

**DETERMINACION DE ZONAS GEOECONOMICAS A PARTIR DE
MODELOS GEOESTADÍSTICOS PARA PROPIEDAD
HORIZONTAL - CASO DE ESTUDIO, LOCALIDAD DE
USAQUÉN, BOGOTÁ D.C.**

**TRABAJO DE GRADO PARA ASPIRAR AL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN GEOMÁTICA**

Autor:

Ing. Miguel Andrés Alfonso Acosta

Cod: 3101218

Tutor:

Ing. Camilo Alexander León Sánchez



Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería
Especialización en Geomática
Bogotá D.C.
2015

DETERMINACION DE ZONAS GEOECONOMICAS A PARTIR DE MODELOS GEOESTADÍSTICOS PARA PROPIEDAD HORIZONTAL - CASO DE ESTUDIO, LOCALIDAD DE USAQUÉN, BOGOTÁ D.C.

Determination Of Geo-Economic Areas From Geostatistical Models to Condo - Case Study , Locality Of Usaquén , Bogotá D.C.

Miguel Andrés Alfonso Acosta
Ingeniero Catastral y Geodesta, Ingeniero de Cartografía,
Departamento Administrativo del Espacio público
Bogotá D.C., Colombia,
miguelandresalfonso@gmail.com

RESUMEN

Este documento presenta una metodología que, a partir de un análisis de avalúos y valores de mercado, permite generar mapas de zonas geo-económicas, teniendo en cuenta algunas de las variables usadas generalmente para la asignación del valor final. El trabajo inicia con la presentación del marco teórico sobre el cual se encuentra soportado el estudio. Posteriormente presenta un análisis de la información base del estudio. En seguida se realiza un procesamiento de la información basado en técnicas geoestadísticas que se utilizan como base en la determinación de las zonas. Finalmente, se determinan las zonas para el caso de estudio y se presentan las conclusiones.

Palabras clave: Avalúo; Geoestadística; Mapa.

ABSTRACT

This paper presents a methodology, based on an analysis of valuations and market values, allow to generate maps of geo-economic areas, taking some of the variables generally used for assigning the final value. The work begins with the presentation of the theoretical framework on which the study is supported. Subsequently presents an analysis of the study base information. Then the information processing based on geostatistical techniques that are used as the basis for determining the areas is performed. Finally, areas for case study are determined and conclusions and recommendations are presented.

Keywords: Appraisal; Geostatistics; Map.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el precio de la vivienda en Bogotá ha experimentado un incremento importante (Banrep, 2013). Esto tal vez se debe al rápido crecimiento poblacional y al creciente déficit de vivienda de la ciudad, problema que tampoco le es ajeno al resto del país (DANE, 2005). La variación del valor del metro cuadrado en Bogotá se ha visto afectada por la construcción de viviendas nuevas, ya que la oferta genera un cambio significativo en el mercado.

En la actualidad, los estudios sobre el comportamiento del valor de la propiedad inmobiliaria se han limitado específicamente al valor del suelo, dejando en segundo plano el creciente nivel de propiedad inmuebles en propiedad horizontal de la ciudad (Banrep, 2013). En consecuencia, este trabajo pretende concretamente presentar una metodología que conlleve a determinar zonas geoeconómicas determinadas a partir de valores de referencia que han sido espacializados, teniendo como marco la ubicación dentro de la ciudad (localidad), el estrato y el área, mediante un análisis de variables y una estandarización de las mismas, apoyados en técnicas geoestadísticas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la dinámica de globalización mundial ha iniciado una transformación en el pensamiento, y ha generado una nueva etapa en el establecimiento de parámetros fundamentados en desarrollos técnicos y tecnológicos. Adicionalmente se hace necesario tener en cuenta que en los modelos de desarrollo de las ciudades que actualmente se implementan a nivel mundial se busca el desarrollo en altura (Consejo de Bogotá, 2009), es decir que para el aprovechamiento del espacio se realicen construcciones de edificios que cubran la demanda del crecimiento poblacional y en consecuencia bajo la condición jurídica de propiedad horizontal.

Por lo tanto se hace fundamental utilizar las herramientas tanto teóricas como tecnológicas para generar aportes en el campo de la valoración de la propiedad inmueble, determinando mapas con valores de referencia que puedan ser utilizados por los profesionales para observar el comportamiento del mercado de una forma ágil y clara.

3. JUSTIFICACIÓN

El mercado nacional de evaluadores ha venido evolucionando hacia una normalización de los procesos y las técnicas de determinación del valor comercial de los inmuebles, como en la actualidad la ley 1673 de 2013 que regula la actividad valuatoria en Colombia (Congreso de la república, 2013). En este mismo sentido, se hace necesario que se generen nuevas fuentes de información, por lo tanto la aplicación de la estadística, la probabilidad, la geoestadística, etc., proporcionarán información relevante que darán cada vez más objetividad y precisión al proceso de valuación.

En la actualidad, en Colombia no se encuentran disponibles para el público en general, mapas de referencia que permitan una consulta del valor de un inmueble sometido al régimen de propiedad horizontal, y como se ha mencionado anteriormente, los mapas y estudios están referidos principalmente al valor del suelo. Es por esto que se encuentra la importancia de proponer análisis fundamentados en procesos técnicos que puedan ser replicados y que complementen los vacíos de acceso a la información, con el fin específico de procurar que cada vez más la técnica prevalezca sobre el empirismo y contribuyan en la proposición de un valor final, por parte de los profesionales evaluadores.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Presentar una metodología que permita generar mapas de zonas geoeconómicas, del valor por metro cuadrado privado de un bien inmueble sometido al régimen de propiedad horizontal con uso de vivienda, en la zona urbana de la ciudad de Bogotá D.C., específicamente en la localidad de Usaquén para estrato 6.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el comportamiento del valor del metro cuadrado del inmueble dentro de la localidad, el estrato y el área, de acuerdo a los datos disponibles de estudios de mercado y avalúos puntuales.
- Implementar técnicas geoestadísticas que permitan realizar el análisis de la información.
- Establecer el planteamiento metodológico que permita generar los mapas de zonas geoeconómicas.

5. MARCO TEORICO

5.1. DEFINICIONES.

El proceso de Valoración de inmuebles en propiedad horizontal y el modelamiento geoestadístico cuentan con los siguientes conceptos fundamentales:

Avalúo: Tasación del valor comercial o de mercado de un inmueble en un momento determinado realizada por un perito o firma especializada en propiedad raíz, con miras a determinar una operación mercantil o hipotecaria .

Régimen de Propiedad Horizontal: Sistema jurídico que regula el sometimiento a propiedad horizontal de un edificio o conjunto, construido o por construirse (Congreso de la República, 2001).

Unidad Privada: Es aquella que se compone por área construida privada y área libre privada (Congreso de la República, 2001), se definen como:

- Área privada construida: Extensión superficial cubierta de cada bien privado, excluyendo los bienes comunes localizados dentro de sus linderos, de conformidad con las normas legales.
- Área privada libre: Extensión superficial privada semidescubierta o descubierta, excluyendo los bienes comunes localizados dentro de sus linderos, de conformidad con las normas legales.

Geoestadística: Estudio de las variables numéricas distribuidas en el espacio o variables regionalizadas, porque a cada valor observado o desconocido está asociada una posición en el espacio (Chauvet, 1994).

5.2. GEOESTADÍSTICA Y KRIGING

De acuerdo a los análisis de tipo matemático y estadístico, se fundamenta que el kriging es sinónimo de predicción óptima en algún sentido (Funes, 2004), y en base al tipo de análisis propuesto se utilizó y comparó kriging simple y kriging ordinario para determinar la mejor estimación.

Las técnicas de interpolación geoestadísticas (no determinísticas) generan superficies que incorporan las propiedades estadísticas de los datos muestrales y que proporcionan una medida de error de las mismas, siendo éste un indicador de buena o mala predicción. Todos los métodos geoestadísticos forman parte de la familia kriging (ordinario, simple, universal, de probabilidad, el indicador y disyuntivo) (Boada, 2014).

Kriging usa modelos estadísticos que permiten una variedad de salidas de mapas que incluyen (Boada, 2014):

- Mapa de predicciones, producido a partir de los valores interpolados, que es el que muestra la superficie interpolada.
- Mapa de cuantiles, presenta los valores que exceden o no exceden una probabilidad especificada.

- Mapa de probabilidades, de exceder o no exceder un umbral especificado.
- Mapa de error estándar de predicción, producido a partir de los valores interpolados.

Kriging es un proceso que tiene varios pasos, entre los que se incluyen, el análisis estadístico exploratorio de los datos, el modelado de variogramas, la creación de la superficie y (opcionalmente) la exploración de la superficie de varianza. Este método es más adecuado cuando se sabe que hay una influencia direccional o de la distancia correlacionada espacialmente en los datos (Boada, 2014).

Kriging ordinario o puntual:

Asume que la variable es estacionaria y que no tiene tendencia, es decir, la media de la función aleatoria es conocida.

$$Z(s) = \mu (s) + \epsilon (s) \quad (1)$$

En la ecuación (1), siendo $Z(s)$ la variable de interés; $\mu (s)$ una constante (media) conocida; $\epsilon(s)$ los errores aleatorios, s simplemente indica el lugar con una determinadas coordenadas espaciales X (longitud) e Y (latitud).

En muchos casos no hay una tendencia en los datos, o si la hay, es tan débil que las predicciones son tan buenas como cuando se la ignora. Asumir que no existe tendencia en los datos, es matemáticamente equivalente a asumir que la media es una constante simple y desconocida, $\mu(s) = \mu$. Este método produce valores de interpolación asumiendo un valor medio constante pero desconocido, permitiendo influencias locales de los valores cercanos. Debido a que la media es desconocida, se asumen pocas cosas. Esto hace de Kriging ordinario particularmente flexible, pero quizás menos poderoso que los otros modelos.

Kriging simple:

Produce valores de interpolación suponiendo un valor medio constante conocido, permitiendo influencias locales de los valores cercanos. Debido a que la media es conocida, es ligeramente más poderoso que el Kriging ordinario, pero en muchas situaciones la elección del valor medio no es muy obvia (Boada, 2014).

6. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

Para el procesamiento de la información se estableció una categoría que agregara la información de tal manera, que permitieran agrupar los datos. Luego de establecer la categoría se utilizaron técnicas geoestadísticas (las cuales serán ampliadas en el desarrollo del estudio), con la finalidad de definir el mejor modelo de predicción.

6.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

La información que fue utilizada en el presente proyecto corresponde a los avalúos y datos de mercado de inmuebles en propiedad horizontal recolectados por la firma evaluadora Bienco S.A. para el año 2011.

6.2. ZONA DE ESTUDIO

El análisis se desarrollará dentro de los límites del perímetro urbano de la ciudad de Bogotá D.C., tomando como referencia la localidad de Usaquén para el estrato 6.

Localización.

La ciudad de Bogotá D.C. se encuentra ubicada en el Centro del país, en la cordillera oriental, ramal de los Andes americanos y perteneciente al altiplano cundiboyacense. La capital del país, conocida como la Sabana de Bogotá, tiene una extensión aproximada de 33 kilómetros de sur y norte y 16 kilómetros de oriente a occidente y se encuentra situada en las siguientes coordenadas: Latitud Norte: 4° 35'56" y Longitud Oeste de Greenwich: 74°04'51" dentro de la zona de confluencia intertropical (Alcaldía de Bogotá, 2015).

Localidades

Bogotá cuenta con una clasificación geográfica interna en la que se destacan las 20 localidades las cuales hacen parte de una división política, administrativa y territorial.

El Acuerdo 02 de 1992 dividió en 20 localidades la ciudad quedando organizada respectivamente de la siguiente manera: 1. Usaquén, 2. Chapinero, 3. Santa Fe, 4. San Cristóbal, 5. Usme, 6. Tunjuelito, 7. Bosa, 8. Kennedy, 9. Fontibón, 10. Engativá, 11. Suba, 12. Barrios Unidos, 13. Teusaquillo, 14. Mártires, 15. Antonio Nariño, 16. Puente Aranda, 17. Candelaria, 18. Rafael Uribe, 19. Ciudad Bolívar y 20. Sumapaz, como se muestra en la figura 1.

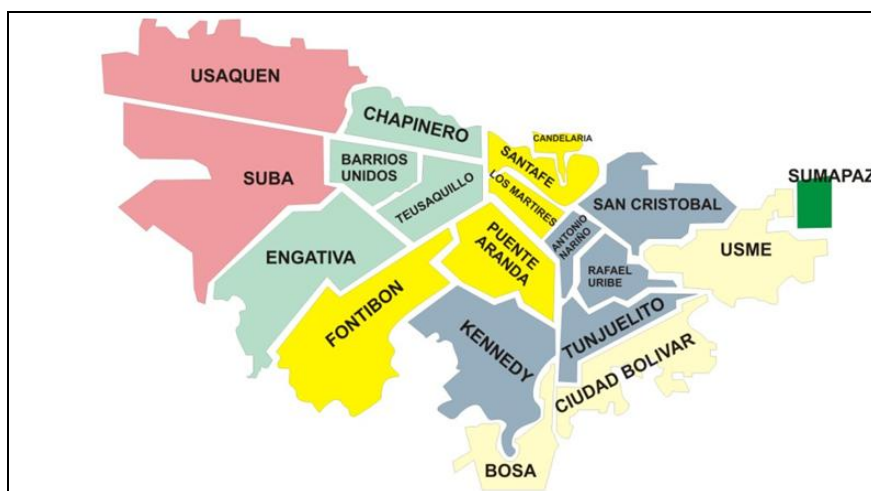


Figura 1: Plano Localidades
Fuente: Secretaría Distrital de Planeación

Localidad de Usaquén

En Usaquén hay 283.389 predios, de los cuales 242.129 son residenciales y 41.260 no residenciales (UAECD, 2011). “Por otra parte, respecto de la estratificación socioeconómico para 2010 es preciso señalar que la localidad tiene predios en todos los estratos, teniendo predominancia el estrato 4 (35%), seguido del 3 y 6 (22%). (...) El Índice de Condiciones de Vida sitúa a la localidad de Usaquén con un puntaje de 95,36 de 100 posibles. Así, Usaquén se configura en la ciudad como la tercera localidad con mayor nivel de vida según este indicador, 3,8 puntos por encima del promedio de la ciudad” (Secretaría de Habitat, 2011), (Ver gráfico 1).

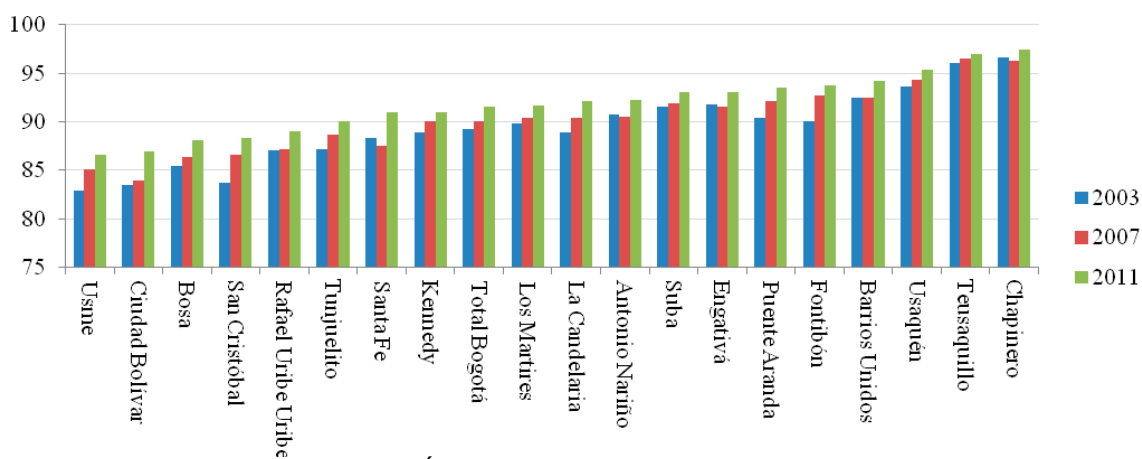


Gráfico 1: Índice de Condiciones de Vida, 2011
Fuente: ECV 2003, 2007 y Encuesta Multipropósito 2011

Ya que localidad de Usaquén cuenta con uno de los más altos niveles de calidad de vida, y dado que el estudio está enfocado en el estrato 6, se encontró en esta localidad al candidato perfecto para el desarrollo del proyecto.

Localización y extensión

Con una extensión total de 6.531,32 hectáreas, se ubica en el extremo nororiental de la ciudad y limita, al occidente con la Autopista Norte, que la separa de la localidad de Suba; al sur con la Calle 100, que la separa de la localidad de Chapinero; al norte, con los municipios de Chía y Sopó y al oriente, con el municipio de la Calera.

Esta localidad está dividida en nueve UPZ (Unidades de Planeamiento Zonal): Paseo Los Libertadores, Verbenal, La Uribe, San Cristóbal Norte, Toberín, Los Cedros, Usaquén, Country Club y Santa Bárbara. Su población está conformada por 449.621 habitantes.

6.3. ESTRUCTURACION DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA

Dado que la base de datos contenía una gran cantidad de información, se decidió seleccionar la información necesaria. A continuación se muestran las características que fueron seleccionadas, dejando la base de datos organizada en ese orden:

- Dirección
- Municipio
- Piso
- Área Privada
- Rango de área
- Edad
- Rango de edad
- Valor m2*

Se tomó la información de valores por metro cuadrado en propiedad horizontal de la localidad de Usaquén para el estrato 6 (proveniente de avalúos y datos de mercado) en 441 puntos y se seleccionó una muestra homogénea en cuanto a rango de área (50 a 150), rango de edad (0 a 5 años), obteniendo una muestra final de 187 puntos.

En base a la información obtenida en formato Excel, se procedió a realizar la geocodificación de la totalidad de la base de datos asignándole coordenadas X y Y, basados en su dirección dentro de la ciudad de Bogotá D.C. Dichas coordenadas fueron generadas sobre la proyección propia de la ciudad de Bogotá con los parámetros de la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de proyección

Projected Coordinate System:	PCS_CarMAGBOG
Projection:	Transverse_Mercator
False_Easting:	92334,87900000
False_Northing:	109320,96500000
Central_Meridian:	-74,14659167
Scale_Factor:	1,00000000
Latitude_Of_Origin:	4,68048611
Linear Unit:	Meter
Geographic Coordinate System:	GCS_CarMAGBOG
Datum:	CGS_CarMAGBOG
Prime Meridian:	Greenwich
Angular Unit:	Degree

Fuente: Elaboración propia

Luego de la georreferenciación de la información se procedió a realizar la selección de los puntos de interés, utilizando el polígono de la Localidad de Usaquén y los polígonos de determinación de estrato 6 de la misma localidad.

Esta selección se realizó en el software ArcGIS 10.2, donde se seleccionaron los datos pertenecientes a la localidad de Usaquén y al estrato 6 específicamente, como lo muestra la figura 2.

* Valor por m2 de área privada, no incluye garajes ni depósitos.

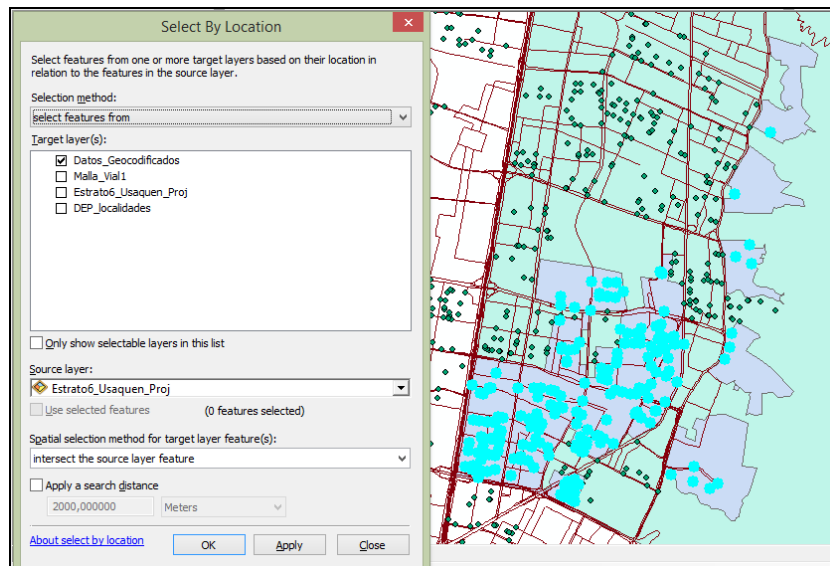


Figura 2: Selección de Datos geocodificados – Estrato 6 - Usaquén
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la selección realizada se obtuvo como resultado un archivo tipo shape (.shp) con los puntos de interés. Toda la información y archivos tipos shape generados fueron estructurados dentro de una base de datos geográfica o geodatabase.

6.4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Una vez organizada la base de datos con la totalidad de la información y variables definidas, se procede a realizar un análisis descriptivo de la información obtenida.

Análisis Exploratorio

La tabla 2 presenta el análisis estadístico de la variable Valor m2, de donde se resalta que la kurtosis es cercana a tres y el Skewness es cercano a cero lo que indica una distribución de tipo normal. (Boada, 2014)

Tabla 2. Estadísticos de la Variable Valor m2

ESTADÍSTICOS	VALOR M2
<i>Media</i>	3.688.400
<i>Mediana</i>	3.744.400
<i>Desviación estándar</i>	530. 840
<i>Kurtosis</i>	2,5771
<i>Skewnes</i>	-0,26923
<i>Mínimo</i>	2.281.900
<i>Máximo</i>	4.977.300
<i>Cuenta</i>	187

Fuente: Elaboración propia

La figura 3 muestra el semivariograma de la muestra, la cual evidencia la correlación de los datos y una baja presencia de valores extremos o “outliers”.

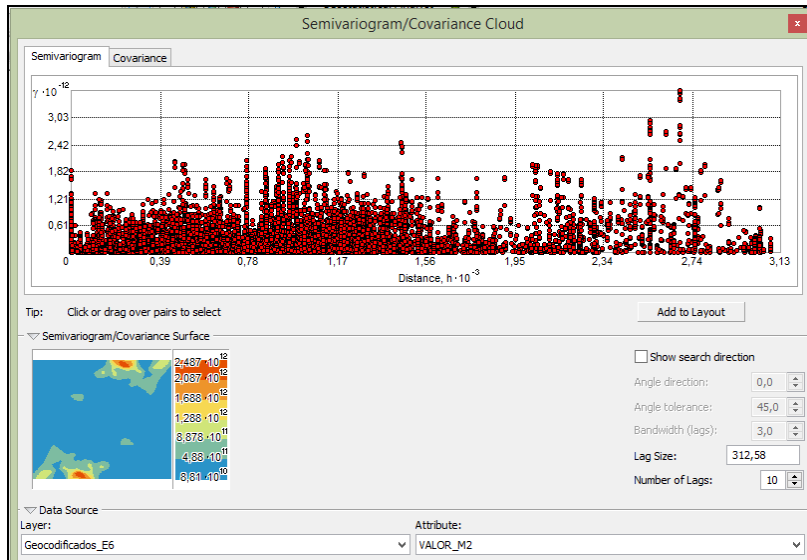


Figura 3: Semivariograma experimental de la muestra
Fuente: Elaboración propia

La figura 4 muestra el histograma de la variable Valor m2 y muestra la distribución de los valores de tipo normal.

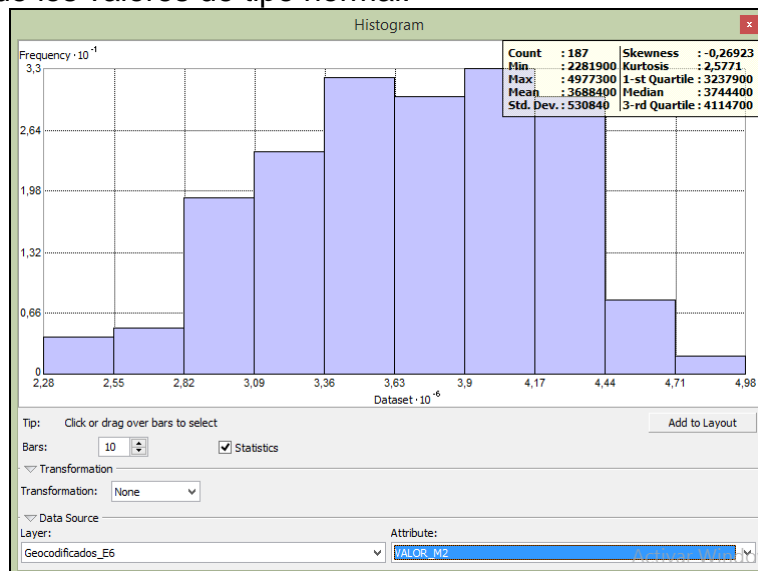


Figura 4: Histograma variable Valor M2
Fuente: Elaboración propia

Como se observa la variable Valor m2 presenta una distribución normal, por lo tanto no es necesaria la utilización de una transformación.

La figura 5 presenta el diagrama QQPlot que muestra la distribución de probabilidad de la variable Valor m2, en donde se observan bajos valores extremos y un comportamiento de tipo normal.

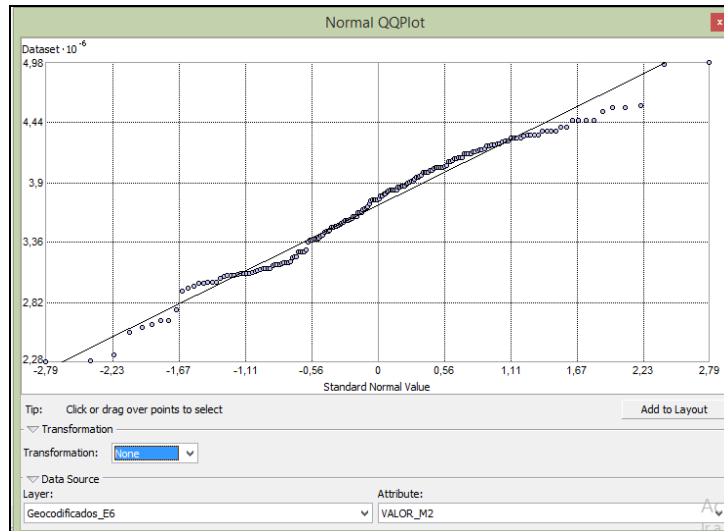


Figura 5: Diagrama QQPlot de la variable valor m2
Fuente: Elaboración propia

6.5. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez estructurada y analizada la fuente de información, se procede a realizar la estimación Kriging para la variable objeto de estudio.

Para esto se utilizó ArcGIS 10.2 con la extensión de análisis geoestadístico como se muestra en la figura 6

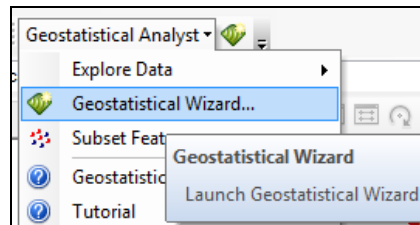


Figura 6: Herramienta del módulo de Análisis Geoestadístico
Fuente: Elaboración propia

La Figura 7 muestra el método utilizado dentro del “Geostatistical Wizard”.

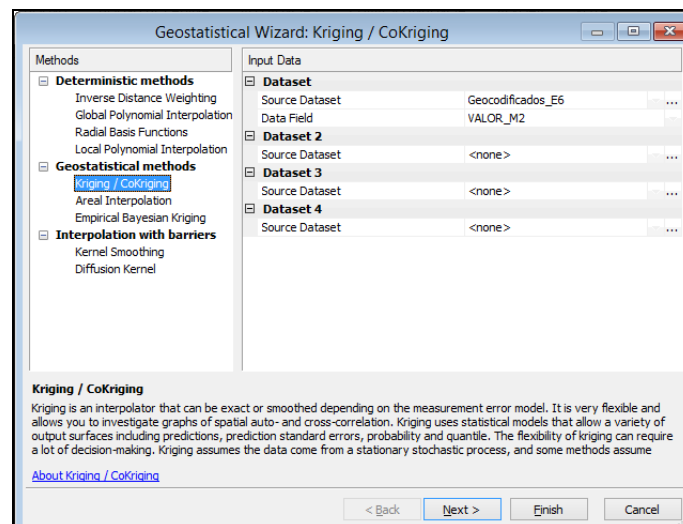


Figura 7: Método Geoestadístico Utilizado
Fuente: Elaboración propia

Parámetros Utilizados Para la Estimación Kriging

Una vez definida la herramienta de procesamiento, se determinaron los parámetros a utilizar en la estimación. Estos parámetros corresponden a los entregados por la optimización del modelo que presenta el software ArcGIS 10.2, la cual utiliza una técnica de validación cruzada iterativa, que es una *“técnica utilizada para evaluar los resultados de un análisis estadístico y garantizar que son independientes de la partición entre datos de entrenamiento y prueba. Consiste en repetir y calcular la media aritmética obtenida de las medidas de evaluación sobre diferentes particiones. Se utiliza en entornos donde el objetivo principal es la predicción y se quiere estimar qué tan preciso es un modelo que se llevará a cabo a la práctica”*.(Devijver, 1982).

A continuación se presentan los parámetros adoptados:

- Variable: Valor m2
- Tamaño del Rezago: 230 metros
- Numero de rezagos: 12
- Numero de vecinos: 5
- No se considera la anisotropía
- Se considera el efecto NUGGET

Basados en estos parámetros se realizarán las estimaciones de los diferentes modelos con la finalidad de determinar cuál es el más adecuado para la muestra de datos en particular.

Para determinar cuál es el modelo más adecuado se realizarán estimaciones y comparaciones entre los siguientes modelos de Kriging:

- Kriging ordinario modelo circular
- Kriging ordinario modelo esférico
- Kriging ordinario modelo exponencial
- Kriging ordinario modelo gaussiano
- Kriging simple modelo circular
- Kriging simple modelo esférico
- Kriging simple modelo exponencial
- Kriging simple modelo gaussiano

A continuación se presenta la estimación para el modelo circular de Kriging ordinario* .

* Para ver el detalle de cada una de las estimaciones dirigirse a los anexos.

Kriging Ordinario Modelo Circular

Con los parámetros establecidos se procede a estimar el modelo y se generan los resultados de la figura 8.

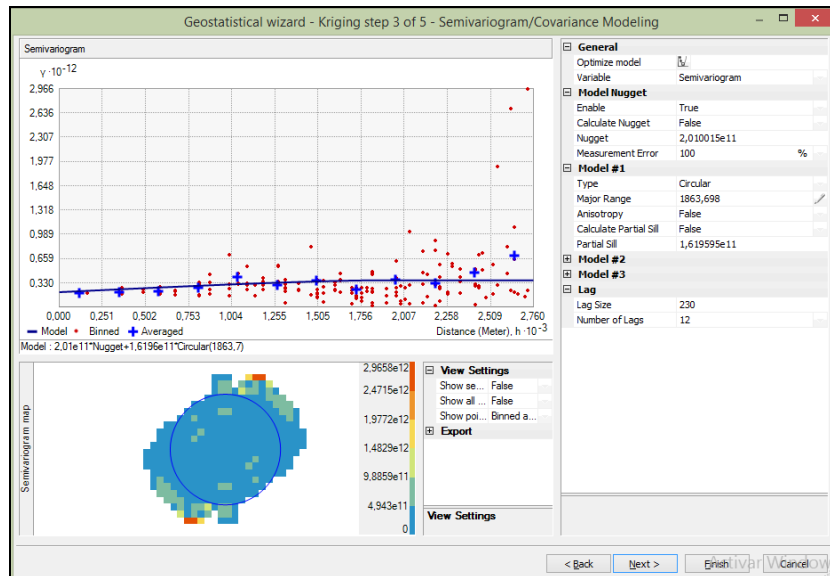


Figura 8: Semivariograma y parámetros del modelo.

Fuente: Elaboración propia

La figura 9 presenta los resultados de la validación cruzada, los cuales serán la base para la selección del modelo de mejor predicción.

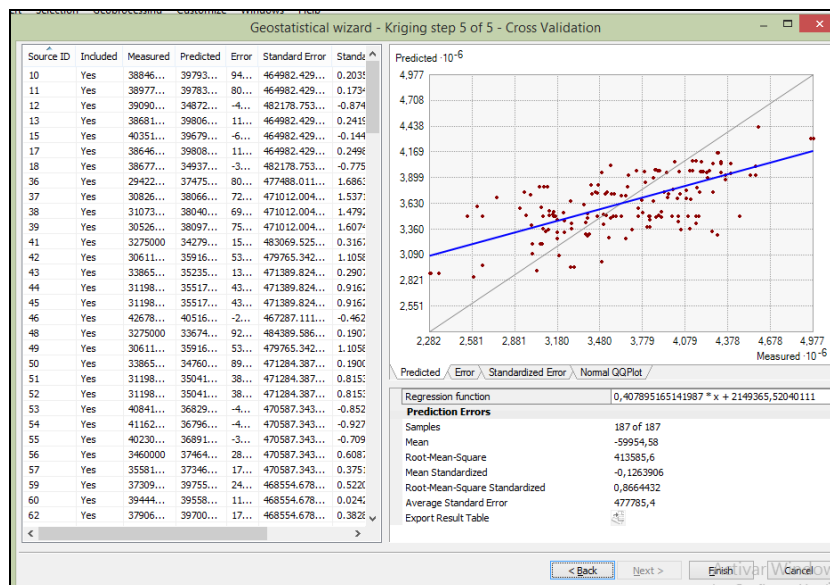


Figura 9: Predicción de errores

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3 presenta el resumen de los resultados de la validación cruzada y parámetros de predicción de errores.

Tabla 3: Resumen parámetros de predicción de errores

PREDICION DE ERRORES	
Mean	-59954,581
Root-Mean-Square	413585,620
Average Standard	477785,435
Mean Standardized	-0,08786
Root-Mean-Square Standardized	0,866

Fuente: Elaboración propia

La figura 10 presenta el mapa de superficie generado.

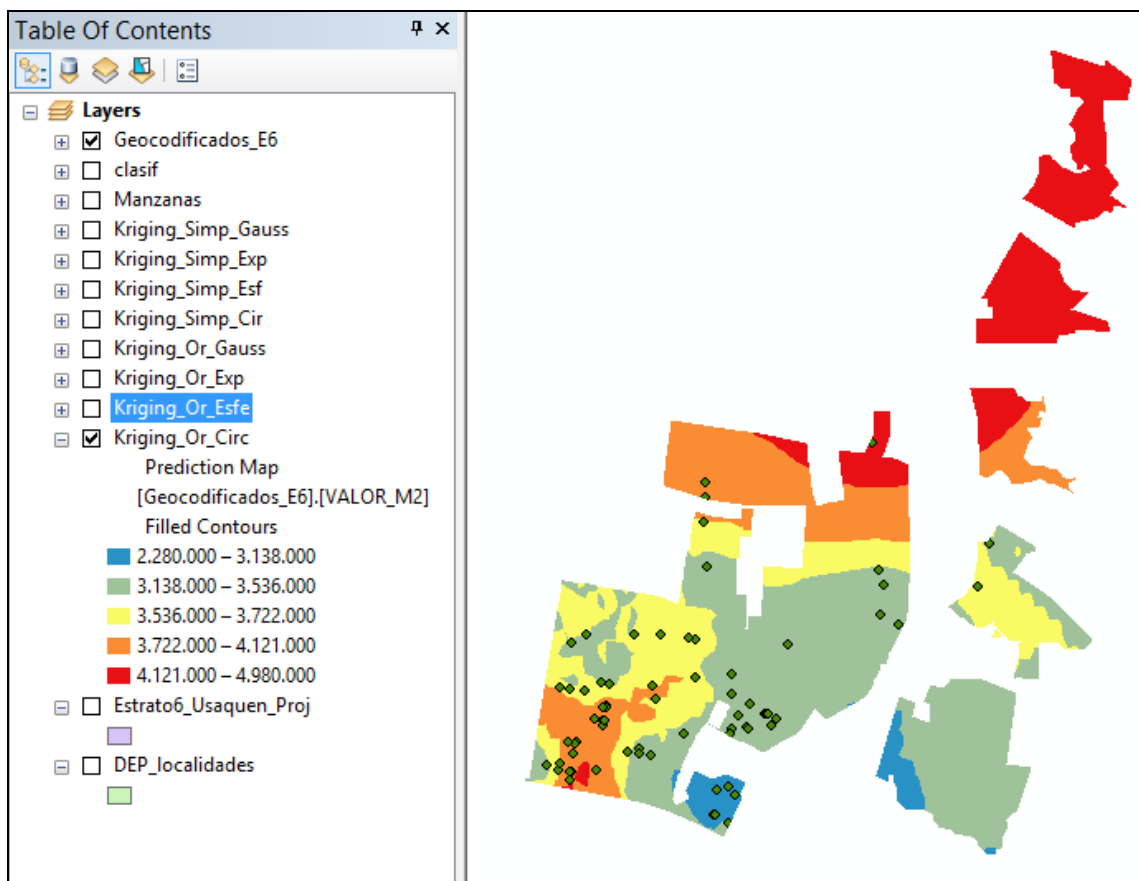


Figura 10: Mapa de predicción – Kriging Ordinario Circular

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar las estimaciones para cada uno de los modelos propuestos, se resumen los resultados obtenidos en la tabla 4.

Tabla 4: Tabla comparativa para el valor de m2 (modelos de interpolación para kriging ordinario y simple) .

ESTADÍSTICOS DEL MODELO	KRIGING ORDINARIO			
	CIRCULAR	ESFERICO	EXPPONENCIAL	GAUSSIANO
Mean	-59.954,58	-59.627,08	-54.803,85	-69.277,87
Root-Mean-Square	413.585,62	412.870,00	402.611,30	443.276,64
Average Standard Error	477.785,44	480.440,97	495.190,62	483.073,22
Mean Standardized	-0,09	-0,13	-0,11	-0,14
Root-Mean-Square Standardized	0,87	0,86	0,81	0,92
ESTADÍSTICOS DEL MODELO	KRIGING SIMPLE			
	CIRCULAR	ESFERICO	EXPPONENCIAL	GAUSSIANO
Mean	-13.815,56	-12.339,73	-12.907,17	-6.730,73
Root-Mean-Square	396.031,09	395.093,46	392.225,42	395.015,23
Average Standard Error	480.122,38	480.364,46	477.278,07	483.958,42
Mean Standardized	-0,04	-0,04	-0,04	-0,03
Root-Mean-Square Standardized	0,82	0,82	0,82	0,81

Fuente: Elaboración propia

Selección del Modelo

A partir de los resultados obtenidos se procede a realizar la selección del modelo con base en los criterios generales: la media más cercana a cero, la raíz media cuadrática y el error promedio estándar con la menor variación, que la media estandarizada tienda a cero y que el error medio cuadrático estandarizado tienda a uno.

Con base en los criterios anteriores se deduce que el mejor predictor para la variable Valor m2 es el Kriging Simple ajustado a un modelo Gaussiano, el cual ha clasificado los valores en 5 clases utilizando el método de intervalos geométricos, el cual tiene en cuenta la distribución de la variable y permite obtener intervalos adecuados para este caso de estudio.

Una vez seleccionado el modelo, se procede a determinar a nivel de manzana la clasificación a partir de la superficie generada, utilizando el planteamiento metodológico que se describe a continuación:

a) Generar Superficie Vector

Con el uso de la herramienta Export to Vector del software ArcGIS 10.2 se obtiene un archivo tipo vector con los polígonos de clasificación de la superficie generada por el modelamiento como se muestra en la figura 11.

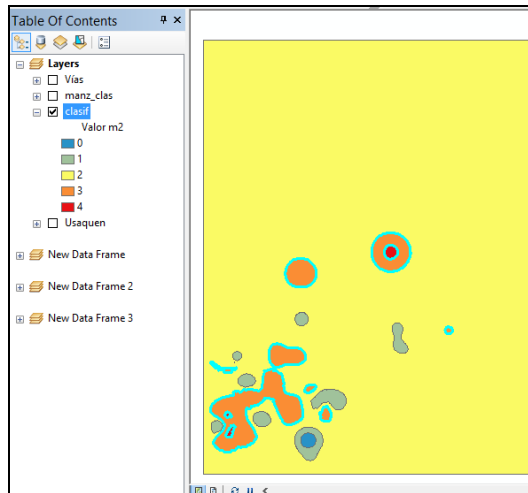


Figura 11: Presentación vector de la superficie generada
Fuente: Elaboración propia

b) Cruzar la superficie con la capa de Manzanas

Una vez obtenidos los polígonos de valor en formato vector, se procede a realizar un Clip con la capa de mazanas de estrato 6 como se muestra en la figura 12

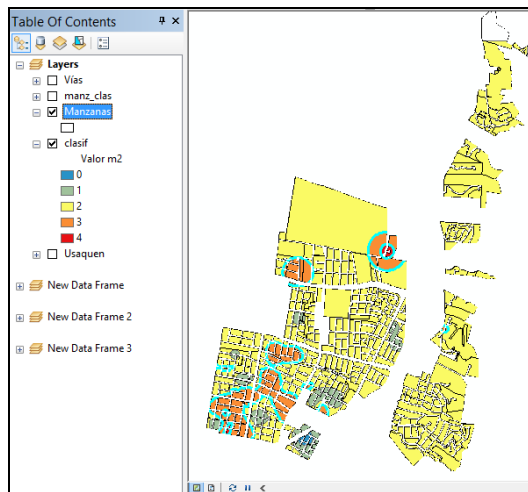


Figura 12: Clip de polígonos de manzana con superficie vector
Fuente: Elaboración propia

c) Clasificar a cada polígono de manzana

Dado que los polígonos de la superficie del modelamiento generan afectaciones irregulares, es necesario clasificar las manzanas en base a la superficie. Para realizar esta clasificación se utiliza la herramienta Spatial Join, la cual permite asignar un valor de clasificación a cada polígono de manzana; éste quedará clasificado dentro del rango de valor propuesto, como lo muestra la figura 13.



Figura 13: Spatial Join para clasificación de manzanas
Fuente: Elaboración propia

6.6. RESULTADOS

A partir de la metodología planteada, se procede a diseñar la salida cartográfica que presentará los resultados obtenidos. A continuación la figura 14 presenta el mapa resultado, en el cual se observan las zonas geoeconómicas obtenidas.

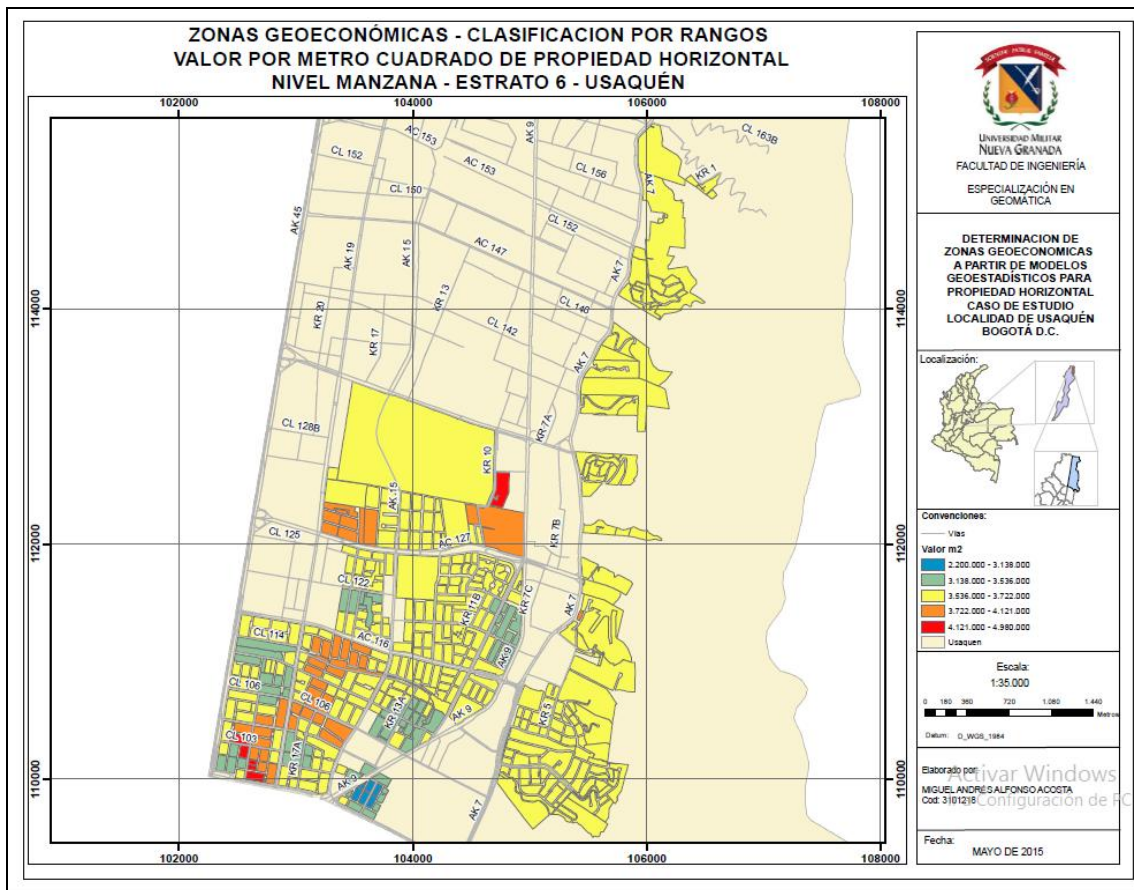


Figura 14: Mapa resultado – Zonas geoeconómicas.
Fuente: Elaboración propia

6.7. CONCLUSIONES.

El desarrollo del presente proyecto permitió analizar a fondo una serie de herramientas de la ciencia Geomática, que permitieron poner en práctica muchas de las experiencias obtenidas durante el curso de la especialización.

Esta aplicación práctica evidencia una serie de conocimientos adquiridos y presenta una línea de desarrollo profesional acorde a las expectativas iniciales.

A continuación se presentan unas conclusiones específicas del proyecto trabajado:

- El uso de la geomática permite proponer metodologías alternativas, basadas en parámetros técnicos que optimizan tiempos y procedimientos.
- La selección del modelo geoestadístico presenta un gran reto para el desarrollo de la metodología, ya que se requiere de un amplio conocimiento teórico, que permita realizar una selección adecuada y garantizar un modelo de predicción confiable.
- La geoestadística es una herramienta para el análisis de datos espaciales y la predicción de éstos en lugares no muestreados, facilitando así el estudio de diversos fenómenos y propiciando su aplicación en diversas áreas del conocimiento.
- La metodología propuesta presenta un esquema de trabajo que permite al especialista la selección de las herramientas para su aplicación, y en base a su experticia pueden optimizar el desarrollo de la misma.
- Se observa como el valor por metro cuadrado tiene variaciones propias del mercado que son difíciles de medir y cuantificar, y que por lo tanto se encuentran inmersas dentro del valor final.
- El mapa de zonas geoeconómicas permite realizar una consulta rápida, del rango de valor por metro cuadrado en el que se podría encontrar un inmueble de acuerdo a su localización específica. Sin embargo es necesario determinar rangos de valores mas pequeños con la finalidad de disminuir la incertidumbre de la consulta.
- Se resalta el hecho de tener que agrupar las características propias de los inmuebles, lo que implica generar una gran cantidad de categorías que abarquen la mayor cantidad de inmuebles posibles, lo que conlleva a realizar el procedimiento tantas veces como categorías se planteen.

REFERENCIAS

(Alcaldía de Bogotá D.C., 2015). Ubicación de la Ciudad. En: <http://www.bogota.gov.co/ciudad/ubicacion>

(Banrep, 2013). Banco de la república., (2013). Índice del Precio del Suelo en Bogotá (IPSB). Cálculos Banco de la República con información de la Lonja de Propiedad Raíz de Bogotá. En: <http://www.banrep.org/es/IPSB> (2014).

Borrero, Oscar A. Avalúos de inmuebles y garantías. Colombia Bhandar Editores. 3 Ed. 2008.

(Boada, 2014) Boada, Alberto. Apuntes de Clase no publicados, Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. 2014.

Burrough, P. A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. New York: Oxford University Press. 1986

(Chauvet, 1994). Memorias de ayuda de geoestadística minera, Escuela de minas de París. Francia 1994.

Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Resolución 620 (23, Septiembre, 2008). Por la cual se establecen los procedimientos para los avalúos ordenados dentro del marco de la Ley 388 de 1997. Bogotá D.C.: 2008. 2p.

Colombia. Vocabulario de la Economía - Nomenclatura y principales conceptos de economía, José Manuel Piernas Hurtado.

(Consejo de Bogotá, 2009). Colombia. Consejo de Bogotá D.C. Proyecto de Acuerdo 41 de 2009 (2009). Por medio del cual se establece el sistema de participación de la población de propiedad horizontal en el distrito capital y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C. 2009.

(Congreso de la república, 2013). Colombia. Congreso de la república. Ley 1673 de 2013. Por la cual se reglamenta la actividad del evaluador y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C. Colombia. 2013.

(Congreso de la República, 2001). Colombia. Congreso de la república. Ley 675 de 2001. Por medio de la cual se expide el régimen de propiedad horizontal. Bogotá D.C. Colombia. 2001.

(DANE, 2005). Departamento Nacional de Estadística., (2205). Boletín Censo General 2005, Déficit de Vivienda.

(Funes, 2004). Funes, Héctor Nicolás. Métodos Estadísticos En Problemas Espaciales. Trabajo de grado de maestría. Instituto de investigaciones

estadísticas. Facultad de ciencias económicas. Universidad nacional de tucuman. Tucuman. 2004.

Oliver, M. A. "Kriging: A Method of Interpolation for Geographical Information Systems". International Journal of Geographic Information Systems 4: 313–332. 1990

(Secretaría de Hacienda, 2011). Diagnóstico localidad de Usaquén, Sector Hábitat. Diciembre de 2011

(UAECD, 2011). Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital. (2011). Número de Predios Residenciales por Localidad, enero 2011.