variables

Se definieron variables que podrían influir en el valor comercial de un predio de acuerdo al entorno del sector, la topografía y las características físicas del predio. Se eligieron tres

variables principales que influyen en el valor ofertado de un bien, las cuales son detalladas a continuación:

9.1.1 Ronda Hídrica (% afectación)

Es la variable principal de este estudio. Se realizó la correlación entre el valor total del predio con el porcentaje de ronda hídrica que interviene en el predio. El porcentaje de afectación de ronda es hallado de dividir el área de ronda hídrica existente en el predio entre el área total del predio. El valor total del predio se determinó del producto entre el valor de la oferta por unidad de metro cuadrado, con el área catastral total del inmueble, obtenida de la capa del predio; se utiliza esta metodología porque de las ofertas se desconoció el área total del predio.

A continuación, se muestra los drenajes existentes en cada predio de la muestra obtenida en la investigación:

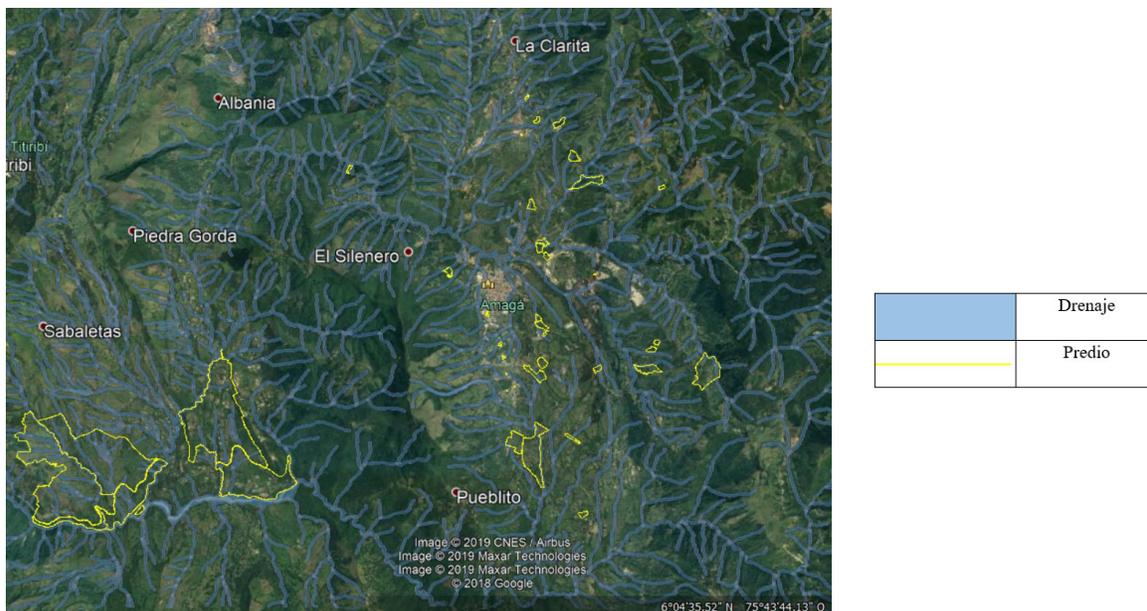


Ilustración 6: Rondas Hídricas en predios ofertados

9.1.2 Pendiente o Topografía:

Fue elegida variable para analizarla con el valor comercial del inmueble, para poder determinar si la topografía plana o escarpada del lote, está directamente relacionada con el valor comercial del inmueble, a mayor pendiente mayor limitación al desarrollo del terreno

(Figuroa Nancy, 2014). Incluir esta variable en el modelo econométrico, mostró la dinámica del valor del inmueble según esta variable y los demás definidos.

Partiendo de la clasificación definida en la Tabla 5 de clasificación de pendientes, para cada uno de los lotes de terreno se definió un rango de inclinaciones en terreno y fueron agrupadas por 4 clases de % de inclinación, de acuerdo al mapa de pendientes calculado, donde de la clase 4 es la mayor inclinación en el predio.

<i>Clase</i>	<i>Pendiente calculada (%)</i>
1	Plana (0% -7%)
2	Ondulado (7% - 25%)
3	Escarpada (25% - 75%)
4	Muy Escarpada (75%-100%)

Tabla 8: Clasificación de las pendientes aplicada

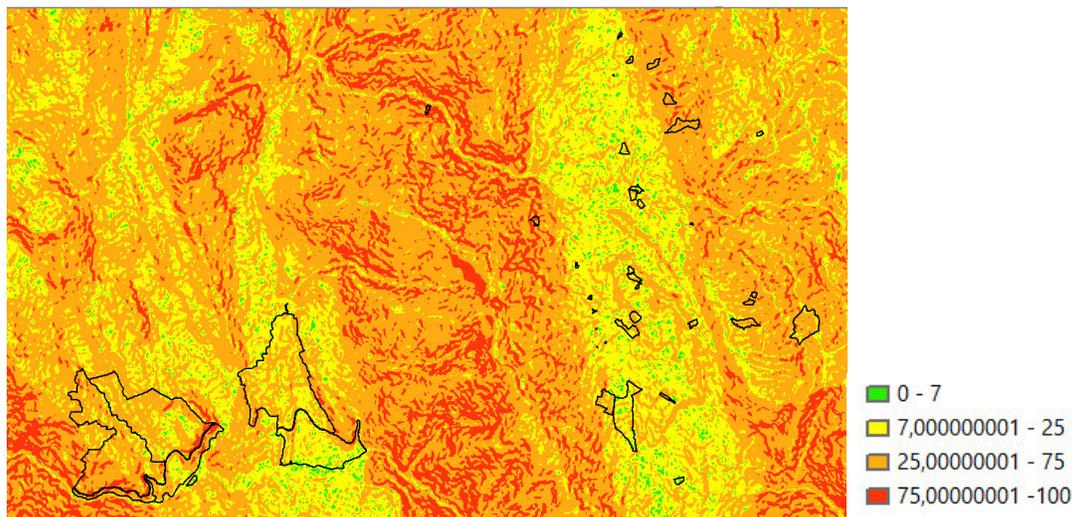


Ilustración 7: Mapa de inclinación del terreno (%)

9.1.3 Área del predio y área ofertada:

Como se mencionó en los ítems anteriores, en este estudio se calculó el área total del predio del producto realizado entre el valor por metro del predio según la investigación en campo realizada y el área de la capa predio en formato shape, contar con estos dos datos, una variable

obtenida a través de otra, permite realizar la relación entre los valores de la ronda hídrica con estas dos variables, de esta forma, permitiendo analizar con cuál de las dos fuentes de información existe una mayor concordancia y analizar el tipo de grafica que se ajusta a esta correlación. El objetivo es estudiar su comportamiento con cada una de las variables que se consideraron para realizar la correlación entre variables, de esta forma completando la ecuación con las variables. Existe mayor peso en el área ofertada, pues un dato real resultante de la investigación realizada, a diferencia del área total del predio, que es un dato construida a partir de fuentes secundarias.

9.1.4 Valor Inmueble

Se realizó el cálculo del valor comercial del predio total partiendo del área de la capa predio consultada (shape), la cual es el resultado del producto entre el área del predio según catastro y el valor por metro cuadrado según la investigación. El valor total del inmueble es la variable dependiente, de la cual se analizó su comportamiento con las variables independientes: área predio, pendiente, % afectación y variable dicótoma de uso del suelo.

A continuación, se lista cada predio con el valor del inmueble y con el valor de cada variable que fue analizada para la construcción del modelo econométrico:

ID	Área predio	Pendiente	% Afectación	Uso	Valor Predio
1	13376,537	3	11,3354023	0	\$ 157.883.266
2	14083,1682	3	39,8368651	1	\$ 1.605.481.177
3	10409,2377	2	45,9560645	1	\$ 1.318.506.917
6	7803,02813	3	0	0	\$ 98.755.124
8	396409,202	2	10,7558827	0	\$ 4.707.359.279
9	211267,183	3	16,8109809	0	\$ 2.200.770.244
10	19728,5057	2	39,0922639	1	\$ 2.367.420.679
11	19939,1415	2	25,0456089	1	\$ 2.392.696.976
12	52701,8826	3	25,2655484	0	\$ 535.240.320

13	460,418394	2	100	1	\$ 115.752.868
14	17061,0214	2	76,8625195	1	\$ 1.706.102.139
20	9202,05049	3	0	1	\$ 322.071.767
21	14923,9777	2	0	1	\$ 548.680.040
22	479,189039	2	0	1	\$ 204.454.150
23	435,905524	3	0	1	\$ 18.927.018
24	402,605917	3	0	1	\$ 18.384.194
25	17398,3105	4	21,8508598	0	\$ 221.828.459
26	12955,7346	2	0	0	\$ 181.626.444
27	77364,4363	3	40,621902	0	\$ 1.031.577.394
28	28191,8399	3	22,1579338	0	\$ 380.420.688
29	13003,4394	3	20,6765722	0	\$ 171.008.232
30	7853,73997	4	27,618215	0	\$ 256.181.458
31	23010,6411	2	16,0581831	1	\$ 2.623.213.088
34	20618,4496	3	35,6093311	0	\$ 248.534.791
37	3462,49517	2	35,1454884	1	\$ 262.275.917
38	6655,50894	3	20,7307913	1	\$ 229.568.470
39	3633,97507	2	0	0	\$ 13.417.726
40	3387,67879	2	36,5289306	1	\$ 114.334.159
43	3584,09538	3	4,1691877	1	\$ 186.372.960

Tabla 9: Conjunto de datos depurados

De la Tabla 9, el ID es el valor identificador de cada predio ofertado en la base de datos de información geográfica, para realizar una unión entre la información alfanumérica y geográfica.

9.2 Análisis de Variables

9.2.1 Matriz de Correlación entre variables:

A continuación, se detalla la matriz de correlación entre las variables a las cuales serán analizadas aplicando el modelo econométrico:

	<i>Área predio</i>	<i>Pendiente</i>	<i>% Afectación</i>	<i>Uso</i>	<i>Valor Predio</i>
Área predio	1				
Pendiente	-0,08425805	1			
% Afectación	-0,08097019	-0,19652537	1		
Uso	-0,36090726	-0,44607549	0,20441091	1	
Valor Predio	0,74553392	-0,35575325	0,13109156	0,04197713	1

Tabla 10: Coeficiente de correlación entre variables definitivas.

En la tabla 11 la correlación lineal existente entre el área del predio y el valor del predio es positiva con una relación del 74%, el porcentaje de inclinación está relacionado de forma inversa con el valor de predio en un -35%. Se evidencia que la correlación entre el valor del predio y el porcentaje de afectación es positiva, lo que indica que el peso es de incremento en el valor de predio, aunque la relación la relación lineal entre estas dos variables sea mínima.

9.2.2 Curva de regresión ajustada entre variables

A continuación, se representa gráficamente la correlación entre el valor del predio y cada una de las variables independientes:

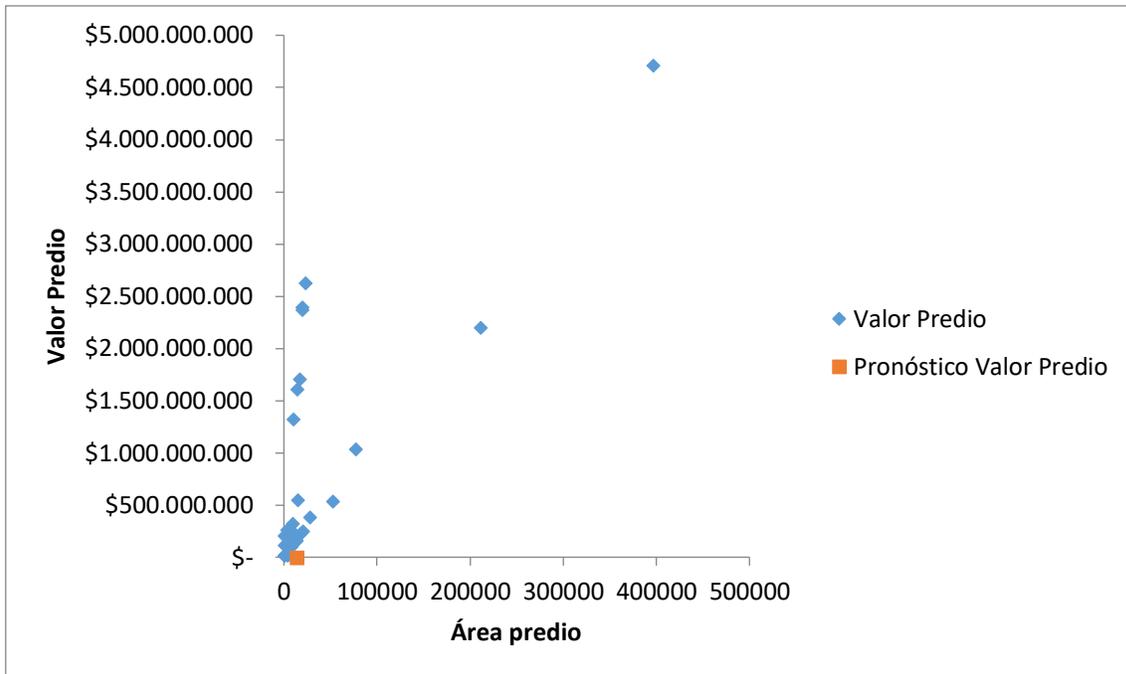


Gráfico 2: Correlación Variable Valor del predio y Variable Área Predio

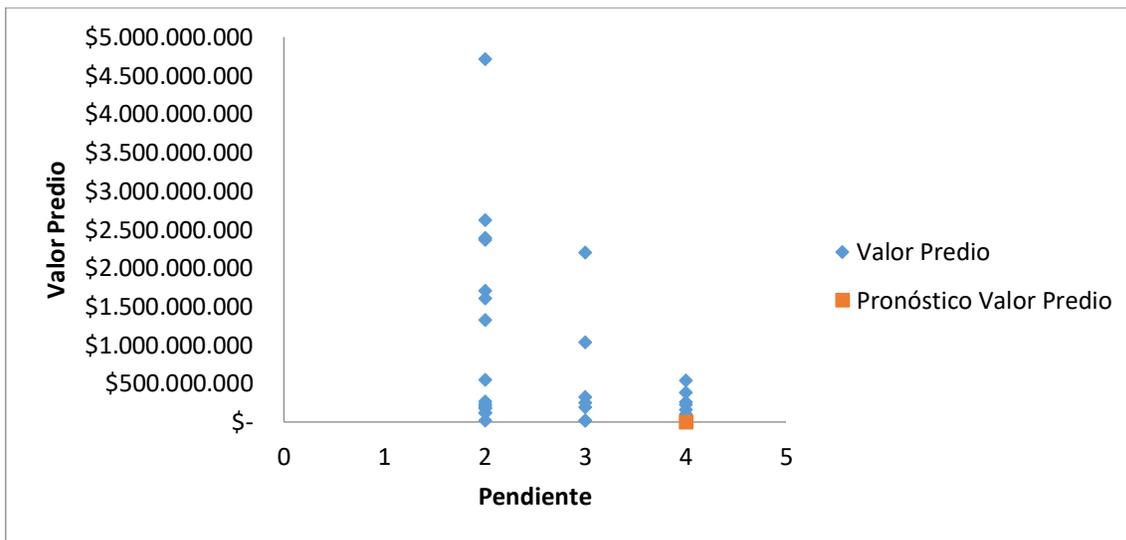


Gráfico 3: Correlación Variable Valor del predio y Variable Pendiente

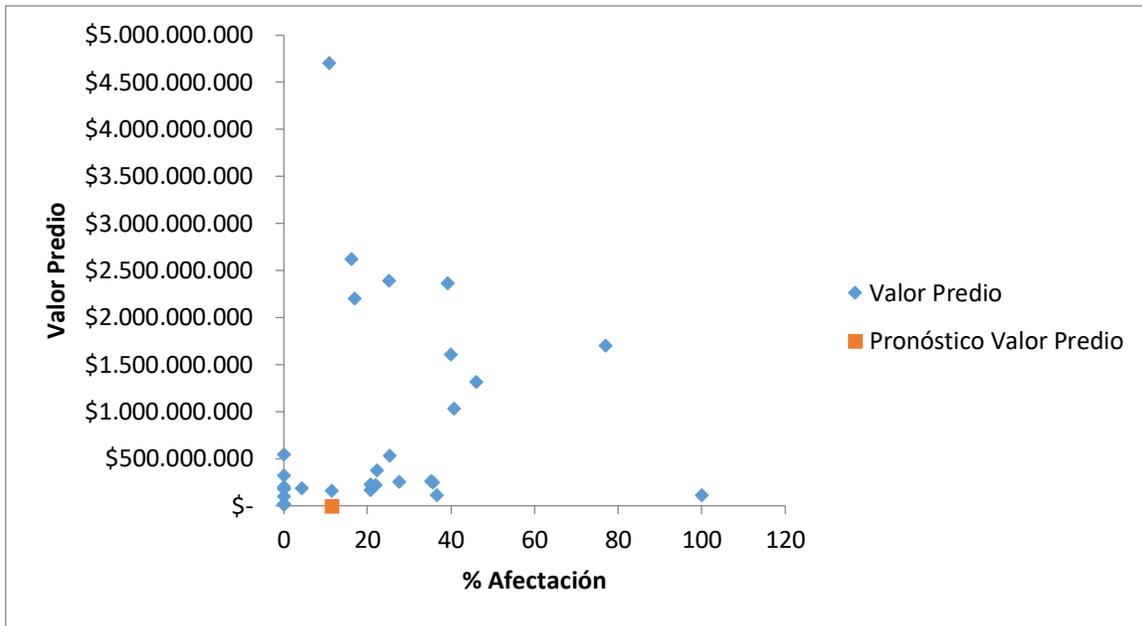


Gráfico 4: Correlación Variable Valor del predio y Variable % Afectación

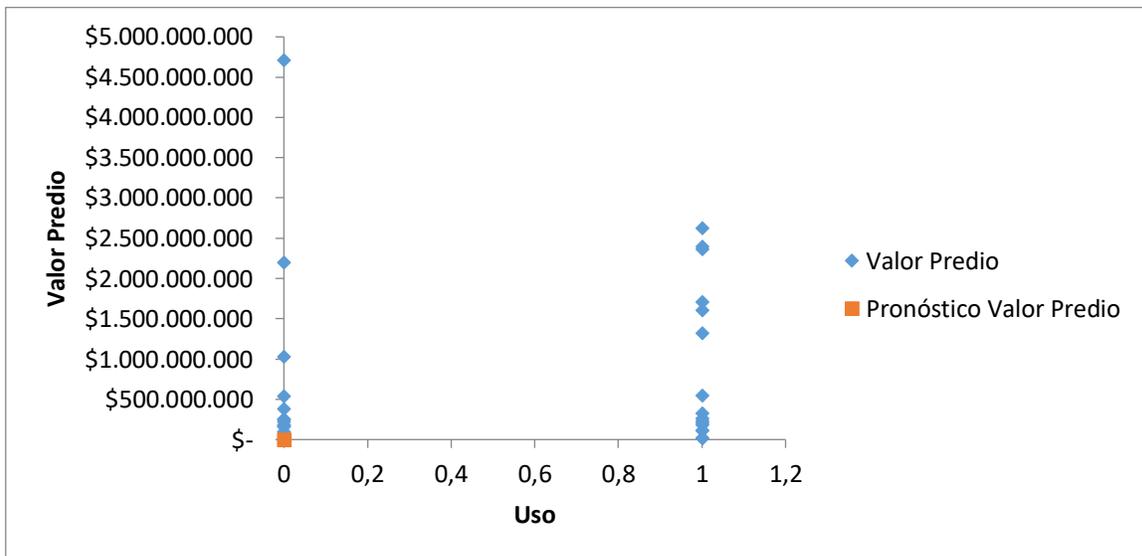


Gráfico 5: Correlación Variable Valor del predio y Variable Uso.

9.3 Control del sesgo

Las ofertas que no se pudieron localizar espacialmente fueron descartadas o si al georreferenciar algunas de las ofertas se evidenció que el valor por metro cuadrado estaba fuera de promedio de las ofertas del sector, para no alterar la distribución normal del comportamiento del valor por metro cuadrado, estos casos fueron excluidos de la muestra de

mercado, con el objetivo de minimizar el sesgo de la información. Algunas ofertas que presentaron uso Urbano fueron retiradas de la muestra, entendiendo que el análisis realizado corresponde a suelos de tipo Rural.

Las ofertas fueron validadas vía telefónica para obtener el valor ofertado por metro cuadrado del terreno y el área de venta, además de las características del sector. Al georreferenciar algunas de las ofertas se evidenció que el valor por metro cuadrado estaba fuera de promedio de las ofertas del sector, por tanto, para no alterar la distribución normal del comportamiento del valor por metro cuadrado, estos casos fueron excluidos de la muestra de mercado, con el objetivo de minimizar el sesgo de la información.

9.3.1 Análisis de valores residuales

La depuración de la información consistió en identificar los datos atípicos del grupo de datos, los cuales fueron hallados mediante el módulo de “Análisis de datos” del libro de Excel. Se halló los valores residuales en base a la regresión calculada, mientras que los residuos estándares con datos >3 o < -3 fueron analizados y eliminados de la muestra, quedando finalmente una muestra final de **29 ofertas**. A continuación, la gráfica de dispersión del análisis de los residuales de la muestra.



Gráfico 6: Residuos estándares del conjunto de datos.

10. RESULTADOS

Para hallar la incidencia de la ronda hídrica en el valor de predio, se definió de varios supuestos:

- ✓ El área catastral corresponde al área real del predio en situ.
- ✓ El valor por metro cuadrado investigado aplica para toda el área catastral del inmueble.
- ✓ Las capas de drenajes adquiridas corresponden a la realidad del terreno.
- ✓ La capa de pendientes calculada del DEM del municipio corresponde a la realidad de terreno.

Con el objetivo de analizar la variación en el valor comercial de un inmueble rural, ubicado en el municipio de Amagá (Antioquia), partiendo del supuesto de que las variables exógenas descritas en el capítulo 2.2 afectan de forma directa o inversa en el valor del bien, se aplicó en este estudio el método de regresión lineal múltiple, para hallar el modelo econométrico entre las variables finales definidas.

10.1 Modelo Econométrico: Análisis de variable Endógena (Y) y variables Exógenas (X):

Modelo de regresión para realizar un análisis estadístico de las variables y hallar el modelo econométrico.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,83702332
Coefficiente de determinación R^2	0,70060804
R^2 ajustado	0,65070938
Error típico	656790814
Observaciones	29

Tabla 11: Resumen estadístico.

De la tabla 12 el coeficiente de interés a analizar es el coeficiente de determinación ajustado (R^2), el cual indica que el 65% de la variabilidad de la variable independiente Y (valor total del inmueble) es explicada por las variables tenidas en cuenta que permitieron obtener una dispersión aceptable. El 65% de los valores de la variable Y está asociado a las variables X.

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	4	2,4227E+19	6,05676E+18	14,0406185	4,87917E-06
Residuos	24	1,0353E+19	4,31374E+17		
Total	28	3,458E+19			

Tabla 12: Análisis de Varianza.

De la tabla 13 el dato a analizar es el valor crítico de F, el cual indica el porcentaje de rechazo para la hipótesis que se está planteando en este estudio, en este caso el valor $4,87917E-06 = 0,00000487917 < 5\%$, por tanto, indica que el modelo hallado tiene sentido y existe un grado de relación entre las variables estudiadas, cumpliendo con el rango de confianza \geq al 95%. El valor crítico de F muestra que en este análisis el 99.999% del modelo funciona de manera general, dando paso a la formulación del modelo econométrico.

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	704028696,9	770669397	0,91352881	0,37005109	-886554763,1	2294612157	-886554763	2294612157
Área predio	11553,71257	1739,12458	6,643407105	7,1618E-07	7964,335855	15143,0893	7964,33586	15143,08928
Pendiente %	-268369443,1	235259153	-1,14073965	0,26523408	-753920470,9	217181585	-753920471	217181584,7
Afectación	5519033,991	5399382,8	1,022160161	0,31689856	-5624744,406	16662812,4	-5624744,41	16662812,39
Uso	552600810,8	307815488	1,795233939	0,08522081	-82699131,77	1187900753	-82699131,8	1187900753

Tabla 13: Tabla: Regresión Lineal Múltiple -Análisis estadístico.

De la tabla 14, se analizó principalmente los valores de probabilidad de cada una de las variables, para analizar el porcentaje de confianza en respuesta a la relación de las variables X (pendiente, % afectación y área predio) y (valor total inmueble), validando así, la teoría a verificar en este estudio, con % nulo o de rechazo $\leq 30\%$ (para este caso), lo que indica que las relaciones entre las variables son significativas en un 70%, lo cual es considerado aceptable porque se está dando respuesta a un supuesto.

Análisis Probabilidad		
No.	X	Y = Valor Total Predio
1	Área Predio	Se aceptó esta variable con una confiabilidad mayor al 95%, según el porcentaje de rechazo que correspondió a 0,000071618%.
2	Pendiente	Se aceptó esta variable con una confiabilidad menor al 95%, según el porcentaje de rechazo que correspondió a 26,5%.
3	% Afectación	Se aceptó esta variable con una confiabilidad menor al 95%, según el porcentaje de rechazo que correspondió a 31,69%.
4	Uso	Se aceptó esta variable con una confiabilidad menor al 95%, según el porcentaje de rechazo que correspondió a 8,52%.

Tabla 14: Nivel de confianza regresión lineal múltiple.

En la tabla 15 la variable **Área Predio** en el numeral 1, presenta un mayor nivel de confianza en la regresión aplicada, dato consistente, porque el valor total del predio está directamente relacionado con su tamaño, a mayor área del terreno, mayor valor del predio. Seguido por la variable dicótoma **Uso**, que según el nivel de confianza del numeral 4 de la tabla 15, la relación entre los usos rurales, suburbanos, industriales, agrícolas con uso industrial complementario y parcelación con el valor total del predio es significativa, por tanto, uso del suelo de la propiedad influye en el valor comercial del bien inmueble. La variable **Pendiente** en el numeral 2, presentó un nivel de confianza aceptable en la relación con el valor total del predio, lo que permite afirmar que el valor del predio sí se relaciona con la topografía del terreno. Y la variable **% Afectación** del numeral 3, que es la variable principal de esta investigación, la cual indica el grado de afectación de ronda hídrica en predios rurales, el porcentaje de rechazo al supuesto, superó el 30% definido como aceptable, con el **31.69%** de rechazo al supuesto de este estudio, que es la incidencia en el valor comercial del inmueble de ronda hídrica, aunque esté sobre el 30%, la diferencia es mínima, por lo cual se considera que el nivel de confianza en la relación entre estas dos variables es aceptable y consistente, por tanto parcialmente, la presencia de ronda hídrica en un predio tiene peso o influye en el valor del terreno teniendo en cuenta el uso del suelo.

Análisis Coeficientes		
No.	X	Y = Valor Total Predio
1	Área Predio	Por cada incremento de metro cuadrado en esta variable, el valor total del predio aumenta \$11.553,71.
2	Pendiente	Por cada aumento de pendiente, según las clases definidas (1,2 etc.) el valor del predio decrece en -\$268.369.443.
3	% Afectación	Por cada incremento de porcentaje de afectación de ronda hídrica en el predio, el valor del predio incrementa \$5.519.034.
4	Uso	De la variable dicótoma de uso, si el valor es 1, (diferente al suelo rural), el valor del predio aumenta significativamente en \$552.600.810.

Tabla 15: Análisis de coeficientes de Regresión lineal múltiple.

Los valores de los coeficientes mostraron la variación en el valor comercial del predio, de acuerdo a la variación de las variables exógenas, es decir, que, por cada incremento o reducción según la unidad de medida de cada variable independiente, así mismo variará el valor del predio en factor del coeficiente de cada coeficiente en el modelo econométrico hallado.

Los datos resumidos en la tabla 16, permitió responder la hipótesis de esta investigación, y efectivamente la presencia de ronda hídrica en un predio sí incide positivamente en el valor comercial del mismo en el suelo rural, valor que, de acuerdo al uso diferente al rural definido en la Tabla 4: suelo rural con uso agrícola, industrial complementario, parcelación o industrial, el valor del predio se incrementa de forma fuerte, ya que según los resultados el predio por estar afectado por ronda hídrica el valor por metro cuadrado incrementa en \$5.519.034, con estos usos detectados el valor por metro cuadrado puede incrementar en \$552.600.810. A diferencia de la variable pendiente, que según lo descrito en la tabla 16 esta influyó de manera negativa en el valor de los predios, por cada rango de porcentaje que se incrementa en terreno, el valor desciende en -\$268.369.443, valor considerado de gran peso en la variación del valor comercial, siendo la variable pendiente y la variable de uso (variable dicótoma), las variables que más inciden en el valor del bien en suelo rural.

Teniendo en cuenta los resultados del en el modelo regresión lineal múltiple, se definió el modelo econométrico para las variables de este estudio de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Valor Terreno} = & 704028696,9 + 11553,71257 \cdot (\text{Área Predio}) - 268369443,1 \\ & \cdot (\text{Pendiente}) + 5519033,991 \cdot (\% \text{ Afectación}) + 552600810,8 \\ & \cdot (\text{Uso}) \end{aligned} \quad (10)$$

Así bien, se obtuvo el modelo del valor comercial de un predio rural en el municipio de Amagá, Antioquia.

11. CONCLUSIONES

A partir de la aplicación de los modelos econométricos, se observó la variabilidad del valor comercial de la zona rural del municipio de Amagá (Antioquia), con aspectos que incidieron representativamente, tales como, la afectación por ronda hídrica, la pendiente, área del predio y el uso del suelo.

Con la adquisición y estructuración de la información de mercado rural, fue posible administrar la base de datos dentro de los sistemas de información geográfica, todas las ofertas fueron georreferenciadas y organizadas, lo que permitió analizar los comportamientos dentro del municipio e implementar bases de datos catastrales del municipio de Amagá.

Con la depuración de las variables incidentes en el valor comercial y su variabilidad se obtuvo que la variable Uso presentó mayor influencia en el valor comercial del inmueble, se concluye que los usos del predio definidos en la tabla 4, generan peso en el valor del inmueble. Por estar calculado el valor del predio del producto entre el área del predio y el valor por metro cuadrado ofertado, la variable Área del predio, es la que mejor correlación con un coeficiente del 74%, y con un nivel de confianza de los datos del 99%.

El valor comercial de un predio con ronda hídrica está afectado de manera positiva, pero la relación entre estas dos variables no lineal pues se evidenció una alta dispersión entre los datos, pero con un nivel de confianza del 68,31% según el análisis de probabilidad del modelo econométrico (Tabla 15,16), que desde un análisis estadístico, se definió como un valor aceptable, por no tratarse de un estudio predictivo del valor del inmueble, sino de averiguar si influía de alguna forma la presencia de ronda en el predio, en su valor comercial. Aunque la relación fue baja, este estudio permitió hallar el coeficiente que mide la fluctuación de las variables exógenas sobre la variable endógena, el cual fue singular y menor que los demás coeficientes de las demás variables, el cual permitió concluir que por cada incremento en el % de afectación, el valor del predio incrementa en **\$5.519.034** en el valor del predio; Este valor indica que en el suelo rural la ronda hídrica aporta valor al precio del lote y por tanto, se puede considerar como valor agregado al momento de hacer ofertas, dato que tiene sentido, ya que en los suelos rurales de los municipios, los propietarios aprovechan estas

características para dedicarse a cultivar y demás oficios relacionados al uso. En complemento a la afirmación anterior, el uso del suelo aporta un peso de gran significancia en el valor del predio, ya que, si además de ser un predio rural (que ya tiene un valor agregado), el uso del suelo es agrícola, industrial o parcelación (tabla 4), el valor del predio se incrementa en **\$552.600.810** (si es solo rural, no se sumaría este valor), este dato a groso modo tiene sentido, ya que de estos usos, se tiene un beneficio económico, por ende hacen que el valor del predio se valorice.

Por otro lado, se concluyó que inclinaciones en el terreno **> al 7%**, generan depreciación en el valor del predio, es decir, esta variable afecta de forma negativa el valor comercial del bien. Si la topografía del predio está clasificada en las clases 2, 3 o 4, por cada incremento de clase en el predio, el valor disminuye en **-\$268.369.443**. La clase en este estudio fue determinada de acuerdo al rango de inclinación más representativo por predio, tal como se detalló en la tabla 8 y en la ilustración 7; esta relación negativa es consistente, debido a que un predio rural plano es más favorable y apetecido que un predio con difícil acceso.

Fue posible identificar que, por cada metro cuadrado del predio en venta que se incremente, en promedio se incrementa \$11.553,71 en el valor del predio, cabe mencionar que es diferente a afirmar que es el valor por m² del predio detectado por el modelo, ya que en este estudio se realizó la validación con el valor total del predio, por tanto no debe entenderse como el precio por metro cuadrado, sino el incremento en el valor total del predio definido por el propietario, sería entonces, la constante de incremento por m² en el valor total ya definido.

Implementando los modelos de datos espaciales (SIG) se caracterizaron cada una de las afectaciones por ronda hídrica, pendiente, área del predio y uso de suelo, dentro de cada una de las ofertas de igual manera, la agilidad de este tipo de análisis con las herramientas espaciales y softwares especializados reducen en gran medida el tiempo de ejecución, lo que permitió analizar el comportamiento rural del municipio de Amagá; hidrología, geomorfología, geolocalización y usos, fueron administrados satisfactoriamente.

12. RECOMENDACIONES

Es indispensable comprender el manejo de softwares especializados para el manejo de información geográfica, recurrir a entidades que puedan compartir información e identificar el manejo de datos abiertos dentro de la región, permitirán solucionar la incertidumbre espacial al realizar cada una de las investigaciones y definir las áreas más óptimas de trabajo.

Es importante realizar la depuración de la información previamente, existen valores que aumentan el sesgo, algunos datos atípicos pueden encontrarse en las ofertas del sector, para no alterar la distribución normal del comportamiento del valor por metro cuadrado, se recomienda excluirlas de la muestra de mercado, con el objetivo de minimizar el sesgo de la información.

Si el análisis es rural, es importante definir los límites urbanos con el fin de no mezclar información altamente variable entre la clasificación del uso de suelo. Si se encuentran suelos suburbanos podrán categorizarse sin incluirlos dentro de los suelos rurales.

Es fundamental validar vía telefónica cada una de las ofertas para obtener la precisión en el valor ofertado por metro cuadrado del terreno y el área de venta. En algunos casos al georreferenciar las ofertas habrá complicaciones con algunos portales web que no lo especifican, por lo que será necesario validar su ubicación con el propietario y/o vendedor del predio.

En el manejo masivo de ofertas de mercado, es necesario manejar un control con el fin de evitar la confusión de los usos. Habrá casos de suelos que presenten valores en suelos rurales elevados, pero que al confirmar y validar telefónicamente y/o presencialmente, presentaran en el entorno actividades industriales, vías principales o complementos del uso de suelo que se adapten al valor ofertado.

13. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Amagá. Página Web: <http://www.amagaantioquia.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Ecologia.aspx>. Fecha de Consulta: 10 de Julio de 2019

Borrero, O. (2007). Avalúos de Terrenos de Protección Ambiental y Uso Institucional. Capítulo 3. “Metodología para Valorar Rondas de Río y Humedales” Págs. 71-114, 2007.

Borrero Ochoa. 2002. Valoración de predios agrarios. Bogotá D.C.: Bhandar Editores

Buckhouse, J.C., Elmore., W., 1991. Grazing practice relationships: Predicting riparian vegetation response from stream systems. In Bedell, T. (ed.). Watershed management guide for the Interior Northwest. Oregon State University Extension Service, Corvallis, Oregon. pp. 47-52.

Cárdenas (2017), APLICATIVO PILOTO PARA LA CONSULTA DE PRECIOS DE INMUEBLES Y AVALÚO RÁPIDO DE ACUERDO A VARIABLES ESPACIALES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica, Bogotá D.C.

Casas, A (2014) Propuesta metodológica para calcular el avalúo catastral de un predio utilizando redes neuronales artificiales. Bogotá D.C. Facultad de Agronomía – Universidad Nacional de Colombia.

Chuchuca, S. A., Chuiza, K. M, Escalada Inmobiliaria, Cuenca: Migración Privilegiada Y Crecimiento En El Precio De Los Bienes Inmuebles, Tesis previo a la obtención de título de economista. Universidad de Cuenca. Ecuador, 2015.

Correa, A., Método para la caracterización de las formas del terreno en zonas de montaña utilizando Modelos Digitales de Elevación. Caso: Departamento del Cauca. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía, Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Geomática. 2012.

Duque, J.C., Velásquez H., Agudelo J., Ecos de Economía Vol 15, núm. 33, Universidad EAFIT. ISSN: 1657-4206. Infraestructura pública y precios de vivienda: una aplicación de regresión geográficamente ponderada en el contexto de precios hedónicos, pp 95-122, 2011.

Figuroa Nancy (2014), FACTORES E INDICES QUE AFECTAN EL VALOR COMERCIAL DE LOS TERRENOS CIRCUNDANTES A LA NISSAN II. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Ags. 27 de octubre de 2014. Tesis.

Fitch Osuna, J.M., Procedimiento para determinar el valor de la vivienda en el Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México: A partir del confort térmico. Tesis para

obtener el Grado de Maestro en Valuación Inmobiliaria por la Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 2002.

Fitch, J.M., Almirall, P.C. ACE Architecture, City and Environment. ResearchGate. La Incidencia De Las Externalidades Ambientales En La Formación Espacial De Valores Inmobiliarios: El Caso De La Región Metropolitana De Barcelona. 2008.

Gregory, S.V., Swanson, F.J., McKee, W.A., Cummins, K.W., 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*, 41(8), pp.540-551.

Guía Técnica De Criterios Para El Acotamiento De Las Rondas Hídricas En Colombia Bogotá, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Sergio Andrés Salazar Galán, Claudia Liliana Buitrago Aguirre, paginas 23-24, mayo de 2017.

Jaimés B y Pinzón, 2019. Ponderación De Los Aspectos Cuantitativos Que Pueden Incidir En La Fluctuación Del Valor De Los Avalúos De Cultivos Transitorios Pertenecientes A La Producción De Papa En Los Departamentos De Cundinamarca Y Boyaca. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Programa De Especialización En Avalúos Bogotá D.C.

Laguna, C. Correlación y Regresión lineal. Instituto Aragonés Ciencias de la Salud. Diplomado en Salud Pública, pp. 1-18, 2009.

Malanson, G.P., 1993. Riparian landscapes. Cambridge studies in ecology. 1. Landscape ecology. 2. Riparian ecology. I. Title. II. Series. QH541.15.L35M35 1993. Cambridge Univ Press. ISBN 0 521 38431 1 hardback. 296 pp.

Mardones, C. Impacto de la percepción de la calidad del aire sobre el precio de las viviendas en Concepción-Talcahuano, Chile. Cuadernos de economía universidad de Chile. vol. 43 P. 1-30.2006.

Martínez, L., Avances De La Investigación Agronómica II, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Edición 1, ISBN: 978-958-648-784-9. 2012.

Ministerio Del Interior. Informe Sala Situacional Dnbc No. 02 Avenida Torrencial Mocoa Putumayo [Link de Consulta](https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/noticias/emergencia_putumayo_inf_tecnico_no_02.pdf) https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/noticias/emergencia_putumayo_inf_tecnico_no_02.pdf. Fecha de Consulta: 12 de Julio de 2019.

Ortíz, R., Arias, F., Da Silva, C., Cardozo O., Análisis Espacial Del Precio Del Suelo Con Modelos De Regresion Lineal Múltiple (Mrlm) Y Sistemas De Información Geográfica (Sig), Resistencia (Argentina). *Rev. geogr. Valpsol*. (En línea) N° 51 / 2015 ISSN 0718 - 9877 [57. – 74.]

Paniagua M., J., Estimación De Valor De Indemnización Por Expropiación Para Un Terreno Ubicado En La Zona Costera Del Pacifico Sur, Con Base En El Método Econométrico De

Valuación. Universidad de Costa Rica, revista electrónica e- Agronegocios. Vol 2, Num. 1, Art. 2015.

Ramírez Castellanos, E.D. (2017). El agroturismo en espacios rurales y naturales. Escenarios: empresa y territorio, 6(8), Pág. 87-100.

Revista Semana, Pagina Web: <https://www.semana.com/nacion/articulo/avalancha-en-salgar-deja-48-muertos-un-centenar-de-desaparecidos/428243-3>. Publicacion año 2015. Fecha de Consulta 12 de Julio de 2019.

Saphores, J. D., Li, W., Landscape and Urban Planning. Elsevier. Estimating the value of urban green areas: A hedonic pricing analysis of the single family housing market in Los Angeles, CA. 2012.

Swanson, F.J., Kratz, T.K., Caine, N., Woodmansee, R.G., 1988. Landform effects on ecosystem patterns and processes. BioScience, 38(2), pp.92-98.

UNGRD. Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres-UNGRD Bogotá, D.C., Colombia 2018 https://www.researchgate.net/profile/Omar_Cardona/publication/327110206_Atlas_de_Riesgo_de_Colombia_Revelando_los_desastres_latentes/links/5b7a24b44585151fd121966d/Atlas-de-Riesgo-de-Colombia-Revelando-los-desastres-latentes.pdf, 2018. Fecha de consulta 12 de Julio de 2019

Velandia, J.C. La Gestión del Riesgo de Desastres en las Inundaciones de Colombia: Una mirada crítica. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Recursos Hídricos Universidad Católica de Colombia. Bogotá, D.C, 2014.

Vergara Buitrago, P. A. (2018) Infraestructura verde y azul: una mirada a las ciudades. Editorial territorio. Vol. 7, Núm. 10

Villegas, J. G., Barrera, S.A., Influencia Del Recurso Hídrico En La Determinación De Los Precios De Los Predios Adjuntos A La Subcuenca La Quebrada El Palo En El Municipio De Victoria, Caldas, A Partir De La Metodología De Precios Hedónicos. Trabajo de grado para optar al título de ingeniero ambiental y sanitario. Bogotá D.C., Colombia, 2016

Zorrilla, A. Aplicación De La Metodología De Precios Hedónicos Para La Valoración Ambiental De Las Áreas Verdes Urbanas En La Ciudad De Bogotá. Tesis para obtener el título en Maestría en Economía del medio ambiente y de los recursos naturales. 2012.