

**SIG COMO HERRAMIENTA ESTRATÉGICA PARA EL SECTOR INMOBILIARIO
EN LA CIUDAD DE MANIZALES**

JHON EDWIN IDARRAGA VALLEJO



**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA
MANIZALES
2015**

**SIG COMO HERRAMIENTA ESTRATÉGICA PARA EL SECTOR INMOBILIARIO
EN LA CIUDAD DE MANIZALES**

JHON EDWIN IDARRAGA VALLEJO

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar
al título de Especialista en Sistemas de Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA
MANIZALES
2015**

AGRADECIMIENTOS

A mi madre que sé que está orgullosa de este trabajo aunque no esté con nosotros.

A mi Padre Jaime Idárraga y su esposa Olga Viviana, por su motivación y compañía durante el desarrollo de este trabajo, mis más sinceros agradecimientos.

Ana María Castañeda, por su apoyo incondicional durante todo el trabajo de grado.

Amigos y familiares especialmente a Carolina Cruz, Diana Maribel Cruz, Laura Camila Cuevas, Sandra Viviana Idárraga, Eliana Marín, por sus recomendaciones durante el desarrollo de este trabajo.

Juan Carlos Gutiérrez, Secretaría de Planeación - Planeación Estratégica SIG de la Alcaldía de Manizales, por compartir información del POT específicamente las áreas de riesgo del municipio de Manizales.

Cesar Augusto Villa Cardona, Secretario de Salud del municipio de Neira – Caldas 2012 -2014, por compartir su experiencia en el desarrollo de este trabajo.

Luis Carlos Correa Ortiz, Ingeniero Electrónico, docente facultad de ciencias e ingeniería de la Universidad de Manizales, por su colaboración y sugerencias durante el desarrollo del trabajo.

José Fernando Mejía Correa, Coordinador de Investigación y Posgrados de la Universidad de Manizales, por compartir el ortofotomapa del área urbana de la ciudad de Manizales.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. ÁREA PROBLEMÁTICA	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. MARCO TEÓRICO	17
4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	17
4.1.1 Elementos de un SIG	17
4.1.2 Estructura de un SIG	18
4.1.3 Aplicaciones y funcionalidades típicas de un SIG	18
4.1.4 Evolución de los SIG	19
4.2 SIG COMO HERRAMIENTA DE GEOLOCALIZACIÓN	20
4.2.1 Localización de inmuebles	21
4.2.2 Análisis espacial	21
4.3 ANTECEDENTES	21
5. METODOLOGÍA: MODELO DE SELECCIÓN PONDERADA DE UN INMUEBLE BASADO EN LA DISTANCIA A SUS PUNTOS DE INTERES MAS CERCANOS	25
5.1 ALCANCE DEL SIG	26
5.1.1 Extensión del proyecto	27
5.1.2 Estructura de la base de datos	28
5.2 RECOPIACIÓN, SELECCIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN	32
5.2.1 Extensión del SIG área urbana de Manizales y Villamaría	32
5.2.2 Puntos de interés POI OSM	32
5.2.3 Entes educativos	32
5.2.4 Policía	34
5.2.5 Instituciones Prestadoras de Salud (IPS)	35

5.2.6 Parroquias	36
5.2.7 Tiendas y supermercados de cadena	37
5.2.8 Bancos	37
5.2.9 Centros Comerciales	38
5.2.10 Transporte	38
5.2.11 Vías y arterías principales de Manizales	38
5.2.12 Riesgos geológicos	41
5.2.13 Puntos de inversión	42
5.2.14 Ortofotomapa de la zona urbana de Manizales	42
5.3. GEORREFERENCIAR LA INFORMACIÓN	42
5.3.1 Georreferenciar entes educativos	48
5.3.2 Georreferenciar policía	49
5.3.3 Georreferenciar instituciones prestadoras de salud IPS	49
5.3.4 Georreferenciar parroquias	50
5.3.5 Georreferenciar tiendas y supermercados de cadena	50
5.3.6 Georreferenciar bancos	50
5.3.7 Georreferenciar centros comerciales	50
5.3.8 Georreferenciar transporte	51
5.3.9 Georreferenciar vías y arterias principales y secundarias	51
5.3.10 Georreferenciar riesgos geológicos	52
5.3.11 Georreferenciar puntos de inversión	54
5.3.12 Base de datos inmobiliaria Manizales	54
5.3.13 Ortofotomapa Manizales Urbano	54
5.3.14 SIG Como Herramienta Estratégica Para el Sector Inmobiliario en la Ciudad de Manizales	55
5.4 ENCUESTA	57
5.4.1 Objetivo de la encuesta	57
5.4.2 Población objetivo	57
5.4.3 Cobertura geográfica	57
5.4.4 Marco de la encuesta	57
5.4.5 Tamaño de la muestra	58
5.4.6 Selección de la muestra	58
5.4.7 Resultados de la encuesta	58
6. RESULTADOS	64
6.1 RESULTADOS: SELECCIÓN DE UN INMUEBLE POR SUS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y DE UBICACIÓN	64
6.1.1 Descripción de los resultados selección de un inmueble por sus características básicas y de ubicación	69
6.1.2 Discusión de los resultados selección de un inmueble por sus características básicas y de ubicación	70

6.2 RESULTADOS: MODELO DE SELECCIÓN PONDERADO DE UN INMUEBLE	71
6.2.1 Descripción de los resultados del modelo de selección ponderado	74
6.2.2 Discusión de los resultados del modelo de selección ponderado	75
7. CONCLUSIONES	77
8. RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de selección ponderado de un inmueble basado en la distancia a sus POI más cercanos.	26
Figura 2. Extensión del SIG – área urbana de Manizales y Villamaría.	29
Figura 3. Bookmarks utilizados en el SIG para georreferenciar la información.	44
Figura 4. Proceso para georreferenciar puntos de interés POI.	49
Figura 5. Buscando Colegio con ayuda de Google Street View Gimnasio Los Andes	50
Figura 6. Todos los POI del SIG “SIG Inmobiliario MZL” con Basemap “OpenStreetMap”	52
Figura 7. Sistema Vial e hídrico de la ciudad de Manizales.	53
Figura 8. Sección central del plano 01-AU-12-1 del POT de Manizales, vulnerabilidad por deslizamiento urbano	54
Figura 9. Parte del plano 01-AU-13-1, barrios Malhabar, Aranjuez y La Playita del POT de Manizales, Vulnerabilidad por inundación urbana	55
Figura 10. Características de la referencia espacial "CartManizalesMAGNA".	56
Figura 11. Figura Ortofotomapa de la zona urbana de Manizales	56
Figura 12. SIG Como Herramienta Estratégica Para el Sector Inmobiliario en la Ciudad de Manizales.	57
Figura 13. SIG Como Herramienta Estratégica Para el Sector Inmobiliario en la Ciudad de Manizales zona centro	57
Figura 14. Análisis de Frecuencia Acumulada de la Variable “Edad”.	60
Figura 15. Porcentaje de participación en la encuesta por género.	61
Figura 16. Resultado pregunta 4 del cuestionario, Importancia de la ubicación de un inmueble.	61
Figura 17. Resultado pregunta 5 del cuestionario, importancia de los problemas geológicos.	62
Figura 18. Resultado pregunta 6 del cuestionario, preferencia de los POI.	62
Figura 19. Resultado pregunta 7 del cuestionario, distancia máxima a un POI.	63
Figura 20. Resultado pregunta 8 del cuestionario, donde comprar mercado.	63
Figura 21. Resultado pregunta 9 del cuestionario, percepción de seguridad al vivir cerca de un CAI.	64
Figura 22. Resultado pregunta 10 del cuestionario, importancia de una vía principal.	64
Figura 23. Resultado pregunta 11 del cuestionario, distancia a una vía principal.	64
Figura 24. Caso A Selección por atributo y locación SIG Inmobiliario MZL.	66
Figura 25. Caso B Selección por atributo y locación SIG Inmobiliario MZL	67
Figura 26. Caso C Selección por atributo y locación SIG Inmobiliario MZL.	68
Figura 27. Caso D Selección por atributo y locación SIG Inmobiliario MZL	70
Figura 28. Ubicación de los puntos ofertados	74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estructura del SIG "SIG Inmobiliario MZL".	31
Tabla 2. Grados de escolaridad y definición de dominios para los entes educativos.	35
Tabla 3. Distritos de la policía del departamento de Caldas y su municipio base.	36
Tabla 4. Niveles de Complejidad IPS.	37
Tabla 5. Zonas Episcopales de la Arquidiócesis de Manizales	38
Tabla 6. Vías arterias principales de la ciudad de Manizales según el POT	40
Tabla 7. Vías arterias secundarias de la ciudad de Manizales según el POT	41
Tabla 8. Parámetros para la determinación de la amenaza por deslizamiento para la ciudad de Manizales.	42
Tabla 9. Dominios utilizados en el SIG "SIG Inmobiliario MZL".	45
Tabla 10. Simbología utilizada en el SIG "SIG Inmobiliario MZL".	47
Tabla 11. Variables estadísticas de la variable "Edad".	60
Tabla 12. Ponderación de puntos de interés POI.	72
Tabla 13. Puntos Ofertados - Información relevante del Anexo J.	73
Tabla 14. Modelo de selección ponderado aplicado al proyecto Área Cable.	74
Tabla 15. Resultados modelo de selección ponderado ordenados de mayor a menor por radio 350 Mts.	75
Tabla 16. Resultados modelo de selección ponderado ordenados de mayor a menor por precio por metro cuadrado	76

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. POI - Instituciones Educativas de Manizales y Villamaría	33
ANEXO B. POI - Universidades oficiales de Manizales y Villamaría	33
ANEXO C. POI - CAI y Estaciones de Policía de Manizales y Villamaría	34
ANEXO D. POI - Instituciones Prestadores de Salud de Manizales y Villamaría	35
ANEXO E. POI - Parroquias de Manizales y Villamaría	36
ANEXO F. POI - Almacenes y tiendas de cadena de Manizales y Villamaría	37
ANEXO G. POI - Bancos de Manizales y Villamaría	38
ANEXO H. POI - Centros Comerciales de Manizales y Villamaría	38
ANEXO I. POI - Centros de Transporte de Manizales y Villamaría	38
ANEXO J. Puntos de inversión en la ciudad de Manizales y Villamaría	42
ANEXO K. Encuesta Tesis SIG Inmobiliario MZL	57
ANEXO L. Respuestas de la Encuesta Tesis SIG Inmobiliario MZL	57

GLOSARIO

AMM: Área Metropolitana de Manizales.

ECW: Enhanced Compressed Wavelet; formato para imágenes raster.

Entidades geográficas: Son representaciones de cosas ubicadas en la superficie de la Tierra.

ESE: Empresa social del estado

IPS: Instituciones promotoras de salud

MDT: Modelo digital del terreno

OSM: OpenStreetMap

POI: puntos de interés por sus siglas en ingles "*Point Of Interest*"

POT: Plan de ordenamiento territorial

RUES: Registro único empresarial y social cámaras de comercio

SIG: Sistema de Información Geográfica

SIG-OT: Sistema de información para la planeación y el ordenamiento territorial.

SNIES: Sistema Nacional de información de la educación superior

RESUMEN

El objetivo general de esta tesis ha sido crear un sistema de información geográfica como herramienta estratégica para el sector inmobiliario, enfocado a obtener la mejor opción de ubicación para la compra o renta de un inmueble en la ciudad de Manizales.

El SIG está conformado por entidades geográficas que representan el sistema vial de Manizales según el POT, puntos de interés *POI* de la ciudad y áreas de riesgos geológicos por deslizamiento e inundación.

Para simular el comportamiento del SIG a la hora de seleccionar un inmueble en renta, se creó una base de datos con 182 registros de puntos ofertados en renta y se simularon 4 casos comunes que algún usuario tendría a la hora de visitar una inmobiliaria, la selección se basó en criterios de búsquedas por atributo y por locación creando combinaciones de estas para obtener y satisfacer la necesidad del usuario.

Para obtener la mejor opción de compra de un inmueble se propone en el presente trabajo un modelo de selección ponderado de un inmueble basado en la distancia a sus puntos de interés más cercanos, identificando a través de una encuesta las necesidades de las personas respecto a los *POI* y los puntos ofertados.

Se recolectó la información de 12 proyectos en venta en la ciudad de Manizales y se aplicó el modelo de selección, clasificándolos por su ubicación para obtener la mejor opción, de igual manera se demostró que el precio por metro cuadrado está fuertemente ligado a la ubicación de un inmueble.

PALABRAS CLAVES: Inmueble, Puntos de Interés *POI*, Inversión, Compra, Renta, SIG.

ABSTRACT

The overall objective of this thesis is to create a geographic information system as a strategic tool for real state focused in getting the best choice of location for the purchase or rental of a property in the city of Manizales.

The SIG is composed of geographical entities that represent the road system of Manizales, points of interest POI in the city and areas of geological hazards by landslide and flood. To simulate the behavior of the SIG when it comes to selecting a property for rent, a database was created with 182 points offered for rent Records. 4 common cases, that some users would have when visiting a real estate, were simulated. The criteria used for the selection was based on search by attribute and location creating combinations of these to obtain and meet the needs of the users.

To get the best choice of purchasing a property, this paper proposes a weighted selection model of a property based on the distance to its nearest points of interest, identifying- through a survey- the needs of the people with respect to the POI and offered points. The information of 12 sales projects in the city of Manizales was collected and the selection model was applied, they were classified by their location for have the best option, it was also demonstrated that the price per square meter is strongly linked to the location of a property.

KEY WORDS: Property, Point of interest POI, Investment, Purchase, Rent, GIS.

INTRODUCCIÓN

La rapidez con la que ha avanzado la tecnología ha hecho que los mercados hagan diferencia mediante la innovación para no quedarse atrás y estar siempre a la vanguardia, es por eso que hoy en día la información es una mercancía de incalculable valor y es esencial la disponibilidad inmediata de esta para resolver problemas y contestar preguntas de modo inmediato (Gutiérrez, 2000). El sector inmobiliario es uno de los mayores atractivos para invertir por lo que se ha venido expandiendo a tal punto que existen muchas opciones de venta; La selección de estas opciones se ha venido dando hasta ahora por análisis costo/beneficio económico y una vista global generalizada del entorno donde se encuentra ubicado el inmueble. En los últimos años, el análisis espacial de datos ha despertado un gran interés en la comunidad científica. Esto ha sido posible gracias a los avances experimentados por los sistemas de información geográfica (Baviera et al, 2009).

Los sistemas de información geográfica SIG son un conjunto de conocimientos y procedimientos, asistidos por computador, utilizados para obtener, almacenar, manipular, analizar y representar la información referenciada geográficamente. La base tecnológica permite el manejo más ágil, eficiente y rápido de grandes volúmenes de datos, así como la aplicación de métodos cuantitativos de análisis espacial, llegando a identificar y modelar el comportamiento de los mercados influenciados por algunas representaciones geográficas. De esta manera, el mercado inmobiliario está íntimamente relacionado con el entorno social, económico, cultural, político, tecnológico y ambiental de la zona donde se encuentre el inmueble, dando o quitando valor dependiendo de la infraestructura que lo rodea, es por esto que este sector cuenta con numerosos estudios en SIG que se enfocan en identificar y modelar el comportamiento que puede tener las características espaciales sobre el sector inmobiliario teniendo en cuenta las necesidades de las personas.

Las inmobiliarias presentes en la ciudad de Manizales no cuentan con este tipo de herramientas, ya que son nuevas y hasta ahora no se han utilizado en la región. Por esta razón se diseñó el SIG "*SIG Inmobiliario MZL*" que permitiera a las inmobiliarias y a los inversionistas en este sector realizar análisis del entorno y poder suplir necesidades tanto de compra como de renta de un inmueble, generando un valor agregado a las inmobiliarias, pudiendo llegar a convertirse en el elemento diferenciador frente a la competencia y una herramienta de gran ayuda para los inversionistas a la hora de tomar decisiones de invertir en la compra de un inmueble.

La metodología empleada para rentar un inmueble está basada en criterios de búsquedas por atributo y por locación creando combinaciones de estas para obtener y satisfacer las necesidades de los usuarios.

Para obtener la mejor opción de compra de un inmueble se empleó un modelo de selección ponderado basado en la distancia a sus puntos de interés más cercanos, obteniendo así la mejor la mejor opción de venta respecto a la ubicación.

1. ÁREA PROBLEMÁTICA

El crecimiento de la economía colombiana y los incentivos para invertir, son algunos de los elementos que abren oportunidades de adquisición de vivienda, oficinas y establecimientos comerciales, entre otros. Todos estos proyectos hacen parte del menú de oportunidades de inversión en Colombia, que tras entrar en un periodo de crecimiento económico ha logrado récords de inversión y se ha ubicado como una de los países más atractivos para hacer negocios en el sector inmobiliario. Dicho sector en la ciudad de Manizales se ha vuelto atractivo y se ha venido desarrollando a tal punto que existen muchas opciones de inversión para escoger y es allí donde surge la necesidad de encontrar la mejor opción; pero la carencia de herramientas analíticas y gráficas para identificar y seleccionar el mejor punto de ubicación en la ciudad dificulta a los inversionistas o a las personas que buscan un inmueble tomar la decisión acertada. Hay que tener en cuenta que dos inmuebles iguales estructuralmente en dos ubicaciones distintas, tienen un avalúo con diferencias que derivan de su ubicación ya que a pesar de tener las mismas características físicas, tienen una relación diferente con su entorno, es decir, diferencias en la accesibilidad, estrato socioeconómico, niveles de riesgos geológicos, distancia a puntos de interés “POI”, vías y zonas verdes. Por lo tanto, el consumidor inmobiliario tendría más preferencia por una de las dos opciones así los inmuebles sean estructuralmente iguales.

Es así como la necesidad de conseguir la mejor opción de inversión está fuertemente ligada a conocer su ubicación.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Crear un sistema de información geográfica que sirva como herramienta estratégica en el sector inmobiliario, enfocado a obtener la mejor opción de ubicación de un inmueble para la compra o renta en la ciudad de Manizales.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar información y georreferenciar los puntos de interés “*POI*” que puedan valorizar un inmueble en la ciudad de Manizales y Villamaría.
- Categorizar y georreferenciar todas las vías de la ciudad de Manizales según el Plan de Ordenamiento Territorial.
- Indicar y georreferenciar las áreas en riesgo por deslizamiento y por inundación de la ciudad de Manizales.
- Recolectar información y georreferenciar opciones de venta de inmuebles que oferten algunas constructoras de la ciudad de Manizales.
- Establecer una base de datos espacial de una inmobiliaria que contenga la ubicación de inmuebles que estén en renta en la ciudad de Manizales.

3. JUSTIFICACIÓN

La creación de un sistema de información geográfica como herramienta estratégica para el sector inmobiliario, tiene como novedad la capacidad de seleccionar un inmueble por su ubicación dependiendo si está, en estado de venta o renta, utilizando métodos de análisis espacial, basados en la necesidad de las personas de conseguir un inmueble con características espaciales definidas, basadas en la proximidad a los puntos de interés POI que posee el SIG.

La utilidad más práctica del SIG al momento de rentar un inmueble es la atención personalizada que se le da a la necesidad de cada individuo, realizando búsquedas dentro de la base de datos de una inmobiliaria por atributo y localización bajo los requerimientos espaciales y características del inmueble que la persona desea; para así, ofrecerle diferentes opciones que satisfaga las necesidades del individuo, con esto, se vería beneficiado tanto el usuario por haberle solucionado su necesidad como la inmobiliaria que tendría una herramienta que haría la diferencia en la ciudad de Manizales.

La utilidad que el SIG ofrece en la modalidad de compra es la selección de un inmueble basado en un método de selección ponderado que depende de la cercanía de puntos de interés definidos en el SIG, de esta manera se calificarían varios proyectos ofertados en venta y se clasificarían por su ubicación, lo que sería un gran beneficio para las personas que deseen invertir, ya que tendrían una herramienta muy útil para respaldar decisiones de inversión.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los SIG surgen en el contexto general de la “Sociedad de la información” en donde la disponibilidad rápida de esta es esencial para resolver problemas y contestar preguntas, aunque existen muchas definiciones, un SIG pertenece a la familia de los sistemas de información el cual está compuesto por Hardware, Software y procedimientos que son diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos georreferenciados con el fin de resolver problemas. Estos sistemas están en la capacidad de gestionar grandes volúmenes de datos, cambiando así, la forma de realizar operaciones que antiguamente se desarrollaban manualmente y con muchos errores, hoy en día son llevados a cabo automáticamente mediante los SIG, teniendo resultados que hasta ahora son más eficientes (Gutiérrez y Could, 1994; Gutiérrez, 2000 y Castellanos, 2010).

Básicamente un SIG es una base de datos espacial que contiene información cartográfica y alfanumérica, conectadas de manera que cada objeto espacial del mapa digital corresponde a un registro dentro de la base de datos, esta misma se puede descomponer en capas que representan entidades geográficas que ayudan al analista a suplir las necesidades del momento.

4.1.1 Elementos de un SIG. Según Aguilar (2001) un SIG consta de tres componentes básicos, Hardware, Software y datos, pero Gutiérrez (2000) además de estos tres componentes adiciona “*Personal Cualificado*” argumentando además que no solo es necesario contar con los cuatro elementos, sino también que exista un equilibrio entre ellos:

- **Hardware.** Los ordenadores personales son la plataforma más utilizada, debe incluir entre otros, un procesador y periféricos.
- **Software.** Formado por un conjunto de programas de ordenador que manejan los datos para realizar aplicaciones de acuerdo a las necesidades que se vayan a cubrir.
- **Datos.** Conjunto de información organizada en bases de datos, los cuales están relacionados espacialmente a puntos (lugares), líneas (conexiones o límites) y polígonos (áreas o zonas) que constituyen una representación simplificada del mundo real.

- **Personal.** Constituye una pieza fundamental. La formación de expertos en Sistemas de Información Geográfica es una cuestión fundamental a la que últimamente se está poniendo mucha atención.

4.1.2 Estructura de un SIG. Se caracteriza por tener cuatro tipos de funciones:

- **Entrada de la información.** Ésta comprende la obtención de la información, control de calidad y la conversión de información analógica a formato digital.
- **Gestión de la información.** En este paso se selecciona de la base de datos la información de interés pudiendo reorganizar todos los elementos integrados en esta selección.
- **Funciones Analíticas.** Es el elemento más característico de un sistema de información geográfica ya que facilita el procesamiento de los datos iniciales integrados en el SIG de forma que sea posible disponer de mayor información y conocimiento, pudiendo elaborar modelos que puedan resolver problemas.
- **Salida de datos.** Es la representación gráfica y cartográfica de la información.

4.1.3 Aplicaciones y funcionalidades típicas de un SIG. El trabajo de un SIG como herramienta de modelización utiliza varias funcionalidades como:

- **Consultas a la base de datos.** Además de ser una herramienta de análisis, un SIG también puede ser utilizado como instrumento de consulta; para ello, existen dos opciones de búsqueda, la primera se centra en seleccionar los registros de la base de datos deseando conocer su ubicación, la segunda es mediante la selección de varios objetos en el mapa quedando seleccionados los correspondientes en la base de datos, para así, conocer que información hay en las localizaciones seleccionadas.
- **Mediciones espaciales sobre objetos.** Pueden ser cálculos de distancia entre dos entidades geográficas, perímetro o área de un polígono. Estos cálculos muchas veces se realizan de forma automática por los SIG.
- **Superposición de capas.** Se utiliza mediante la combinación de diferentes capas para tener un mapa final con el fin de complementar el área de estudio.
- **Buffers y polígonos de thiesen.** Los buffers son utilizados en los procesos de análisis espacial en donde se quiere conocer el espacio que se encuentra a menos de una determinada distancia con respecto a un objeto dado. Los polígonos de thiesen son útiles para calcular áreas de influencia.

- **Pendientes, orientaciones y cuencas de drenaje.** A partir de un MDT (Modelo digital del terreno) se puede calcular automáticamente el valor de las pendientes y su orientación, logrando establecer modelos de erosión del terreno, dirección del flujo del agua sobre la superficie de la tierra y delimitar cuencas de drenaje.
- **Análisis de intervisibilidad.** A partir de un MDT se pueden determinar espacios visibles y no visibles, esta funcionalidad es de gran interés para la búsqueda de localizaciones óptimas en términos de visibilidad; en el caso de una emisora de radio se deben buscar puntos visibles desde amplias zonas alrededor, caso contrario el de una base militar que debe tener instalaciones ocultas.
- **Análisis de redes.** Existen redes de diferentes tipos: viales, hidrográficas, eléctricas, oleoductos, alcantarillado, etc. Todas estas se pueden representar por un SIG vectorial, el cual podría simular el movimiento de recursos, útiles en proyectos de logística y en análisis de viabilidad de nuevas instalaciones.

Las anteriores funcionalidades que pueden tener los SIG son aplicadas a diferentes campos, ya que son herramientas multipropósitos que pueden ser útiles en diferentes disciplinas. Las aplicaciones generales más comunes de un SIG son:

- Gestión catastral
- Estudios de mercado y Geomarketing
- Planificación urbana y territorial
- Ordenación del territorio
- Estudio y manejo de recursos naturales
- Planificación del transporte
- Mantenimiento y gestión de las infraestructuras básicas
- Modelación de eventos y desastres naturales
- Modelación 3D del relieve
- Estudios sociológicos y demográficos

4.1.4 Evolución de los SIG. Según Gutiérrez y Gould (1994) y Gutiérrez (2000), la primera fase de creación de los SIG sirvió para desarrollar aplicaciones de localización y condición. En una segunda fase, se utilizó los SIG como herramientas de análisis para resolver cuestiones de condición y tendencia. En la tercera fase, los SIG se orientaron hacia la gestión y toma de decisiones, pudiendo implementar modelos que permitieran predecir cuáles serían las tendencias futuras o que efectos se podrían producir en caso de que cambie algún elemento del sistema territorial. Desde la aparición en 1964 del Canadian Geographical information System (CGIS) hasta nuestros días se han desarrollado

muchas aplicaciones SIG en diferentes ámbitos, dejando de ser un campo exclusivo de geógrafos o planificadores para convertirse en una herramienta multidisciplinaria (Aguilar, 2001). Para Hu, Tang y Lu (2014) los SIG representan una nueva lengua geográfica diseñada para la era actual, ya que poseen características como: representaciones espacio-temporal y multi-dimensional, visualizaciones interactivas, escenarios virtuales geográficos, percepción de múltiples sensores y difusión de información oportuna por medio de la web; por esta razón el lenguaje SIG es considerado por Hu (2014) el más alto nivel de lenguaje geográfico alcanzado hasta ahora.

4.2 SIG COMO HERRAMIENTA DE GEOLOCALIZACIÓN

Según (Baviera, 2012) muchos de los autores plantean que el éxito de las empresas está basado en tres factores claves: “*Localización, localización y localización*”, independientemente de las decisiones tomadas en el proceso de planificación; igualmente menciona que si una tienda no funciona por haber escogido mal su ubicación puede tener un gran impacto negativo en la propia imagen de la empresa, asimismo, las empresas que utilizan sistemas de información geográfica como herramienta para la toma de decisiones tienen como beneficio: La optimización de la inversión en campañas de marketing, mayor conocimiento del mercado, habilidad de enfocar esfuerzos en determinada área, analizar el mercado para determinar precios de los inmuebles en determinado sector, visualizar e identificar puntos de ventas, oficinas, sucursales, distribuidores y competencia, pudiendo responder preguntas como ¿Es óptima la localización del apartamento que voy a comprar?, ¿dónde podré conseguir una vivienda cerca de un centro comercial?, ¿en este lugar podré ubicar mi oficina?. Muchos de los proyectos enfocados a la selección óptima de sitios, realizan procesos de búsqueda de terrenos que puedan cumplir con las condiciones definidas utilizando técnicas SIG de análisis espacial (Castellanos, 2010).

En el sector inmobiliario existen muchos casos que se pueden modelar mediante el uso de un SIG, al igual que existen muchas variables que se pueden tener en cuenta para simular comportamientos, tales como: estrato social, índice de seguridad, tipo de zona (urbana, residencial, industrial), tipo de suelo, sistema vial, entre otros. Estas herramientas son de gran utilidad siempre y cuando el enfoque y el modelo que se le dé, sea lo suficientemente necesario para satisfacer la necesidad que originó el SIG.

Según Baviera (2012) y Aguilar (2001) una de las decisiones estratégicas más importantes que ha de tomar cualquier organización es la elección del lugar donde va a ubicar sus instalaciones para desarrollar sus operaciones, puesto que determina la accesibilidad y conveniencia para los usuarios, viéndose reflejado en los ingresos de la organización, es por eso que los SIG prometen un gran futuro respecto a las necesidades de localización, donde se busca la selección de

lugares que cumplan determinadas condiciones o cuando se quiera simular las consecuencias que pueda traer determinada decisión de localización.

Para crear un SIG que arroje óptimos resultados y satisfaga a cabalidad la necesidad planteada, es necesario contar con información de buena calidad y para ello existen dos formas de capturarla: recolectarla personalmente o adquiriéndola en el mercado. El primer medio es quizá el más largo y complejo, en muchos proyectos SIG es la captura de información la fase que más tiempo ocupa. En cuando a la segunda opción, existe relativamente poca información geográfica en el mercado y en ocasiones tiene una mala calidad frente a lo que se requiere y a un precio alto (Gutiérrez, 2000).

Las herramientas SIG ofrecen las siguientes aplicaciones en el ámbito inmobiliario.

4.2.1 Localización de inmuebles. Puede localizar un inmueble en un mapa y visualizarlo en la pantalla de un ordenador pudiendo realizar una exploración de su entorno más inmediato. La búsqueda del inmueble puede realizarse desde el punto de vista del cliente como del gestor inmobiliario. Asimismo puede acceder a la localización a propiedades cuyas características complementarias sean zonas verdes aledañas, precios, situación administrativa, etc.

4.2.2. Análisis espacial. El costo de un inmueble está influenciado por la zona donde se encuentre ubicado y el contexto que lo rodea o puntos de interés “*POI*”, como por ejemplo: vías principales, bancos, supermercados, centros comerciales, iglesias, hospitales, entes educativos, CAI de policía, IPS, terminales de transporte aéreo y terrestre. El análisis espacial realizado con una herramienta SIG puede proporcionar una visión general de la situación y el entorno, permitiendo obtener un producto cartográfico como el de la imagen donde aparece un área metropolitana en la que se ha realizado una clasificación de zonas por precios, que junto a las características propias de cada inmueble serviría de base para tomar la decisión de comprar o rentar el inmueble.

4.3 ANTECEDENTES

Las características del Software SIG permiten que la información geográfica pueda ser usada en la resolución de problemas de análisis espacial, algunos estudios son basados en el procesamiento de información cualitativa y cuantitativa mediante modelos que describen comportamientos ligados a lugares específicos. Los modelos que más se destacan a la hora de realizar búsquedas de lugares óptimos son: Systems For Decision Making (DSS), Multi-criteria Decision Making (MCDM), Analytical Hierarchy Process (AHP), Weighted Linear Combination (WLC) (Buzai, 2012; Roig, 2013; Rikalovic, 2014)

Aguilar (2001) utilizó un SIG como técnica para encontrar lugares turísticos basados en criterios escogidos, el resultado de este trabajo fue la obtención de 4400 hectáreas de terreno que cumplía todas las condiciones. Estudiaron veinte hoteles y cinco de estos se encontraban dentro de las zonas seleccionadas y los cuales presentaban más rentabilidad que los otros quince hoteles.

Biere (2005) presentó un proyecto para la empresa Geomarketing Inmobiliario S.L, SGMI basado en un estudio desarrollado por el Centro de Política de Suelo y Valoraciones de la Universidad Politécnica de Cataluña, el cual se trataba de poner las bases de datos a un sistema de información encaminado al Geomarketing Inmobiliario de edificios de oficinas de Barcelona, este proyecto consistía en conducir la información necesaria sobre las características constructivas y técnicas de los edificios de oficinas, ubicando la locación más emblemática de mayor centralidad o de mayor nivel técnico en sus edificaciones con el fin de darse a conocer más de frente al público, asegurando una elección más idónea según las necesidades de cada perfil de demanda. Se utilizaron aproximadamente los datos de 683 edificios de Barcelona y de algunos municipios aledaños. Uno de los aspectos más relevantes del proyecto era obtener el valor teórico del inmueble, basado en análisis de entorno y proximidad y así reformular los modelos de localización, también encontró que los edificios con más alta puntuación están situados en parques tecnológicos.

Baviera (2012) menciona la importancia de la teoría de localización y sus perspectivas teóricas, estas son: teoría de los lugares centrales, la teoría de la interacción espacial, la teoría del valor del suelo y el principio de la diferenciación mínima. Siendo los modelos derivados de la teoría de la interacción espacial el más utilizado por las empresas en general, por lo que Baviera desarrolló un modelo mejorado de esta teoría desde el punto de vista metodológico, utilizando el modelo Multiplicativo de Interacción Competitiva (MCI) con el fin de determinar la probabilidad de que un consumidor en la situación determinada elija alguna empresa comercial minorista.

En su tesis doctoral, Roig (2013) profundizó en la investigación de la distribución espacial y la localización tanto de establecimientos comerciales como de centros tecnológicos mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica, entre las 4 técnicas que utilizó se destaca el Proceso Analítico Jerárquico o "*Analytical Hierarchy Process*" (AHP) desarrollado por Saaty en 1980, que consiste en definir un modelo jerárquico que represente problemas complejos mediante criterios y alternativas planteadas inicialmente, para luego poder elegir la mejor decisión posible. El análisis lo desarrolló en la ciudad de Murcia (España) y utilizó dos bases de datos, la del Instituto Nacional de Estadística INE (2011) con un total de 442.203 habitantes, 194.615 viviendas y la base de datos de Nielsen (2012), analizando 100 supermercados de 23 cadenas diferentes.

Debido a la creciente demanda de energía eléctrica y la escasez de agua en Egipto, Abudeif, Moneim y Farrag (2015) realizaron un trabajo en SIG para poder elegir el mejor lugar para construir una planta de energía nuclear. Para ello, tuvieron en cuenta 6 características limitantes y 22 factores ambientales, socio-económicos y de seguridad. utilizaron la superposición binaria con bajo riesgo para determinar las áreas candidatas, de estas, se eliminaron las áreas que presentaban limitaciones geográficas, graficaron en un mapa los 22 factores normalizados utilizando el método de combinación lineal ponderada (WLC, Weighted Linear Combination), las puntuaciones o calificaciones de cada factor fueron alimentados por el Analytic Hierarchy Process. Finalmente se definieron 4 lugares candidatos potenciales, todos localizados entre el noroccidente y la costa del mar rojo, se clasificaron los lugares y finalmente se determinó que el más adecuado era El Dabaa, seguido por Negila en el mar Mediterráneo.

Comber (2015) propone una modificación del clásico problema de la p-mediana que considera la distribución espacial para la ubicación de instalaciones potenciales, aplicó su modelo a un proyecto que buscaba los mejores lugares para construir facilidades de digestores anaeróbicos teniendo en cuenta la distribución espacial de la materia prima, los resultados demostraron un mejoramiento del modelo clásico del problema de la p-mediana pudiendo encontrar 35 ubicaciones óptimas de 524 posibilidades.

Yang et al. (2015) desarrollaron una aplicación web GIS llamada HoLSAT que evalúa lugares potenciales para poder ubicar un hotel, mediante el uso de algoritmos que predicen varios indicadores de éxito empresarial asociado a los sitios de ubicación de los hoteles. Para ello tuvieron en cuenta características espaciales como restaurantes cercanos, densidad de calles (accesibilidad), distancia al metro; así como también características propias del hotel como: estrellas, cantidad de camas, años de la cadena hotelera.

El presente trabajo "*SIG Como Herramienta Estratégica Para el Sector Inmobiliario en la Ciudad de Manizales*" es muy similar al desarrollado por Biere (2005) ya que el analizó cada punto según su localización, en función de ciertos parámetros que los diferencian y realizó un análisis de acuerdo a un modelo estadístico de jerarquización; la diferencia radica en que Biere creó una ficha técnica que contiene características propias de cada edificio y los calificó utilizando dicho modelo respecto a estas fichas técnicas. Definió cuatro sectores, para su respectivo análisis, Barcelona zona roja, resto de Barcelona, Periferia Parques Tecnológicos y resto de Periferia; determinando así cuales de los edificios con mejores puntuaciones se encuentran en cada sector. Para el desarrollo del presente trabajo se implementó un modelo de selección ponderado utilizando puntos de interés, los cuales dan un valor agregado a un inmueble, pudiendo así calificarlos mediante la utilización de buffers o radios, encerrando diferentes entidades geográficas que tiene el SIG y que aportan valor al inmueble. Esto quiere decir que Biere (2005) realizó primero un análisis de atributos mediante un

modelo estadístico de jerarquización y luego realizó un análisis espacial de los resultados, en cambio el “*SIG Como Herramienta Estratégica Para el Sector Inmobiliario en la Ciudad de Manizales*” realiza primero un análisis espacial de cada opción de venta y posteriormente si se desea diferenciar los resultados un análisis de los atributos.

5. METODOLOGÍA: MODELO DE SELECCIÓN PONDERADO DE UN INMUEBLE BASADO EN LA DISTANCIA A SUS PUNTOS DE INTERES MÁS CERCANOS.

El presente trabajo pretende mostrar un modelo que selecciona inmuebles basado en dos pilares de apoyo que son: las necesidades de las personas del municipio o ciudad donde se lleve a cabo la selección y la cercanía y cantidad de puntos de interés que rodeen la ubicación del inmueble a analizar. Cuando se habla de necesidades de las personas se refiere a la relación de la necesidad de vivir cerca de algún punto de interés POI específico y magnifica esta relación con la distancia que las personas preferirían que estén estos puntos de la ubicación de su futuro inmueble. En la (Figura 1) se resume el modelo a emplear el cual es explicado durante este capítulo.

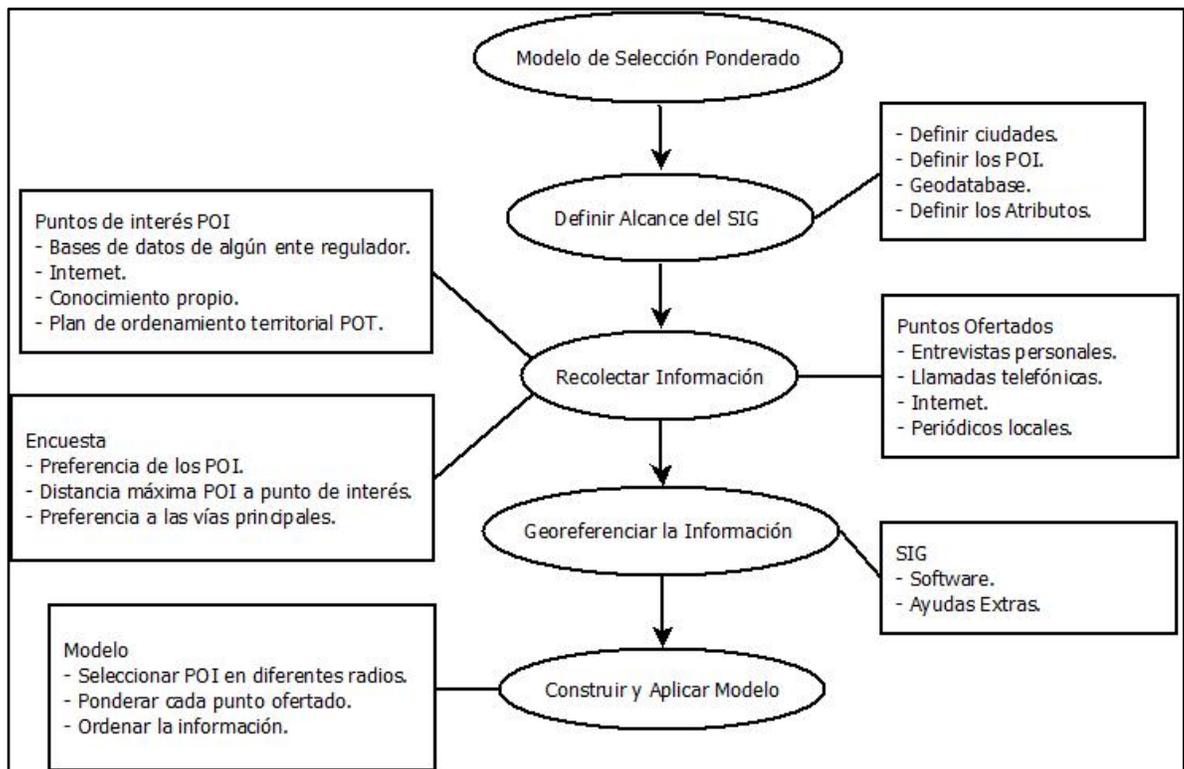


Figura 1. Modelo de selección ponderado de un inmueble basado en la distancia a sus POI más cercanos.

Primero que todo hay que definir el alcance del SIG, identificando las ciudades que van a interactuar dependiendo de su cercanía, esto para determinar si hay POI de una ciudad que puedan interactuar en otra por su cercanía; definir el límite de los puntos de interés, escoger los más relevantes que pueda tener la ciudad. La mayoría de los POI no generan una necesidad de vivir cerca de ellos ya que no

hay una relación de costumbre visitarlos diariamente o simplemente no es necesario tenerlos cerca, como por ejemplo una estación de gasolina ya que no genera un deseo de que esté cerca de casa porque cuando la persona requiera el servicio no necesariamente estará en el lugar de ubicación del inmueble; los monumentos culturales no son sitios que generen una necesidad repetitiva que nos haga desear vivir cerca de estos ya que son lugares que la cantidad de recurrencia anual por persona es muy baja, solo serían casos particulares cuando éste sea el lugar de trabajo. Adicional a definir los POI sería de mucha ayuda e importancia discretizarlos utilizando atributos.

El segundo paso y quizá el más importante de todos es la recolección de la información, donde los puntos de interés tienen una pequeña dificultad, ya que como información son muy diversificados por lo que se debe encontrar una fuente confiable de información y tratar de buscar primero entes reguladores como es el caso del sistema de salud en Colombia quien es regulado por la “*Superintendencia Nacional de Salud*”; ayuda mucho el conocimiento propio de la ciudad si la persona que desarrolla el SIG es perteneciente al lugar donde se enfoca el estudio, páginas web como motores de búsqueda, páginas amarillas pueden ser otras fuentes de información siempre y cuando se pueda verificar en varias páginas. Una gran fuente de información confiable pueden ser los planes de ordenamiento territorial “*POT*” de las ciudades, allí hay mucha información de donde se puede sacar provecho y además es oficial. Los puntos ofertados pueden ser básicamente de constructoras que estén ofertando inmuebles antes de construirlos “*Proyectos Sobre Planos*” u ofertas que las personas realizan en los periódicos locales; como se mencionó anteriormente hay que definir la conexión entre los puntos ofertados y los POI, esta conexión es básicamente la necesidad de distancia entre estos dos puntos que tenga el usuario y para ello se plantea realizar una encuesta donde se pueda conseguir directa o indirectamente la preferencia de estos.

El tercer paso de este modelo se basa en georreferenciar la información, se puede utilizar software libre o licenciado desde que tenga la opción de búsqueda y selección por atributo y locación.

La cuarta y última etapa del modelo consiste en aplicar búsquedas y selección de POI por locación (Distancia o distancias determinadas en la etapa 2), ponderar esta información para cada punto ofertado y ordenar de mayor a menor puntaje para determinar las mejores opciones por localización, según las necesidades de las personas.

5.1 ALCANCE DEL SIG.

El sistema de información geográfica “*SIG Inmobiliario MZL*” estará en la capacidad de definir la mejor opción de compra o renta de un inmueble por su

ubicación dependiendo de la cercanía de sus puntos de interés POI y la vulnerabilidad que presente el terreno a problemas geológicos como deslizamiento e inundación.

El modelo de selección ponderado de un inmueble basado en la distancia a sus puntos de interés más cercanos brindará al SIG una buena manera de elegir la mejor opción de venta de un inmueble basado en la ubicación, ya que está sujeta a las necesidades propias de varias personas, quienes escogieron la preferencia a los POI que se tienen en este trabajo, la característica geológica en el subsuelo es un agregado más al SIG y es de mucha importancia, pues muchas de las personas conocen los riesgos que pueden tener al vivir en una zona vulnerable geológicamente pero la mayoría no tienen como verificar las condiciones del terreno. Así mismo el SIG tendrá la capacidad de presentar opciones de renta de inmuebles dependiendo de las necesidades de las personas que lo quieran rentar.

5.1.1 Extensión del proyecto. Al realizar una búsqueda con criterios de proximidad entre los POI y los puntos ofertados se identificó que la zona urbana de Manizales tendría una buena representación en la realización del SIG, ya que la gran mayoría y casi en la totalidad de los POI se encuentran dentro de la zona urbana de cualquier municipio. Adicionalmente se incluyó el municipio de Villamaría porque la distancia entre zonas urbanas es aproximadamente 500 metros, pudiendo afectar el interés de algunos puntos ofertados cerca al límite de la zona urbana de Manizales. La (Figura 2) describe lo mencionado anteriormente en el cual el punto rojo representa un punto ofertado y los demás puntos los POI, el círculo rojo encierra todos los POI con un radio de 800 metros, si no se tuviera en cuenta el área urbana de Villamaría habrían muchos puntos ofertados que estarían en desventaja con otros a la hora de compararlos ya que no se tendría en cuenta algunos POI para su análisis.

- **Extensión POI.** Los puntos de interés estarán dentro de la zona urbana de Manizales y Villamaría. Se tuvieron en cuenta los más relevantes, aquellos que de alguna manera pudieran generar una necesidad de tenerlos cerca la mayoría del tiempo, estos son: los colegios, universidades, IPS, Cai de policía, parroquias, almacenes de cadena, bancos, centros comerciales y medios de transporte.
- **Extensión puntos ofertados.** Los puntos ofertados son proyectos sobre planos que están en venta por algunas constructoras, éstos estarán también como los POI dentro de la zona urbana de Manizales y Villamaría.

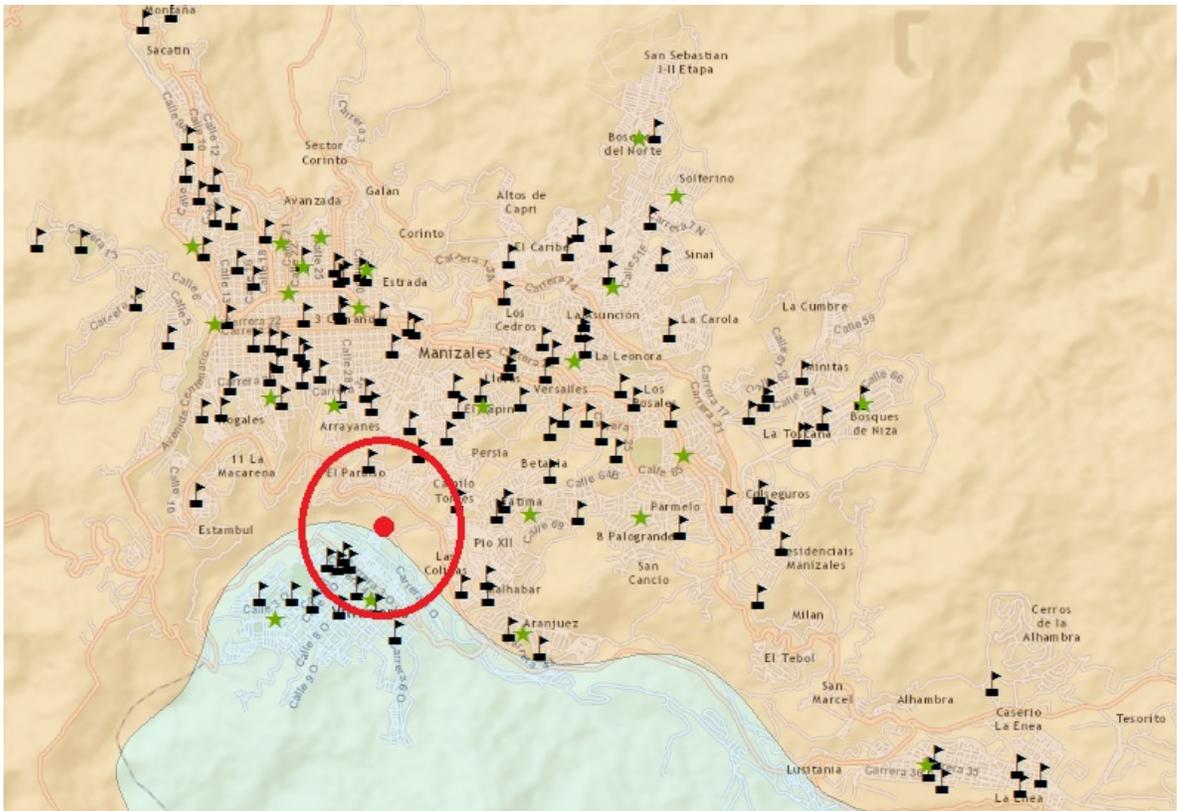


Figura 2. Extensión del SIG – área urbana de Manizales y Villamaría.

5.1.2 Estructura de la base de datos. El sistema de información geográfica que abarcara la solución a las necesidades planteadas anteriormente presenta la estructura que se ilustra en la (Tabla 1), cuya principal identificación es la File Geodatabase “SIG Inmobiliario MZL.gdb”; se creó un feature dataset llamado “SIG_Inmobiliario_MZL” con el fin de tener un sistema de coordenadas acorde y para todo el SIG; se escogió el sistema “GCS_WGS_1984” y la proyección “WGS_1984_UTM_Zone_18N” por su compatibilidad con los archivos de OpenStreetMap ya que estos se basan en este sistema geográfico para realizar publicaciones en la Web. A continuación se presenta y describe cada capa y su función dentro del SIG.

- **POI_MZL_URB.** Esta capa representa los puntos de interés “POI” que están dentro de la zona urbana de Manizales y Villamaría; se tuvieron en cuenta los subtipos “Colegio”, “Universidad”, “IPS”, “Policia”, “Parroquia”, “Almacen”, “Banco”, “Centro Comercial” y “Transporte”; estos POI son los que se tuvieron en cuenta para desarrollar el SIG ya que son los principales y además son los que las personas desearían que estén más cerca de su vivienda, contiene los atributos “NOMBRE” tipo texto, “TIPO” tipo short integer el cual lleva los subtipos, “COMENTARIO” tipo texto es el atributo que lleva la mayoría de dominios para subdividir los subtipos, “PROPIEDAD” tipo texto con el fin de

saber si el POI es público o privado y el atributo “*MUNICIPIO*” tipo texto para poder identificar si pertenece a Manizales o Villamaría.

- **Vías_Arteriales_Manizales.** Una capa tipo “*Line*” que contiene las vías principales de la ciudad de Manizales según el POT, contiene los atributos “*NOMBRE_VIA*” tipo texto que contiene el nombre de la vía, “*TIPO_ARTERIA*” tipo short integer el cual contiene los subtipos para diferenciar si es vía principal o secundaria, “*INICIACION*” y “*TERMINACION*” tipo texto que identifican el inicio y la culminación de la vía.
- **Calles.** Es una capa tipo “*Line*” que contiene el sistema vial e hídrico de Manizales y Villamaría descargadas de OpenStreetMap, inicialmente tenía muchos atributos innecesarios proveniente de esta página. Se eliminó la mayoría de atributos y se dejaron tres: “*highway*” tipo texto, “*Waterway*” tipo texto, “*Shape_Length*” tipo double; la principal función de los dos primeros es diferenciar el registro de una calle o una fuente hídrica.
- **Riesgo_Inundacion.** Capa tipo “*Polygon*” que contiene básicamente las áreas propensas a inundación de la ciudad de Manizales según el POT.
- **Riesgo_Deslizamiento.** Capa tipo “*Polygon*” que contiene las áreas vulnerables a deslizamientos en la ciudad de Manizales según el POT.
- **Inversion_SobrePlanos_MZL.** Capa tipo “*Punto*” que contiene registros de los proyectos en venta que algunas constructoras ofertan para la venta en la modalidad sobre planos en la ciudad de Manizales, se crearon diferentes atributos para poder clasificarlos o realizar búsquedas futuras con sus características propias. Estos son: “*Nombre_Proyecto*” tipo texto, contiene el nombre del proyecto ofertado; “*Tipo_Inmueble*” tipo Short Integer, contiene los subtipos que identifican si el inmueble es un apartamento, casa, local comercial o casa conjunto cerrado; “*Direccion*” tipo texto, contiene la dirección del proyecto; “*Nro_Piezas*” y “*Nro_Baños*” tipo Short Integer, contiene el número de piezas y baños que el inmueble contenga; “*Area_Construida*” tipo Double, representa el área total construida de este proyecto en venta; “*Precio_x_mdos*” tipo Double, contiene el precio por metro cuadrado del inmueble; “*Precio*” tipo Long Integer muestra el precio total de la oferta; “*Parqueadero*”, “*Gimnasio*” y “*Piscina*” tipo texto, identifican con afirmación o negación si el inmueble posee alguno de estos atributos; “*Terminado*” tipo Texto, identifica las condiciones en las cuales se entregará el inmueble por el precio registrado; “*Niveles_Inmueble*” tipo Short Integer, muestra la cantidad de pisos que el inmueble registra.
- **Inmobiliaria_Manizales.** Capa tipo “*Punto*” que contiene registros inventados que simulan la base de datos de una inmobiliaria, esta capa se creó para

realizar búsquedas de inmuebles dependiendo de las necesidades de cada persona que esté interesada en rentar un inmueble, esta capa contiene los siguientes atributos: “*Tipo_Inmueble*” tipo Short Integer, contiene los subtipos que identifican si el inmueble es un apartamento, casa, local comercial o casa conjunto cerrado; “*Nro_Piezas*” y “*Nro_Baños*” tipo Short Integer, contiene el número de piezas y baños que el inmueble contenga; “*Area_Construida*” tipo Double, contiene el área total construida del inmueble; “*Costo_Arrendo*” tipo Long Integer, representa el costo de renta para adquirirlo; “*Parqueadero*”, “*Gimnasio*” y “*Piscina*” tipo texto, identifican con afirmación o negación si el inmueble posee alguno de estos atributos; “*Niveles*” tipo Short Integer, contiene los pisos que el inmueble posea.

- **ORTO_MANIZALES.** Imagen tipo raster, contiene el ortofotomapa del área urbana de la ciudad de Manizales en formato ecw.

Tabla 1. Estructura del SIG "SIG Inmobiliario MZL".

Geodatabase: "SIG Inmobiliario MZL.gdb"							
Dataset: "SIG Inmobiliario_MZL"							
Sistema de Coodenadas: "GCS_WGS_1984"							
Proyección: WGS_1984_UTM_Zone_18N							
Feature Class							
Nombre	Data Type	Atributos		Subtipos	Dominio	Registros	
		Nombre	Tipo Dato				
POI_MZL_URB	Geometry - Point	NOMBRE	Text				
		TIPO	Short Integer	Colegio			12
				Universidad			2
				IPS			11
				Policia			64
				Parroquia			25
				Almacen			55
				Banco			55
				Centro Comercial			13
		Transporte			9		
COMENTARIO	Text			Dominio_Colegio Dominio_Policia Dominio_IPS Dominio_Parroquia Dominio_Almacen Dominio_Banco Dominio_Ccomercial Dominio_Transporte			
PROPIEDAD	Text			Dominio_Propiedad			
MUNICIPIO	Text			Dominio_Municipio			
Vías_Arteriales_Manizales	Geometry - Line	NOMBRE_VIA	Text				
		TIPO_ARTERIA	Short Integer	Principal		13	
				Secundaria		33	
		INICIACION	Text				
TERMINACION	Text						

		N						
Calles	Geometry - Line	highway	Text				3809	
		waterway	Text					
		Shape_Length	Double					
Riesgo_Inundacion	Geometry - Polygon	RIESGO	Text				39	
		Shape_Length	Double					
		Shape_Area	Double					
Riesgo_Deslizamiento	Geometry - Polygon	NAME	Text				129	
		Shape_Length	Double					
		Shape_Area	Double					
Inversion_SobrePlanos_MZ L	Geometry - Point	Nombre_Proyecto	Text				17	
		Tipo_Inmueble	Short Integer	Apartamento				13
				Casa				1
				Local Comercial				2
				Casa Cto Cerrado				1
		Direccion	Text					
		Nro_Piezas	Short Integer					
		Nro_Baños	Short Integer					
		Area_Construida	Double					
		Precio_x_mdos	Double					
		Precio	Long Integer					
		Parqueadero	Text			Dominio_SINO		
		Niveles_Inmueble	Short Integer					
Gimnasio	Text			Dominio_SINO				
Piscina	Text			Dominio_SINO				
Terminado	Text			Dominio_Acabados				
Inmobiliaria_Manizales	Geometry - Point	Tipo_Inmueble	Short Integer	Apartamento	41		182	
				Casa	92			
				Local Comercial	40			
				Casa Cto Cerrado	9			
		Nro_Piezas	Short Integer					
		Nro_Baños	Short Integer					
		Area_Construida	Double					
		Costo_Arendo	Long Integer					
		Parqueadero	Text			Dominio_SINO		
		Gimnasio	Text			Dominio_SINO		
Piscina	Text			Dominio_SINO				
Niveles	Short Integer							
ORTO_MANIZALES.ecw	File System Raster	NA	NA	NA	NA	1	1	

5.2 RECOPIACIÓN, SELECCIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La recolección de información se realizó personalmente, mediante búsquedas en organizaciones y páginas web donde la información es libre y de buena calidad, aunque como lo asegura Gutiérrez (2000) es un método largo y complejo, se puede obtener con bajo presupuesto. Las principales fuentes de información fueron las páginas web, los entes reguladores de cada POI y el plan de ordenamiento territorial.

Los planes de ordenamiento territorial tienen una estrecha relación con los sistemas de información geográfica, convirtiéndose en una herramienta potencial en el urbanismo (Castellanos 2010). Manizales adoptó el primer POT mediante el acuerdo municipal 508 del 12 de Octubre del 2001, modificado y adicionado posteriormente por los acuerdos 573 del 24 de Diciembre del 2003 y el actual que corresponde al acuerdo 663 del 13 de Septiembre del 2007 (Gil y Jaramillo, 2013). Cabe destacar que aunque la última modificación del POT se realizó en el año 2007, es la información oficial que se maneja en la ciudad.

5.2.1 Extensión del SIG Área urbana de Manizales y Villamaría. Para definir geográficamente el área de interés, se descargaron los límites municipales de Colombia en formato Shape del sistema de información para la planeación y el ordenamiento territorial SIG-OT "<http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/default.aspx>", y se extrajeron los límites de los municipios de Manizales y Villamaría; estos datos corresponden a la normativa vigente al 1 de mayo del 2009.

5.2.2 Puntos de interés POI OSM. OpenStreetMap es un proyecto colaborativo para construir y editar información geográfica en la web, contiene puntos de interés donde se encuentran bancos, gasolineras, hospitales, hoteles, universidades y muchos más; también posee carreteras con su dirección, etc. esta información es libre. Se instaló la tool box de OpenStreetMap para Arcmap "*ArcGis Editor for OpenStreetMap 10,0*" con el fin de descargar los puntos de interés (POI) de los municipios de Manizales y Villamaría. Se intentó utilizar varias herramientas de la tool box teniendo problemas de alcance, ya que tiene un límite de descarga de 50.000 nodos y el área de interés es bastante extensa por lo que no se pudo usar esta tool box. Finalmente se encontró un servidor libre llamado Geofabrik's "<http://download.geofabrik.de/osm/>" que extrae la información de OpenStreetMap constantemente, de allí se descargaron los POI en formato Shape de todo Colombia actualizados al 06 de Septiembre del 2014.

5.2.3 Entes educativos. La base de datos de los entes educativos se construyó con la ayuda del Sistema de consulta de las instituciones educativas del país “*Buscando Colegio*” de la página web del ministerio de educación “www.mineducación.gov.co”. Se descargó la base de datos de todos los entes educativos de Manizales y Villamaría encontrando 374 registros que comprenden los niveles preescolar, básica primaria, básica secundaria (Información consultada el 28 de Enero del 2015). Adicional y con la ayuda del directorio de instituciones educativas oficiales del 2014 de la alcaldía de Manizales se validó la base de datos. Las Universidades se consultaron con ayuda del SNIES “*Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*” del ministerio de educación, este sistema de información contiene las instituciones de educación superior aprobadas por el ministerio con carácter académico como instituciones técnicas, tecnológicas y universitarias. Para la ciudad de Manizales arrojó 5 resultados de los cuales y en conjunto con sus sedes universitarias se obtuvieron 9 registros. Finalmente se analizó la información y se determinó solamente dejar los entes educativos desde básica primaria hasta universidad eliminando de estos registros, los entes educativos con cierre temporal y definitivo, los que se encuentran en zona rural y también los jardines (preescolar).

- **Grados de escolaridad.** La *Tabla 2* ilustra el resumen de la educación formal en Colombia que la mayoría de la población cursa, los grados de escolaridad se dividen básicamente en 5 grupos que son preescolar, básica primaria, básica secundaria, educación media y educación superior, para un mejor manejo de los puntos de interés respecto a los entes educativos, se dividieron los registros en “*Escuela*”, “*Colegio*” y “*Escuela-Colegio*”. Básica primaria se entendería como “*Escuela*”, básica secundaria y educación media se entendería como “*Colegio*” y los entes educativos que tengan los grados de primaria, secundaria y educación media son catalogados como “*Escuela-Colegio*” o al menos que cumplan o lleguen a tener hasta el grado 9°. Finalmente se establecieron 122 registros con el subtipo “*Colegio*” (Anexo A) y 9 registros con el subtipo “*Universidad*” (Anexo B).

Tabla 2. Grados de escolaridad y definición de dominios para los entes educativos.

Grado	Nivel Institucional	Dominio del atributo Colegio y Universidad		Registros
Prejardín	Jardín Infantil / Educación Preescolar	Eliminado de los registros		252
Jardín				
Preescolar				
Kínder				
Transición				
1°	Básica Primaria	Escuela	Escuela-Colegio	122
2°				
3°				
4°				
5°				
6°	Básica Secundaria	Colegio	Escuela-Colegio	122
7°				
8°				
9°				
10°				
11°	Bachillerato / Educación Media			
Universidad	Universidad / Educación Superior	Universidad		9

5.2.4 Policía. Se consultó la página web de la policía nacional en la sección de comandos por departamento donde se encontraron los diferentes distritos del departamento (ver *Tabla 3*), Caldas está compuesto por 7 distritos que cubren todos los municipios del departamento, el distrito Numero uno el cual tiene a Manizales como municipio base contiene los municipios de Neira, Manizales y Villamaría, de allí se consultaron los cuadrantes del Municipio de Manizales y Villamaría y se recopilaron 25 registros de los cuales 22 son CAI de policía y 3 son estaciones de policía (Anexo C), para corroborar la veracidad de la información se consultó el área de atención ciudadana del departamento de policía de Caldas. Adicional a esto se consultó el SIG de la policía nacional basada en webmap de Esri y se encontró incongruencia con los puntos georreferenciados que representan los CAI, esto posiblemente por problemas de proyección y/o de coordenadas por lo que no se tuvo en cuenta el SIG de la policía para validar la información.

Tabla 3. Distritos de la policía del departamento de Caldas y su municipio base.

Distritos	Municipio Base
Distrito Uno	Manizales
Distrito Dos	Chinchiná
Distrito Tres	Anserma
Distrito Cuatro	Riosucio
Distrito Cinco	Salamina
Distrito Seis	Manzanares
Distrito Siete	La Dorada

5.2.5 Instituciones Prestadoras de Salud (IPS). Se consultó en la página de la Superintendencia Nacional de Salud “www.supersalud.gov.co” todas las IPS que hay en el departamento de Caldas, encontrando 155 registros (información consultada el 04 de Febrero del 2015).

De los 155 registros no se tuvieron en cuenta las IPS de consultoría, auditorías, administración de sistemas de salud, centros de rehabilitación por consumo de sustancias psicoactivas, grupos de rescate o prestación de servicio de ambulancias ya que no representarían ningún tipo de interés a las personas que quieran vivir cerca de una IPS de este tipo. Para un mejor control de calidad se verificó en internet cada IPS que tuviera página Web con el propósito de identificar el servicio que presta, así como la verificación de su Matricula activa en el RUES (Registro Único Empresarial y Social Cámaras de Comercio). Finalmente se dejaron 64 registros entre la ciudad de Manizales y Villamaría (Anexo D).

- **Niveles de Complejidad IPS.** Para efectos de clasificar las IPS, se consultó la Resolución N° 5261 del 5 de Agosto de 1994 por la cual se establece el manual de actividades, intervenciones y procedimientos del plan obligatorio de salud en el sistema general de seguridad social en salud; dicha resolución menciona como clasificar las IPS según el nivel de complejidad que pueda tratar dicha entidad, los niveles de baja complejidad son aquellas instituciones que prestan servicio de prevención de la enfermedad, consultas médicas y odontológicas, internación y atención de urgencias y partos de baja complejidad. Las IPS de mediana complejidad son instituciones que cuentan con atención de las especialidades básicas como lo son pediatría, cirugía general, medicina interna, ortopedia y ginecobstetricia con disponibilidad las 24 horas en internación y valoración de urgencias, además ofrecen servicios de consulta externa por especialistas. Las IPS de alta complejidad cuentan con servicios de neurocirugía, cirugía vascular, neumología, nefrología, dermatología, etc. con atención por especialista las 24 horas, tiene servicio de urgencias, medicina nuclear, unidades especiales como cuidados intensivos y unidad renal, ver (Tabla 4).

Tabla 4. Niveles de Complejidad IPS.

Niveles de Complejidad	Características	Dominio_IPS
Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de promoción de la salud y prevención de la enfermedad. • Consulta médica y odontológica. • Internación • Atención de urgencias • Partos de baja complejidad 	Primer Nivel
Media	<ul style="list-style-type: none"> • Atención de las especialidades básicas como lo son pediatría, cirugía general, medicina interna, ortopedia y ginecobstetricia. • Disponibilidad las 24 horas en internación y valoración de urgencias. • Consulta externa por especialista. • Laboratorios de mayor complejidad. 	Segundo Nivel
Alta	<ul style="list-style-type: none"> • Especialidades tales como neurocirugía, cirugía vascular, neumología, nefrología, dermatología. • Atención por especialista las 24 horas • Servicio de urgencias • Radiología intervencionista • Medicina nuclear. • Unidades de cuidados intensivos y unidad renal. 	Tercer Nivel

5.2.6 Parroquias. Según un estudio del Pew Research Center con sede en Washington asegura que al año 2010 el 82,3% de los colombianos eran católicos, sabiendo que los puntos de interés religiosos son mejor representados por sus lugares de culto, se decidió centrar los POI en las iglesias católicas. La Arquidiócesis de Manizales está dividida, pastoral y geográficamente, en cuatro Zonas Episcopales que comprenden el Oriente, Occidente, Norte y Sur del departamento; estas a su vez están divididas en Vicarías Foráneas, ver (Tabla 5). Se consultó la página web de la arquidiócesis de Manizales <http://www.arquidiocesisdemanizales.com/> de donde se obtuvieron las parroquias correspondientes a cada Vicaría Foránea.

Las parroquias que se encuentran en Manizales y Villamaría están dentro de la zona Oriente y Occidente de la episcopal de Manizales, éstas corresponden a las zonas 1 y 2 de la (Tabla 5) por lo que de allí se obtuvieron 63 registros de los cuales se eliminaron 5 parroquias rurales, 2 que no se encontraron con las direcciones consultadas y 1 correspondía al municipio de Chinchiná; en total se dejaron 55 registros (Anexo E).

Tabla 5. Zonas Episcopales de la Arquidiócesis de Manizales

Zonas Episcopales	Vicarías Foráneas
Nº 1. Zona Episcopal Oriente: “Cristo Rey”	Vicaría Foránea Cristo Rey
	Vicaría Foránea Ntra. Sra. de Fátima
	Vicaría Foránea San Pío X
	Vicaría Foránea Sagrados Corazones
Nº 2. Zona Episcopal Occidente: “Ntra. Sra. del Rosario”	Vicaría Foránea Ntra. Sra. del Rosario
	Vicaría Foránea San Antonio
	Vicaría Foránea El Divino Salvador
Nº 3. Zona Episcopal Norte: “La Inmaculada Concepción”	Vicaría Foránea Medio Norte
	Vicaría Foránea Extremo Norte
Nº 4. Zona Episcopal Sur: “Nuestra Señora de las Victorias”	Vicaría Foránea Ntra. Sra. de las Mercedes
	Vicaría Foránea Ntra. Sra. de las Victorias

5.2.7 Tiendas y supermercados de cadena. Según el acuerdo 663 del 2007, última modificación del POT de la ciudad de Manizales, citan y clasifican el comercio dependiendo de sus actividades, áreas de establecimiento y tipo de artículos en venta. Dentro de la clasificación C-7 están *“Supermercados, Hipermercados, Almacenes por departamento y centros comerciales cuyos establecimientos están destinados a la venta al detal y al por mayor de víveres y artículos complementarios, personales y para el hogar, además algunos de ellos cuentan con reglamentación interna y áreas comunes para su funcionamiento, cuyo uso es exclusivo para comercio y servicios. Como parte integral de ellos cuentan los parqueaderos, las circulaciones internas, los locales y las áreas de servicios comunes”*. Se consultó en la web cada una de las páginas de los supermercados y tiendas de cadena tanto en la ciudad de Manizales como de Villamaría, en total se obtuvieron 55 registros correspondientes a tiendas de cadena y supermercados (Anexo F).

5.2.8 Bancos. Según el acuerdo 663 del 2007, última modificación del POT de la ciudad de Manizales, los establecimientos destinados a las actividades bancarias crediticias y/o similares, están bajo la sigla S-13. Como puntos de interés solamente se tomó en cuenta las oficinas principales y sucursales en la ciudad, no se tuvieron en cuenta cajeros electrónicos ni corresponsales no bancarios, ya que estos no representarían un POI lo suficiente llamativo como para escoger una

propiedad, en los municipios de Manizales y Villamaría hay 21 cadenas bancarias, se consultó la página web de cada una y se obtuvieron 58 registros (Anexo G).

5.2.9 Centros Comerciales. Para los centros comerciales se utilizó la misma clasificación de las tiendas y almacenes de cadena el cual y según acuerdo 663 del 2007, última modificación del POT de la ciudad de Manizales citan y clasifican como C-7 los centros comerciales, se consultó en la web los centros comerciales de la ciudad de Manizales y Villamaría, en total se obtuvieron 13 registros (Anexo H).

5.2.10 Transporte. Para la movilidad diaria de las personas, la ciudad de Manizales cuenta con tres tipos de transporte, terrestre, aéreo y cable aéreo.

- **Terrestre.** La ciudad de Manizales tiene un terminal de transporte terrestre ubicada en el sector de los Cábmulos donde diariamente se despachan vehículos hacia varias ciudades del país, también cuenta con terminales de buses y busetas que para este trabajo no se tuvieron en cuenta porque no generan un interés de tenerlas cerca de un inmueble ya que representan solo un punto de partida y llegada de una ruta; también cuenta con una terminal de transporte mixta ubicado en el sector de la galería, cuyas rutas principalmente cubren el área rural de Manizales. El municipio de Villamaría no cuenta con terminal de transporte porque hace parte del área metropolitana de Manizales y se beneficia de las busetas de la ciudad por su cercanía.
- **Cable Aéreo.** El Cable Aéreo de Manizales es una alternativa de transporte que se construyó para la ciudad de Manizales y Villamaría con el propósito de suplir la necesidad de la difícil topografía de la región, cuenta con 6 estaciones de cable aéreo, estas son: Estación Cambulos, Estación Betania, Estación Fundadores, Estación Villamaría, Estación Camino la Palma; Estación los Yarumos. Estas últimas dos se encuentran fuera de servicio.
- **Aéreo.** Manizales cuenta con un aeropuerto nacional llamado aeropuerto La Nubia ubicado en el barrio La Enea.

En total se recolectaron 9 registros (Anexo I).

5.2.11 Vías y arterias principales de Manizales. El artículo 33 del acuerdo 663 del 13 de Septiembre del 2007 el cual modifica el artículo 44 del acuerdo municipal 508 de 2001 que trata sobre la localización de la infraestructura para el sistema vial y de transporte urbano de la ciudad de Manizales, es la última actualización de la caracterización de las vías o arterias principales de la ciudad. Las diferentes

vías que conforman la red vial básica urbana son: Vías arterias principales, vías arterias secundarias y vías colectoras.

- **Vías arterias principales.** Según el POT estas vías se describen como sigue: *“Por medio de estas vías se conectan los sectores urbanos y rurales distantes, integrándolos a la actividad urbana propiamente dicha; alojan volúmenes vehiculares intensos a velocidades medias. Todos los movimientos de larga distancia desde y dentro de la ciudad, se deben canalizar a lo largo de estas vías. Deben presentar las mejores características geométricas, de modo que garanticen la circulación adecuada de los vehículos.”* En la (Tabla 6) se puede observar las vías principales con su nombre y su punto de origen y terminación.

Tabla 6. Vías arterias principales de la ciudad de Manizales según el POT

NOMBRE VÍA	INICIACIÓN	TERMINACIÓN
Av. Kevin Ángel	Glorieta Autónoma	Túneles Batallón
Av. Gilberto Álzate	Parque Olaya Herrera- Calle 12	Parque Fundadores - Calle 32
Av. Santander	Parque Fundadores -Calle 32	Batallón - Calle 71
Av. Paralela	Parque Fundadores- Calle 33	Glorieta Univ. Nacional
Av. Centenario	Estación Uribe	Parque Olaya Herrera - Cra 23 Cll 12
Variante Sur	Glorieta San Marcel	Estación Uribe
Vía al Magdalena	Maltería (Petro Rojo)	Glorieta San Marcel
Av. Alberto Mendoza	Batallón-Calle 71	Glorieta San Marcel
Av. Colon (1ª Etapa)	Glorieta Autónoma	Av. Colón Calle 34
Conexión Fundadores No 2	Antiguo Mercado Libre	Fundadores - Calle 33 A
Conexión Fundadores No 1	Antiguo Mercado Libre	Bomberos
Carrera 18	Av. Colón Calle 34 Av.	Gilberto Alzate - Calle 28
Calle 38	Glorieta Autónoma	Calle 26

- **Vías arterias secundarias.** Según el POT estas vías se describen como sigue: *“Estas vías efectúan la distribución del tránsito vehicular dentro de los diferentes sectores de la ciudad. Constituyen la unión entre estos y las vías arterias principales. Deben presentar buenas características geométricas, de modo que garanticen la circulación adecuada de los vehículos”.* En la (Tabla 7) se puede observar las vías secundarias con su nombre y su punto de origen y terminación.

Tabla 7. Vías arterias secundarias de la ciudad de Manizales según el POT

NOMBRE VÍA	INICIACIÓN	TERMINACIÓN
Av. José Restrepo	Carrera 1	Cll 10 Cra 8
Av. Bernardo Arango	Glorieta Villapilar-Cra 5	Carrera 18
Av. Doce de Octubre	Cra 22 Cll 14	Mon. Colonizadores-Cra 9
Conexión Parque Olaya-La Francia	Parque Olaya Herrera-Cra 10	Cra 15 Cll 4 B
Circuito Chipre-Calle 10	Av. Doce de Octubre-Cra 15	Av. José Restrepo-Cra 8
Calle 20	Carrera 10	Carrera 26
Calle 21	Carrera 10	Carrera 26
Calle 25	Carrera 12	Subestación Marmato -Carrera 28
Calle 26	Carrera 12	Carrera 26
Carrera 20	Calle 33 A	Calle 17
Carrera 21	Calle 16	Calle 33 A
Carrera 22	Calle 14	Calle 32
Carrera 24	Calle 15	Av. Paralela-Ondas de Otún
Calle 14	Carrera 22	Carrera 23
Carrera 25	Calle 15	Av. Paralela-Ondas de Otún
Banca del Ferrocarril	Subestación Marmato	Malhabar-Calle 67
Circuito San Jorge-Leonora	Univ. Autónoma	Av., Kevin Angel-Calle 58
Calle 51	Av. Kevin Angel	Av. Santander
Carrera 24	Calle 45	Calle 52
Av. Las Araucarias-Calle 45	Av. Santander	Avenida Paralela
Calle 48	Av. Santander	Av. Paralela
Calle 49	Av. Santander	Campín-Cra 28
Conexión Prado-Confamiliares	Cll 48-Vía Villamaría	Calle 50 Carrera 24
Av. Guamo	Av. Kevin Angel	Acceso Bosques del Norte
Calle 63 Vía a Minitas	Cancha Minitas-Cra 11 C	Av. Kevin Angel-Diagnosticentro Aguas de Manizales
Conexión Sultana-El Cable	Colegio Urbano Ruiz	Cra 23 Cll 64A-65
Carrera 23 (Milán)	Calle 71 (Batallón)	Planta Niza-Transversal 72
Calle 67	Glorieta S. Rafael	ICA
Av. Sena	Vía al Magdalena	Av. Cumanday
Av. Lindsay	Av. Santander	Glorieta Universidad Nacional
Av. Silvio Villegas	Glorieta Universidad Nacional	La Fuente-Calle 67
Vía Fátima	Av. Paralela	Variante sur-Los Cábulos
Vía a Villamaría	Ondas de Otún	Variante Sur

- **Vías colectoras.** Según el POT estas vías se describen como sigue: “Estas vías distribuyen el tránsito dentro de las distintas áreas que conforman la ciudad, es decir, permiten la accesibilidad directa a las zonas residenciales, institucionales y recreacionales. Son el vínculo entre las vías arterias y las vías locales”.

Para el presente trabajo se tomaron las vías arteriales principales y secundarias por ser las más importantes en el sistema vial, el resto de vías como las colectoras estarán dentro del SIG pero se marcara la diferencia entre ellas.

5.2.12 Riesgos geológicos. Según (Smith, 2001), una amenaza es un proceso o evento producido por un fenómeno natural o inducido por el hombre con el potencial de crear un daño o pérdida a personas o bienes materiales, el riesgo es la probabilidad de que estos eventos ocurran.

- **Riesgo por deslizamiento.** En el Capítulo 1 “Suelo urbano” sección 1.7.8.1 “Amenaza preliminar por deslizamiento” del Plan de Ordenamiento Territorial de Manizales describen los parámetros para determinar qué clase de amenaza tiene el área de estudio, estas son: amenaza Alta, moderada y baja ver (Tabla 8). Para el presente trabajo se tuvo en cuenta el grado de amenaza alto cuyo principal parámetro es la pendiente mayor a 25°.

Tabla 8. Parámetros para la determinación de la amenaza por deslizamiento para la ciudad de Manizales.

FORMACIONES SUPERFICIALES	PROCESOS EROSIVOS	PENDIENTES	COBERTURA	AGENTES DETONANTES	GRADOS DE AMENAZA
-Depósitos de Caída Piroclástica.	Deslizamientos Activos			Saturación del Terreno por llluvias	ALTA
-Formación Casabianca.	Cárcavas	Mayores a 25°	Cultivos	Uso inadecuado del Suelo	
-Formación Manizales.				Angulo de la pendiente	
-Formación Quebradagrande (Suelo Residual y Capas de la Roca a favor de la pendiente)	Reptación				
	Deslizamientos durmientes y estables	15° - 25°	Asentamientos Subnormales	Sismos	
	Surcos				
-Depósitos Coluviales.	Erosión Laminar			Daños en Acueducto y Alcantarillado	
-Depósitos Aluviales.	Erosión Laminar		Pastos, Bosques Secundario, Plantado y Rastrojo		BAJA
-Material de Lleno	Patas de Ganado	0° - 15°	Obras de Estabilidad		

(Tomado del POT de la ciudad de Manizales Capítulo 1 Suelo Urbano, tabla 1.3)

- **Riesgo por inundación.** En el Capítulo 1 “*Suelo urbano*” sección 1.7.8.2 “*Amenaza preliminar por inundación*” del Plan de Ordenamiento Territorial de Manizales describe la clasificación de terrenos en riesgo preliminar por inundación, estas son: amenaza alta, moderada y baja. Para el presente trabajo se tuvo en cuenta el grado de amenaza alto y moderada que corresponde a las zonas de llanuras de inundación conformadas por depósitos aluviales actuales y flujos de escombros, con pendientes inferiores a 15° y en donde se tienen reportes históricos de la ocurrencia de este fenómeno.

5.2.13 Puntos de inversión. Se visitaron personalmente diferentes constructoras en la ciudad de Manizales recolectando información de sus proyectos sobre planos, logrando conformar una base de datos de 17 registros que corresponden a 12 ubicaciones diferentes, la información recolectada contiene las características y necesidades principales que un inmueble pueda tener (Anexo J), cabe resaltar que la información se recopiló mediante entrevista con los vendedores por lo que podría tener algunas modificaciones por parte de las constructoras durante el tiempo de venta de estos proyectos. Los atributos que se utilizaron para caracterizar los inmuebles que hacen parte de los puntos de inversión se pueden ver en la (Tabla 1), básicamente son nombre del proyecto, tipo de inmueble, dirección, número de piezas y baños, área construida, valor del metro cuadrado, precio del inmueble si es con acabados o sin acabados, si el costo del inmueble incluye parqueadero, si el área donde se encuentra el inmueble tiene piscina, gimnasio, áreas verdes.

5.2.14 Ortofotomapa de la zona urbana de Manizales. En el 2010 se realizó un proyecto en conjunto con la alcaldía de Manizales y la Universidad de Manizales para obtener un ortofotomapa de la zona urbana de la ciudad, la empresa Aeroestudios S.A tomó las fotografías aéreas y las procesó. Gracias a la Universidad de Manizales se pudo tener acceso a esta información de la cual se extrajo el ortofotomapa de la zona urbana de la ciudad de Manizales, con el fin de mejorar el aspecto visual del SIG y eliminar la dependencia al uso de internet por la utilización de los Basemap.

5.3 GEORREFERENCIAR LA INFORMACIÓN.

Para crear un SIG se necesita de tres insumos básicos: un mapa digital con capas cartográficas y descriptivas, software GIS con el fin de poder interactuar con los mapas y direcciones georreferenciadas que representen lugares. Para el presente trabajo se utilizó Arcmap 10.0 con el nivel de licencia “*ArcInfo*” el cual presenta una facilidad y comodidad a la hora de manejar información espacial, lo que hace de este programa una buena opción ya que puede manejar diferentes tipos de basemap como es el caso de “*OpenStreetMap Basemap*” cuya información

cartográfica coincide con los datos descargados de Geofabrik (quienes a su vez extraen la información de OpenStreetMap de manera constante), también cabe destacar la comodidad del manejo de la información por medio de ArcCatalog.

Para tener un manejo más fácil del SIG mientras se construía, se crearon 6 marcadores espaciales llamados “Bookmarks” (Figura 3), Estos sirvieron para identificar ubicaciones geográficas que se utilizaron constantemente y así poder regresar rápidamente a estas zonas sin necesidad de aplicar el Zoom.

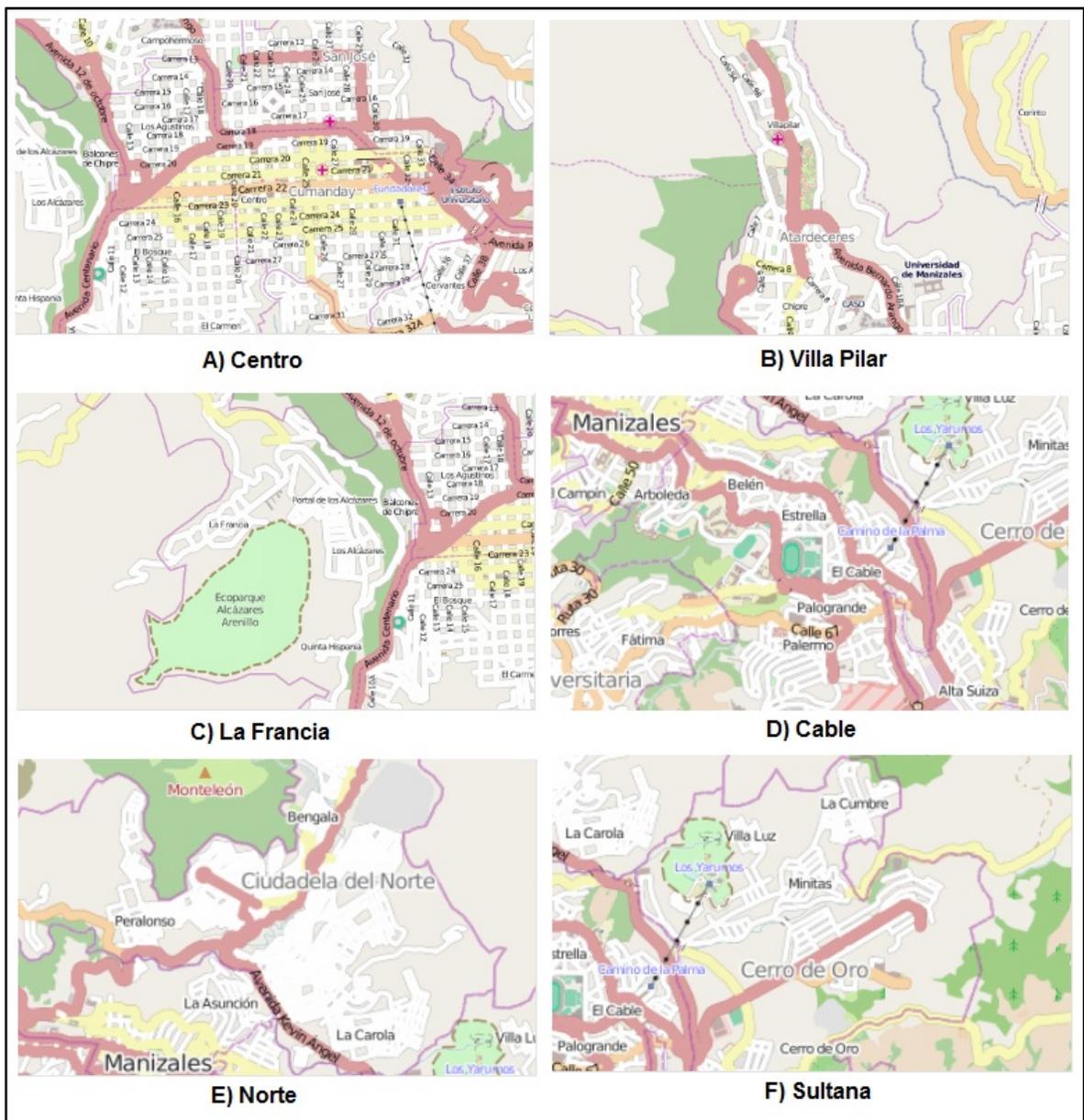


Figura 3. Bookmarks utilizados en el SIG para georreferenciar la información.

Para clasificar la información y tener un mejor control a la hora de realizar búsquedas por atributo y subtipos se crearon dominios para cada subtipo (*Tabla 1* y *Tabla 9*).

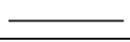
Tabla 9. Dominios utilizados en el SIG “SIG Inmobiliario MZL”.

Nombre	Tipo Campo	Tipo Dominio	Descripción
Dominio_Colegio	Text	Code	Colegio
			Escuela
			Escuela-Colegio
Dominio_Policia	Text	Code	Estación
			CAI
Dominio_Propiedad	Text	Code	Público
			Privado
Dominio_Municipio	Text	Code	Manizales
			Villamaría
Dominio_IPS	Text	Code	Primer Nivel
			Segundo Nivel
			Tercer Nivel
Dominio_Parroquia	Text	Code	Parroquia
Dominio_Almacen	Text	Code	Éxito
			Carulla
			Constructor
			Homecenter
			La 14
			Olimpica
			Mercaldas
			Confamiliares
			Ara
			Tiendas D1
			Panamericana
			Supermercado Del Centro
Dominio_Banco	Text	Code	Banco Agrario
			Banco Agrario
			Banco Av Villas
			Bancamía
			BBVA
			Banco de Bogotá
			Banco Caja Social
Citibank			

			Bancolombia
			Banco Colpatría
			Bancoomeva
			Corpbanca
			Davivienda
			Banco Falabella
			GNB Surameris
			Banco Helm
			Banco de Occidente
			Banco Pichincha
			Banco Popular
			Banco de la República
			Banco wwb
Dominio_Ccomercial	Text	Code	Centro Comercial
Dominio_Transporte	Text	Code	Terminal Terrestre
			Terminal Aéreo
			Terminal Cable
Dominio_Terminado	Text	Code	Gris
			Acabados
Dominio_SINO	Text	Code	SI
			NO
			No Aplica

Adicional a los dominios que sub-clasifican cada atributo, se crearon otros dominios con el fin de caracterizar mejor los POI, estos son: “*Dominio_Propiedad*” para identificar si el propietario es público o privado, “*Dominio_Municipio*” para identificar si el POI se encuentra en Manizales o Villamaría, “*Dominio_Terminado*” para determinar si el inmueble se entrega en obra gris o con acabados, “*Dominio_SINO*” para determinar afirmación o negación de algún atributo, como por ejemplo, si tiene o no parqueadero, piscina, gimnasio. Para poder diferenciar gráficamente los subtipos y dominios y con el fin de ilustrar mejor la información del SIG, se implementó la simbología que se presenta en la (Tabla 10), cabe mencionar que no se aplicó ningún tipo de normas de simbología, simplemente se utilizaron símbolos que representan los POI a primera vista.

Tabla 10. Simbología utilizada en el SIG "SIG Inmobiliario MZL".

Capa	Geometría	Item	Nombre Símbolo	Símbolo	Tamaño
POI_MZL_URB	Punto	Colegio	School 1		18
		Universidad	School 1		18
		Hospital	Hospital 2		18
		Policia	Star 1		18
		Parroquia	Cross 2		18
		Almacen	Vagrancy, Shoppin Cart (Modificado)		18
		Banco	Bank		18
		Centro Comercial	Mall		18
		Transporte	Bus Station		18
Inversion_SobrePlanos_MZL	Punto	Todos	Light		25
Vías_Arteriales_MZL	Línea	PRINCIPAL	Highway		2
		SECUNDARIA	Highway		2
Calles	Línea	highway	Arterial Street		0,8
		waterway	Highway		2
Riesgo_Inundacion	Polígono	Todos	Water intermittent		2
Riesgo_Deslizamiento	Polígono	Todos	Biohazard Overlay		2
Inmobiliaria_Manizales	Punto	Todos	Circle 3		15

Para ilustrar el procedimiento general que se utilizó para georreferenciar los POI, se creó un esquema (*Figura 4*) que describe este proceso en 4 pasos así:

Primer paso "*Base de datos*": Antes de georreferenciar la información se construyó la base de datos y hasta no haber filtrado la información, no se dio inicio a ubicarlos geográficamente, ya que mientras se realizaban las consultas se encontraron otros atributos que ayudaron a caracterizar mejor la información, la base de datos de los POI se construyó inicialmente con entes gubernamentales que manejan la información, como lo es el caso de las instituciones educativas que son acogidas por el ministerio de educación, las instituciones prestadoras de salud IPS son reguladas por la superintendencia de salud, las iglesias que

conforman la arquidiócesis de Manizales; como estas, hay otros POI que no son fáciles de consultar en forma grupal, como lo son los bancos, almacenes de cadenas y centros comerciales, son puntos de interés dispersos que se consiguen utilizando motores de búsqueda como páginas amarillas o sus páginas web oficiales individuales.

Segundo paso “*Control de calidad*”: una vez construida la base de datos de cada POI se aplicó los filtros necesarios para tener una buena calidad de la información; como por ejemplo en los entes educativos se descartaron los jardines y los entes educativos del área rural, porque el área de influencia del SIG se centra en la zona urbana de Manizales y Villamaría. Como la información que existe en la web no es del todo confiable, en el caso de las IPS se verificó el estado de cada IPS (activo/inactivo) ante la cámara de comercio con su respectivo NIT y en la mayoría de los casos se consultó cada POI en internet con el fin de verificar su existencia y su actividad.

Tercer paso “*Verificar Ubicación*”: En la base de datos se establecía obligatoriamente la dirección de cada POI, con ella se verificaba primero si se encontraba en el SIG de la alcaldía de Manizales o en el SIG del IGAC, también se utilizó la simbología del Basemap “*OpenStreetMap*” para identificar fácilmente los bancos, hospitales y entes educativos ya que todos tienen simbología diferente, pudiendo facilitar la ubicación de estos. La herramienta que más se utilizó para verificar las direcciones fue Google Street View, esta permitió navegar y visualizar las calles de la ciudad pudiendo encontrar con mucha más facilidad los POI, siendo un respaldo a las herramientas anteriores, la única desventaja es que presenta imágenes tomadas 2 o 3 años atrás.

Cuarto paso “*Georreferenciar*”: es el paso de más responsabilidad ya que una mala ubicación puede generar diferentes resultados en el SIG, para ello se utilizó los basemaps de Arcmap “*Streets*” y “*OpenStreetMap*” con el propósito de identificar la dirección fácilmente y compararla con la ubicación del POI encontrada en el paso anterior, una vez coincidieran los puntos se georreferenciaba el punto de interés.

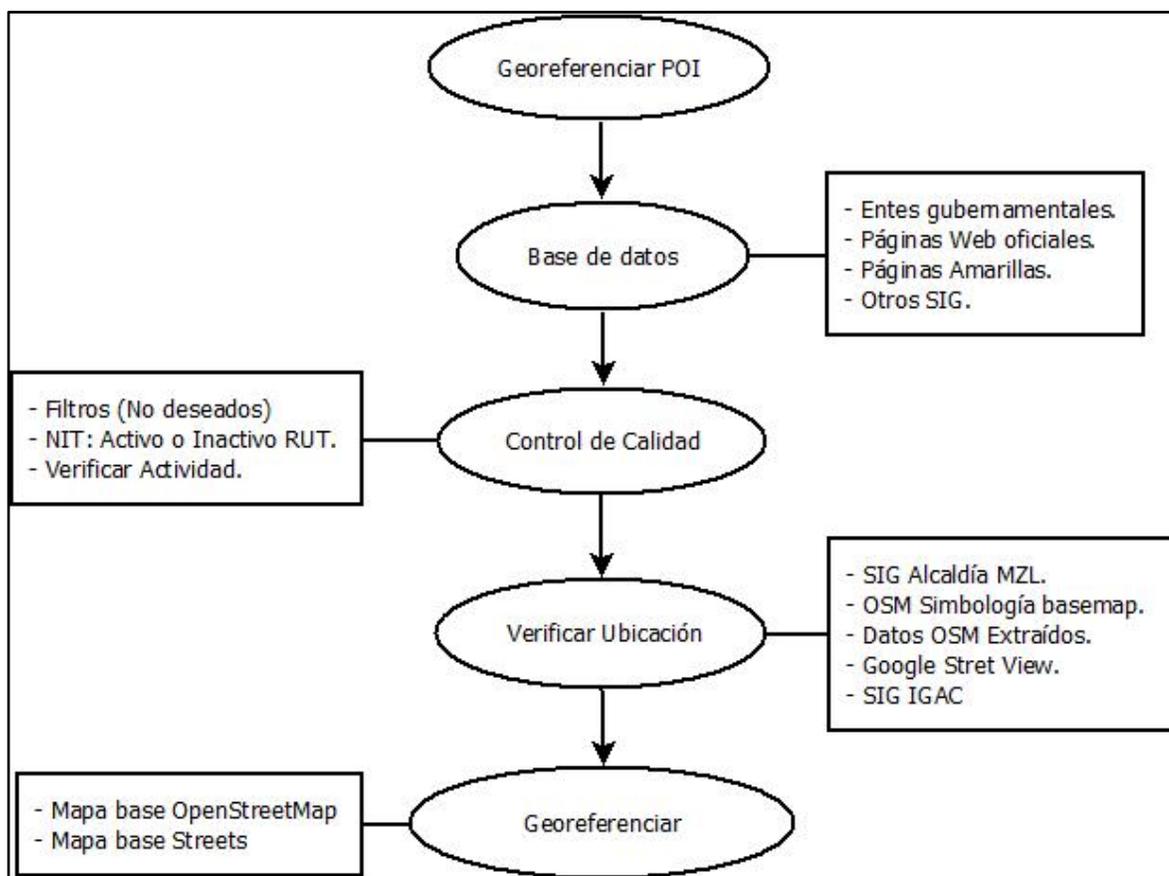


Figura 4. Proceso para georeferenciar puntos de interés POI.

5.3.1 Georreferenciar entes educativos. Se creó dos atributos para los entes educativos “*Colegio*” y “*Universidad*”, para este primero se creó el dominio “*Dominio_Colegio*”, que discretiza los entes educativos en “*Escuela*”, “*Colegio*” y “*Escuela-Colegio*” Ver (Tabla 2 y Tabla 9). Para las universidades no se creó dominio. Se georreferenciaron 122 registros con atributo “*Colegio*” y 11 para “*Universidad*” con la ayuda de OpenStreetMap, SIG de la Alcaldía de Manizales (Sistema estructurante urbano) y la herramienta Basemap-Street de ArcMap 10.0. Inicialmente se buscó en el SIG de la Alcaldía de Manizales los entes educativos oficiales; pero, como algunos entes educativos son pequeños y privados, no se encontraron en este SIG, para solucionar esto, se recurrió a la herramienta Street View de Google Maps y con la dirección se corroboró la información; un ejemplo de esto es el caso del Gimnasio los Andes situado en el barrio la Enea, que a pesar de su tamaño, está registrado en el ministerio de educación como una escuela, pero no se encontró en el SIG de la alcaldía de Manizales; con la dirección y con la ayuda de Google Street View se pudo verificar la existencia (ver Figura 5). El cambio de dirección fue una de las dificultades que se presentaron junto con los entes educativos que no tienen distintivos en las edificaciones.

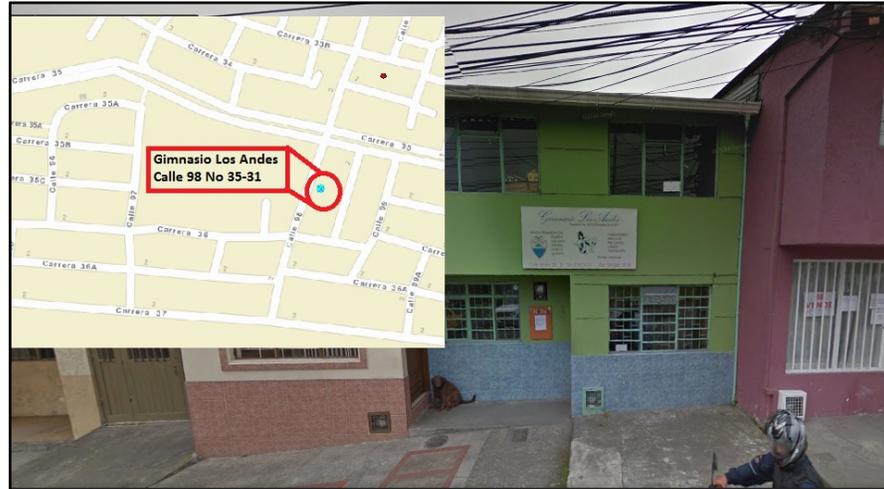


Figura 5. Buscando Colegio con ayuda de Google Street View Gimnasio Los Andes

5.3.2 Georreferenciar policía. Se creó el dominio “*Dominio_Policia*” para clasificarlos en estación y CAI, de los 25 registros que se consultaron, 22 corresponden a “CAI” de policía y 3 a “Estación” tanto en el municipio de Manizales como Villamaría. Se pudieron georreferenciar todos con ayuda de Google Street View de una manera muy fácil y practica debido a que los CAI de policía siempre están en lugares visibles y en su mayoría en zonas verdes lo que facilitó la localización de estos; también cabe destacar que son puntos que prácticamente no cambian de lugar con el tiempo por lo que por muy antigua que sean las imágenes de Google Estreet View siempre se encontrarán.

5.3.3 Georreferenciar instituciones prestadoras de salud IPS. Para el caso del atributo IPS se creó el dominio “*Dominio_IPS*” en cuya descripción se encuentra “*Primer Nivel*” correspondiente al nivel de baja complejidad de una IPS, “*Segundo Nivel*” correspondiente a mediana complejidad y “*Tercer Nivel*” correspondiente a Alta complejidad ver (Tabla 4).

Se georreferenciaron 64 registros con atributo “IPS” Con la ayuda de OpenStreetMap, el SIG de la Alcaldía de Manizales (Sistema estructurante urbano) y la herramienta Basemap-Street de ArcMap 10.0; adicional a esto se utilizaron los POI que se extrajeron inicialmente de OSM y se aislaron los puntos con atributo “*Hospital*” y “*Doctors*” para facilitar la georreferenciación de las IPS.

Las principales dificultades que se presentaron georreferenciando las IPS fueron los cambios de nombres y cambios de dirección, este último fue la principal dificultad complicando la ubicación de las instituciones debido a que el sistema de salud presenta muchas variaciones en el cambio de la razón social y de las instalaciones en corto tiempo, aunque cabe resaltar que se evidenció principalmente en las IPS de Primer Nivel; dificultad que se aumentó debido a que

las imágenes proporcionadas por google Street View al momento de la consulta (Febrero de 2015) estaban entre los años 2013 y 2014.

5.3.4 Georreferenciar parroquias. Igual que el atributo policía, las parroquias tuvieron una gran facilidad al momento de georreferenciar, ya que las iglesias son muy fáciles de notar en una imagen por el gran tamaño que tienen. Cabe resaltar que el registro de parroquias fue el más completo y actualizado, comparado con los entes educativos y las IPS. Se creó el dominio "*Dominio_Parroquia*" con un único registro para que todos tengan el mismo texto y sea fácil encontrarlos en una futura búsqueda por atributo.

5.3.5 Georreferenciar tiendas y supermercados de cadena. se creó el dominio "*Dominio_Almacen*" cuyos registros corresponden al nombre principal de la cadena de la tienda con el fin de poderlas diferenciar entre ellas. Cabe destacar que la información que brindan las páginas web oficiales de las tiendas y supermercados de cadena son muy precisas puesto que se pudo georreferenciar todas sin ningún inconveniente con la direcciones de las diferentes sedes de cada cadena, aun así, el único inconveniente que se presentó fue con la cadena de tiendas Ara en Manizales ya que al momento de la consulta (Febrero 2015) esta marca no tenía actualizada la información en la web, debido a que esta cadena de tiendas es nueva en la ciudad.

5.3.6 Georreferenciar bancos. Se creó el dominio "*Dominio_Banco*" cuyos registros corresponden al nombre principal de los bancos para poder diferenciarlos entre ellos y poder tener preferencias por un tipo de banco a la hora de realizar una búsqueda por atributo a una entidad en especial. La mayoría de estas entidades cuentan con un sistema de información geográfico el cual muestra en un basemap los puntos de las sucursales bancarias, es atractivo y bien desarrollado estos sistemas que tienen el alcance de diferenciar cajeros, oficinas y sucursales no bancarios, de estos SIG el del Banco Agrario y Banco de la República presentan desfases en la localización de los puntos, por no estar donde realmente debería, mismo inconveniente que se presentó con el SIG de la policía nacional, cabe destacar que este error se presentan en organizaciones estatales. Finalmente se georreferenciaron 21 cadenas de bancos para un total de 58 registros.

5.3.7 Georreferenciar centros comerciales. Para los centros comerciales se creó el dominio "*Dominio_Ccomercial*" cuyo único registro es "*Centro Comercial*" para poder tener entradas únicas. El trabajo de ubicación de este atributo fue fácil ya que son lugares muy visibles, solo se necesitó de OpenStreetMap.

5.3.8 Georreferenciar transporte. Se creó el atributo “*Transporte*” y sobre este el dominio “*Dominio_Transporte*” el cual clasifica los diferentes terminales y estaciones como: “*Terminal Terrestre*”, “*Terminal Aéreo*” y “*Terminal Cable*”. El trabajo de ubicación fue sencillo ya que son lugares muy visibles, solo se necesitó de OpenStreetMap para su ubicación. con el atributo “*Transporte*” se terminó de georreferenciar los POI, para poderlos diferenciar se utilizó la simbología de la (Tabla 10). En la (Figura 6) se puede observar todos los POI del Sistema de Información Geográfica “SIG Inmobiliario MZL” utilizando el basemap “*OpenStreetMap*”.

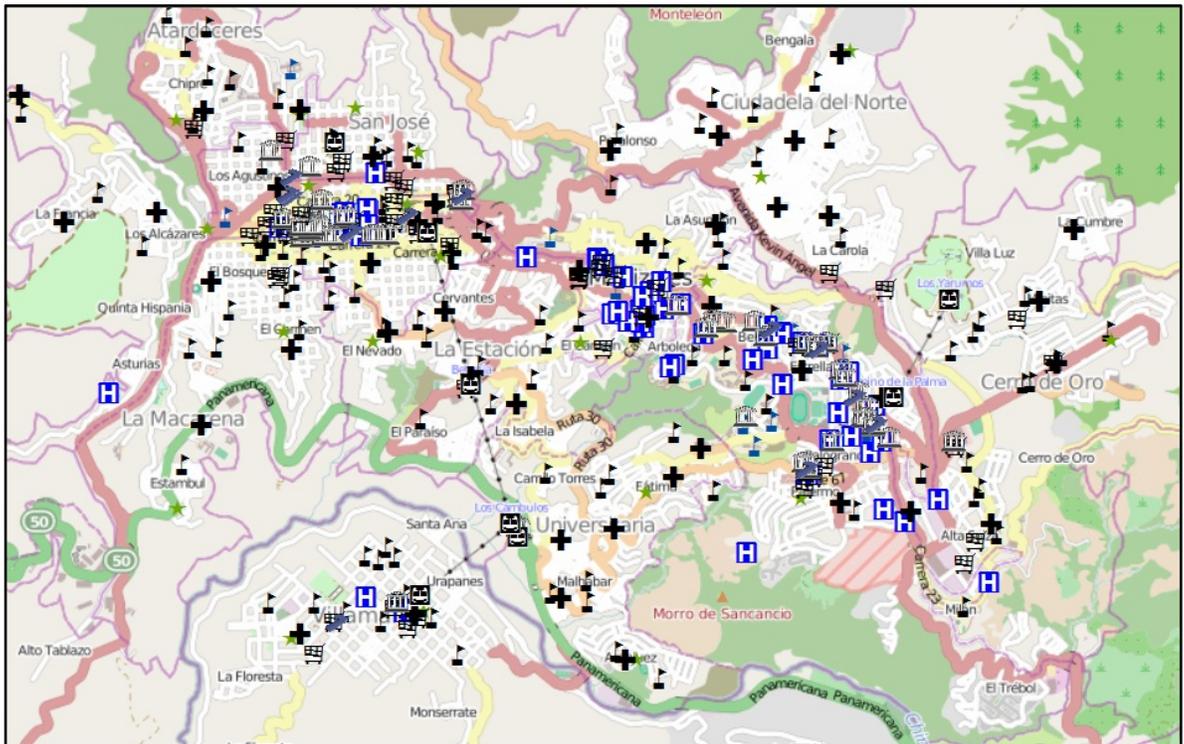


Figura 6. Todos los POI del SIG “SIG Inmobiliario MZL” con Basemap “*OpenStreetMap*”

5.3.9 Georreferenciar vías y arterias principales y secundarias. Los registros de OpenStreetMap descargados de Geofabrik también contenían la información de las calles de Manizales, estas estaban clasificadas en primarias, secundarias y terciarias; se verificó la calidad de la información comparando los registros con el acuerdo 663 del 13 de Septiembre del 2007 del POT y se observó inconsistencia en la clasificación; se realizó una copia del Shape file correspondiente a las calles y se editaron las líneas allí registradas, se añadió y eliminó puntos, se unieron líneas “*Merge*” para que quedara un único registro que representara el punto inicial y final cumpliendo con lo establecido en el POT; se seleccionó cada uno de los registros editados y se exportó la información en un Nuevo Shape File llamado

“Vías_Arteriales_MZL” (Ver Tabla 1), se crearon dos subtipos “Principal” y “Secundaria” con el fin de diferenciar las calles según el POT. Adicional a esto, se modificó el Shape File “Calles” bajado de OpenStreetMap eliminando los campos innecesarios. Dentro de los registros de este Shape File existe un atributo llamado “waterway” hidrovía en inglés, estas líneas representan las fuentes hídricas de la ciudad de Manizales y Villamaría, se conservaron estos registros para identificar las fuentes de agua y apoyar los registros de riesgos geológicos por inundación. La (Figura 7) muestra el sistema vial e hídrico de la ciudad de Manizales que compone el SIG.

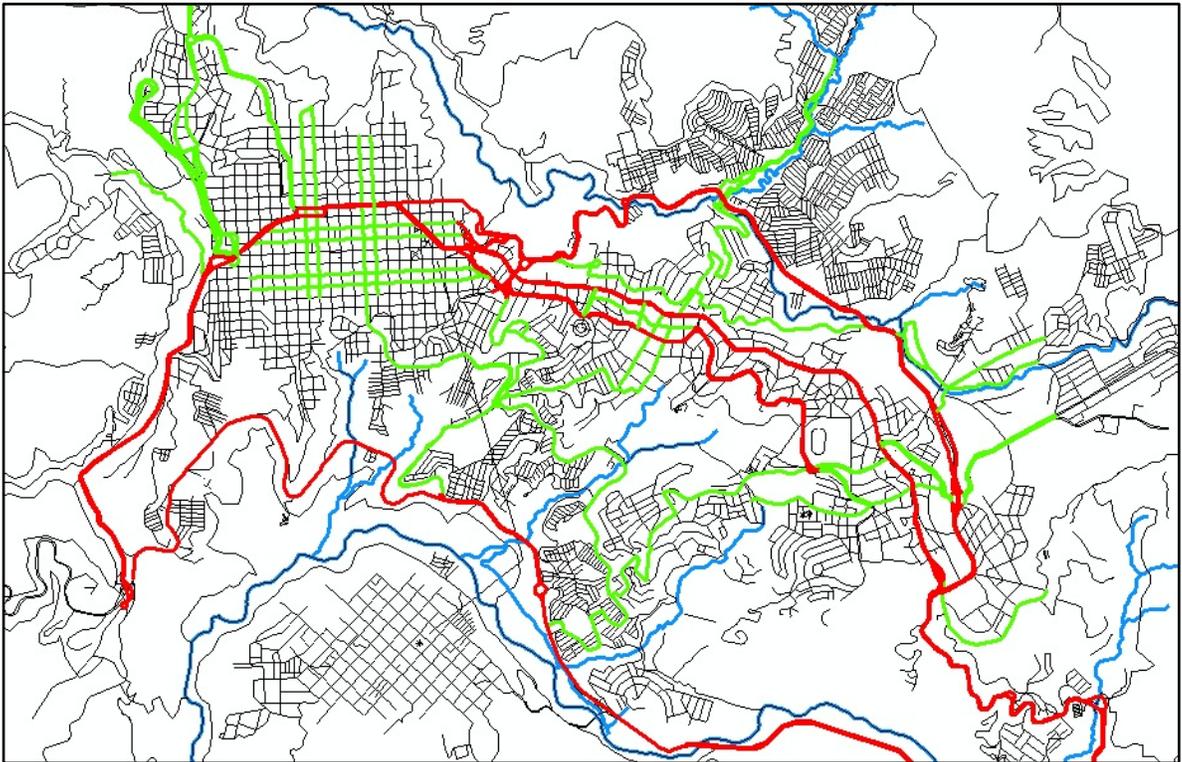


Figura 7. Sistema Vial e hídrico de la ciudad de Manizales.

5.3.10 Georreferenciar riesgos geológicos. El artículo 84 del acuerdo 663 del 13 de Septiembre del 2007 el cual modifica el artículo 45 del acuerdo municipal 508 de 2001, los cuales tratan la relación de planos adoptados por el plan de ordenamiento territorial. Se consultó el Plano de vulnerabilidad por deslizamiento urbano que adoptó el nuevo código “01-AU-12-1” (ver Figura 8) en el último acuerdo y también el Plano 01-AU-13-1 (ver Figura 9) de vulnerabilidad por inundación urbano. Estos planos fueron facilitados en formato Shape file por la Secretaría de Planeación - Planeación Estratégica SIG de la Alcaldía de Manizales. Para ver la descripción de cada área de riesgo por deslizamiento recurrir al artículo 120 del acuerdo 663 del 13 de Septiembre del 2007 cuadro 3, el cual delimita y caracteriza las zonas de riesgo por deslizamiento.

Las zonas de riesgo alto por inundación descritas en el POT se ubican en los barrios La Playita, Lusitania parte baja, el sector de la Toscana lindando con la escuela Alejandro Gutiérrez, el sector del Matadero, un sector del barrio Chachafruta, barrio El Pinar, a lo largo de las quebradas El Guamo, Manizales, Tesorito y sectores de la quebrada Olivares. A continuación se describe cada Shape File.

- **Riesgo por deslizamiento.** Está representado por el Shape File “*Riesgo_Deslizamiento*”, se eliminaron la mayoría de los campos “*Fields*” que tenía el archivo original al no representar interés para el presente trabajo, solamente se dejó el atributo “*NAME*” que representa principalmente donde está ubicado el riesgo.
- **Riesgo por inundación.** Está representado por el Shape File “*Riesgo_Inundacion*”, se eliminaron algunos registros igual que en el de riesgo por deslizamiento y se dejó el atributo “*RIESGO*” el cual representa si el riesgo es alto o medio.

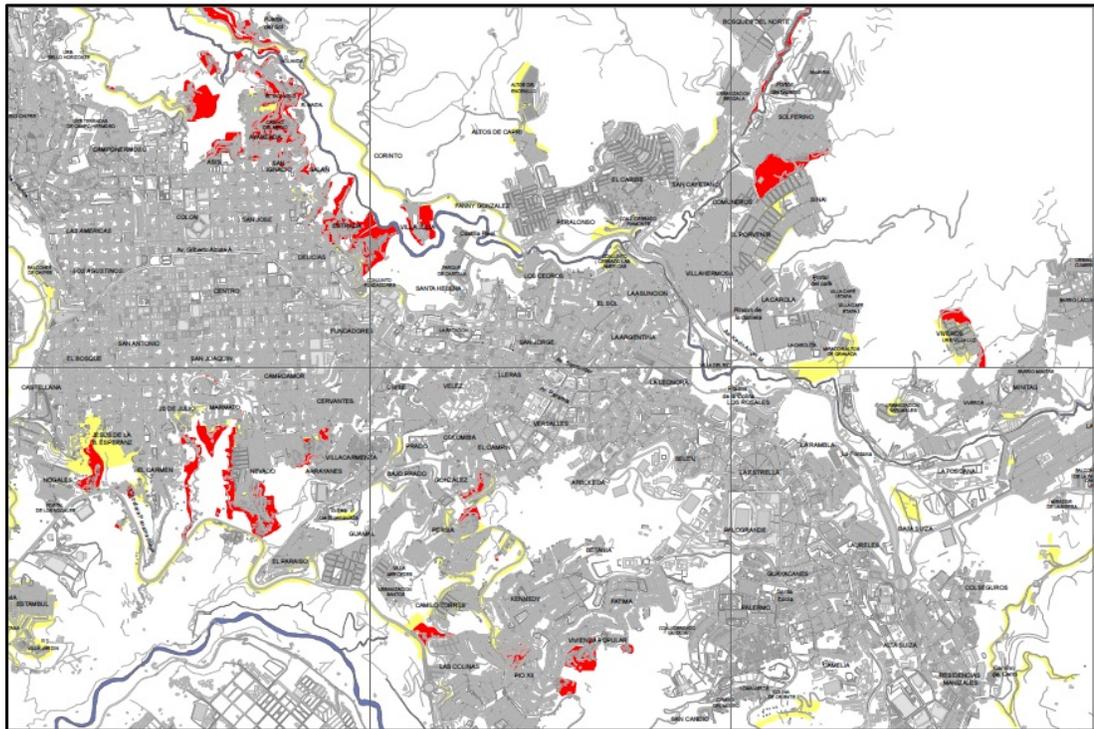


Figura 8. Sección central del plano 01-AU-12-1 del POT de Manizales, vulnerabilidad por deslizamiento urbano

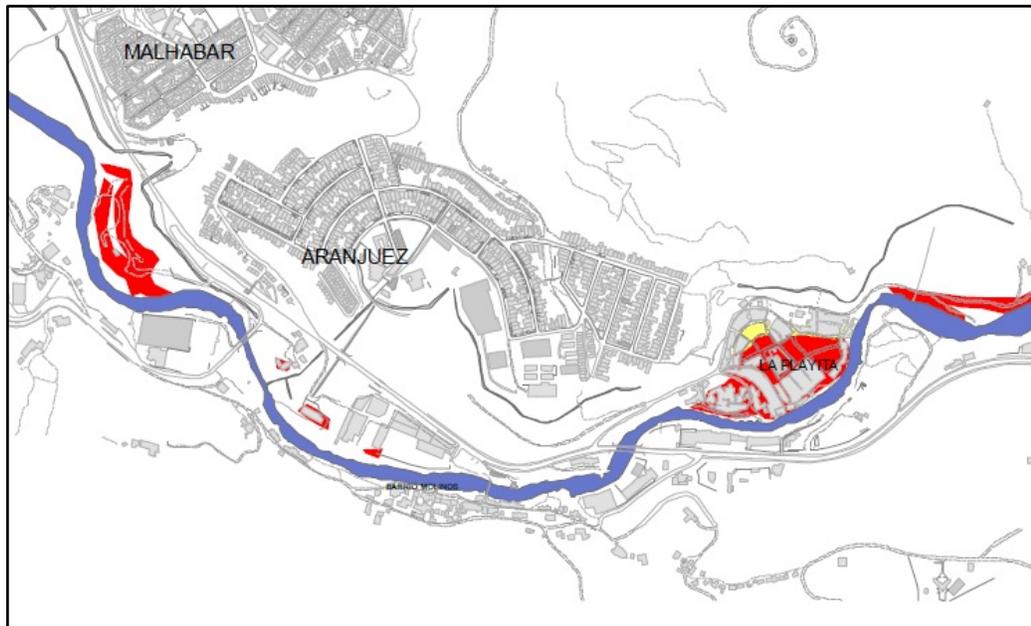


Figura 9. Parte del plano 01-AU-13-1, barrios Malhabar, Aranjuez y La Playita del POT de Manizales, Vulnerabilidad por inundación urbana

5.3.11 Georreferenciar puntos de inversión. Para georreferenciar los puntos de inversión o puntos ofertados, se utilizó la dirección de cada proyecto, el basemap de “OpenStreetMap” y Google Street View; además de estas herramientas también se contó con información de las constructoras sobre la ubicación de sus obras mediante folletos y mapas didácticos. Se georreferenciaron 17 registros que corresponden a 12 ubicaciones diferentes.

5.3.12 Base de datos Inmobiliaria Manizales. se creó una base de datos georreferenciada de opciones de arrendamiento que puede tener una inmobiliaria, se crearon los subtipos “Apartamento”, “Casa”, “Local Comercial” y “Casa Cto Cerrado” para diferenciar y clasificar los registros, pudiendo facilitar la búsqueda de un individuo que desee algún inmueble en específico. Se distribuyeron 182 opciones en toda el área urbana de Manizales teniendo así un cubrimiento homogéneo que facilite la búsqueda con criterios diferentes.

5.3.13 Ortofotomapa Manizales Urbano. El Ortofotomapa fue facilitado por la Universidad de Manizales en formato ECW (Enhanced Compressed Wavelet) con el sistema de referencia espacial “CartManizalesMAGNA” cuyas características se encuentran en la (Figura 10); se reproyectó por medio del DataFrame con el propósito de que todo el SIG compartiera el mismo sistema de coordenadas “GCS_WGS_1984”. En la (Figura 11) se puede observar el ortofotomapa y toda su extensión.

Spatial Reference	CartManizalesMAGNA
Linear Unit	Meter (1.000000)
Angular Unit	Degree (0.017453292519943299)
False_Easting	1173727.04
False_Northing	1052391.13
Central_Meridian	-75.51109472
Scale_Factor	1
Latitude_Of_Origin	5.068153889
Datum	ManizalesModMAGNA

Figura 10. Características de la referencia espacial "CartManizalesMAGNA".



Figura 11. Figura Ortofotomapa de la zona urbana de Manizales

5.3.14 SIG Como Herramienta Estratégica Para el Sector Inmobiliario en la Ciudad de Manizales. La (Figura 12) muestra el SIG "SIG Inmobiliario MZL" en su etapa final con su respectiva simbología, la (Figura 13) muestra el SIG en la zona centro de la ciudad, ambas graficas no utilizan basemap.

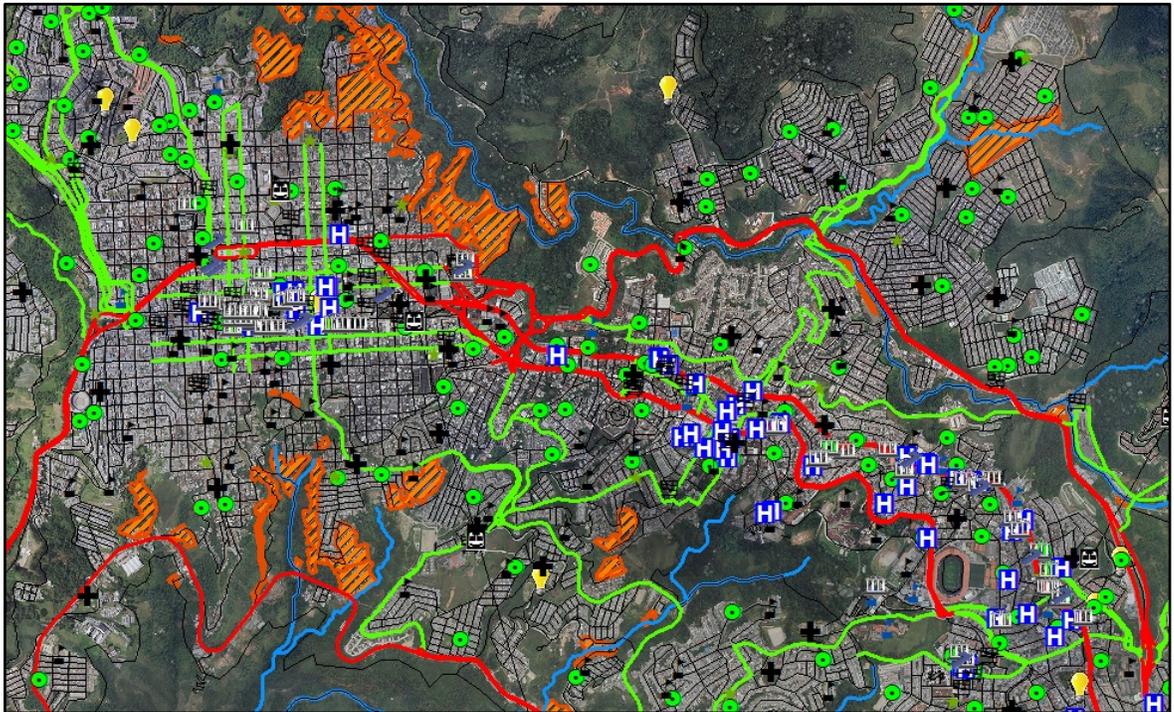


Figura 12. SIG Como Herramienta Estratégica Para el Sector Inmobiliario en la Ciudad de Manizales.

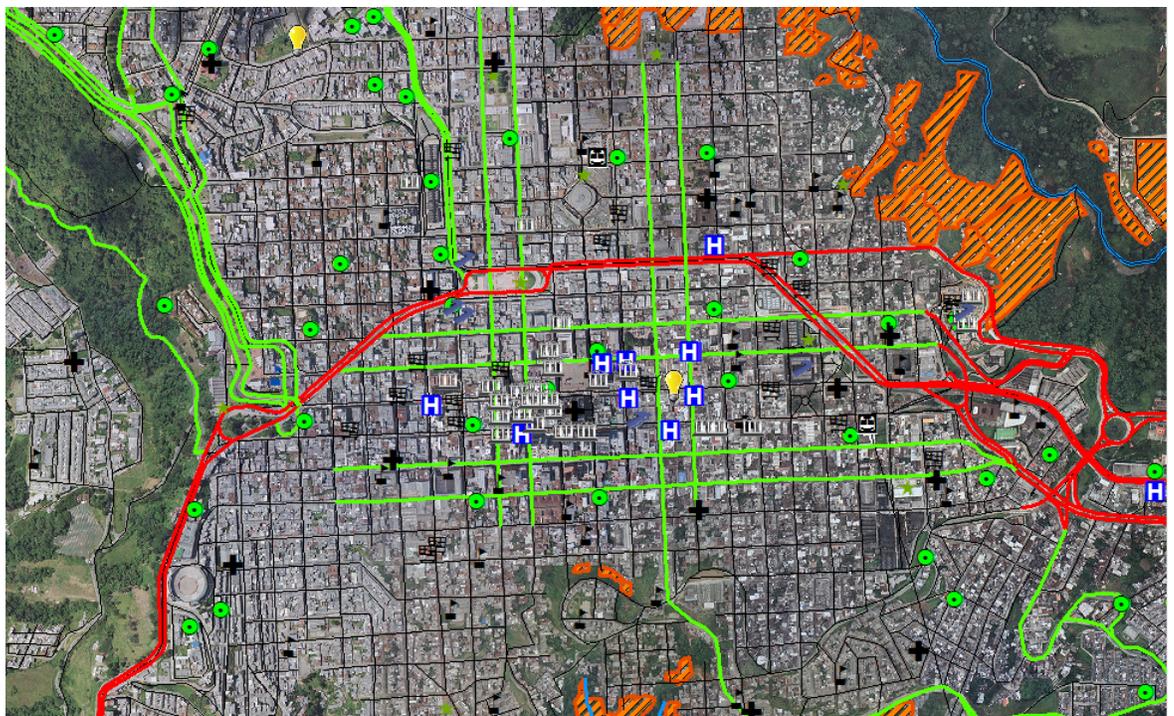


Figura 13. SIG Como Herramienta Estratégica Para el Sector Inmobiliario en la Ciudad de Manizales zona centro

5.4 ENCUESTA.

Se creó una encuesta con Google Forms llamada “*Tesis SIG Inmobiliario MZL*” (Anexo K) con el fin de tener un criterio de evaluación para los inmuebles que estén en venta “*Puntos Ofertados*” en diferentes partes de la ciudad y poder utilizar el modelo de selección ponderado de un inmueble basado en la distancia a sus puntos de interés más cercanos. Google Forms Es una herramienta muy útil ya que el formulario es vinculado a un disco virtual llamado Google Drive y las respuestas son enviadas automáticamente a una hoja de cálculo donde se almacenan todas las respuestas (Anexo L), para difundir el formulario se utilizó la aplicación móvil Whatsapp y las redes sociales Facebook y Twitter con un total de 128 encuestados.

Según Baviera (2012) los modelos de interacción espacial están basados en principios individuales del consumidor o cliente pero afirma que la clave de este tipo de modelos es la determinación de valores o parámetros que se adapten al comportamiento de los consumidores. Para utilizar el modelo de selección ponderado es necesario indicar el puntaje que llevaría cada POI, estos se pueden definir personalmente y a preferencia de cada individuo, pero para no crear parcialidad en la calificación de cada uno de los POI, surge la necesidad de realizar una encuesta que dé un valor que represente globalmente el comportamiento de la población.

5.4.1 Objetivo de la encuesta. Categorizar los puntos de interés y determinar parámetros para utilizar el modelo de selección ponderado, dependiendo de las necesidades principales de la comunidad en general.

5.4.2 Población objetivo. La encuesta está dirigida a personas mayores de edad (mayores de 18 años). Ya que tendría mayor representación a las personas que se mueven en el sector inmobiliario.

5.4.3 Cobertura geográfica. La cobertura está diseñada para personas de cualquier parte del mundo, ya que sin importar la nacionalidad, podrían estar interesados en comprar o rentar inmuebles en la ciudad de Manizales.

5.4.4 Marco de la encuesta. El marco muestral se obtiene de La Secretaría de Planeación – Centro de Información y Estadística de la alcaldía de Manizales con base en proyecciones de población del DANE (Acuerdo 784: Por medio del cual se adopta el plan de desarrollo para la ciudad de Manizales en el periodo 2012-2015: gobierno en la calle). Indica que el tamaño de la población es 287.947 personas mayores de 18 años en Manizales al año 2011.

5.4.5 Tamaño de la muestra. Para el cálculo del tamaño de muestra de la encuesta “Tesis SIG Inmobiliario MZL” se consideró como variable de referencia la cantidad de personas mayores de 18 años en la ciudad de Manizales. La expresión utilizada fue la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

Z = valor asentado en las tablas estadísticas de la distribución normal estándar para una confianza prefijada.

p = probabilidad a favor de que ocurra el evento.

q = probabilidad en contra de que ocurra el evento.

e = error de estimación

Fijando un nivel de confianza de 92% (Z= 1,75), un error de estimación del 8%, un tamaño de la población igual a 287.947 personas y tomando a “p” y “q” igual a 0,5 por no contar con información suficiente, se determinó una muestra de 120 personas.

5.4.6 Selección de la muestra. La técnica de Muestreo que se utilizó es aleatorio simple, ya que cada miembro de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado.

5.4.7 Resultados de la encuesta. La encuesta “Tesis SIG Inmobiliario MZL” consta de 11 preguntas diseñadas para dar información necesaria en la utilización del modelo de selección ponderado de un inmueble y a la vez para respaldar decisiones dentro del SIG. Las primeras preguntas del cuestionario discretiza la población por Edad, Sexo y ciudad de residencia, el resto del cuestionario identifica algunas necesidades de ubicación y distancia a la hora de escoger una vivienda; como por ejemplo, cual es la característica principal que llama la atención de un individuo para escoger un inmueble, la importancia de los problemas geológicos que pueda tener el terreno donde esté construida la vivienda, el POI más importante para el encuestado de los que se tiene en el SIG y cuál sería la distancia máxima que preferiría que estuviera dicho punto a su lugar de residencia, la importancia de tener un almacén de cadena cerca al lugar de vivienda, la seguridad que siente el individuo al vivir cerca de un CAI de policía, la importancia de estar cerca de una vía principal para las personas que tengan que recurrir al transporte público. Estos son los principales objetivos del formulario,

identificar algunas necesidades respecto a la ubicación de una vivienda con la rutina actual de las personas en el día a día. A continuación se presentan los resultados finales de la encuesta “Tesis SIG Inmobiliario MZL”.

- **Edad.** La primera pregunta discretiza la población por su edad, la cual se tuvo registros desde los 19 años hasta los 59 años, según la (Figura 14) y la (Tabla 11), gráfico de frecuencia acumulada de la variable “Edad” y tabla de variables estadísticas, la mitad de las personas encuestadas están entre los 19 y los 27 años.

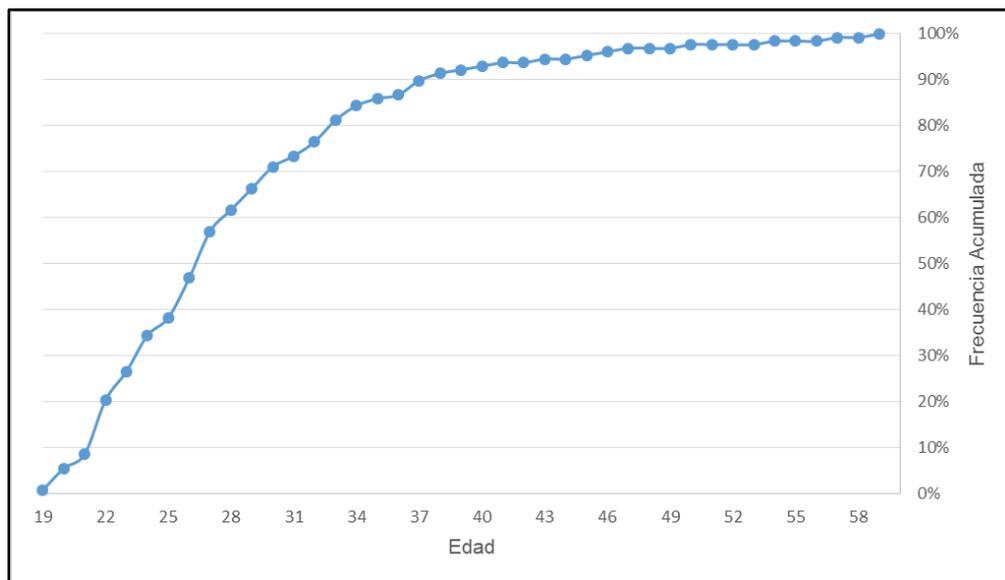


Figura 14. Análisis de Frecuencia Acumulada de la Variable “Edad”.

Tabla 11. Variables estadísticas de la variable "Edad".

Estadística	Edad
Media	28.6
Mediana	27
Moda	22

- **Sexo.** La segunda pregunta, discretiza la población según el sexo, la (Figura 15) muestra el resultado en porcentajes, siendo el 35,9% correspondiente a los hombres y el 64,1% a mujeres.

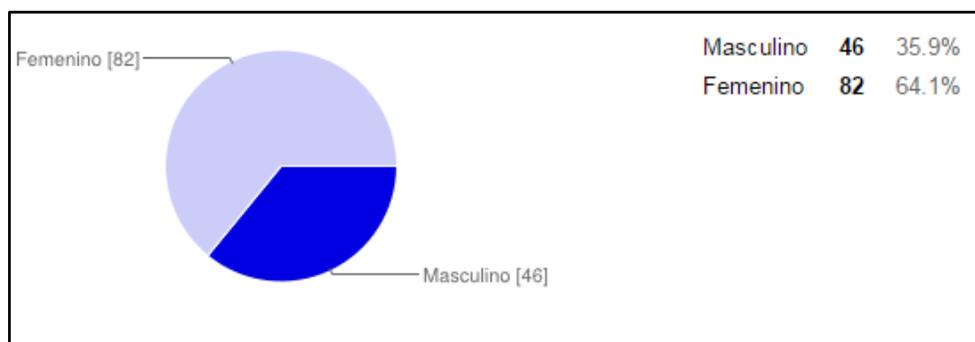


Figura 15. Porcentaje de participación en la encuesta por género.

- Ciudad de residencia.** El lugar de residencia varió bastante, encontrando registros de personas en el exterior tal como Estados Unidos, Venezuela, Brazil y Argentina, el 89% de los registros son de personas con nacionalidad Colombiana, inicialmente se pretendía clasificar el registro dividiendo las respuestas de las personas que vivieran en ciudad y en municipio debido a que la perspectiva de distancia varía un poco dependiendo del lugar donde resida, pero, finalmente se dejó sin clasificar, prevaleciendo la idea de que cualquier persona en cualquier parte del mundo desearía adquirir un inmueble en el área de estudio, Manizales.
- Importancia de la ubicación.** la (Figura 16) muestra el resultado de la pregunta 4 del cuestionario, el objetivo principal es mostrar la importancia de la ubicación de un inmueble cuyo resultado fue positivo, el 77,3% de las personas se fijan primero en la ubicación de una vivienda, seguido por el costo del inmueble con un 12,5%, área construida con 8,6% y otros 1,6%. Esta respuesta confirma que la ubicación es lo más importante a la hora de escoger un inmueble ya que la mayoría de las personas se fijan primero en esto más que en el precio del inmueble.

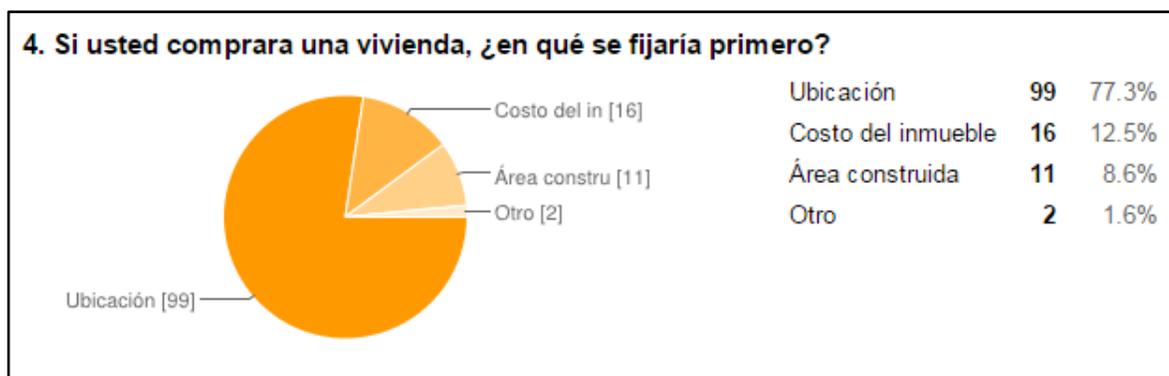


Figura 16. Resultado pregunta 4 del cuestionario, Importancia de la ubicación de un inmueble.

- Importancia de los riesgos geológicos.** La pregunta 5 (Figura 17) se incluyó en el cuestionario para verificar lo importantes que son para las personas los problemas geológicos que pueda tener el área donde vayan a vivir, el 71,1% respondieron que se fijan en estos problemas y un 10,2% no tienen como verificarlo. Este resultado da fortaleza a la idea de incluir los riesgos geológicos en el SIG y más en una ciudad como Manizales que se encuentra ubicada en la cordillera central, vulnerable a deslizamientos por sus montañas.



Figura 17. Resultado pregunta 5 del cuestionario, importancia de los problemas geológicos.

- Preferencia de los POI.** La pregunta 6 y 7 (Figura 18 y Figura 19) se incluyeron en el cuestionario para diferenciar la importancia de los POI que se tienen en el SIG, siendo el de mayor importancia los centros comerciales con una aceptación del 38,3% seguido de los entes educativos con un 28,1% y así sucesivamente con el CAI de policía, Hospital, Terminal de transporte y finalmente Iglesia. La distancia máxima que las personas preferirían que estén los puntos de interés a su lugar de vivienda es de 3 a 4 cuadras en un 45,3% y de 5 a 7 cuadras en un 39,8%. Estos valores se tendrán en cuenta más adelante para utilizar el modelo de selección ponderado aplicado a los inmuebles en venta.

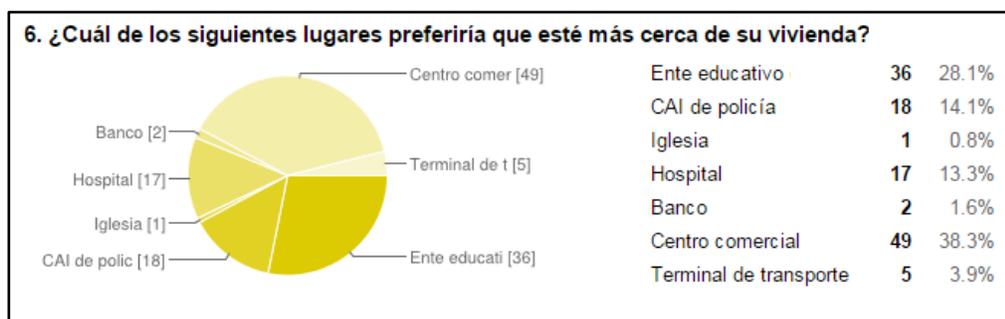


Figura 18. Resultado pregunta 6 del cuestionario, preferencia de los POI.



Figura 19. Resultado pregunta 7 del cuestionario, distancia máxima a un POI.

- Donde comprar.** La pregunta 8 del cuestionario se incluyó con el fin de validar la decisión tomada anteriormente de solo incluir los almacenes de cadena y dejar por fuera las tiendas de barrio, el 78,1% de las personas encuestadas prefiere realizar las compras del mercado en almacenes de cadena (ver *Figura 20*), los POI almacén de cadena no se tuvieron en cuenta en la pregunta 6 pero tiene el mismo nivel de aceptación que un centro comercial por ser de la misma clase según el POT clasificación C-7 “*Supermercados, Hipermercados, Almacenes por departamento y centros comerciales*”.



Figura 20. Resultado pregunta 8 del cuestionario, donde comprar mercado.

- Seguridad.** La pregunta 9 (*Figura 21*) se diseñó con el fin de decidir si ampliar el SIG en el área de seguridad incluyendo información adicional como hurtos en el sector, riñas, etc. un 57% de los encuestados dijeron que si se sentiría más seguro viviendo cerca de un CAI de policía, este resultado no es lo suficientemente convincente para ampliar el SIG en el tema de seguridad por lo que solamente se dejaron los CAI y las estaciones de policía.



Figura 21. Resultado pregunta 9 del cuestionario, percepción de seguridad al vivir cerca de un CAI.

- Importancia de una vía principal.** Las preguntas 10 y 11 (*Figura 22 y Figura 23*) se incluyeron con el fin de saber que tan importante es vivir cerca de una vía principal para las personas encuestadas. El nivel de aceptación fue del 63,3% mientras que un 23,4% no lo ven importante, así mismo un 13,3% le es indiferente. La pregunta 11 se enfoca en determinar la distancia máxima a la que preferirían que esté la vivienda de una vía principal, basándose en la necesidad que se genera al tener una vía principal cerca, cuando se tiene que recurrir al transporte público, el 64,1% desearía que esté a un máximo de 3 a 4 cuadras y un 21,9% de los encuestado preferiría entre 5 y 7 cuadras.

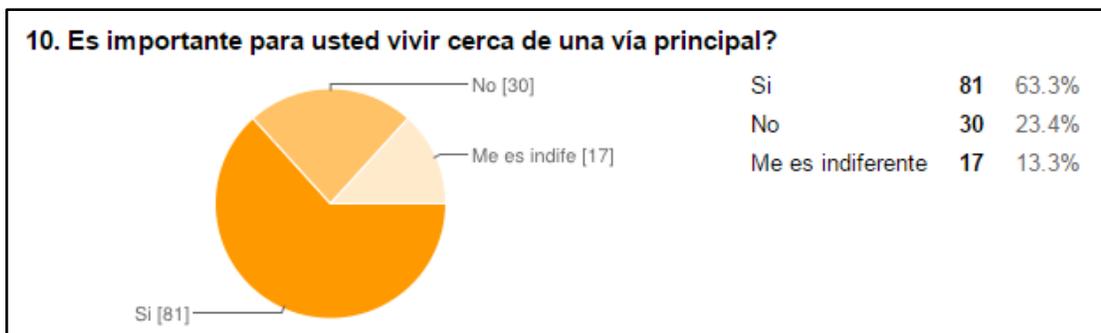


Figura 22. Resultado pregunta 10 del cuestionario, importancia de una vía principal.

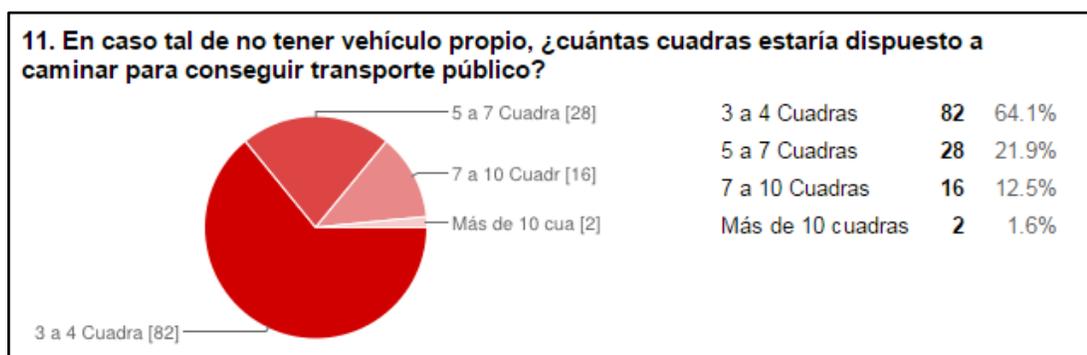


Figura 23. Resultado pregunta 11 del cuestionario, distancia a una vía principal.

6. RESULTADOS.

6.1 RESULTADOS: SELECCIÓN DE UN INMUEBLE POR SUS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y DE UBICACIÓN.

Para correr el SIG y satisfacer las necesidades de las personas a la hora de buscar una vivienda para rentar, se crearon 4 necesidades que algún cliente tendría a la hora de visitar una inmobiliaria.

Caso A: Una familia conformada de 4 personas, papá, mamá y dos hijos. Ellos desean conseguir una vivienda que tenga al menos 3 habitaciones preferiblemente apartamento, el papa tiene vehículo y no tiene interés en vivir cerca de una vía principal pero mantiene muy ocupado y desea que el colegio de los hijos además de ser privado, esté a menos de 300 metros de su apartamento. A continuación se describe el procedimiento en Arcmap para mostrar las opciones de renta que satisfacen la necesidad de esta familia. El resultado (*Figura 24*) nos muestra que hay 7 registros que cumplen las características anteriores de las cuales se puede escoger mirando necesidades secundarias tales como número de baños, área construida, precio de la renta.

Select By Attributes: Layer "POI_MZL_URB"

Method: Create a new Selection

"COMENTARIO" = 'Colegio' OR "COMENTARIO" = 'Escuela-Colegio'

Method: Select from current selection

"PROPIEDAD" = 'Privado'

Nota: Este procedimiento selecciona los colegios privados. Total 19 registros de POI.

Select By Location

Select features from "Inmobiliaria_Manizales"; source layer "POI_MZL_URB" (Use select features)

Spatial selection method: target layer(s) features are within a distance of the source layer feature → 300 meters

Nota: selecciona las opciones de renta que están a menos de 300 metros de los 19 registros encontrados en el paso anterior. Total 39 registros de Inmobiliaria Manizales.

Select By Attributes: Layer "inmobiliaria_Manizales"

Method: Select from current selection

"Nro_Piezas" >= 3

"Tipo_Inmueble" = 0 → 0 corresponde al subtipo "Apartamento"

Nota: selecciona dentro de los 39 registros del paso anterior, los apartamentos que tengan 3 o más piezas. Total 7 registros de la Inmobiliaria Manizales que le pueden interesar a la familia.

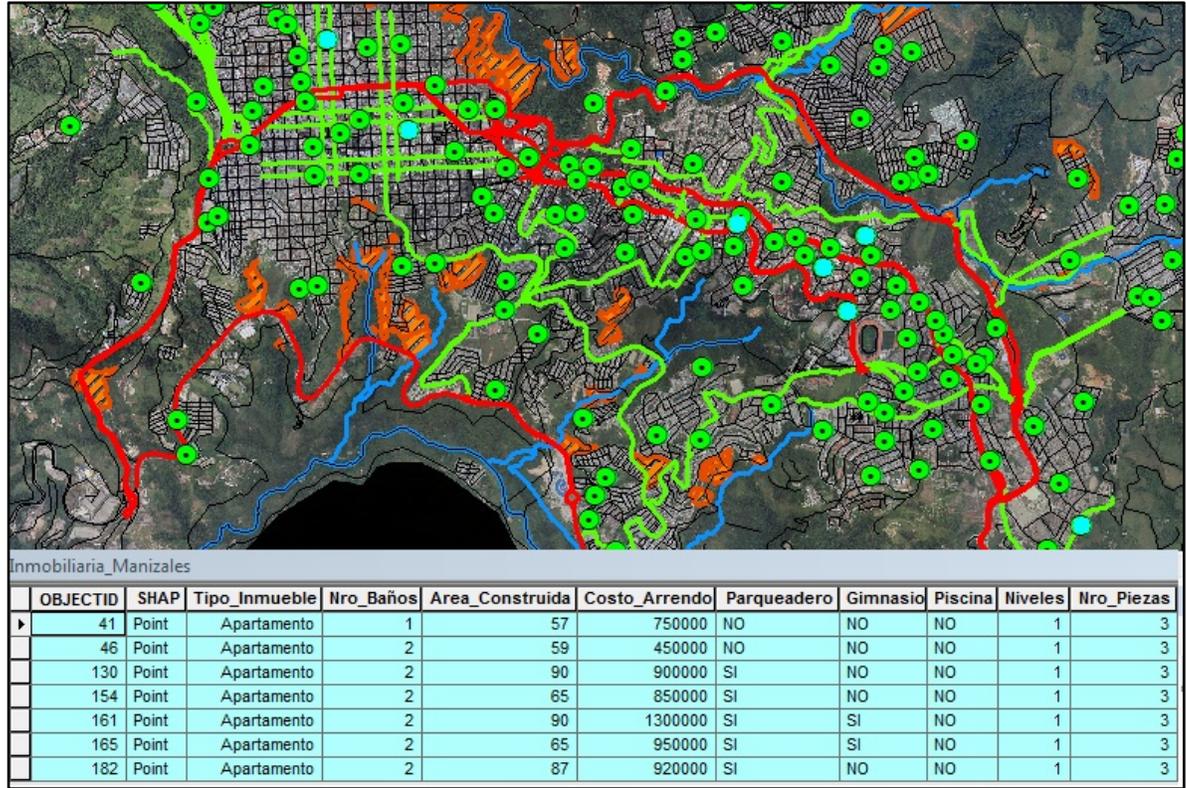


Figura 24. Caso A Selección por atributo y locación SIG Inmobiliario MZL.

Caso B: Juan José Idárraga está buscando un local comercial para montar un restaurante. El desea que éste local estuviera a menos de 200 metros de una IPS de segundo o tercer nivel o al menos de una Universidad, ya que sabe, que estos lugares brindarían una buena rentabilidad a su negocio, los muebles que el adquirió para montar su negocio necesitan mínimo 40 metros cuadrados (*Figura 25*).

Select By Attributes: Layer "POI_MZL_URB"

Method: Create a new Selection

"COMENTARIO" = 'Tercer Nivel' OR "COMENTARIO" = 'Segundo Nivel' OR "TIPO" = 1

Nota: Este procedimiento selecciona las IPS de segundo y tercer nivel y las universidades. Total 27 registros de POI.

Select By Location

Select features from "Inmobiliaria_Manizales"; source layer "POI_MZL_URB" (Use select features)

Spatial selection method: target layer(s) features are within a distance of the source layer feature → 200 meters

Nota: selecciona las opciones de renta de la inmobiliaria que estén a menos de 200 metros de los 27 registros del paso anterior. Total 38 registros de la Inmobiliaria Manizales.

Select By Attributes: Layer "Inmobiliaria_Manizales"

Method: Select from current selection

"Tipo_Inmueble" = 2 → 2 corresponde al subtipo "Local Comercial"

"Area_Construida" >= 40

Nota: este último código selecciona de los 38 registros del paso anterior los locales comerciales con un área construida mayor a 40 metros cuadrados. Total 6 registros de la Inmobiliaria Manizales (Figura 25)

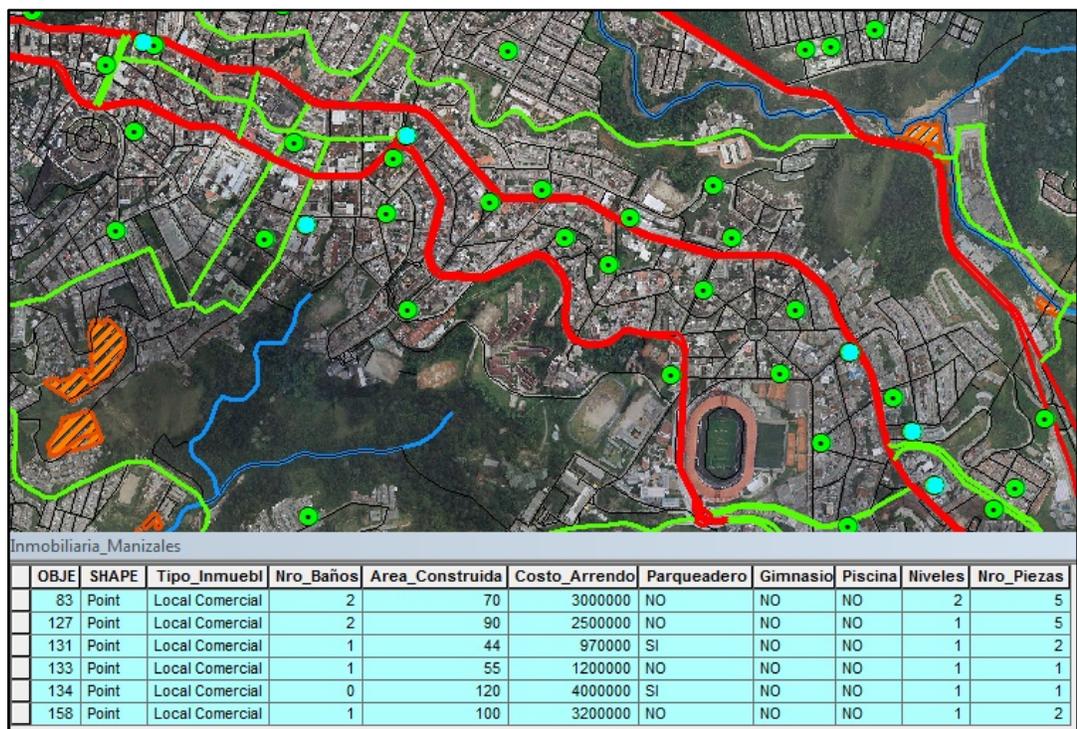


Figura 25. Caso B Selección por atributo y locación SIG Inmobiliario MZL

Caso C: Ana María es de Bogotá y va a estudiar en la Universidad de Manizales por lo que desea conseguir un lugar para vivir cerca de la Universidad, ella está dispuesta a caminar 700 metros de su residencia, no tiene inconveniente si es una casa o apartamento, pero si se preocupa porque su presupuesto mensual para el arrendo es de 500.000 pesos. Ella solicita a la inmobiliaria que le muestre las opciones que ella pueda tener según sus necesidades anteriormente descritas, la (Figura 26) ilustra el resultado obtenido donde los puntos en azul representan las ofertas de renta que se acomodan a la solicitud de Ana María y el punto amarillo representa la Universidad de Manizales.

Select By Attributes: Layer "POI_MZL_URB"

Method: Create a new Selection

"NOMBRE" = 'Universidad De Manizales'

Nota: Buscan entre todos los POI a la Universidad de Manizales

Select By Location

Select features from "Inmobiliaria_Manizales"; source layer "POI_MZL_URB" (Use select features)

Spatial selection method: target layer(s) features are within a distance of the source layer feature → 700 meters

Nota: Selecciona todas las opciones de renta que se encuentren a un radio de 700 metros de la ciudad de Manizales. Total 16 registros de la Inmobiliaria Manizales.

Select By Attributes: Layer "inmobiliaria_Manizales"

Method: Select from current selection

"Tipo_Inmueble" = 0 OR "Tipo_Inmueble" = 1 OR "Tipo_Inmueble" = 3 → 0 corresponde al subtipo "Apartamento", 1 al subtipo "Casa" y 3 al subtipo "Casa Cto Cerrado".

"Costo_Arrendo" <= 500.000

Nota: selecciona de los 16 registros anteriores, los apartamentos, casas y casas conjunto cerrado que tengan un arrendo menor a 500.000. Total 5 registros de la Inmobiliaria Manizales.

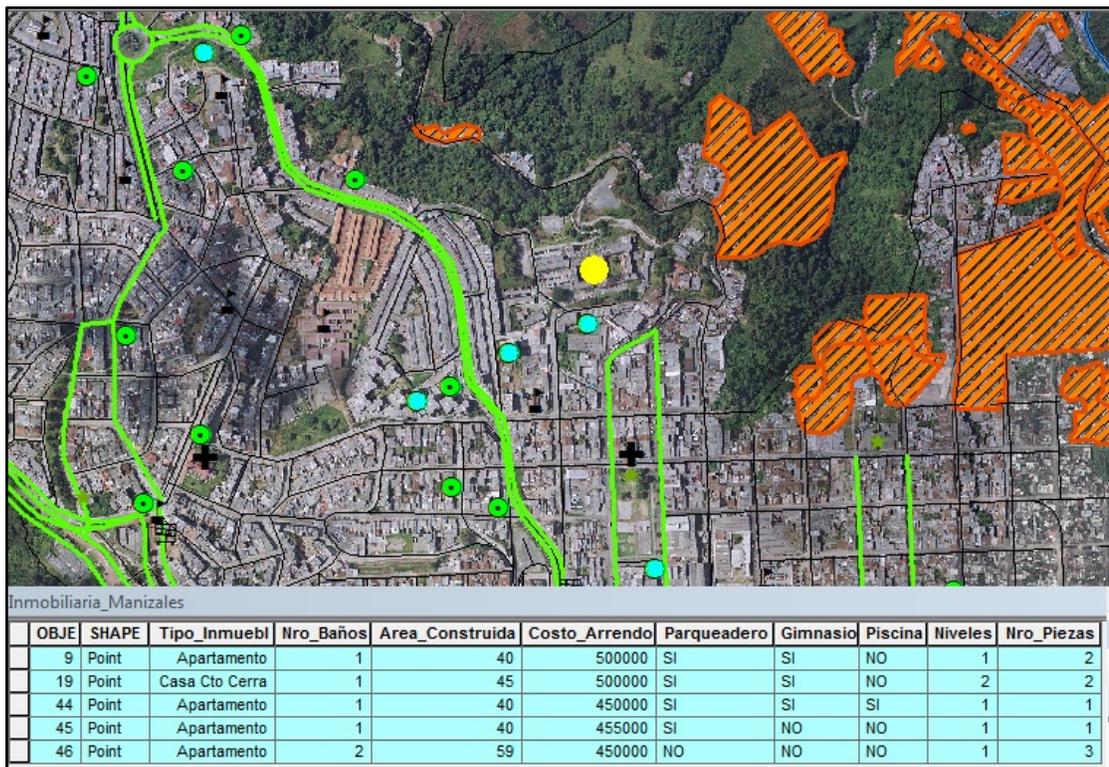


Figura 26. Caso C Selección por atributo y locación SIG Inmobiliario MZL.

Caso D: Alejandro está buscando casa en la ciudad de Manizales y recurre a la Inmobiliaria exponiendo las necesidades de ubicación para su vivienda. El desea que ésta, esté a menos de 200 metros de una iglesia ya que su madre es muy devota y va todos los días a misa, a su vez el desea estar lo más alejado posible de áreas con riesgos geológicos, por lo que manifiesta que estando a más de 600 metros de allí estará tranquilo. No tiene vehículo, por lo que necesita estar a menos de 200 metros de una vía principal para poder coger transporte público fácilmente.

Select By Attributes: Layer "POI_MZL_URB"

Method: Create a new Selection

"TIPO" = 4 → El número 4 corresponde a parroquia.

Nota: Busca entre todos los POI las parroquias de Manizales y Villamaría. Total 55 registros.

Select By Location

Select features from "Inmobiliaria_Manizales"; source layer "POI_MZL_URB" (Use select features)

Spatial selection method: target layer(s) features are within a distance of the source layer feature → 200 meters

Nota: Selecciona todas las opciones de renta que se encuentren a un radio de 200 metros de cada una de las iglesias seleccionadas en el punto anterior. Total 78 registros de la Inmobiliaria Manizales.

Select By Location

Selection method: remove from the currently selected features in "Inmobiliaria_Manizales"; source layer "Riesgo_Deslizamiento"

Spatial selection method: target layer(s) features are within a distance of the source layer feature → 600 meters

Nota: remueve de las 78 opciones de renta seleccionadas anteriormente las que estén a menos de 600 metros de las áreas con riesgo por deslizamiento. Total 18 registros de la inmobiliaria Manizales.

Select By Location

Selection method: remove from the currently selected features in "Inmobiliaria_Manizales"; source layer "Riesgo_Inundacion"

Spatial selection method: target layer(s) features are within a distance of the source layer feature → 600 meters

Nota: remueve de las 18 opciones de renta seleccionadas anteriormente las que estén a menos de 600 metros de las áreas de riesgo por inundación. Total 16 registros de la inmobiliaria Manizales.

Select By Location:

Selection Method: Select from current selection Layer "inmobiliaria_Manizales"; source layer "Vías_Arteriales_MZL"

Spatial selection method: target layer(s) features are within a distance of the source layer feature → 200 meters

Nota: selecciona de los 16 registros anteriores, los inmuebles que estén a menos de 200 metros de las vías principales de la ciudad. Total 13 registros de la inmobiliaria Manizales.

Select By Attributes: Layer "Inmobiliaria_Manizales"

Method: Select from current selection

"Tipo_Inmueble" = 1 → El número 1 corresponde a casa.

Nota: selecciona las casas de los 13 inmuebles seleccionados en el paso anterior. Total 5 registros de la Inmobiliaria Manizales.

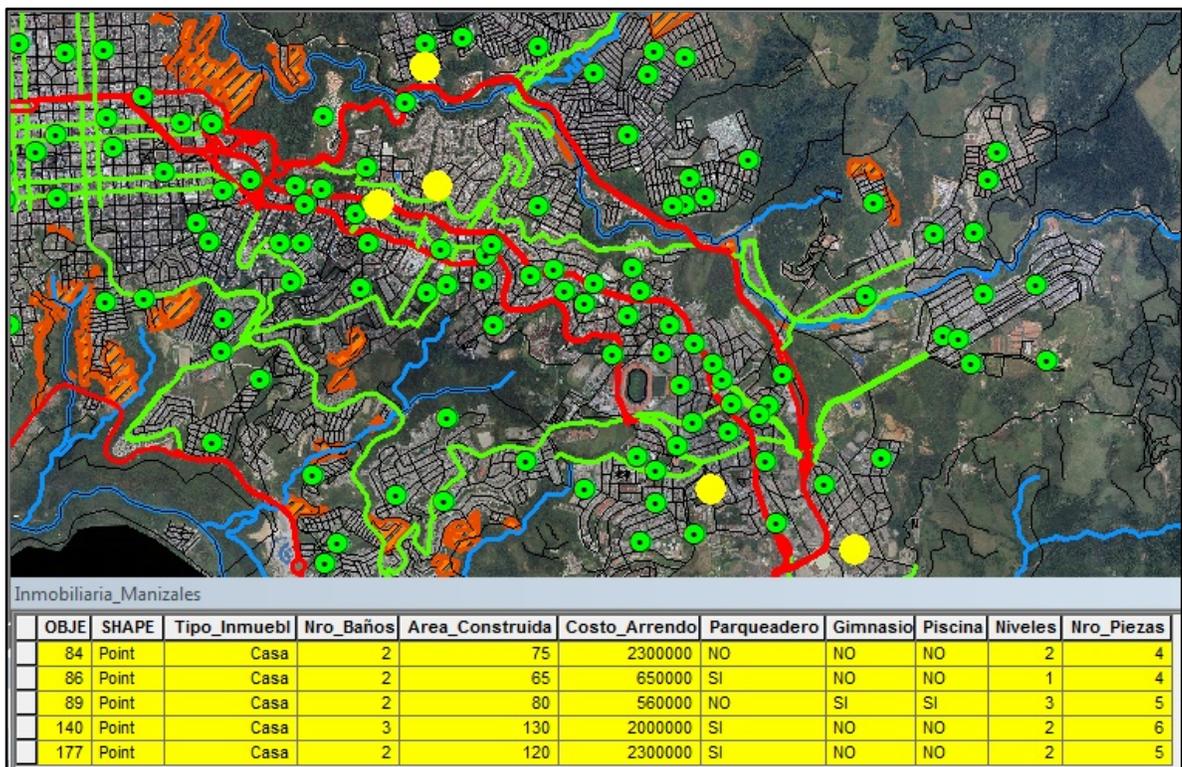


Figura 27. Caso D Selección por atributo y locación SIG Inmobiliario MZL

6.1.1 Descripción de los resultados selección de un inmueble por sus características básicas y de ubicación. Los 4 casos que simulan la búsqueda de un inmueble por estas características están basados en criterios de búsquedas por atributo y por locación, creando combinaciones de estas para obtener y satisfacer la necesidad del usuario, que es ofrecerle varias opciones que concuerden con lo que necesita. Los primeros tres casos A, B y C tienen la

estructura de búsqueda Atributo, Locación, Atributo y el último caso D, tiene una estructura de búsqueda más compleja: atributo, locación, locación, locación, locación, atributo, esto demuestra la variación y la flexibilidad que puede tener una búsqueda. El primer caso es muy común ya que la necesidad de la familia se suple buscando en la base de datos de la inmobiliaria un apartamento con mínimo 3 habitaciones y que esté a menos de 300 metros de un colegio privado, esto arrojó 7 registros dentro de la inmobiliaria. El caso B hace diferencia a una búsqueda corriente en una inmobiliaria ya que en este caso prevalece una idea de negocio que un usuario tiene en mente, ya que está convencido de que montar un restaurante cerca de una IPS o de una Universidad puede tener una buena acogida y buenos resultados, es por eso que se realizó una búsqueda de locales comerciales que estuvieran a menos de 200 metros de una IPS de segundo o tercer nivel o de una universidad obteniendo 6 locales comerciales que están dentro de la solicitud del usuario. El caso C se basa en buscar ofertas de renta que están dentro de un radio de 700 metros de un punto específico como lo es el POI “*Universidad de Manizales*”, la diferencia de este caso a los primeros dos es que el A y el B tienen búsquedas por locación basado en un atributo (Varios puntos) y el caso C se basa específicamente en un solo punto. El caso D contiene 4 búsquedas por locación las cuales dan solución a la necesidad de Alejandro, el desea vivir a menos de 200 metros de una iglesia, a más de 600 metros de áreas con riesgo de deslizamiento o inundación y estar a menos de 200 metros de una vía principal, la diferencia de este caso al de los demás es que se excluyen registros ya seleccionados, eliminando los que estén a 600 metros de cualquier área de riesgo geológico, utilizando el método de selección “*remove from the currently selected features in*” en Arcmap.

6.1.2 Discusión de los resultados selección de un inmueble por sus características básicas y de ubicación. el sistema de información geográfica “SIG Inmobiliario MZL” está en la capacidad de obtener la mejor opción de renta basado en búsquedas por atributo y localización, según los resultados de los 4 casos ilustrados demuestran que no hay límite de usar y combinar los tipos de búsqueda siempre y cuando se cumpla la finalidad del SIG que es suplir la necesidad del usuario. Lo interesante de estos resultados es que las características de selección espacial que el SIG posee, desliga lo que hasta ahora se ha tenido respecto a las bases de datos de las inmobiliarias que muchas veces las opciones de renta son ofrecidas voz a voz en donde el agente inmobiliario memoriza su ubicación sin interactuar con algún SIG, el caso C es un ejemplo muy común ya que es una búsqueda basada en un lugar específico, esto hace la diferencia a los casos A y B que tienen búsquedas por locación basado en un atributo (Varios puntos) y el caso C se basa específicamente en un solo punto. Hay que tener en cuenta que la inmobiliaria debe tener bastantes opciones de renta para poder abarcar y suplir las necesidades de las personas, ya que si bien los usuarios pueden tener necesidades complejas que las ofertas no alcancen a suplir.

6.2 RESULTADOS: MODELO DE SELECCIÓN PONDERADO DE UN INMUEBLE.

Se utilizó el “*Modelo de Selección Ponderado de un Inmueble Basado en la Distancia a sus Puntos de Interés más Cercanos*” a los puntos ofertados en venta, teniendo en cuenta las respuestas de la encuesta que se realizó, la pregunta 6 (*Figura 18*) da una idea de la preferencia que tienen las personas por los POI que se manejan en el SIG, la pregunta 10 (*Figura 22*) da el porcentaje de aceptación que tienen las vías principales para calificar cada punto ofertado, se utilizó los resultados de estas preguntas para desarrollar una tabla de ponderación la cual ilustra que cantidad de puntos se atribuye a cada POI que este cerca de un punto ofertado; Es decir, el porcentaje de preferencia de cada punto de interés que se obtuvo en la encuesta, representara los puntos de calificación de ese POI por cada vez que un punto ofertado lo contenga ver (Tabla 12), de esta manera se califica cada proyecto ofertado con puntos y así el que tenga más puntos tendrá la mejor ubicación.

Tabla 12. Ponderación de puntos de interés POI.

POI	Puntos
Centro Comercial o Almacén de cadena	38
Ente educativo (Escuela, Colegio, Universidad)	28
CAI Policía	14
IPS	13
Terminal Transporte	4
Banco	2
Iglesia	1
Vía Principal	63

En la Tabla 13 y la Figura 28 se encuentran la información más importante de cada proyecto en venta, cabe resaltar que son 17 registros correspondientes a 12 ubicaciones diferentes, en el (Anexo J) se encuentra todas las características de cada registro.

La pregunta No 7 de la encuesta (*Figura 19*) nos indica los radios con los que debemos calificar cada punto ofertado, el resultado nos muestra una preferencia del 45,3% para una distancia entre 3 o 4 cuadras (350 mts), 39,8% entre 5 y 7 cuadras (600 mts) y 12,5% entre 7 a 10 cuadras (850 mts), de esto se infiere que los puntos ofertados se calificaran encerrando los POI con un radio de 350 mts y

en caso de tener un empate en puntuación se recurrirá al resultado del radio de 600 mts para clasificar mejor la información.

Tabla 13. Puntos Ofertados - Información relevante del Anexo J.

Nombre del Proyecto	Tipo de Inmueble	Área Construida	Precio x m²	Precio Inmueble
Bulevar De La 22	Local Comercial	19.00	\$ 6.000.000	\$ 114.000.000
Bulevar De La 22	Local Comercial	20.00	\$ 3.500.000	\$ 70.000.000
Area Cable	Apartamento	71.00	\$ 3.028.169	\$ 215.000.000
Shalom	Apartamento	43.50	\$ 2.000.000	\$ 87.000.000
Shalom	Apartamento	65.50	\$ 2.000.000	\$ 131.000.000
Shalom	Apartamento	85.20	\$ 2.000.000	\$ 170.400.000
Bulevar del Bosque	Casa Cto Cerrado	90.00	\$ 1.394.444	\$ 125.500.000
Mirador de la Frontera	Apartamento	59.32	\$ 1.534.052	\$ 91.000.000
Mirador de la Frontera	Apartamento	72.21	\$ 1.454.092	\$ 105.000.000
Mirador de las Lomas	Casa	104.00	\$ 1.221.153	\$ 127.000.000
Conjunto Cerrado Morichal	Apartamento	47.14	\$ 1.470.004	\$ 69.296.000
Conjunto Cerrado Morichal	Apartamento	52.08	\$ 1.522.561	\$ 79.295.000
Saukará	Apartamento	73.00	\$ 2.547.945	\$ 186.000.000
Atúa 69	Apartamento	95.50	\$ 3.895.288	\$ 372.000.000
Santa Maria	Apartamento	54.00	\$ 1.666.667	\$ 90.000.000
Torres de Campohermoso	Apartamento	63.70	\$ 2.382.214	\$ 151.747.000
Laureles del Río	Apartamento	80.00	\$ 2.600.000	\$ 208.000.000

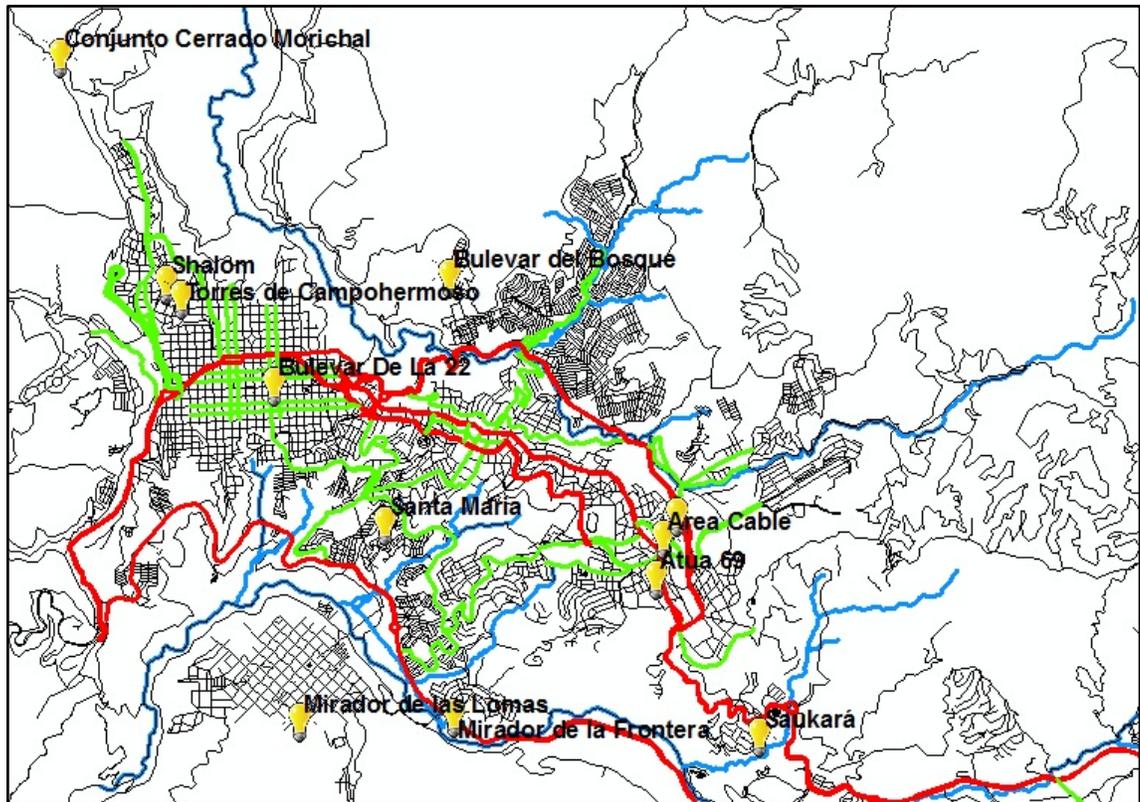


Figura 28. Ubicación de los puntos ofertados

Se corrió el modelo y se calificó cada punto ofertado con los tres radios propuestos, 350 mts, 600 mts, 850 mts; Para efectos de ilustración se muestra el procedimiento para el proyecto Área Cable (ver Tabla 14), allí se puede ver que con un radio de 350 Mts abarca 2 centros comerciales o almacenes, 2 entes educativos, 1 CAI de policía, 4 IPS, 1 terminal de transporte, 6 bancos, 1 iglesia y 5 vías principales para un total de 530 puntos; con un radio de 600 Mts obtiene una puntuación de 1030 y para un radio de 850 Mts una puntuación de 1823. Este mismo procedimiento se corrió para cada una de los proyectos ofertados teniendo en cuenta que el de mayor importancia es el resultado del radio de 350 Mts que fue escogido por las personas encuestadas, para mejor visualización de los resultados se ordenaron de mayor a menor puntaje para el radio de 350 Mts (ver Tabla 15) y se comparó con el precio por metro cuadrado de cada proyecto. Así mismo se muestran los resultados en forma descendente respecto al precio por metro cuadrado (Tabla 16), para determinar cuál de los radios sería una mejor opción a la hora de calificarlos.

Tabla 14. Modelo de selección ponderado aplicado al proyecto Área Cable.

Puntos de Interés	Puntos	Área Cable
-------------------	--------	------------

		350 Mts		600 Mts		850 Mts	
		Cantidad	Puntos	Cantidad	Puntos	Cantidad	Puntos
Centro Comercial o Almacén de cadena	38	2	76	6	228	14	532
Ente educativo	28	2	56	4	112	11	308
CAI Policía	14	1	14	1	14	2	28
IPS	13	4	52	11	143	17	221
Terminal Transporte	4	1	4	1	4	1	4
Banco	2	6	12	11	22	16	32
Iglesia	1	1	1	3	3	5	5
Vía Principal	63	5	315	8	504	11	693
Total			530		1030		1823

Tabla 15. Resultados modelo de selección ponderado ordenados de mayor a menor por radio 350 Mts.

Nombre Proyecto	Distancia			Precio / Mt2	Tipo de Inmueble
	350 Mts	600 Mts	850 Mts		
Bulevar de la 22	1133	2452	3403	\$ 6.000.000	Local Comercial
Área Cable	530	1030	1823	\$ 3.028.169	Apartamento
Atúa 69	503	1197	1617	\$ 3.895.288	Apartamento
Laureles del Río	497	868	1865	\$ 2.600.000	Apartamento
Shalom	480	763	1129	\$ 2.000.000	Apartamento
Torres de Campohermoso	431	839	1697	\$ 2.382.214	Apartamento
Santa María	288	464	732	\$ 1.666.667	Apartamento
Mirador de la Frontera	134	226	345	\$ 1.534.053	Apartamento
Saukará	63	63	230	\$ 2.547.945	Apartamento
Mirador de las lomas	0	454	581	\$ 1.221.154	Casa
Conjunto Cerrado Morichal	0	69	69	\$ 1.470.004	Apartamento
Bulevar del Bosque	0	29	239	\$ 1.394.444	Casa Cto Cerrado

Tabla 16. Resultados modelo de selección ponderado ordenados de mayor a menor por precio por metro cuadrado

Nombre Proyecto	Distancia			Precio / Mt2	Tipo de Inmueble
	350 Mts	600 Mts	850 Mts		
Bulevar de la 22	1133	2452	3403	\$ 6.000.000.00	Local Comercial
Atúa 69	503	1197	1617	\$ 3.895.287.96	Apartamento
Área Cable	530	1030	1823	\$ 3.028.169.00	Apartamento
Laureles del Río	497	868	1865	\$ 2.600.000.00	Apartamento
Saukará	63	63	230	\$ 2.547.945.21	Apartamento
Torres de Campohermoso	431	839	1697	\$ 2.382.213.50	Apartamento
Shalom	480	763	1129	\$ 2.000.000.00	Apartamento
Santa María	288	464	732	\$ 1.666.666.67	Apartamento
Mirador de la Frontera	134	226	345	\$ 1.534.052.60	Apartamento
Conjunto Cerrado Morichal	0	69	69	\$ 1.470.004.24	Apartamento
Bulevar del Bosque	0	29	239	\$ 1.394.444.00	Casa Cto Cerrado
Mirador de las lomas	0	454	581	\$ 1.221.153.85	Casa

6.2.1 Descripción de resultados del modelo de selección ponderado. Los resultados mostrados en la (Tabla 15) están ordenados de mayor a menor puntaje respecto al radio de 350 Mts, allí se observar que el proyecto Bulevar de la 22 tiene el puntaje más alto respecto a los demás, llevándole una ventaja al segundo lugar de más del doble de puntaje. Para las ultimas 3 posiciones fue de gran ayuda haber tenido la puntuación del radio de 600 Mts, ya que con los resultados del radio 350 Mts estos tres proyectos no sumaron puntos, pero al extender el radio alcanzaron a contener algunos POI que haría la diferencia para poder clasificarlos, al comparar los resultados con el precio por metro cuadrado se puede ver una dependencia muy marcada entre el puntaje obtenido con el método de selección de un inmueble y el precio por metro cuadrado. Para determinar cuál de los radios podría ser la adecuada para calificar los puntos ofertados, se ordenaron los resultados en orden descendente respecto al precio por metro cuadrado (Tabla 16), en rojo están los puntajes que representan una posición errónea de acuerdo al orden que se presenta (Precio por metro cuadrado), los resultados del radio de 600 Mts solamente tiene dos errores comparado con el radio de 350 metros que tiene 3 errores y el de 850 metros que tiene 4 errores de orden.

Cabe destacar también el proyecto “Bulevar de la 22” el cual se lleva el primer lugar en la calificación, utilizando los tres radios y con una gran diferencia respecto al segundo lugar; cabe mencionar también que el precio por metro cuadrado de este proyecto al igual que el puntaje tiene una gran diferencia con el segundo lugar, la diferencia es aproximadamente \$ 2.100.000 pesos/mt².

6.2.2 Discusión de los resultados del modelo de selección ponderado. El proyecto “*Bulevar de la 22*” a pesar de tener el mayor precio por metro cuadrado presenta un alto puntaje, cabe destacar también que a diferencia de todos los proyectos, éste es el único tipo de inmueble como local comercial, era de esperarse porque según los resultados está mejor ubicado respecto a todas las demás opciones de venta, por lo que sería más provechoso utilizar el área para comercio que construir apartamentos, pues se encuentra en el centro de la ciudad de Manizales.

Según estos resultados, algunos proyectos están sobrevaluados, como es el caso de Saukará que realmente ocupa los 3 últimos lugares de 12 opciones de venta y según su precio por metro cuadrado está en el puesto 5, para entender este comportamiento habría que tener en cuenta otras variables que fueran atractivas para este punto o simplemente el terreno estaría sobrevaluado.

Hay que tener en cuenta que la mitad de los encuestados están entre los 19 y los 27 años de edad pudiendo alterar los resultados de la encuesta, debido a que son edades donde la madurez y experiencia en los negocios son menores, comparados con personas de edades mayores, esto podría inferir más que todo en la ponderación de los POI.

Los resultados obtenidos con el método de selección ponderado de un inmueble basado en la distancia a sus puntos de interés más cercanos, se asemejan al proyecto que realizó Biere (2005) quien buscó la locación más emblemática de mayor centralidad o de mayor nivel técnico en Barcelona para sus edificaciones según las necesidades de cada perfil de demanda; uno de los aspectos más relevantes del proyecto era obtener el valor teórico del inmueble basado en análisis de entorno y proximidad y así reformular los modelos de localización. El resultado del presente estudio podría ser la base para obtener el valor teórico de un inmueble, no se desarrolló con estos resultados porque solamente se cuentan con 12 proyectos, lo que no sería una muestra representativa para crear un modelo, pero si se demostró que el precio por metro cuadrado está fuertemente ligado a su ubicación y a la cantidad y tipo de puntos de interés que lo rodean.

7. CONCLUSIONES

- Se concluye principalmente que el sistema de información geográfica “SIG Inmobiliario MZL” está en la capacidad de obtener la mejor ubicación para la compra o renta de un inmueble en la ciudad de Manizales; para escoger la mejor opción de renta, el SIG ofrece varias opciones de inmuebles que concuerdan con las necesidades del usuario, satisfaciendo de esta manera necesidades no solo de ubicación sino también por las características de la vivienda. Una gran ventaja es la variabilidad y flexibilidad que ofrece en criterios de búsquedas por atributo y locación, pudiendo hacer combinaciones de estas teniendo a su vez la capacidad de agregar o eliminar registros dependiendo de los requerimientos del cliente.
- El SIG “SIG Inmobiliario MZL” diseñado para obtener la mejor ubicación de inmuebles en renta tiene resultados precisos basados en necesidades propias de los usuarios y no en ofertas memorizadas por los agentes inmobiliarios como se acostumbra, pudiendo eliminar preferencias a algunos inmuebles, ya que hasta ahora, la mayoría de las veces ofrecen opciones de renta voz a voz, en donde el agente inmobiliario memoriza su ubicación sin interactuar con algún SIG o base de datos.
- El método de selección ponderado de inmueble basado en la cercanía a sus puntos de interés que se utilizó en el SIG para encontrar la mejor ubicación de inmuebles en venta, tuvo resultados óptimos, ya que se calificó y clasificó cada punto ofertado pudiendo obtener la mejor ubicación de estos, la veracidad y exactitud de los resultados se corroboraron con el precio por metro cuadrado de cada uno, encontrando un mismo comportamiento (puntuación Vs costo por metro cuadrado). Además de poder encontrar la mejor opción, el método puede mostrar indicios de sobreevaluación de los proyectos ofertados, pudiendo ayudar a los inversionistas a tomar decisiones. Asimismo el presente trabajo crea una base metodológica para realizar un modelo que esté en la capacidad de obtener el valor teórico de un inmueble basado en su ubicación.
- El costo de un inmueble está fuertemente ligado a su ubicación y a la cantidad y tipo de puntos de interés que lo rodean, ya que 2 inmuebles estructuralmente iguales en diferentes locaciones generan atractivos diferentes para las personas, en el presente trabajo se corroboró dicha afirmación en referencia a los puntos de interés, ya que dependiendo de qué tan atractivo sea el POI y la cercanía que tenga este con el inmueble, brindará a este un valor adicional. Esto se puede determinar sin duda con una adecuada ponderación de los POI, cabe destacar que el método utilizado en este trabajo permite tener flexibilidad para seleccionar la ponderación de los

POI y los radios o buffers, pudiendo hacer el uso de valores de una persona o de una población. Para el presente trabajo se tuvo en cuenta la relación de los POI con los usuarios mediante una encuesta, obteniendo criterios reales para calificar los puntos ofertados logrando conseguir buenos resultados.

- El uso de los Sistemas de Información Geográfica como herramientas estratégicas en el sector inmobiliario resultan ser de gran utilidad, ya que nos permite crear modelos y metodologías de gran potencial basados en el análisis espacial, herramientas que se deben de seguir desarrollando a través de la búsqueda de nuevas técnicas y caminos para el sector inmobiliario.
- La utilización de varios radios es una buena forma de apoyar los resultados obtenidos, ya que pueden haber puntos ofertados que no alcancen a contener POI con radios cortos y habría que recurrir a radios más lejanos al menos para clasificar los resultados. Según los resultados obtenidos, el radio de 600 metros es el que mejor califica los puntos ofertados por presentar 2 errores de orden comparado con el radio de 350 metros que tiene 3 errores y el de 850 metros que tiene 4 errores de orden.

8. RECOMENDACIONES

- Si se va a realizar una actualización de la base de datos del SIG “SIG Inmobiliario MZL”, se recomienda verificar nuevamente la ubicación de las IPS de primer nivel ya que estas cambian mucho de dirección con el tiempo, pudiendo tener una ponderación errónea a la hora de calificar los proyectos en venta. Los POI más seguros en cuanto a su ubicación son los Colegios, Universidades, CAI de policía, parroquias, centros comerciales y transporte.
- Para realizar un mejor control de calidad de la información se recomienda verificarla con diferentes fuentes, no todas son confiables y más si se recopila de internet; tener al menos 3 fuentes y si es posible una verificación personal.
- Si se va a realizar una verificación de algún POI utilizando Google Street View hay que tener en cuenta el año en que se tomó el registro fotográfico y el tipo de POI que se desea buscar, ya que si es un POI que cambia de dirección en muy corto tiempo no se podría encontrar fácilmente.
- Antes de georreferenciar la información es necesario terminar de construir la base de datos con sus registros, ya que mientras se realiza las consultas se puede encontrar con otros atributos que puedan caracterizar mejor la información.
- A la hora de georreferenciar la información, tener en cuenta los Basemap que se van a utilizar para esta labor, ya que existen pequeñas diferencias de medición entre algunas. En el trabajo se utilizó los basemap “*Street*” y “*Openstreetmap*”, los cuales presentan algunas diferencias que si no se identifican pueden afectar la verdadera ubicación del registro a georreferenciar.
- Crear más modelos de selección basados en otras características espaciales tales como estratos sociales, índices de peligrosidad (homicidio, hurtos), sectores industriales, sectores comerciales, residenciales, entre otros e Identificar la relación que estos puedan tener en el costo de un inmueble.
- Al calificar un inmueble basados en algún modelo de proximidad, tener en cuenta diferentes radios para tener una amplia visualización de los POI que lo rodean.

BIBLIOGRAFÍA

- ABUDEIL, A.M., ABDEL, A.A., FARRAG, A.F., (2015). Multicriteria decision analysis based on analytic hierarchy process in GIS environment for siting nuclear power plant in Egypt. *Annals of Nuclear Energy*, Vol. 75, pp. 682–692.
- Acuerdo No 508. Por Medio del Cual se Adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Manizales. Secretaría de Planeación. Alcaldía de Manizales. 12 de Octubre de 2001.
- Acuerdo No 573. Por Medio del Cual se Modifica el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Manizales, Acuerdo 508 de Octubre 12 de 2001. Secretaría de Planeación. Alcaldía de Manizales. 24 de Diciembre de 2003.
- Acuerdo No 663. Plan de Ordenamiento Territorial de Manizales. Secretaría de Planeación. Alcaldía de Manizales. 13 de Septiembre de 2007.
- Acuerdo No 784. Por medio del cual se adopta el plan de desarrollo para la ciudad de Manizales en el periodo 2012-2015: gobierno en la calle. 5 de Junio de 2012.
- AGUILAR, V.G., GARRIDO, P., (2001). Los sistemas de información geográfica (SIG) y su aplicación en localización de establecimientos turísticos. En: XI Congreso Nacional de ACEDE. España: Universidad de Sevilla.
- ALLO, N., (2014) A Challenge for Geomarketing in Developing Countries. *International Journal of Market Research*, Vol. 56, 297-316 pp.
- ARQUIDIOCESIS DE MANIZALES, nuestras Parroquias. [en línea]. [Consulta: 01/02/2015]. Disponible en: <<http://www.arquidiocesisdemanizales.com/page/index.php/parroquias>>
- BANCO AGRARIO, red de oficinas del banco Agrario. [en línea]. [Consulta: 01/03/2015]. Disponible en: <http://www.bancoagrario.gov.co/canales/RedOficinas/Paginas/Mapa.aspx>
- BANCO AV VILLAS, mapa puntos de atención. [en línea]. [Consulta: 01/03/2015]. Disponible en: <<https://www.avvillas.com.co/mapasweb/colombia/results-manizales/Ver%20Todas>>.
- BANCO BANCAMIA, oficinas del departamento de Caldas. [en línea]. [Consulta: 01/03/2015]. Disponible en: <https://www.bancamia.com.co/old/oficinas_caldas.php>

BANCO BANCOLOMBIA, buscador de puntos de atención Bancolombia. [en línea]. [Consulta: 02/03/2015]. Disponible en: <http://puntosdeatencion.grupobancolombia.com/>

BANCO BANCOOMEVA, directorio de oficinas de Bancoomeva. [en línea]. [Consulta: 02/03/2015]. Disponible en: http://sna2.coomeva.com.co/pls/fin/dir_oficinas_pkg.consulta

BANCO BBVA, mapa de cajeros y oficinas del banco BBVA. [en línea]. [Consulta: 01/03/2015]. Disponible en: <https://www.bbva.com.co/web/guest/cajeros-y-oficinas#mapaOficinas>

BANCO CAJA SOCIAL, centros de atención Banco Caja Social. [en línea]. [Consulta: 02/03/2015]. Disponible en: <https://www.bancocajasocial.com/centros-de-atencion?tipo=10&lugar=26410>

BANCO CITIBANK, puntos de atención Citibank. [en línea]. [Consulta: 02/03/2015]. Disponible en: https://www.citibank.com.co/banca_personal/puntos_de_atencion/pais.htm

BANCO COLPATRIA, mapas de oficinas del banco Colpatria. [en línea]. [Consulta: 02/03/2015]. Disponible en: <https://www.colpatria.com/publico/mapas/oficinas.html>

BANCO CORPOBANCA, red de oficinas de Corpobanca en Manizales. [en línea]. [Consulta: 02/03/2015]. Disponible en: <https://www.bancocorpbanca.com.co/portal/formas/1927/RED-OFICINAS-CORPBANCA-Manizales-2014.pdf>

BANCO DAVIVIENDA, aplicación de búsqueda de puntos de atención de Davivienda. [en línea]. [Consulta: 03/03/2015]. Disponible en: <http://www.daviviendaapp.com/>

BANCO DE BOGOTÁ, puntos de atención Banco de Bogotá. [en línea]. [Consulta: 02/03/2015]. Disponible en: <https://www.bancodebogota.com/wps/portal/banco-bogota/bienvenido/servicio-al-cliente/puntos-de-atencion>

BANCO DE LA REPÚBLICA, lista de sucursales del Banco de la República. [en línea]. [Consulta: 04/03/2015]. Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/es/sucursales/lista>

BANCO DE OCCIDENTE, mapa de puntos de atención del banco de occidente en Manizales. [en línea]. [Consulta: 03/03/2015]. Disponible en:

<https://www.bancodeoccidente.com.co/mapasweb/colombia/results-manizales/Oficinas>

BANCO FALABELLA, oficinas del banco Falabella. [en línea]. [Consulta: 03/03/2015]. Disponible en: <http://www.bancofalabella.com.co/1Oficinas.aspx>

BANCO GNB SURAMERIS, oficinas y horarios de atención de GNB Surameris. [en línea]. [Consulta: 03/03/2015]. Disponible en: <http://www.gnbsudameris.com.co/oficinas-horarios.php>

BANCO GRUPO HELM, sucursales del grupo Helm en Colombia. [en línea]. [Consulta: 03/03/2015]. Disponible en: <https://www.grupohelm.com/contactenos/>

BANCO PICHINCHA, puntos de atención banco Pichincha. [en línea]. [Consulta: 03/03/2015]. Disponible en: <https://www.bancopichincha.com.co:8443/dnn/PuntosdeAtenci%C3%B3n/ReddeOficinas.aspx>

BANCO POPULAR, mapa de puntos de atención del Banco Popular en Manizales. [en línea]. [Consulta: 03/03/2015]. Disponible en: <https://www.bancopopular.com.co/mapasweb/colombia/results-manizales/Oficinas>

BANCO WWB, mapa de oficinas del banco wwB en Colombia. [en línea]. [Consulta: 04/03/2015]. Disponible en: <https://www.bancowwb.com/canales-servicio/nuestras-oficinas/>

BAVIERA, A., BUITRAGO, J.M., ESCRIBA, C., CLEMENTE, J.S., (2009). Geomarketing: Aplicación de los sistemas de información geográfica al marketing. Paper presented at the Octava Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, Orlando, Florida.

BAVIERA, A., BUITRAGO, J.M., RODRÍGUEZ, J.E., (2012). Análisis Metodológico del modelo de interacción espacial MCI. DOCFRADIS Working Papers, Catedra Fundación Ramón Areces de Distribución Comercial, Valencia, España.

BIERE, R., GARCIA, P., (2005). Sig orientado al Geomarketing inmobiliario en Barcelona. A: 2do Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. "2do. Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual". Ediciones Universidad Bío-Bío, pp. 135-141.

BIRKIN, M., CLARKE, G.P., CLARKE, M., (1999). GIS for business and service planning, Geographical Information Systems, Vol. 2, pp.709-722.

- BURROUGH, P.A, MACDONNEL, R.A., (1998). Principles of geographical information systems. Oxford University Press, Oxford, pp. 327.
- BUZAI, G.D., (2012). Evaluación Multicriterio en la Búsqueda de Sitios Candidatos para Ubicar Nuevos Centros de Salud. Síntesis Teórico-Metodológica. Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG), Vol. 4, pp. 1-9.
- CABLE AEREO MANIZALES, Ubicación Geográfica. [en línea]. [17/03/2014]. Disponible en: <<http://www.cableaereomanizales.com/index.php/informacion/ubicacion-geografica>>.
- CASTELLANOS, D.F., (2010). Aplicación de los sistemas de información geográfica en el ordenamiento territorial. Ventana Informática, Universidad de Manizales, Vol. 22, pp. 39-53.
- COMBER, A., DICKIE, J., JARVIS, C., PHILLIPS, M., TANSEY, K., (2015). Location bioenergy facilities using a modified GIS-based location–allocation–algorithm: Considering the spatial distribution of resource supply. Applied Energy, Vol. 154, pp. 309-316.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE. Cartera Hipotecaria de Vivienda. Boletín Técnico IV trimestre 2014.
- DEVORE, J.L., (2008) Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. Séptima edición. Editorial Cengage Learning.
- DIRECTORIO PAGINAS COLOMBIA, directorio de bancos en Colombia Colombia. [en línea]. [Consulta: 01/03/2015]. Disponible en: <http://www.directoriopaginascolombia.com/bancos.htm>.
- GALEANO, V., 2013. Localización Espacial de la Actividad Económica en Medellín, 2005-2010 un Enfoque de Economía Urbana. Revista Ensayos Sobre Política Económica, Vol. 31, Núm. 70.
- GEOFABRIK, OpenStreetMap Data Extracts. [en línea]. [Consulta: 06/11/2014]. Disponible en: <<http://download.geofabrik.de/osm/>>.
- GIL, J.L., JARAMILLO, M., (2013). Experiencia con el Sistema de Información Geográfica de Manizales en la Curaduría Urbana No 1. Ventana Informática, Universidad de Manizales, Vol. 29. pp. 95-110.
- GOOGLE MAPS, Google Street View. [en línea]. Disponible en: <<https://www.google.com/maps>>.

- GUTIERREZ, J., GOULD, M., (1994). Sig: Sistemas de Información Geográfica, Madrid.
- GUTIÉRREZ, J., (2000). Sistemas de información geográfica: funcionalidades, aplicaciones y perspectivas en Mato Grosso do Sul. Revista Internacional de Desarrollo Local, Vol. 1, pp. 41-48.
- HU, Z., TANG, G., LU, G., (2014). A New Geographical Language: a Perspective of GIS. Journal of Geographical Sciences, Vol. 24, pp. 560-576.
- IGAG, Sig Mapa del Sistema Nacional Catastral. [en línea]. [Consulta: 01/12/2014]. Disponible en: <<http://ssiglwps.igac.gov.co/ssigl2.0/visor/galeria.req?mapald=23>>.
- LOPEZ, L., (2003). El Uso de Sistemas de Información Geográfica Para el Análisis del Mercado Inmobiliario, Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco, Vol. VII, pp. 146 (101).
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, buscando colegio. [en línea]. [Consulta: 28/01/2015]. Disponible en: <<http://www.mineduccion.gov.co/buscandocolegio/>>.
- NIÑO, C.A., CÁCERES, G., (2014). Estado Actual de Temáticas para el Análisis Espacial en la Toma de Decisiones. Ventana Informática, Universidad de Manizales, Vol. 31, pp. 59-74.
- OPENSTREETMAP, Mapa de OpenStreetMap. [en línea]. [Consulta: 01/12/2014]. Disponible en: < <https://www.openstreetmap.org/>>.
- PEW RESEARCH CENTER, The Global Catholic Population. [en línea]. [Consulta: 06/03/2015]. Disponible en: < <http://www.pewforum.org/2013/02/13/the-global-catholic-population/>>.
- RESOLUCIÓN N° 5261. Por la cual se establece el Manual de Actividades, Intervenciones y Procedimientos del Plan Obligatorio de Salud en el Sistema General de Seguridad Social en Salud. Ministerio de Salud. República de Colombia. 5 de Agosto de 1994.
- RIKALOVIC, A., COSIC, I., LAZAREVIC, D., (2014). GIS Based Multi-Criteria Analysis for Industrial Site Selection. Procedia Engineering, Vol. 69, pp. 1054-1063.

- ROIG, N., (2013). Análisis de áreas comerciales mediante técnicas SIG: Aplicación a la distribución comercial y centros tecnológicos. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València. España.
- ROIG, N., BAVIERA, P., BUITRAGO, J., (2013). Business opportunities analysis using GIS: the retail distribution sector. Glob Bus Perspect, Vol. 1, pp 226-238.
- RUES, Registro Único Empresarial y Social Cámaras de Comercio. [en línea]. Disponible en: <http://www.rues.org.co/RUES_Web/Consultas>.
- SAATY, T.L., (1980). The Analytical Hierarchy Process. Mc Graw Hill, USA.
- SIG ALCALDÍA DE MANIZALES, Sistema Estructurante Urbano. [en línea]. [Consulta: 01/12/2014]. Disponible en: <<http://181.143.241.13/appflex/CONSULTA%20SISTEMA%20ESTRUCTURANTE%20URBANO/>>.
- SMITH, K., (2001). Environmental Hazards: Assessing risk and reducing disaster, Routledge.
- SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SALUD, Mapa de Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud. [en línea]. [Consulta: 04/02/2015]. Disponible en: <<http://www.supersalud.gov.co/mapalpss.html>>.
- TIZNADO, M., PRADENAS, L., (2014). Location of Prehospital Care Basis Through Combined Fuzzy AHP and GIS Method. International Symposium of the Hierarchy Process 2014, Washington D.C., U.S.A.
- XIANGYI, L., YUANYUAN, Z., (2013). Multi-criteria GIS - Based Procedure for Coffe Shop Location Decision. Höskolan I Gävle. Gävle, Sweden.
- YANG, Y., TANG, Y., LUO, H., LAW, R., (2015). Hotel location evaluation: A combination of machine learning tools and web GIS. International Journal of Hopitality Management, Vol. 47, pp. 14-24.