UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN AVALÚOS RURALES DENOMINADO:

"DETERMINACION DE ZONAS HOMOGENEAS FISICAS Y GEOECONÓMICAS PARA SUELO RURAL DEL MUNICIPIO DE MADRID CUNDINAMARCA USANDO EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO AHP"

Presentado Por:

María Del Mar Molina Pulido
Ing. Catastral y Geodesta

Código:

20201117020

Director:

Oscar Fernando Torres Colmenares.
Ing. Catastral y Geodesta
Docente de Planta U.D

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERIA
ESPECIALIZACION DE AVALUOS
BOGOTÁ
2020

Tabla de Contenidos

Introducción....1
Formulación del problema....2
Justificación....3
Objetivos....5
Objetivo general....5
Objetivos específicos....5
Estado del arte....6
Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico AHP en procesos de valoración....6
Marco teórico....7
Avalúo y valuación....7
Plan de ordenamiento territorial....7
Clasificación del suelo....7
Suelo rural....8
Predio rural....8
Suelo suburbano....8
Suelo de protección....8
Norma de uso del suelo....9
Zonas homogéneas físicas -ZHF....9
Variables para la determinación de ZHF rurales....11
Categoría del suelo....11
Zonas de actividad del suelo rural....11
Áreas homogéneas de tierras con fines catastrales -AHT....11
Uso actual del suelo rural....12
Tipo según uso actual....13
Influencia de las vías....13
Disponibilidad de aguas superficiales permanentes....14
Zonas homogéneas físicas geoeconómicas- ZHFGE....15
Proceso Analítico Jerárquico – AHP....16
Cálculo de la consistencia de la matriz de comparación pareada.....19
Marco normativo....21
Marco normativo Nacional....21
Marco normativo Municipal....21
Plan Básico De Ordenamiento Territorial -PBOT de Madrid Cundinamarca....21
Marco geográfico....23
Localización....23
Contexto geográfico....23
Metodología....28
1. Alistamiento de información necesaria e insumos de trabajo....29
2. Determinación de las Zonas homogéneas físicas rurales....29
2.1. Determinación de las variables físicas rurales....30
2.2. Diseño, elaboración y ajuste de zonas homogéneas físicas preliminares....47
2.3. Verificación y análisis de zonas homogéneas físicas obtenidas.....51
3. Estudio de zonas homogéneas geoeconómicas del suelo rural.....51

3.1. Determinación y búsqueda de puntos de investigación o mercado inmobiliario. 51
3.3. análisis de las ofertas inmobiliarias 53
3.3. Elaboración del plano de mercado inmobiliario investigado. 55
4. Aplicación del proceso analítico jerárquico -AHP 56
5. Determinación y mapeo de las zonas homogéneas geoeconómicas. 59
Resultados 61
Conclusiones y discusión 64
Anexos 70
Referencias Bibliográficas 71

Lista de tablas

Tabla 1: Población página de Madrid. 4
Tabla 2:Variables físicas en la determinación de ZHF. 9
Tabla 3: Códigos y descripción variable categorías del suelo rural....11
Tabla 4: Códigos de uso en zona rural. 12
Tabla 5: Códigos de las vías. 14
Tabla 6: Clasificación por disponibilidad de aguas superficiales permanentes. 14
Tabla 7: valores de consistencia aleatoria en función del tamaño de la matriz....20
Tabla 8: Ratios de consistencia aleatoria. 20
Tabla 9: Insumos de trabajo y fuentes de información. 29
Tabla 10:Categorías del suelo rural de Madrid....30
Tabla 11: Zonas de actividad Madrid....31
Tabla 12: Clasificación de Climas según Caldas Lang. 35
Tabla 13: Valor Potencial de los suelos de Madrid. 38
Tabla 14:Descripción de AHT determinadas para el municipio de Madrid....41
Tabla 15: Códigos de uso en zona rural. 42
Tabla 16:Clasificación por tipo de cobertura Madrid. 44
Tabla 17: Clasificación por variable Aguas Madrid. 45
Tabla 18: Descripción vías Madrid. 46
Tabla 19:Descripción zonas homogéneas físicas de Madrid. 49
Tabla 20: Mercado inmobiliario. 52
Tabla 21: escala de valoración de importancia de una variable sobre otra. 57
Tabla 22: Explicación de matrices. 58
Tabla 23:Resumen de Clasificación de zonas homogéneas físicas a zonas homogéneas geoeconómicas. 62
Tabla 24: Caracterización zonas homogéneas geoeconómicas de Madrid Cund. 62

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Clasificación de los planes de ordenamiento territorial. 7
Ilustración 2: Algunos códigos por tipos de uso en zona rural....13
Ilustración 3: Esquema jerárquico de un modelo sencillo.....16
Ilustración 4: Escala fundamental de comparación por pares de Saaty, 1980.....17
Ilustración 5: Estructura básica del PBOT vigente de Madrid. 22
Ilustración 6: Ubicación del municipio de Madrid. 23
Ilustración 7: Veredas del municipio de Madrid. 24
Ilustración 8: Hidrografía de Madrid. 25
Ilustración 9:Elevaciones montañosas de Madrid.....26
Ilustración 10: Relieve de Madrid.....27
Ilustración 11:Mapa categorías del suelo rural de Madrid. 31
Ilustración 12: Mapa Zonas de actividad Madrid Cundinamarca....33
Ilustración 13: Climas de Madrid 36
Ilustración 14: Pendientes de Madrid.....37
Ilustración 15: Valor potencial de los suelos de Madrid. 38
Ilustración 16: Limitantes en los suelos de Madrid. 39
Ilustración 17: Áreas homogéneas de tierra de Madrid.....40
Ilustración 18: Coberturas CLC- Uso actual Madrid. 43
Ilustración 19: Tipos según cobertura -Uso actual Madrid. 44
Ilustración 20: Disponibilidad de aguas. 45
Ilustración 21: Vías Madrid. 47
Ilustración 22: Zonas Homogéneas físicas del municipio de Madrid Cundinamarca.....48
Ilustración 23: ofertas de mercado inmobiliario de Madrid 53
Ilustración 24: Ofertas rurales Madrid. 54
Ilustración 25: ofertas inmobiliarias Madrid. 55
Ilustración 26: Especialización ofertas.....56
Ilustración 27: Dispersograma de AHP y valor del suelo por hectárea. 60
Ilustración 28: Zonas homogéneas geoeconómicas rurales determinadas para el municipio de Madrid Cund. 61

Introducción

Realizar la constante actualización de la información catastral de un territorio facilita la correcta ejecución de las funciones de las entidades de ordenamiento territorial y catastro, gracias a que las mismas pueden obtener mayor información de cada uno de los predios, siendo esta, más precisa y detallada; lo cual, facilita las labores que estas realizan, como el cobro de impuestos, entre otras. Aunque cabe resaltar que los avalúos no son solo con fines de fisco (catastrales), también existen los avalúos orientados a determinar el valor comercial del inmueble, es decir, determinan el precio más probable en el mercado y estos valores de los inmuebles, ya sean de tipo rural o urbano, se mantienen en constante cambio debido a las dinámicas inmobiliarias y de los territorios.

Es por esto que, con el presente trabajo de grado se realiza la implementación del proceso jerárquico analítico -AHP en la determinación de las zonas homogéneas geoeconómicas del suelo rural del municipio de Madrid Cundinamarca; en donde, a partir de las Zonas Homogéneas Físicas del suelo rural se usará este proceso jerárquico para la comparación entre los diferentes criterios (o variables) las más importantes en la determinación del valor del suelo y también se les definirá su importancia de acuerdo a una escala definida por el mismo proceso, cabe resaltar que esta importancia que se les asigna a cada uno de los criterios nos permitirá también cuantificar variables del tipo cualitativo que son importantes en el estudio de valor del suelo. El proceso de implementación de este proceso implica inicialmente realizar la determinación de las zonas homogéneas físicas rurales, zonas que de acuerdo con lo descrito en el *Manual de procedimientos de elaboración, revisión, modificación y aprobación de los estudios de zonas homogéneas físicas y*

geoeconómicas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi tienen similares características en variables físicas como lo son: las áreas homogéneas de tierra, norma y uso actual del suelo, influencia de las vías, disponibilidad de aguas superficiales, cobertura y tipo según cobertura y clasificación del suelo. Para luego proceder a la investigación económica de ofertas y es aquí en donde se implementa todo el proceso de jerarquización de criterios teniendo en cuenta la información brindada por especialistas en el valor del suelo del municipio y con esta información debidamente procesada finalmente determinar los valores de zonas homogéneas geoeconómicas, que son aquellas que nos permitirán diferenciar los valores para los suelos rurales el municipio estudiado.

Formulación del problema

La consolidación de los precios de mercado de la tierra en Colombia requiere un crecimiento de la comprensión de los modelos o mecanismos que determinan el precio de los mismos de acuerdo a las características físicas y cualidades que tienen; en donde se hace necesario que se realicen muchos más trabajos de investigación acerca de los modelos de generación de precios para los predios rurales en el territorio nacional teniendo en cuenta las diferentes regiones geográficas que tiene el mismo, en las cuales cada una de estas regiones tienen climas, vegetación, disponibilidad de recursos como el agua, tipos de suelos, fauna y flora distintas.

Según (Caballero & Quintero, 2006): “En Colombia, existen alrededor de 2.8 millones de predios rurales en el catastro, y cerca de 6000 registros de zonas físicas homogéneas, con información que describe clima, pendiente del terreno, valor potencial del suelo, uso del

suelo, disponibilidad de fuentes de agua y tipo de vías cercanas". Por tanto, se evidencia que es necesario integrar estas bases de datos para poder implementar nuevos métodos de valoración del suelo rural que sean efectivos y consistentes, además de que los mismos permitan tener en cuenta la mayor cantidad de información o características cualitativas y cuantitativas posibles priorizando las de mayor importancia en la generación del valor del suelo.

Justificación

En los últimos años el crecimiento demográfico del departamento de Cundinamarca ha tenido un comportamiento por encima del crecimiento promedio nacional y, en particular este crecimiento demográfico se ve reflejado en mayor forma en los municipios que componen la Sabana de Bogotá ya que estos han presentado un mayor crecimiento poblacional respecto a otros la región. Dicho crecimiento se da debido a los movimientos migratorios intrarregionales que se han presentado entre la población atraída por Bogotá desde el resto del país y la inexistencia de opciones de vivienda con precios asequibles en la ciudad; por lo que la población de la ciudad capital se ve atraída para comprar espacios más grandes en municipios cercanos a diferencia de lugares pequeños en la ciudad. Además, que, por otra parte, gran cantidad de la industria presente en la ciudad de Bogotá se ha trasladado para la sabana para así dar cumplimiento con los planes de ordenamiento territorial.

El municipio de Madrid, al igual que los municipios de la sabana, en los últimos años ha sufrido un crecimiento poblacional elevado tal y como se puede mostrar de acuerdo con datos de la página oficial de Madrid, donde se muestra que el municipio tiene la siguiente

evolución de la población desde el año 1995 hasta el año 2017. La tabla se presenta a continuación:

Tabla 1: Población página de Madrid.

POBLACIÓN	
AÑO	**Total**
2017	70.203 Habitantes
2016	68.684 Habitantes
2015	67.260 Habitantes
2014	65.863 Habitantes
2013	64.496 Habitantes
2012	63.157 Habitantes
2011	61.846 Habitantes
2010	60.532 Habitantes
2008	67.042 Habitantes
2007	65.538 Habitantes
2006	64.026 Habitantes
2005	62.425 Habitantes
2004	57.204 Habitantes
2003	55.966 Habitantes
2002	54.692 Habitantes
2001	53.406 Habitantes

Fuente: Pagina web oficial del municipio de Madrid Cundinamarca.[1]

Como otro factor a tener en cuenta, existen proyectados varios proyectos a nivel departamental, nacional y de la región como lo son el Aeropuerto El Dorado II, la vía Conexión Sabana y el Regiotram, los cuales generarán un crecimiento en la demanda de vivienda y de suelo para usos complementarios por lo que la necesidad de la revisión de y modificación de los planes de ordenamiento territorial y la actualización catastral permitirán en primera medida posibilitar el crecimiento del municipio de manera armónica y también el recaudo de impuestos para desarrollo de las obras de infraestructura necesaria para recibir la población que llegue al municipio.

[1] http://www.madrid-cundinamarca.gov.co/territorios/asociaciones-de-vivienda-comunitaria

Objetivos

Objetivo general

Determinar las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas para el suelo rural del municipio de Madrid Cundinamarca, aplicando el manual de procedimientos de elaboración, revisión, modificación y aprobación de los estudios de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas del Instituto geográfico Agustín Codazzi y a su vez incorporando el Proceso Analítico Jerárquico -AHP.

Objetivos específicos

- Definir y mapear las Zonas Homogéneas Físicas Rurales del municipio de Madrid Cundinamarca partiendo de la información contenida en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial PBOT y consultando además otras fuentes de información relevante en fuentes estatales.
- Efectuar un estudio de mercado de ofertas en el suelo rural del municipio de Madrid Cundinamarca con el fin de observar la dinámica de precios del suelo y posteriormente utilizar dicha información para la determinación de las zonas homogéneas geoeconómicas rurales del municipio.
- Implementar el Proceso Analítico Jerárquico -AHP en el proceso de determinación de zonas homogéneas mediante la aplicación de encuestas a expertos en el valor y conocedores de la zona objeto de estudio con el fin de determinar el nivel de importancia de los criterios estudiados.
- Realizar avalúos del suelo de la zona rural del municipio de Madrid Cundinamarca.

Estado del arte

Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico AHP en procesos de valoración

El proceso creado por el matemático Saaty en el año de 1980 ha tenido a lo largo del tiempo una infinidad de aplicaciones en distintos sectores, apoyando en la toma de decisiones que implican tener en cuenta diferentes alternativas y criterios.

En la actividad valuatoria este proceso analítico jerárquico no se ha aplicado casi en el ámbito valuatorio, aunque es importante destacar un estudio realizado por el ingeniero. Francisco Cavalli en 2017, el cual fue presentado en el Congreso Panamericano de Valuación UPAV y II Encuentro Panamericano de Valuación Rural obteniendo el primer puesto; este estudio consistió en la aplicación del proceso AHP en la valuación de dos lotes de terreno ubicados en el municipio de Sabanagrande Atlántico. La fundamentación de la aplicación de este proceso radica principalmente en que estos dos lotes fueron resultado de la construcción de una vía 4G que dividió el lote matriz (original) en dos lotes de menor extensión y debido al paso de esta vía y a que el municipio generó un cambio en su plan de ordenamiento territorial, donde cambió tanto la Clasificación del suelo como el Uso de Suelo permitido se generó una alta especulación en el valor de la tierra de los mismos respecto a los valores anteriores a estos sucesos. El proceso AHP en este caso permitió la ponderación de distintas variables con el fin de disminuir el impacto de esta alta especulación sin subvalorar los terrenos y sus ventajas en cuanto a desarrollo y ubicación (RNA, 2018, p 7-12).

Marco teórico

Avalúo y valuación

Según el marco de la Ley 1653 de 2013; se define la valuación como: "El proceso de determinación del valor de un bien, de conformidad con los métodos, técnicas, actuaciones, criterios y herramientas que se consideren necesarios y pertinentes para el dictamen". El dictamen resultado de la valuación se denomina avalúo.

Plan de ordenamiento territorial

Es el instrumento técnico y normativo destinado a generar políticas con el fin ordenar el territorio; el plan de ordenamiento territorial se conforma por los objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas, destinadas a orientar administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.

De acuerdo con la Ley 388 de 1997 clasifica los planes de ordenamiento de acuerdo al número de habitantes del municipio así:

Ilustración 1: Clasificación de los planes de ordenamiento territorial.

Plan de Ordenamiento Territorial-POT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial -PBOT	Esquema de Ordenamiento Territorial - EOT
• Municipios con población mayor a 100.000 habitantes	• Municipios con población entre 30.000 y 100.000 habitantes	• Municipios con población menor a 30.000 habitantes

Fuente: Elaboración propia a partir de la Ley 388 de 1997.

Clasificación del suelo

Definido mediante el artículo 30 de la Ley 388 de 1997; en donde se definen las clases de suelo como: "Las divisiones del territorio propuesta por los planes de ordenamiento territorial", por lo cual, esta clasificación divide el territorio de los municipios y distritos

en suelo urbano, rural y de expansión urbana. Por otra parte, la ley menciona que al interior de estas clases podrán establecerse las categorías de suburbano y de protección, de conformidad con los criterios que expone la misma ley.

Suelo rural

De conformidad con la Ley 388 de 1997, entran en esta categoría los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales entre otras…

Predio rural

Según la Resolución 070 de 2011 emitida por el IGAC, en su artículo 10; se definen como los ubicados fuera de los perímetros urbanos: cabecera, corregimientos y otros núcleos aprobados por el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio.

Suelo suburbano

Corresponde a aquellas áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad; estas áreas son diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana (IGAC, 2017, p 8).

Suelo de protección

Definido en el artículo 35 de la Ley 388 de 1997 como el suelo conformado por zonas y áreas de terrenos localizados en cualquier clase que: “por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse”.

Norma de uso del suelo

Es la indicación legal sobre la actividad que se puede desarrollar en un determinado espacio geográfico con lo planificado y reglamentado por la entidad catastral en el plan de ordenamiento territorial vigente.

Zonas homogéneas físicas -ZHF

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC es el encargado a nivel nacional de establecer las directrices para la construcción de las Zonas Homogéneas Físicas y Geoeconómicas.

Conforme con el artículo 51 de la Resolución 070 de 2011 emitida por el IGAC, se definen como: "Espacios geográficos con características similares en cuanto a vías, topografía, servicios públicos, uso actual y norma de uso del suelo, tipificación de las construcciones y/o edificaciones, áreas homogéneas de tierra, disponibilidad de aguas superficiales permanentes u otras variables que permitan diferenciar estas áreas de las adyacentes".

Tabla 2:Variables físicas en la determinación de ZHF.

Variables ZHF en suelo Urbano	Variables ZHF suelo rural
a. Topografía b. Vías c. Servicios d. Norma de uso del suelo e. Uso actual del suelo f. Tipificación de las construcciones g. Otras variables que por sus características deben tenerse en cuenta	a. Áreas homogéneas de tierras a. Uso actual del suelo b. Tipo según uso actual del suelo. c. Influencia de las vías d. Disponibilidad de aguas superficiales permanentes e. Otras variables que por sus características se deben tener en cuenta

Fuente: Elaboración propia a partir de (IGAC, 2017, p 10). [2]

[2] http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/procedimientos/procedimientos%202008/2017/P51400-03%2017V1Elaboracion%20revision%20modificacion%20y%20aprobacion%20de%20los%20estudios%20Zonas%20HFG.pdf

Adicionalmente a las variables físicas, para la elaboración de zonas homogéneas rurales se tendrán en cuenta dos variables más, las cuales corresponden a las variables normativas de acuerdo al plan de ordenamiento territorial del municipio. Estas variables son categoría del suelo y zonas de actividad.

El proceso inicia con la generación del plano de zonas homogéneas físicas urbanas mediante la superposición de los planos de las variables y de esta forma se obtienen una serie de espacios geográficos, que resultan de esta unión, posteriormente se realiza el análisis del plano resultante y se definen las Zonas Homogéneas Físicas preliminares, que se ajustan y arrojan las Zonas Homogéneas Físicas definitivas; las cuales se procede a asignar un código de dos dígitos ascendente iniciando con el 01 hasta el 99; en donde, la ZHF rural con código 01 será la que reúne las mejores condiciones agronómicas de acuerdo con las áreas homogéneas de tierra, norma de uso del suelo, uso actual del suelo, influencia de las vías y disponibilidad de aguas superficiales permanentes. La ZHF con código 02 será la que le sigue y así sucesivamente, hasta llegar a la ZHF con código 99 que corresponde a la zona con peores condiciones de las variables ya mencionadas. (IGAC, 2017, p 66).

Variables para la determinación de ZHF rurales

Categoría del suelo

En base a la Ley 388 de 1997, las categorías del suelo se dividen en:

Tabla 3: Códigos y descripción variable categorías del suelo rural

Código	Categoría del suelo Rural	Descripción
1	**Suelo rural protegido**	Áreas del suelo rural que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse
2	**Suelo rural no protegido**	Áreas del suelo rural que no se presentan ningún tipo de limitaciones en cuanto al uso productivo.

Fuente: Elaboración propia a partir IGAC y Ley 388/97.

Zonas de actividad del suelo rural

De acuerdo con Silva, 2020 esta variable *refiere al régimen legal de la zona rural del municipio en cuestión y su objetivo es el de garantizar el uso y recurso del suelo para la transformación armónica del territorio.*

Áreas homogéneas de tierras con fines catastrales -AHT

Definidas mediante el artículo 50 de la Resolución 070 de 2011 como: “Espacios de la superficie terrestre que presentan características y/o cualidades similares en cuanto a las condiciones del clima, relieve, material litológico o depósitos superficiales y de suelos, que expresan la capacidad productiva de las tierras”.

De acuerdo con IGAC, 2015: "Las AHT son elaboradas a partir de una metodología de caracterización de tierras para catastro, en pro de elaborar los avalúos rurales de forma masiva, con un nivel de precisión aceptable, efectuando un estudio generalmente a escala 1:25.000."

Uso actual del suelo rural

Corresponde a la actividad desarrollada en determinado espacio geográfico en el momento de la elaboración del estudio de zonas homogéneas físicas. La forma de determinar la zonificación por esta variable se puede dar así:

(i) Contando con fotografías aéreas o satelitales recientes, se hace la delimitación de diferentes cultivos, clasificando posteriormente zonas según las definiciones dadas.

(ii) En terreno, haciendo recorrido por zonas, se determinan zonas por tipos de uso y cobertura.

Para efectos del presente, se utiliza la clasificación de los usos utilizando la metodología Corine Land Cover -CLC adaptado para Colombia a nivel 1, escala 1:25.000, la cual considera existen cinco (5) usos a saber:

Tabla 4: Códigos de uso en zona rural.

Código	**Uso actual** escala 1:25.000	**Descripción**
1	**Agrícola**	Áreas rurales ocupadas en siembra y aprovechamiento de especies vegetales, se divide en cultivos transitorios, cultivos permanentes, frutales, cultivos confinados, pastizales y áreas agrícolas heterogéneas.
2	**Bosques y áreas seminaturales**	Áreas boscosas y de arbolado natural, también comprende otras plantaciones tales como la vegetación herbácea y/o arbustiva.
3	**Territorios artificializados**	Áreas rurales con espacios cubiertos por zonas industriales, comerciales, viviendas campestres, entre otros

4	**Áreas húmedas**	Áreas de transición de sistemas acuáticos y terrestres donde el nivel freático se encuentra a nivel de la superficie o cerca de la misma. Aplica también para terrenos cubiertos por aguas poco profundas (inundables).
5	**Superficies de agua**	Corresponde a cualquier agua que permanezca por encima de la tierra como los ríos, lagunas, etc.

Fuente: Elaboración propia a partir de Silva,2020.

Tipo según uso actual

Parte de la clasificación de la variable anterior (uso actual) en donde se especifica a mayor detalle los usos presentes en el suelo rural del municipio.

Ilustración 2: Algunos códigos por tipos de uso en zona rural

CODIGO	USO
1	Edificios
2	Otras construcciones
3	Parques Naturales
4	Cultivos de carácter permanente
5	Tierras de labor irrigadas
6	Tierras de labor no irrigadas
7	Tierras con maleza
8	Tierras improductivas
9	Pastos naturales
10	Pastos artificiales
11	Pastos naturales mejorados
12	Bosques
13	Selvas vírgenes
14	Cuerpos de Agua
15	Condiciones especiales
16	Mixto

Fuente: (IGAC, 2017, p 34).

Influencia de las vías

Esta variable física del territorio se determina mediante el reconocimiento y clasificación de las vías y la demarcación y categorización de las zonas de influencia de cada una de las mismas. Para la clasificación de esta variable, se consideran las vías como medio de acceso y recurso para la explotación agropecuaria (IGAC, 2017, p 36).

Dentro del estudio de zonas homogéneas físicas, debe tenerse en cuenta que la existencia o no de vías, su tipo y estado ya que estas facilitan el acceso a los predios y el transporte de los productos agropecuarios para su comercialización.

Tabla 5: Códigos de las vías.

Código	Descripción	Equivalencia clasificación cartografía básica	Tipo vía
1	Vías buenas	Pavimentada, dos o más vías	1
		Sin pavimentar, dos o más vías	2
2	Vías regulares	Pavimentadas, vía angosta	3
		Sin pavimentar, vía angosta	4
3	Vías malas	Transitable en tiempo seco	5
		Carreteable sólo para vehículos medianos	6
		Camino real o de herradura	7
4	Sin vías	Sendero	8
		Sin vías	9

Fuente: (IGAC, 2017, p 37).

Disponibilidad de aguas superficiales permanentes

Esta variable analiza la existencia de fuentes de aguas superficiales permanentes y su clasificación, para así zonificar el territorio de acuerdo con la posibilidad de aprovechamiento para el uso actual que se da al suelo (IGAC, 2017, p 36). De acuerdo a esta variable, se clasifican los territorios de la siguiente forma:

Tabla 6: Clasificación por disponibilidad de aguas superficiales permanentes.

Código	Clasificación	Descripción
1	**Zonas con aguas abundantes**	Zonas que poseen sistemas de riego bien gravedad o por sistemas mecánicos, o afiliadas a distritos de riego de manera que disponen de agua en forma permanente durante todo el año
2	**Zonas con aguas suficientes**	Zonas que poseen fuentes de aguas en forma permanente, corrientes o estancadas, pero que debido a limitaciones de pendiente se dificulta su utilización para fines de riego o aprovechamiento ganadero. Se consideran como suficientes las que provienen de acueductos veredales.
3	**Zonas con aguas escasas**	Zonas con pozos o aguas corrientes permanentes o semipermanentes, pero con limitaciones de aprovechamiento por la pendiente de terreno o a causa de la calidad de los suelos que limitan su uso agrícola o ganadero.
4	**Zonas sin agua**	Zonas donde sólo hay posibilidades de agua en el invierno ó zonas de pendientes mayores al 50%.

Fuente: IGAC 2017

Zonas homogéneas físicas geoeconómicas- ZHFGE

Según el artículo 52 de la Resolución 070 del IGAC, se les define como los espacios geográficos determinados a partir de Zonas Homogéneas Físicas con valores unitarios similares en cuanto a su precio, según las condiciones del mercado inmobiliario.

El cálculo de las ZHGE es realizado a partir de puntos de investigación económica, los cuales se encuentran dentro de las Zonas Homogéneas Físicas de cada municipio.

Las zonas homogéneas geoeconómicas se realizan en primera instancia teniendo como insumo el mapa generado de las zonas homogéneas físicas del municipio, así pues, se continua con la búsqueda de información sobre ofertas de la zona de estudio. Además, se procede a realizar la investigación indirecta en forma de encuestas aplicadas a expertos del mercado inmobiliario de la zona de estudio, con el fin de complementar la información sobre ofertas tomadas en campo.

Con los datos obtenidos se procede a aplicar procesos estadísticos establecidos en la Resolución 620 de 2008 del IGAC, obteniendo el dato de desviación estándar, el coeficiente de variación el cual no puede ser superior a 7.5, los resultados de límite inferior y superior respectivamente, para cada uno de los puntos de investigación evaluados por los expertos, esto con el fin de obtener un valor del terreno adoptado para cada uno de los puntos de investigación y asi poder determinar las zonas homogéneas geoeconómicas.

Finalmente, a cada una de las zonas geoeconómicas resultantes se les asigna un código correspondiente a dos (2) dígitos en orden ascendente iniciando desde el 01 hasta el 99, donde se evidencia que la zona homogénea geoeconómica 01, corresponde al valor más alto del área de estudio y así sucesivamente.

Proceso Analítico Jerárquico – AHP

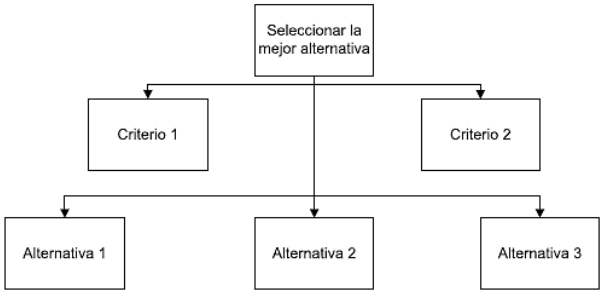
Creado por el matemático Tomas L. Saaty en el año 1980 con el fin de facilitar la toma de decisiones de tipo militar en el Departamento de Defensa de los EEUU (Aznar Beller, 2012, p 125). Este método se basa en la construcción de un modelo de jerarquías en donde se descompone el problema de decisión para analizarlo por partes, evaluando alternativas cuando se tienen a consideración varios criterios simultáneamente. Por otra parte, es importante resaltar que el proceso también se basa en el principio de la experiencia y el conocimiento de los actores del problema, donde los actores son tan importantes como los datos utilizados en el proceso (Torres Bolaños, 2014, p 25).

El proceso analítico jerárquico propone seguir los siguientes pasos:

a. Partir del interés de uno de los decisores en seleccionar la más interesante entre un conjunto de alternativas.

b. Definir los criterios a utilizar para determinar la selección, es decir, determinar las características que hacen más deseable una alternativa sobre la otra.

Ilustración 3: Esquema jerárquico de un modelo sencillo.



Tomado de Libro Nuevos Métodos de Valoración Aznar Beller, 2012, p 126 (Saaty, 1980)

c. Al tener conocidas las alternativas y definidos los criterios se procede a ordenar

y realizar las matrices de comparación de pares entre cada variable establecida, teniendo en cuenta la escala fundamental propuesta por el profesor Saaty, de donde se obtiene el vector propio que indica la ponderación de los criterios.

Ilustración 4: Escala fundamental de comparación por pares de Saaty, 1980.

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B esta fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serían las siguientes. Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a crierio A 1/5	

Tomado de Libro Nuevos Métodos de Valoración Aznar Beller, 2012, p 127 (Saaty, 1980)

d. Seguido a esto se procede a realizar la ponderación de las matrices y su correspondiente calificación; en donde, se inicia con la revisión de las variables contenidas en la columna, con respecto a las de la fila. Es entonces que según la respuesta dada por el experto y con el apoyo de la escala fundamental de comparación de pares (*Ilustración 4: Escala fundamental de comparación por pares de Saaty, 1980.*) si la variable correspondiente a la columna es más importante que la de la fila en un puntaje de 3 (importancia moderada), el valor ingresado en la celda es 3; pero si por el contrario, el experto decide que la variable de la fila tiene mayor importancia respecto a la variable de la columna el valor ingresado en la celda será 1/3 (Arias,Villamil, 2020, p 24).

e. Teniendo completada la ponderación de los criterios, se procede a realizar la ponderación de las alternativas, en donde compraran todas las alternativas en función de cada criterio, calculando el vector propio para cada una. Para aplicar el criterio AHP no hace falta contar con información cuantitativa sobre el resultado que alcanza cada alternativa en cada uno de los criterios considerados, sino tan sólo los juicios de valor de la persona que tome las decisiones.

f. Obteniendo como resultado de este y el proceso anterior dos matrices evaluadas, la primera de criterios y la segunda de alternativas; por lo que el paso siguiente es realizar el producto de la segunda matriz por la primera; es decir, se obtendrá una matriz correspondiente a la ponderación de las alternativas en función de los criterios y del peso de cada una, matriz que expresa el peso de cada alternativa en función de los diferentes criterios y la importancia de los mismos. Este peso es aquel que nos permitirá ordenar las alternativas de mayor a menor interés, cabe resaltar que dicha matriz deberá ser consistente (Aznar Beller, 2012, p 130).

De acuerdo a lo afirmado por Saaty en 1986 la matriz construida debe cumplir las siguientes propiedades:

i. **Reciprocidad:**

$$\text{Si } a_{ij} = x, \text{ entonces } a_{ij} = \frac{1}{x}, \text{ con } \frac{1}{9} \leq x \leq 9$$

ii. **Homogeneidad:** si los elementos i y j son considerados igualmente importantes entonces:

$$a_{ij} = a_{ji} = 1$$

iii. **Consistencia:** se satisface que

$$a_{jk} = a_{kj} = a_{ij} \text{ para todo } 1 \leq i, j, k \leq n$$

Cálculo de la consistencia de la matriz de comparación pareada.

En cumplimiento de la tercera propiedad de la matriz de comparación pareada definida por Saaty en 1986, por lo que el paso previo al cálculo del vector propio es verificar dicha consistencia. El procedimiento para llevar esto a cabo es el siguiente dada una matriz A:

1. Se normaliza por la suma de los elementos de la matriz A

$$A_{normalizada} = \left[\frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^{n} a_{kj}}\right]$$

2. Se suman los elementos de las filas así:

$$\left[\frac{a_{11}}{\sum_{k=1}^{n} a_{n1}} + \frac{a_{12}}{\sum_{k=1}^{n} a_{n2}} + \cdots + \frac{a_{1n}}{\sum_{k=1}^{n} a_{nn}}\right] = b_1$$

$$\left[\frac{a_{21}}{\sum_{k=1}^{n} a_{n1}} + \frac{a_{22}}{\sum_{k=1}^{n} a_{n2}} + \cdots + \frac{a_{2n}}{\sum_{k=1}^{n} a_{nn}}\right] = b_2$$

...

$$\left[\frac{a_{n1}}{\sum_{k=1}^{n} a_{n1}} + \frac{a_{n2}}{\sum_{k=1}^{n} a_{n2}} + \cdots + \frac{a_{nn}}{\sum_{k=1}^{n} a_{nn}}\right] = b_n$$

3. El conjunto de bi promediados forma un vector columna que se denominará **vector medio de sumas o vector de prioridades globales así:**

$$B = \left[\frac{b_1}{n}, \frac{b_2}{n}, \ldots, \frac{b_n}{n}\right]^T$$

4. El producto de la matriz original A por el vector de prioridades globales B dará como resultado una matriz columna denominada Vector fila total C

$$A * B = C[c_1, c_2, \ldots, c_n\ ]^T$$

5. Se calcula el cociente de los elementos de las matrices vector fila total C_{1*n} y vector de prioridades globales B_{1*n} y se obtiene otro vector columna denominado D. y al sumar y promediar sus elementos nos dará la λ_{max}.

$$D = \frac{C}{D}$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n}$$

6. Conocida λ_{max} se procede a calcular el índice de consistencia CI asi:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

7. Este CI se compara con los valores aleatorios de CI, que corresponde al valor de CI si los juicios numéricos introducidos en la matriz original fuesen aleatorios dentro de la escala original.

Tabla 7: valores de consistencia aleatoria en función del tamaño de la matriz

Tamaño de la matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia aleatoria	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Fuente: Tomado de (Aznar Gijarro,2012, P 132.)

8. Los valores aleatorios de CI se encuentran en función de n (tamaño de la matriz de comparaciones A. y esto se realiza teniendo en cuenta que *se considera que existe consistencia cuando no se superan los siguientes porcentajes:*

Tabla 8: Ratios de consistencia aleatoria.

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Fuente: Tomado de (Aznar Gijarro,2012, P 132.)

Marco normativo

Marco normativo Nacional

El marco normativo del presente proyecto de investigación parte de la Ley 388 de 1997, conocida como la ley orgánica del ordenamiento territorial; en donde, esta ley modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y dispone las condiciones y pautas para que los municipios elaboren sus propios planes de ordenamiento territorial, además de definir otras condiciones. Esta ley es un instrumento que permite la integración del ordenamiento territorial y ambiental de los municipios. Por otra parte, encontramos la Resolución 070 de 2011 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC por la cual se reglamentan los procesos de formación, actualización y conservación catastral.

Marco normativo Municipal

Plan Básico De Ordenamiento Territorial -PBOT de Madrid Cundinamarca

El municipio de Madrid Cundinamarca tiene su plan básico de ordenamiento territorial -PBOT inicialmente aprobado mediante Acuerdo 024 de 2000, acuerdo que fue revisado y modificado parcialmente por el Acuerdo 017 de 2006, posteriormente también modificado por el Acuerdo 018 de 2011 que fue derogado por el Acuerdo 007 de 2012 (suspendido mediante sentencia 1326 de 2017) y este último nuevamente modificado parcialmente por el Acuerdo 01 de 2015, el cual también fue suspendido, esto mediante la sentencia 1311 de 2017. Por lo cual, el plan básico de ordenamiento vigente en estos momentos en el municipio corresponde al Acuerdo 024 del 2000 con las modificaciones realizadas mediante Acuerdo 017 de 2006.

El PBOT vigente de Madrid cuenta con una estructura principal conformada por cinco títulos inicialmente por el acuerdo del año 2000, y uno más que fue agregado en la revisión elaborada en el año 2006, quedando así:

Ilustración 5: Estructura básica del PBOT vigente de Madrid.



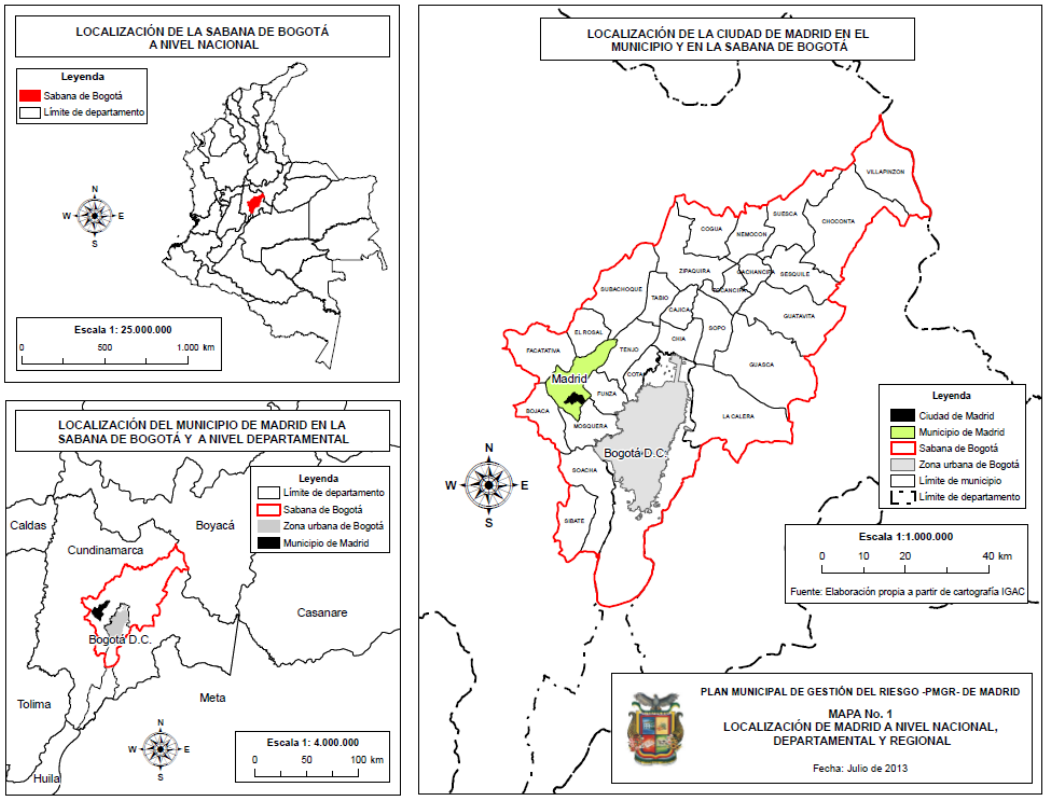
Fuente: Documento de seguimiento y evaluación PBOT Madrid 2018// ver anexos.

Marco geográfico

Localización

El municipio de Madrid se encuentra en la provincia denominada Sabana occidente del departamento de Cundinamarca, a 21 kilómetros de la ciudad de Bogotá. Los límites del municipio son al norte con los municipios de Tenjo, Subachoque y El Rosal. Al sur con el municipio de Bojacá; al este con los municipios de Funza y Mosquera y al oeste limita con Facatativá.

Ilustración 6: Ubicación del municipio de Madrid.



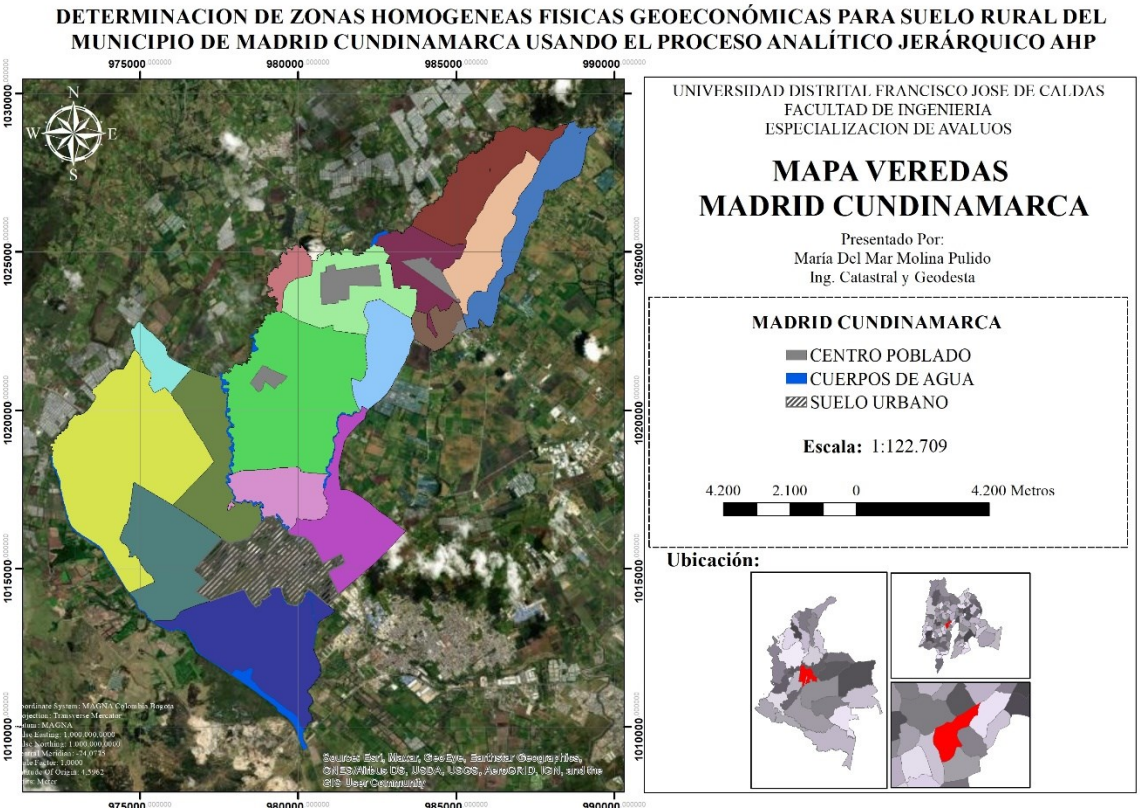
Fuente: Plan municipal de gestión del Riesgo PMGR.

Contexto geográfico

El municipio de Madrid cuenta con una extensión superficiaria total de 11944.57 ha; de las cuales 740.35 ha corresponden al área urbana y 11204.22 ha corresponden al área rural que

se encuentra compuesta por 16 veredas denominadas: Los Árboles, La Cuesta, Carrasquillita, Valle del Abra, Puente Piedra (la cual incluye los sectores: San Francisco, El Diamante, La Aurora, Pablo VI, Urb. Campo Isidro, Centro, El Trébol), Chauta (Sector La Isla), Las Mercedes, La Estancia, Boyero, Bebederos, Laguna Larga (El Porvenir), El Moyano, Santa Cruz, La Punta, Potrerogrande (El Pedregal) y la Vereda el Corzo.

Ilustración 7: Veredas del municipio de Madrid.

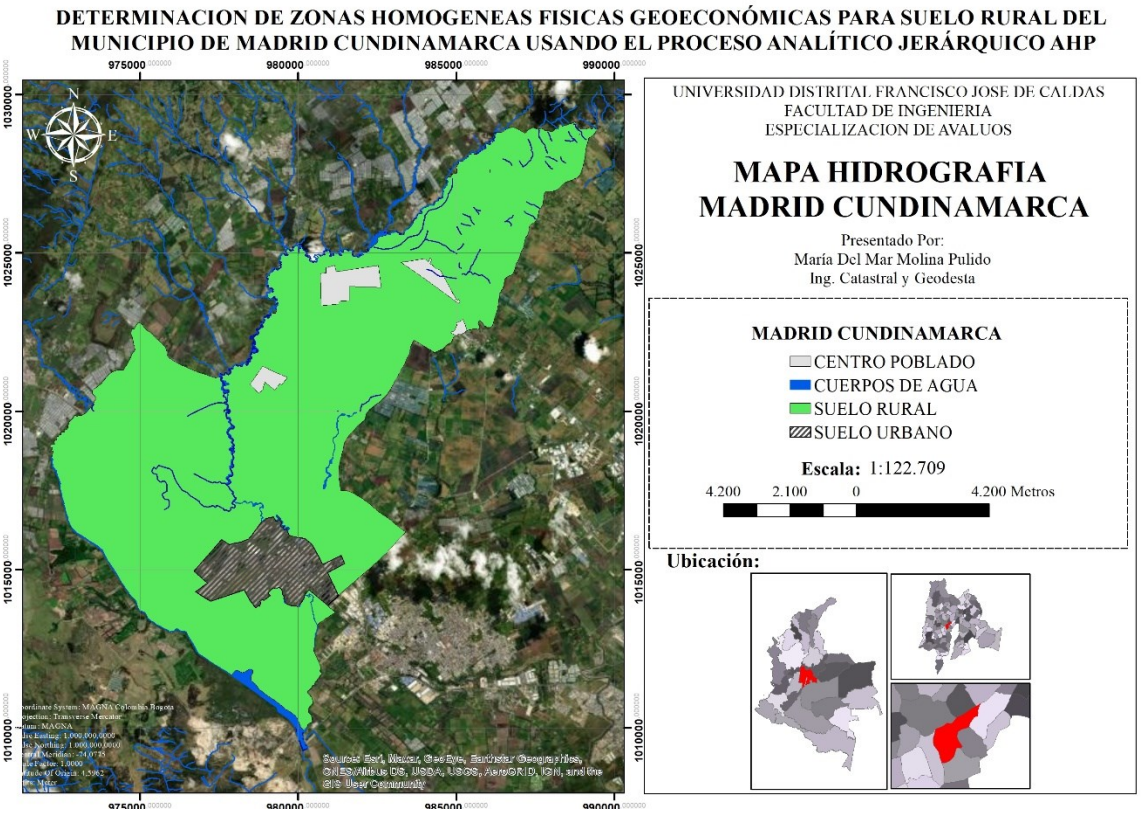


Fuente: Edición propia a partir de datos abiertos IGAC, PBOT Madrid.

El sistema hidrográfico del municipio de Madrid se compone por dos corrientes hídricas principales: El Río Bojacá y el Río Subachoque. El Río Bojacá recorre el límite sur del Madrid constituyéndose en el límite de este con los municipios de Bojacá y Mosquera. El Río Subachoque inicia su recorrido en la zona norte del municipio de Madrid, constituyendo el límite noroccidental de Madrid con los municipios de Facatativá y El

Rosal, posteriormente el río se adentra en municipio adoptando el nombre de Río Serrezuela hasta llegar a la cabecera urbana. Estos dos ríos (Subachoque y Bojacá) se unen en el sur del municipio dando origen al Río Balsillas, el cual desemboca en el Río Bogotá en jurisdicción del municipio de Soacha.

Ilustración 8: Hidrografía de Madrid.



Fuente: Edición propia a partir de datos abiertos IGAC, PBOT Madrid.

El municipio posee una altitud promedio de 2.554 msnm y una temperatura media de 14ºC, la cual puede variar entre los -5ºC y los 26ºC en diferentes épocas del año con un régimen de temperatura isotérmico. El régimen climático se caracteriza por una distribución bimodal de la precipitación, con dos periodos de valores máximos relativos y dos de mínimos relativos.

En el relieve de Madrid, se logran diferenciar dos zonas con características geográficas distintas debido a su topografía; la primera es la zona plana, la cual corresponde aproximadamente al al 89% de la extensión del municipio y sobre la cual se localiza la ciudad. Esta zona se caracteriza por un relieve plano con pendientes que no superan el 3%, poco inundable por las óptimas condiciones de drenaje, con buena disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas, suelos fértiles y profundos. La segunda zona corresponde al restante 11% de la extensión del municipio, está zona se compone de dos elevaciones montañosas: la primera se encuentra ubicada al norte del municipio en la Vereda Valle del Abra, el cual divide los valles de los Ríos Subachoque y Chicú y su máxima elevación alcanza los 2.850 msnm. La segunda corresponde al Cerro Casablanca, el cual tiene una altura máxima cercana a los 2.700 msnm y se localiza al sur de la cabecera urbana del municipio.

Ilustración 9:Elevaciones montañosas de Madrid.

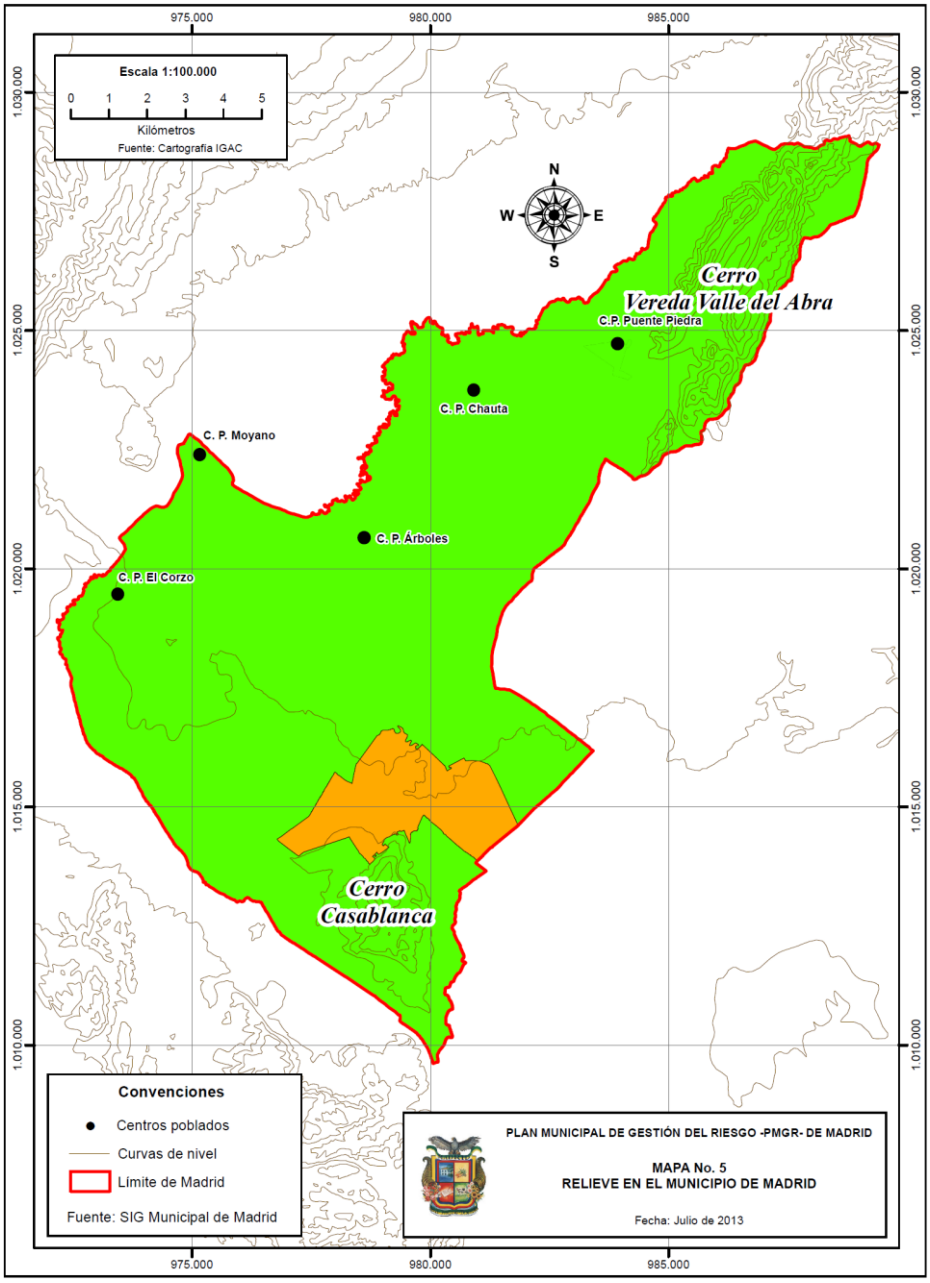


Izquierda: Vereda Valle del Abra[3]. **Derecha:** Cerro Casablanca.[4]

[3] https://www.google.com.br/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.zygconsultores.com%2Finmuebles%2Frealty%2F1-oakland-beach&psig=AOvVaw0elX8iZy5uRZ7RWSumxD0n&ust=1611705420294000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCMjE_d2kuO4CFQAAAAAdAAAAABAD

[4] https://www.google.com.br/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fsitiosdeturistas.blogspot.com%2F2020%2F05%2Fcerro-casa-blanca.html&psig=AOvVaw3l9VzOL5W4FFhzRaE7UwTH&ust=1611705485321000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCNDHgoqluO4CFQAAAAAdAAAAABAD

Ilustración 10: Relieve de Madrid.



Fuente: Alcaldía de Madrid, Plan municipal de riesgo PMGR.
http://www.madrid-cundinamarca.gov.co/normatividad/plan-municipal-de-gestion-del-riesgo

Metodología.

La metodología que se propone implica realizar la implementación de los siguientes procesos en cuanto a la determinación de zonas homogéneas físicas rurales de acuerdo con el *Manual de procedimientos de elaboración, revisión, modificación y aprobación de los estudios de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi del año 2017.* Para luego proceder a implementar el proceso jerárquico analítico con el resultado de estas zonas homogéneas físicas con el fin de determinar las zonas homogéneas geoeconómicas rurales.

1. Alistamiento de información necesaria e insumos de trabajo.
    1.1. Consulta en la oficina de planeación toda la información necesaria para el desarrollo de las zonas homogéneas físicas, la cual corresponde al plan básico de ordenamiento territorial del municipio y su cartografía.
    1.2. Consulta en las plataformas digitales estatales y datos abiertos información relevante para el estudio, variables.
    1.3. Solicitud al IGAC de las áreas homogéneas de tierra -AHT del municipio de Madrid Cundinamarca.
2. Determinación de las Zonas homogéneas físicas rurales.
    2.1. Determinación de las variables físicas rurales.
    2.2. Diseño y elaboración de zonas homogéneas físicas preliminares.
    2.3. Verificación y ajuste de zonas homogéneas físicas preliminares.
3. Estudio de zonas homogéneas geoeconómicas del suelo rural.
    3.1. Determinación y búsqueda de puntos de investigación o mercado.

3.2. Obtención de información del mercado inmobiliario.

3.3. Elaboración del plano de mercado inmobiliario investigado.

4. Aplicación del proceso analítico jerárquico -AHP

4.1. Diseño y aplicación del cuestionario a expertos.

4.2. Ponderación de las matrices de las variables y subvariables seleccionadas.

4.3. Aplicación el Proceso Analítico Jerárquico -AHP.

5. Determinación y mapeo de las zonas homogéneas geoeconómicas.

6. Avalúos comerciales.

1. Alistamiento de información necesaria e insumos de trabajo.

Las fuentes de la información inicial para el presente estudio de investigación tienen diferentes fuentes estatales que se relacionan a continuación:

Tabla 9: Insumos de trabajo y fuentes de información.

Información	Fuente
Plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Madrid Cundinamarca	Oficina de planeación municipal
Cartografía digital oficial Madrid Cundinamarca	Oficina de planeación municipal
Áreas Homogéneas de Tierras de Madrid Cundinamarca	Solicitado al IGAC, solamente fue consultado en asesoría presencial.
Cartografía digital oficial Madrid Cundinamarca	Descargada a través de datos abiertos del IGAC, CAR, y demás fuentes estatales abiertas y libres.

Fuente: Elaboración propia.

2. Determinación de las Zonas homogéneas físicas rurales.

De acuerdo a la información recopilada en el ítem anterior, se procedió a realizar el análisis y producción de la cartografía correspondiente a las siete (7) variables que componen la

elaboración de las zonas homogéneas físicas de acuerdo con la metodología adaptada del IGAC por el profesor Jaime Silva.

En esta parte del trabajo es importante resaltar que actualmente toda la información cartográfica del municipio de Madrid no se encuentra libre para descarga, y más específicamente la cartografía correspondiente a la plancha a escala 1:25.000 227IVA del IGAC, se presume que esto obedece a razones de seguridad de la Base Aérea Mayor Justino Mariño Cuesto de la fuerza aérea colombiana FAC. Razón por la cual se recurrió a interpretación de imágenes satelitales y conocimiento de la zona para poder proseguir con el desarrollo del trabajo.

2.1. Determinación de las variables físicas rurales

2.1.1. Categorías del suelo

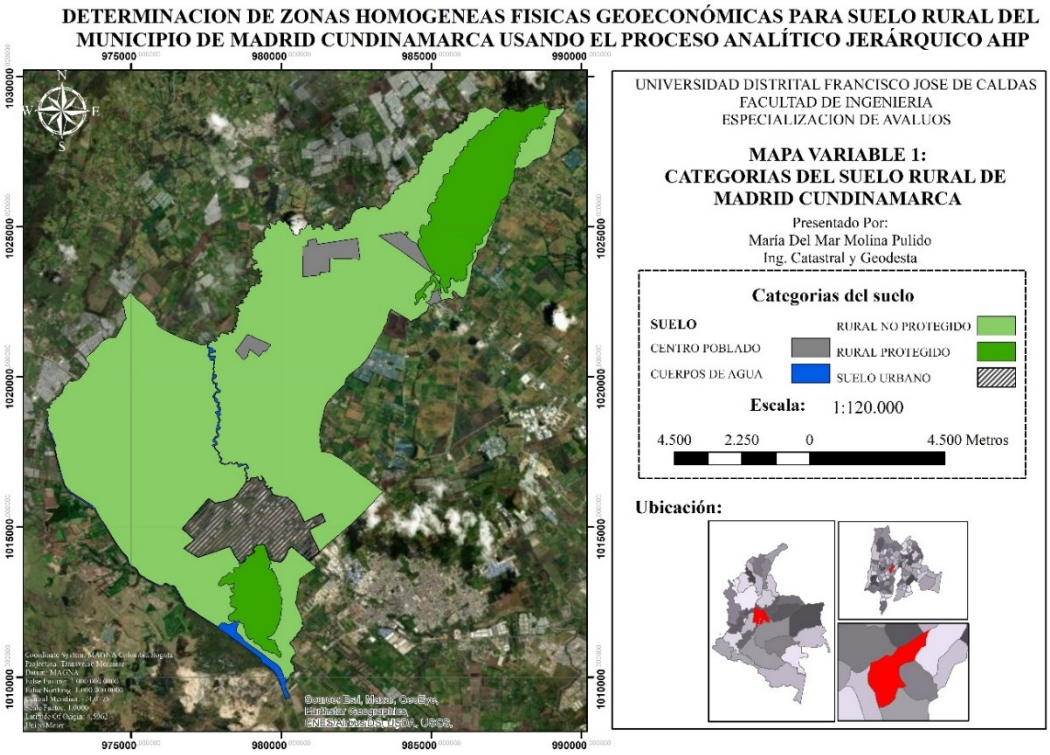
Esta variable hace referencia al suelo rural protegido y no protegido, teniendo en cuenta la normatividad establecida en el plan de ordenamiento territorial municipal, acuerdo municipal 17 del 2006, artículos 189 y 190. De esta clasificación obtenemos:

Tabla 10:Categorías del suelo rural de Madrid.

Código	Clasificación	Descripción
1	**Rural Protegido**	Corresponde a dos elevaciones montañosas a partir de los 2700 msnm: la primera se encuentra ubicada al norte del municipio en la Vereda Valle del Abra y la segunda corresponde al Cerro Casablanca, el cual se localiza al sur de la cabecera urbana del municipio.
2	**Rural No Protegido**	Área de la zona rural del municipio que no presenta ningún tipo de limitaciones en cuanto al uso productivo.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 11:Mapa categorías del suelo rural de Madrid.



Fuente: Elaboración propia a partir del PBOT de Madrid Cundinamarca.

2.1.2. Zonas de actividad

Esta variable es la resultante de clasificar el suelo rural municipal de acuerdo a lo contemplado en el plan de ordenamiento territorial municipal vigente (Acuerdo 024 de 2000, el cual fue revisado y modificado parcialmente por el Acuerdo 017 de 2006 en sus artículos 189 al 199).

Tabla 11: Zonas de actividad Madrid.

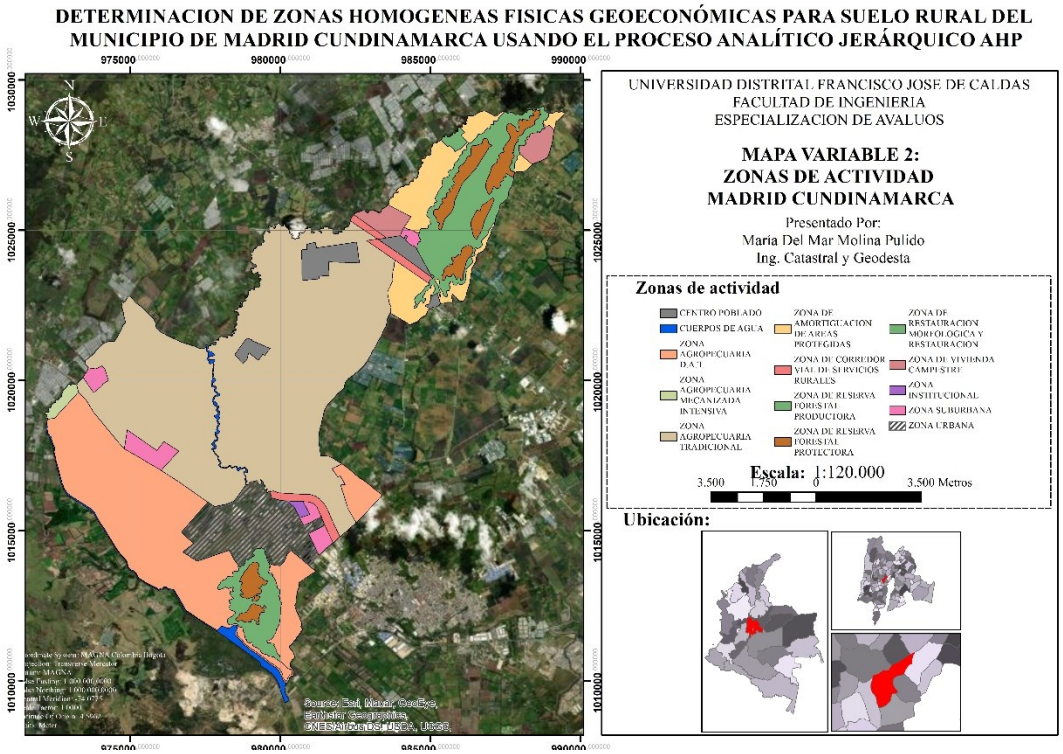
Código	Descripción
1	**Zona de reserva forestal protectora** Áreas cuya finalidad exclusiva es la protección de aguas, suelos, flora, fauna, diversidad biológica, recursos genéticos u otros recursos naturales. Su localización corresponde a los bosques nativos de los cerros de las veredas Valle del Abra, La Cuesta, Carrasquilla y La Punta.
2	**Zona de reserva forestal productora** Su finalidad es la producción forestal directa o indirecta. Es producción directa cuando la obtención de productos implica la desaparición temporal del bosque

	y su posterior recuperación; es indirecta cuando se obtienen los productos sin que desaparezca el bosque. Su localización corresponde a los Cerros de Casablanca, desde el sector inmediato a la cabecera municipal por su costa oriental, hasta el extremo sur de la formación montañosa en áreas colindantes con la Laguna de La Herrera hasta la cota 2700 msnm.
3	**Zona de amortiguación de áreas protegidas** Son aquellas áreas delimitadas con la finalidad de prevenir perturbaciones causadas por actividades humanas en zonas aledañas a un área protegida con el objeto de evitar que se causen alteraciones que atenten contra la conservación de la misma.
4	**Zona agropecuaria tradicional** Son aquellas áreas destinadas a la agricultura y/o ganadería.
5	**Zona agropecuaria distrito de adecuación de tierras** Es aquella área delimitada por la zona de influencia de obras de infraestructura destinadas a adoptar un área determinada con riego, drenaje o Protección contra inundaciones con el propósito de aumentar su productividad agropecuaria. Dicha área para los fines de gestión y manejo se organizará bajo el régimen de unas normas y reglamentos que regulen la utilización de los servicios, el manejo, la conservación de las obras y la protección y defensa de los recursos naturales. Se determinan para la jurisdicción Municipal dos (2) áreas como distritos de adecuación de tierras así: a) Distrito de riego La Ramada ubicado al costado Sur Oriental del Municipio, en la vereda Bebederos. b) Distrito de Riego Bojacá ubicado al costado Sur Occidental del Municipio en las veredas El Corzo y Potrero Grande.
6	**Zona agropecuaria mecanizada intensiva** Comprende los suelos de alta capacidad agrológica en los cuales se pueden implantar sistema de riego y drenaje caracterizados por relieve plano, sin erosión suelos profundos y sin riesgo de inundación. Corresponde a las áreas planas de las veredas Carrasquilla, La Cuesta, La Punta, Bebederos, Las Mercedes, Los Arboles, Moyano, Laguna Larga, El Corzo, Potrero Grande, La Estancia, Santa Cruz y Boyero.
7	**Zona de Corredor Vial de servicios rurales** Son las áreas aledañas a las vías, que pueden ser objetos de desarrollo diferentes al uso principal de la zona respectiva, que se localizan sobre las vías de primero y segundo orden preferencialmente dentro del kilómetro adyacente al perímetro urbano de las cabeceras municipales y de los desarrollos urbanos de enclave rural.

	a) Franja ubicada al costado Sur - Occidental de la troncal de occidente en longitud de un kilómetro a partir de la línea de perímetro urbano y en sentido Noroeste. b) Franja ubicada a los dos (2) costados de la autopista Medellín a partir del sector denominado Pablo Sexto hasta el inicio de las franjas de protección del Rio Subachoque.
8	**Zona suburbana** Son áreas donde se interrelacionan los usos del suelo urbano con el rural y que pueden ser objetos de desarrollo con restricciones de uso, de intensidad y densidad de manera que se garantice el autoabastecimiento de servicios públicos domiciliarios.
9	**Zona de vivienda campestre** Son aquellas destinadas a parcelaciones y al desarrollo de vivienda campestre.
0	**Zona Institucional** Son aquellas áreas destinadas a dar solución a servicios educativos, de salud y seguridad.

Fuente: Elaboración propia a partir del PBOT de Madrid Cundinamarca.

Ilustración 12: Mapa Zonas de actividad Madrid Cundinamarca



Fuente: Elaboración propia a partir del PBOT de Madrid Cundinamarca.

2.1.3. Áreas homogéneas de tierra -AHT

Para realizar la clasificación del suelo rural municipal por esta variable es importante tener en cuenta que esta variable clasifica el territorio en unidades con características iguales en cuanto a variables como el clima, pendiente, valor potencial del suelo o capacidad productiva y los limitantes de los mismos.

Inicialmente se pretendió solicitarlas al Instituto Geográfico Agustín Codazzi, mas no fue posible obtenerlas, por lo cual se optó por tomar otras fuentes estatales libres y tomar como base el estudio de suelos presente en los datos abiertos de agrología del IGAC; además, para la variable de valor potencial se optó por realizarla de manera propia en base a información consultada en una asesoría presencial en la subdirección de agrología de la misma entidad.

2.1.3.1. Clima

Esta variable se construye en base a la clasificación climática de Caldas Lang para el año 2012, información que fue obtenida en formato shapefile de la página del IDEAM[5]. La clasificación del clima utilizada (Caldas Lang) tiene en cuenta dos aspectos: el primer aspecto corresponde a la clasificación del clima teniendo en cuenta los pisos térmicos, clasificando los climas en rangos de altura (Clasificación de Caldas) y como segundo aspecto, tiene en cuenta la clasificación de climas de Lang, la cual se encuentra basada en la relación obtenida al dividir la precipitación anual (P, en mm) por la temperatura media anual (T, en °C).

[5] IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Tabla 12: Clasificación de Climas según Caldas Lang.

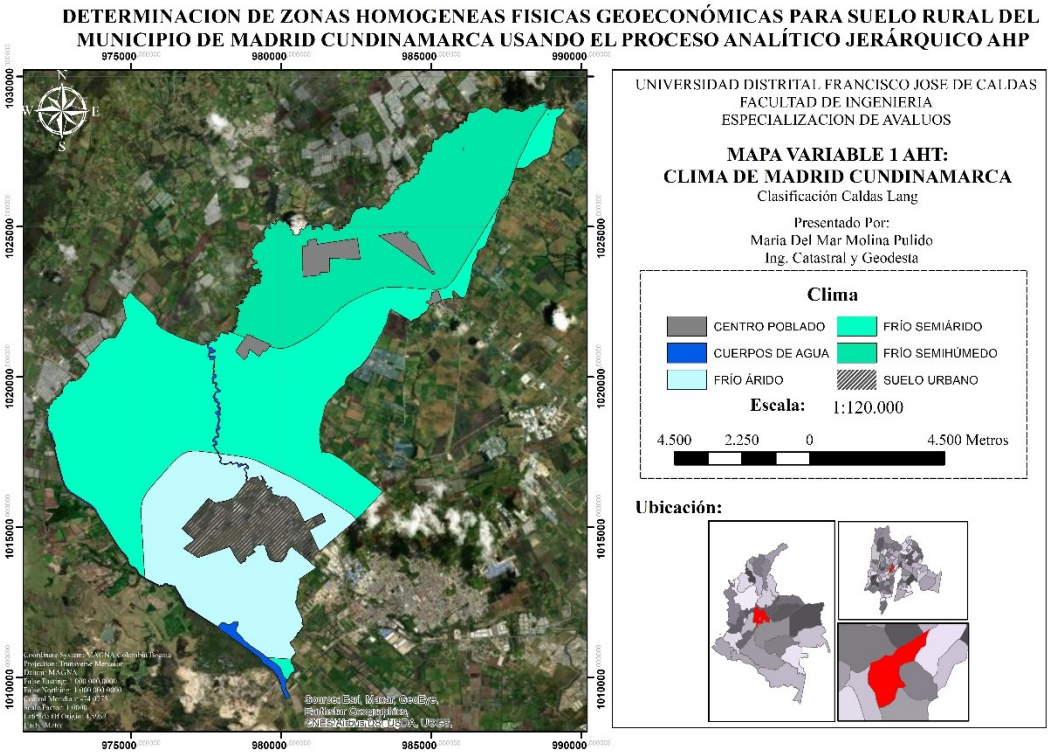
No.	Tipo Dimático	Símbolo
1	Cálido Superhumedo	CSH
2	Cálido Húmedo	CH
3	Cálido Semihúmedo	Csh
4	Cálido Semiárido	Csa
5	Cálido Árido	CA
6	Cálido Desértico	CD
7	Templado Superhumedo	TSH
8	Templado Húmedo	TH
9	Templado Semihúmedo	Tsh
10	Templado Semiárido	Tsa
11	Templado Árido	TA
12	Templado Desértico	TD
13	Frio Superhumedo	FSH
14	Frio Húmedo	FH
15	Frio Semihúmedo	Fsh
16	Frio Semiárido	Fsa
17	Frio Árido	FA
18	Frio Desértico	FD
19	Paramo Bajo Superhumedo	PBSH
20	Paramo Bajo Húmedo	PBH
21	Paramo Bajo Semihúmedo	PBsh
22	Paramo Bajo Semiárido	Pbsa
23	Paramo Alto Superhumedo	PASH
24	Paramo Alto Húmedo	PBH
25	Nieves Perpetuas	NP

Fuente: Metodología de Zonificación Ambiental de Cuencas Hidrográficas. Ministerio de Ambiente. https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA_DE_POMCAS.pdf

Ahora, en lo que abarca a la clasificación de climas de Madrid Cundinamarca se obtienen tres clases de clima, 15. Frio Semihúmedo (Fsh), 16. Frio Semiárido (Fsa) y 17. Frio Árido (FA). Lo cual es coherente con la altitud, precipitaciones y la temperatura del municipio de Madrid. Esto teniendo en cuenta que este municipio posee una altitud promedio de 2.554 msnm (altitud que se encuentra dentro del rango entre los 2001 a 3000 msnm que corresponden a un piso térmico frio), una temperatura media de 14ºC, lo cual concuerda en la clasificación de caldas como clima Frio. En cuanto a precipitaciones y temperatura, estás varían según la ubicación en el municipio y de acuerdo a lo encontrado, se logra evidenciar que el clima es semihúmedo hacia la parte noroccidente del municipio hasta el Valle del

Abra, semiárido en la parte rural central, cercana y entre las vías Variante de occidente y Autopista Medellín, además de la parte nororiental del municipio, justo después del valle del abra y es árido en la parte cercana al casco urbano del municipio.

Ilustración 13: Climas de Madrid



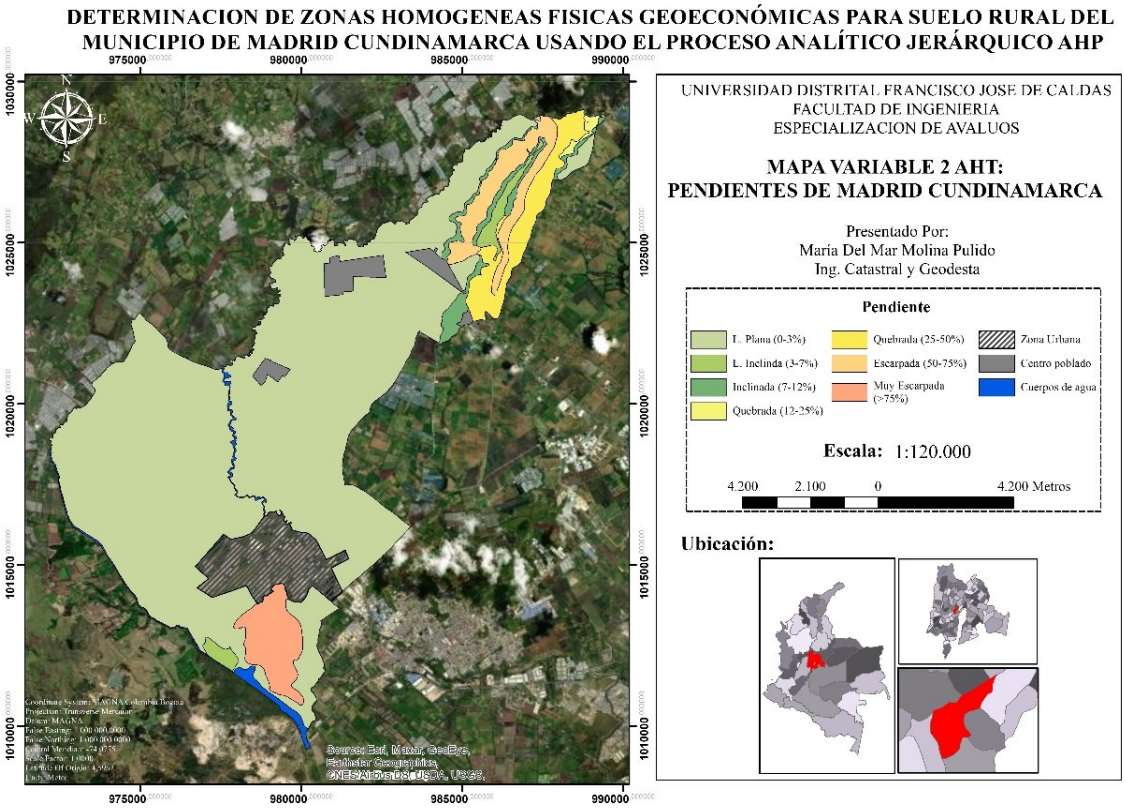
Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM.

2.1.3.2. Pendiente

Para realizar la clasificación por esta variable se toma como base las curvas de nivel teniendo en cuenta el DEM[6] descargado de la página de Alos Palsar de la zona objeto de estudio y de acuerdo al análisis realizado se evidencia que el municipio en su mayoría tiene pendientes del 0 al 3% (planas) y que los demás tipos de pendientes se evidencian hacia la parte sur con el Cerro Casablanca, el cual tiene una pendiente muy escarpada (con pendientes mayores al 75%) y al nororiente del municipio en la parte del Valle del Abra, en donde se llega a tener pendientes escarpadas (entre el 50 y 75%).

[6] DEM: Modelo digital de elevación.

Ilustración 14: Pendientes de Madrid.



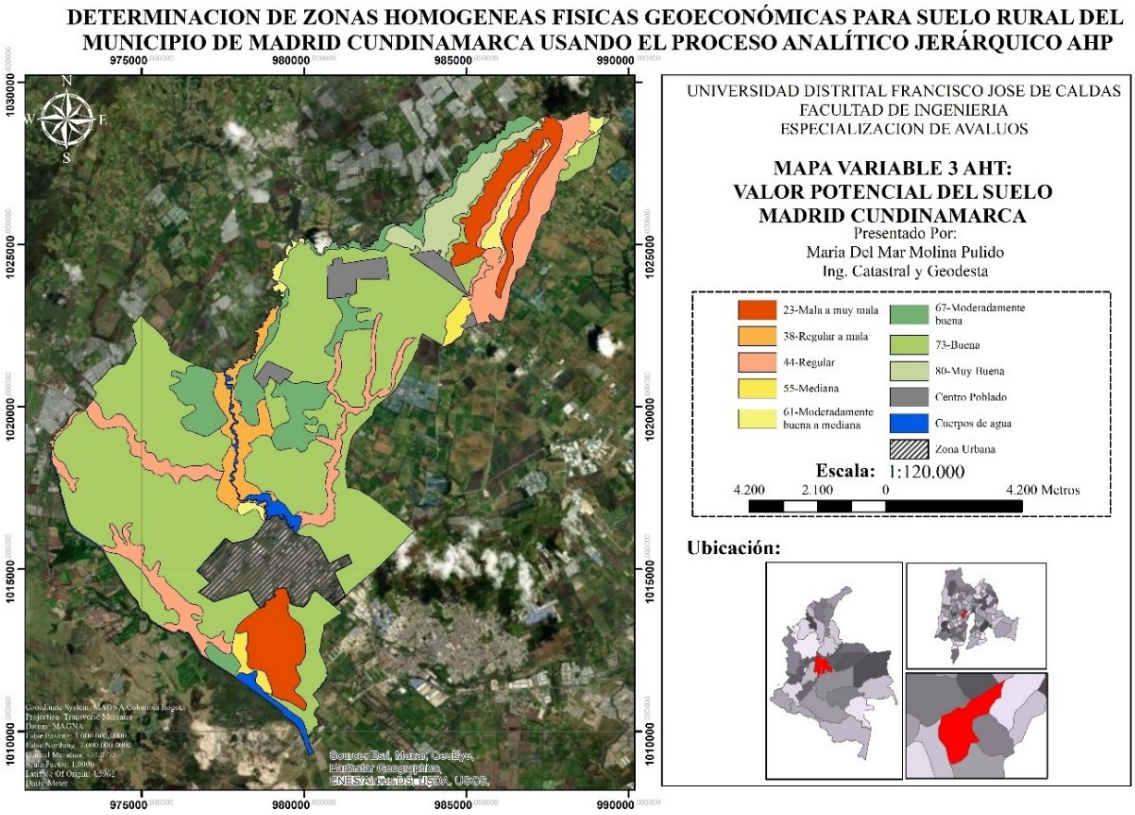
Fuente: Elaboración propia a partir de datos ALOS PALSAR.

2.1.3.3. Valor Potencial del suelo.

Esta variable fue construida a partir de información de los perfiles de suelos existentes en el municipio, informacion contenida en los datos abiertos y otra información recopilada y consultada de manera presencial en la subdirección de agrologia del Instituto Geografico Agustin Codazzi.

Ahora, en cuanto a los diverentes valores potenciales encontrados para la zona rural del municipio de Madrid, podemos afirmar que este municipio posee diversidad en el potencial del suelo teniendo 9 de los 13 valores o clases del suelo posibles. En la siguiente tabla mostramos un resumen de los valores potenciales determinados para el municipio:

Ilustración 15: Valor potencial de los suelos de Madrid.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados en el IGAC.

Tabla 13: Valor Potencial de los suelos de Madrid.

Valor Potencial	Descripción	Ubicación
23	**Mala a muy mala**	Corresponde al Cerro Casablanca y la parte con mayor altitud del Valle del Abra.
38	**Regular a mala**	Se ubica en zonas aledañas al cauce del Rio Serrezuela cuando cruza la parte central del municipio.
44	**Regular**	Se ubican en zonas aledañas al Río Madrid y por otra parte, se ubican en la parte oriental del Valle del Abra.
55	**Mediana**	Entre el cerro de Casablanca y la Laguna La Herrera.
61	**Moderadamente buena a mediana**	Cercana al Valle del Abra y en la parte media del límite municipal con el Rio Serrezuela.
67	**Moderadamente buena**	Se ubica cerca a los centros poblados de Árboles y Puente Piedra.
73	**Buena**	Es el valor potencial que predomina en el municipio.
80	**Muy buena**	Corresponde a la parte noroccidental del municipio entre el límite municipal con el Río Serrezuela y hasta donde inicia la elevación montañosa del Valle del Abra.

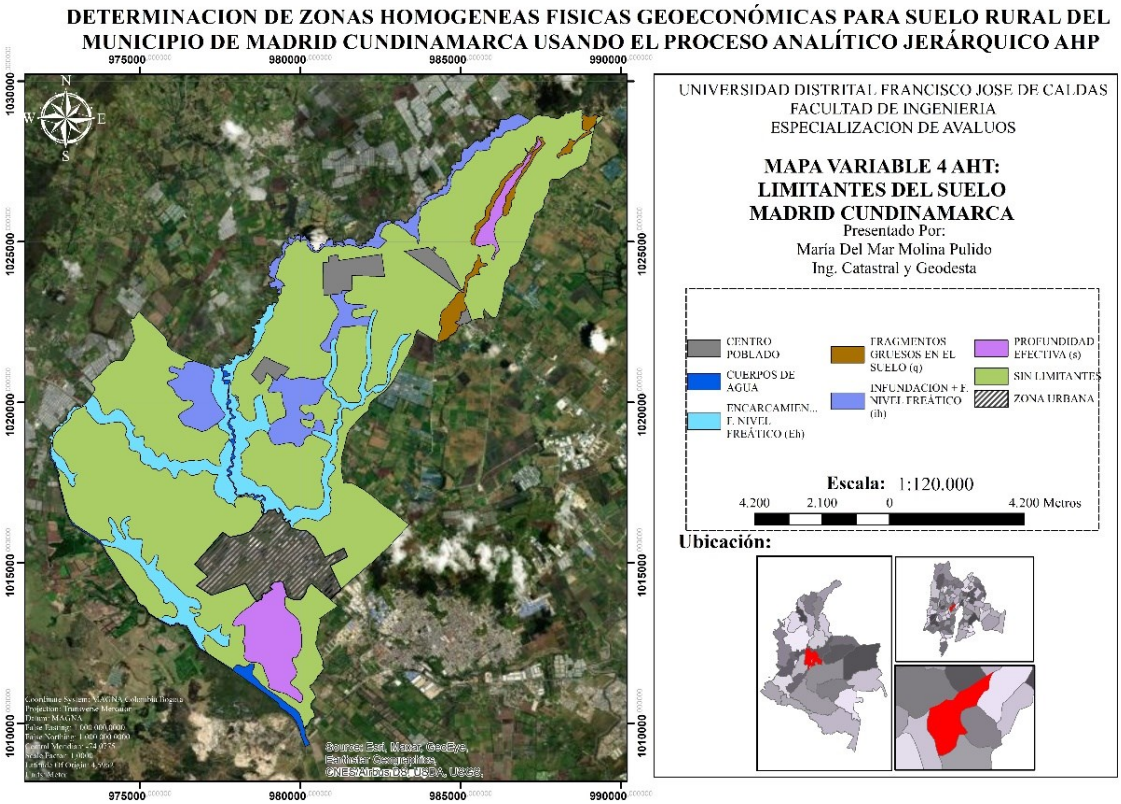
Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados en el IGAC.

2.1.3.4. Limitantes del suelo

De acuerdo con las consultas realizadas en la subdirección de agrologia el municipio posee principalmente cuatro (4) limitantes en sus suelos, los cuales son:

- ✓ Encharcamiento y fluctuacion en el nivel freatico del suelo (Eh)
- ✓ Fragmentos gruesos en el perfil (q)
- ✓ Inundación y fluctuacion en el nivel freatico del suelo (ih)
- ✓ Profundidad efectiva (s).

Ilustración 16: Limitantes en los suelos de Madrid.



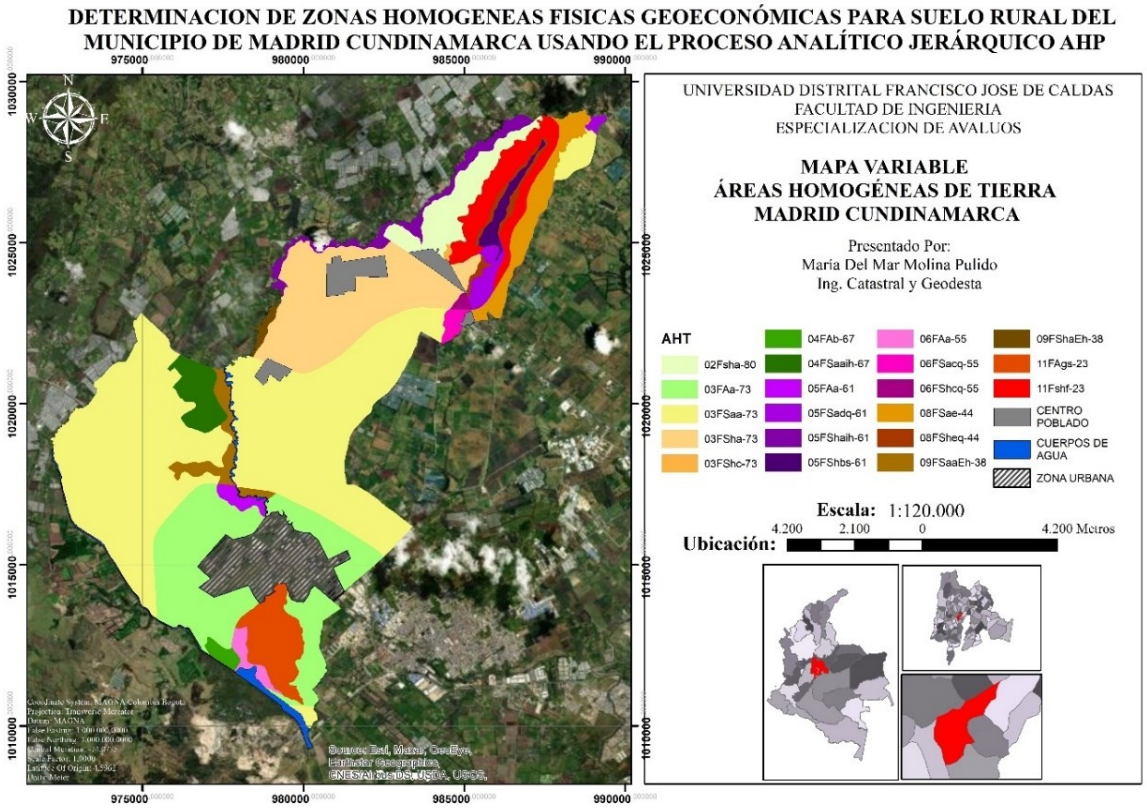
Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados en el IGAC..

2.1.3.5 Áreas homogéneas de tierra -AHT resultantes

Como paso siguiente a la clasificación del territorio por estas variables, se procede a realizar el cruce y ajuste de cada una de las capas de información y así determinar las áreas

homogéneas de tierra del municipio. Cabe resaltar que para la determinación de las áreas homogéneas definitivas a evidenciar se realizaron ajustes en cuanto a la unidad mínima cartográfica de acuerdo a la escala utilizada en todo el trabajo con el fin de generar la menor cantidad de polígonos pequeños posible ya que esto dificultará los siguientes procesos en la determinación de las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas del municipio.

Ilustración 17: Áreas homogéneas de tierra de Madrid.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados en el IGAC.

Como resultado se obtuvieron veinte áreas homogéneas de tierra AHT, y su descripción más detallada se encuentra a continuación:

Tabla 14:Descripción de AHT determinadas para el municipio de Madrid.

AHT No.	Símbolo AHT	Codificación	Clima		Pendiente		Limitantes	VP
1	**02Fsha-80**	1510080	15	Fsh	1	a	00	80
			Frio Semihúmedo		Ligeramente plano pendientes del 0 al 3%		Sin limitantes	Muy buena
2	**03FAa-73**	1710173	17	FA	1	a	00	73
			Frio Árido		Ligeramente plano pendientes del 0 al 3%		Sin limitantes	Buena
3	**03Fsaa-73**	1610273	16	Fsa	1	a	00	73
			Frio Semiárido		Ligeramente plano pendientes del 0 al 3%		Sin limitantes	Buena
4	**03Fshc-73**	1530373	15	Fsh	3	c	00	73
			Frio Semihúmedo		Fuertemente inclinado pendientes del 7 al 12%		Sin limitantes	Buena
5	**03Fsha-73**	1510073	15	Fsh	1	a	00	73
			Frio Semihúmedo		Ligeramente plano pendientes del 0 al 3%		Sin limitantes	Buena
6	**04FAb-67**	1720467	17	FA	2	b	00	67
			Frio Árido		Ligeramente inclinado pendientes del 3 al 7%		Sin limitantes	Moderadamente buena
7	**04Fsaaih-67**	1619967	16	Fsa	1	a	99	67
			Frio Semiárido		Ligeramente plano pendientes del 0 al 3%		Inundaciones con fluctuación nivel freático	Moderadamente buena
8	**05FAa-61**	1710061	17	FA	1	a	00	61
			Frio Árido		Ligeramente plano pendientes del 0 al 3%		Sin limitantes	Moderadamente buena a mediana
9	**05Fsadq-61**	1643061	16	Fsa	4	d	30	61
			Frio Semiárido		Quebrado pendientes del 12 al 25%		Fragmentos gruesos en el perfil (q)	Moderadamente buena a mediana
10	**05Fshaih-61**	1519961	15	Fsh	1	a	99	61
			Frio Semihúmedo		Ligeramente plano pendientes del 0 al 3%		Inundaciones con fluctuación nivel freático	Moderadamente buena a mediana
11	**05Fshbs-61**	1522361	15	Fsh	2	b	23	61
			Frio Semihúmedo		Ligeramente inclinado pendientes del 3 al 7%		Profundidad efectiva (s)	Moderadamente buena a mediana
12	**06FAa-55**	1710055	17	FA	1	a	00	55
			Frio Árido		Ligeramente plano pendientes del 0 al 3%		Sin limitantes	Mediana
13	**06Fsacq-55**	1633055	16	Fsa	3	c	30	55
			Frio Semiárido		Fuertemente inclinado pendientes del 7 al 12%		Fragmentos gruesos en el perfil (q)	Mediana
14	**06Fshcq-55**	1533055	15	Fsh	3	c	30	55
			Frio Semihúmedo		Fuertemente inclinado pendientes del 7 al 12%		Fragmentos gruesos en el perfil (q)	Mediana
15	**08Fsae-44**	1650044	16	Fsa	5	e	00	44
			Frio Semiárido		Fuertemente quebrado pendientes del 25 al 50%		Sin limitantes	Regular
16	**08Fsheq-44**	1553044	15	Fsh	5	e	30	44
			Frio Semihúmedo		Fuertemente quebrado pendientes del 25 al 50%		Fragmentos gruesos en el perfil (q)	Regular
17	**09FsaaEh-38**	1619838	16	Fsa	1	a	98	38
			Frio Semiárido		Ligeramente plano pendientes del 0 al 3%		Encharcamientos con fluctuación nivel freático	Regular a mala
18	**11FAgs-23**	1772323	17	FA	7	g	23	23
			Frio Árido		Escarpado pendientes del 50 al 75%		Profundidad efectiva (s)	Mala a muy mala
19	**11Fshf-23**	1560023	15	Fsh	6	f	00	23
			Frio Semihúmedo		Muy escarpado pendientes mayores al 75%		Sin limitantes	Mala a muy mala
20	**11Fsag-23**	1670023	16	Fsa	7	g	00	23
			Frio Semiárido		Escarpado pendientes del 50 al 75%		Sin limitantes	Mala a muy mala

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, con el fin de realizar un análisis de las áreas homogéneas de tierra del municipio objeto de estudio, cabe destacar que predominan en el suelo rural tierras clase 2, 3 y 4; las cuales corresponden a tierras con gran capacidad productiva. Por otra parte, cabe también resaltar que existen también zonas con clases de tierra menos productivas, con clases agrologicas 6, 8 y 9 y finalmente se tienen tierras poco productivas en la clase 11 que corresponde a tierras que su vocación de uso es de protección, estas tierras se encuentran en la parte nororiental en la parte alta del Valle del Abra y en la parte sur del municipio, en la parte del Cerro Casablanca.

2.1.4. Cobertura o uso actual

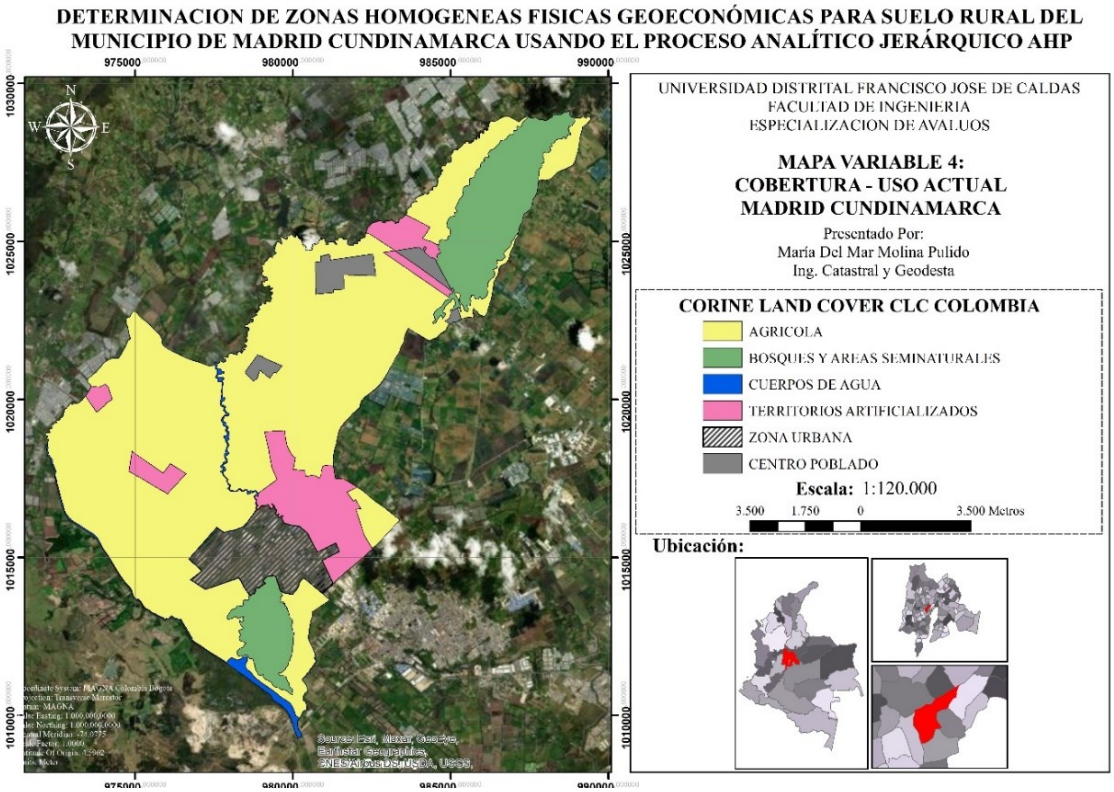
Se realiza utilizando la clasificación Corine Land Cover -CLC adaptada para Colombia, en su nivel de detalle 1, es decir, una escala 1:25.000. Este nivel de detalle clasifica la superficie en 5 coberturas principales que son:

Tabla 15: Códigos de uso en zona rural.

Código	Uso actual Escala 1:25.000	Descripción
1	Agrícola	Es la cobertura que predomina en el área rural del municipio.
2	Bosques y áreas seminaturales	Corresponde a la parte boscosa correspondiente al área protegida del Cerro Casablanca y del Valle del Abra
3	Territorios artificializados	Corresponden a las áreas suburbanas, de vivienda campestre, entre otros.
5	Superficies de agua	Corresponde a los cuerpos de agua de la Laguna de la herrera, y el Rio Subachoque.

Fuente: Elaboración Propia. a partir de clasificación Corine Land Cover adaptada para Colombia.

Ilustración 18: Coberturas CLC- Uso actual Madrid.

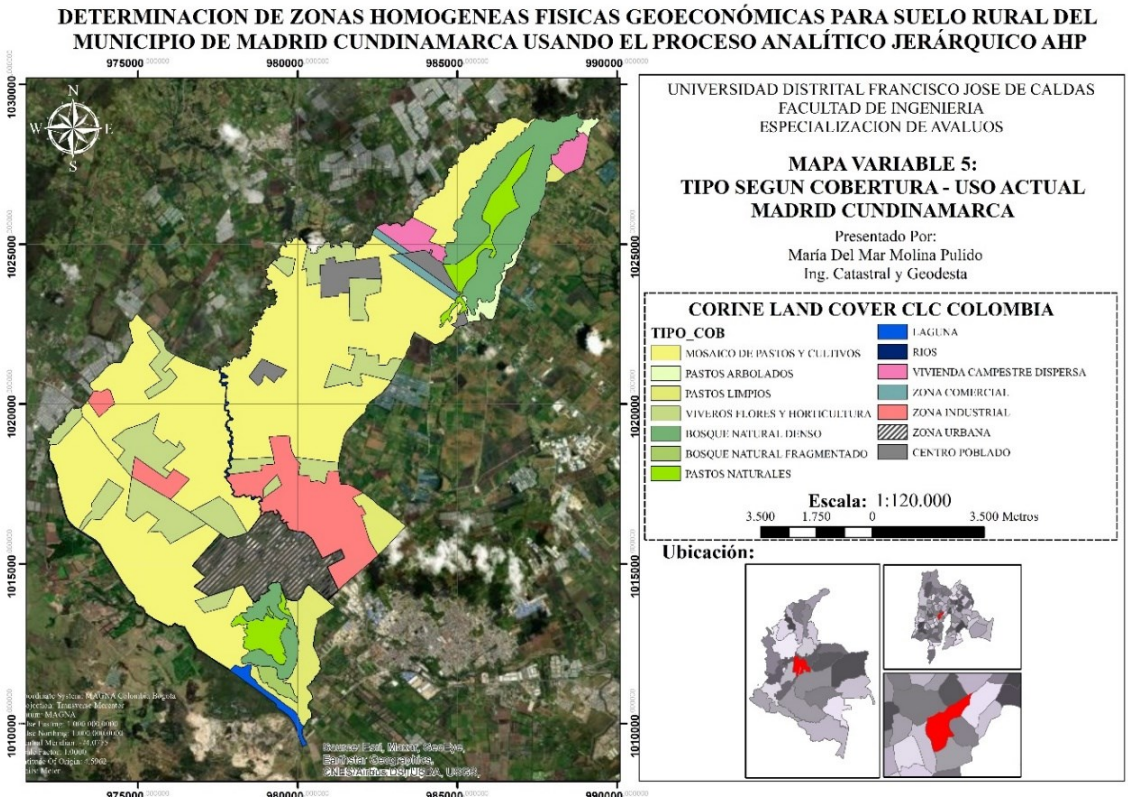


Fuente: Elaboración Propia. a partir de clasificación Corine Land Cover adaptada para Colombia.

2.1.5. Tipo según cobertura o uso actual

Para la clasificación del suelo rural por esta variable, se realizó la división de los polígonos de la variable inmediatamente anterior, teniendo en cuenta los tipos de coberturas de acuerdo a la metodología de clasificación de coberturas Corine Land Cover para Colombia, esta clasificación se realiza teniendo en cuenta insumos como lo son los planos del plan básico de ordenamiento territorial (PBOT) del municipio y la fotointerpretación de imágenes satelitales por parte de la autora. De dicha interpretación y clasificación de las coberturas existentes, se generaron los siguientes tipos según su uso:

Ilustración 19: Tipos según cobertura -Uso actual Madrid.



Fuente: Elaboración Propia a partir de clasificación Corine Land Cover adaptada para Colombia.

Tabla 16:Clasificación por tipo de cobertura Madrid.

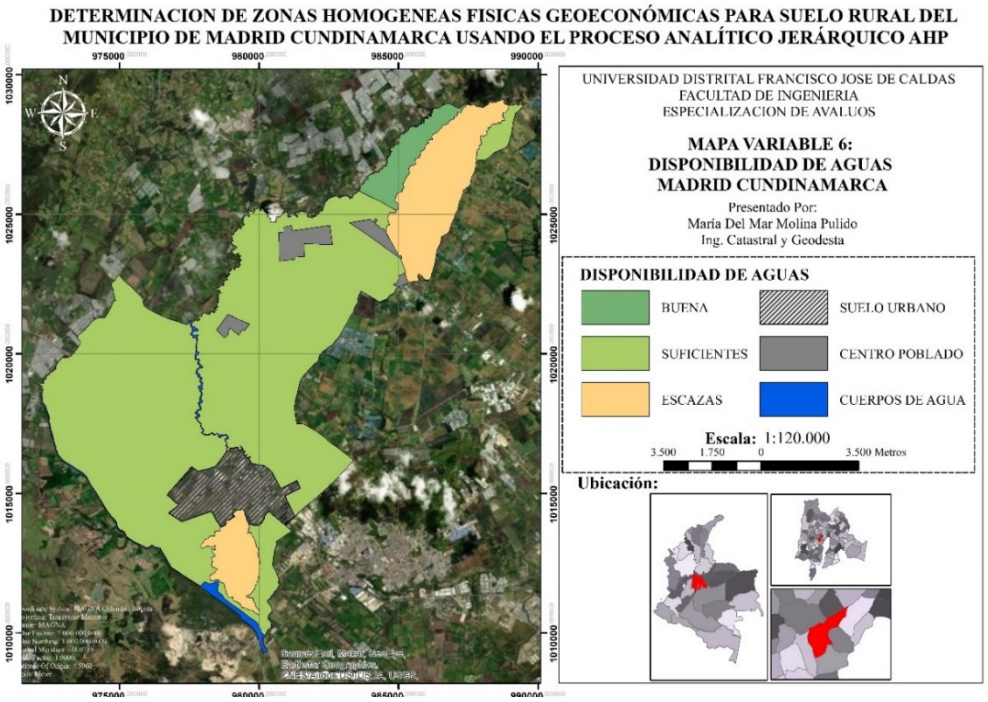
Código	Uso actual Escala 1:25.000	Tipos según cobertura
1	Agrícola	Viveros, flores y horticultura
		Pastos limpios
		Pastos arbolados
2	Bosques y áreas seminaturales	Bosque natural denso
		Bosque natural Fragmentado
		Pastos Naturales
3	Territorios artificializados	Zona industrial
		Zona comercial
		Vivienda campestre dispersa
5	Superficies de agua	Ríos
		Laguna

Fuente: Elaboración Propia a partir de clasificación Corine Land Cover adaptada para Colombia..

2.1.6. Aguas

De acuerdo con la metodología aplicada, esta variable clasifica las zonas de la parte rural del municipio de Madrid de acuerdo con su capacidad de acceder al agua por parte de cada uno de los terrenos, esta clasificación tiene 4 sin aguas, escasas, suficientes y abundante. La información tenida en cuenta en la variable corresponde al plan básico de ordenamiento vigente del municipio obteniéndose la siguiente clasificación:

Ilustración 20: Disponibilidad de aguas.



Fuente: Elaboración Propia a partir de conocimiento de la zona.

Tabla 17: Clasificación por variable Aguas Madrid.

Código	Vías	Descripción
1	Buenas	Zonas que tienen agua de manera permanente durante todo el año, esto se podría asociar con pendientes planas a ligeramente inclinadas.
2	Suficientes	Es la que predomina en el área rural del municipio, corresponde a zonas que tienen agua de manera permanente durante todo el año.
3	Escazas	Son zonas con pozos o aguas corrientes permanentes o semipermanentes, pero con limitaciones de aprovechamiento debido a pendiente de terreno. Se ubican estas zonas.

Fuente: Elaboración Propia a partir de conocimiento de la zona.

2.1.7. Vías

La información tomada como insumo para la generación de la clasificación por esta variable radica en fotointerpretación, conocimiento de la zona objeto de estudio y el mapa de vías rurales contenido en el plan básico de ordenamiento territorial del municipio; esto teniendo en cuenta que como se mencionó antes la información de cartografía de la plancha 227IVA a una escala 1:25.000 no se encuentra disponible en los datos abiertos del IGAC por razones de seguridad.

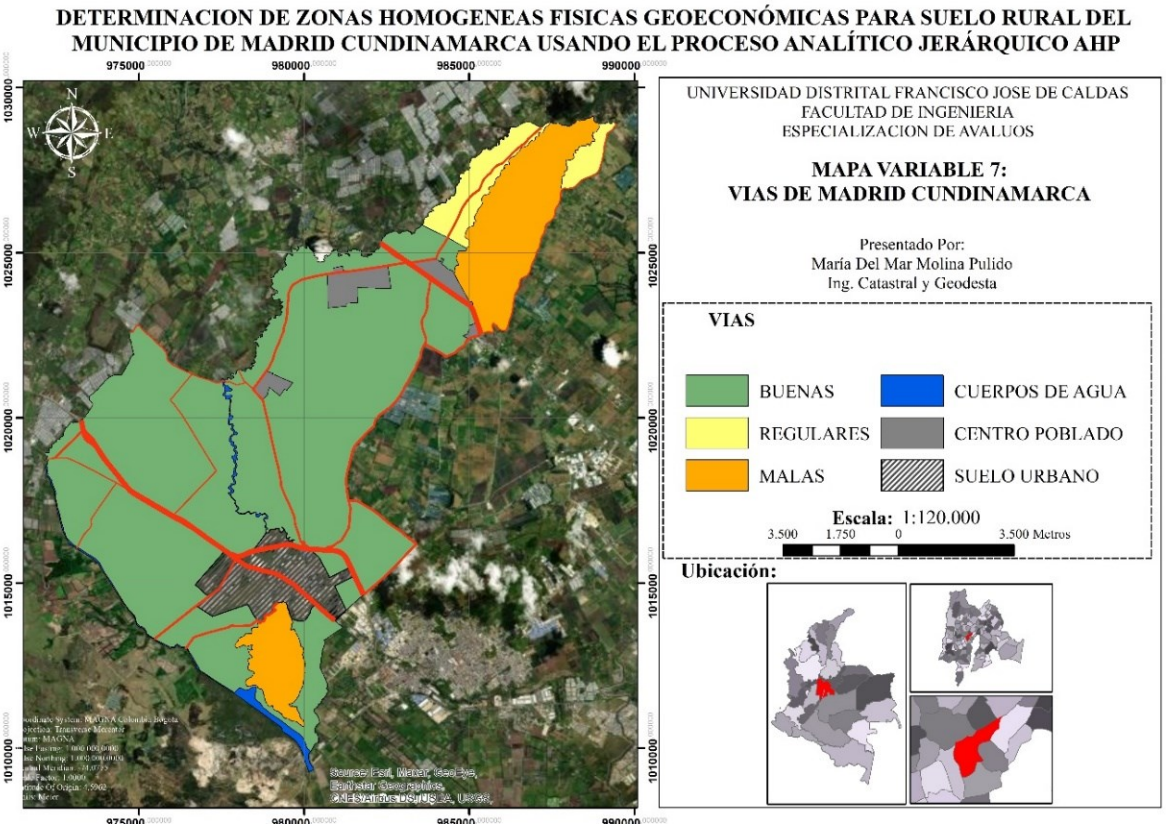
De acuerdo con la metodología aplicada, esta variable clasifica las zonas de la parte rural del municipio de Madrid de acuerdo con su medio, facilidad de acceso y recurso para la explotación agropecuaria. Se debe tener en cuenta la existencia o no de las vías, el tipo de vía y el estado en el cual se encuentren, para el municipio objeto de estudio solo se obtuvieron 3 de 4 de las clasificaciones posibles

Tabla 18: Descripción vías Madrid.

Código	Vías	Descripción
1	Buenas	Es la que predomina en el área rural del municipio. En esta parte es importante destacar que el municipio de Madrid posee muy buena infraestructura vial ya que por el municipio pasan dos corredores viales de primer orden, los cuales son la Troncal de Occidente y la autopista Medellín. Además, dichas vías se encuentran comunicadas por diferentes vías de varios tipos que facilitan el transporte de personal y de mercancías entre el municipio y con otros de la región metropolitana de Bogotá.
2	Regulares	Corresponde a zonas dentro del suelo rural municipal que tienen influencia por una vía de primer o segundo orden, se comunican por vías de orden inferior.
3	Malas	Se ubican en la parte del Cerro Casablanca y Valle del Abra teniendo en cuenta que por la pendiente en estas partes del territorio se encuentran vías de los tipos 5 y 6 y en el caso del cerro tipo 7, que corresponden a senderos peatonales.

Fuente: Elaboración Propia a partir de conocimiento de la zona.

Ilustración 21: Vías Madrid.

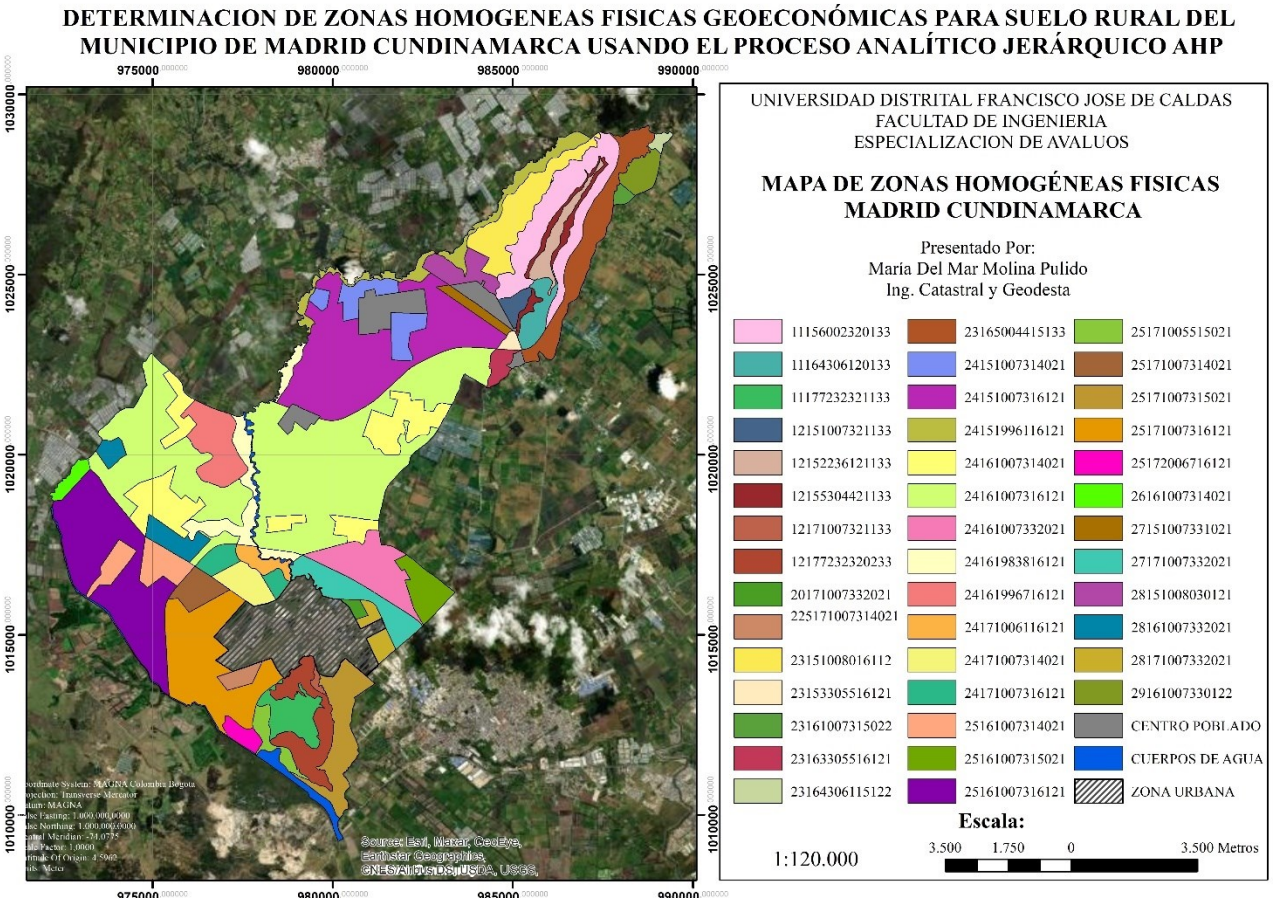


Fuente: Elaboración Propia a partir de conocimiento de la zona.

2.2. Diseño, elaboración y ajuste de zonas homogéneas físicas preliminares

Dadas las diferentes clasificaciones del suelo rural del municipio de Madrid Cundinamarca por cada una de las siete variables consideradas en la metodología aplicada se procede a generar el plano y clasificación del suelo rural en zonas homogéneas físicas; esto se realiza mediante la intersección de los polígonos de los siete planos obtenidos en el plano anterior. De dicho procedimiento, se obtuvieron como resultado cuarenta y dos (42) zonas homogéneas físicas que se muestran y describen a continuación:

Ilustración 22: Zonas Homogéneas físicas del municipio de Madrid Cundinamarca.



Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se realiza un breve resumen, de las zonas homogéneas físicas resultantes y sus características por cada una de las siete variables consideradas en el estudio, además de evidenciar el área que comprenden cada una de estas y el porcentaje que ocupan en el suelo municipal:

Tabla 19:Descripción zonas homogéneas físicas de Madrid.

ZHF NO	CODIGO ZHF	ÁREA (ha)	%	CATEGORIA SUELO	ZONA ACTIVIDAD	AHT	USO O COBERTURA	TIPO SEGÚN USO	AGUAS	VIAS
1	**24161007316121**	2.329,87	19,47%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	03FSaa-73	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
2	**24151007316121**	1.056,60	8,83%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	03FSha-73	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
3	**25161007316121**	851,88	7,12%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA D.A.T.	03FSaa-73	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
4	**25171007316121**	626,93	5,24%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA D.A.T.	03FAa-73	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
5	**24161007314021**	615,29	5,14%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	03FSaa-73	AGRICOLA	VIVEROS FLORES Y HORTICULTURA	SUFICIENTES	BUENAS
6	**11156002320133**	467,99	3,91%	RURAL PROTEGIDO	ZONA DE RESERVA FORESTAL PROTECTORA	11Fshf-23	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUE NATURAL DENSO	ESCAZAS	MALAS
7	**23165004415133**	356,21	2,98%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA DE AMORTIGUACION DE AREAS PROTEGIDAS	08FSae-44	AGRICOLA	PASTOS ARBOLADOS	ESCAZAS	MALAS
8	**23151008016112**	318,21	2,66%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA DE AMORTIGUACION DE AREAS PROTEGIDAS	02Fsha-80	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	BUENA	REGULARES
9	**25171007315021**	303,85	2,54%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA D.A.T.	03FAa-73	AGRICOLA	PASTOS LIMPIOS	SUFICIENTES	BUENAS
10	**24161007332021**	303,25	2,53%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	03FSaa-73	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONA INDUSTRIAL	SUFICIENTES	BUENAS
11	**12177232320233**	256,64	2,15%	RURAL PROTEGIDO	ZONA DE RESERVA FORESTAL PRODUCTORA	11FAgs-23	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO	ESCAZAS	MALAS
12	**24161996716121**	246,64	2,06%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	04FSaaih-67	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
13	**24161983816121**	233,52	1,95%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	09FSaaEh-38	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
14	**24151996116121**	231,37	1,93%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	05FShaih-61	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
15	**27171007332021**	227,97	1,91%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA DE CORREDOR VIAL DE SERVICIOS RURALES	03FAa-73	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONA INDUSTRIAL	SUFICIENTES	BUENAS
16	**24151007314021**	203,61	1,70%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	03FSha-73	AGRICOLA	VIVEROS FLORES Y HORTICULTURA	SUFICIENTES	BUENAS
17	**25161007314021**	196,50	1,64%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA D.A.T.	03FSaa-73	AGRICOLA	VIVEROS FLORES Y HORTICULTURA	SUFICIENTES	BUENAS
18	**11177232321133**	168,76	1,41%	RURAL PROTEGIDO	ZONA DE RESERVA FORESTAL PROTECTORA	11FAgs-23	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	PASTOS NATURALES	ESCAZAS	MALAS
19	**28161007332021**	144,30	1,21%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA SUBURBANA	03FSaa-73	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONA INDUSTRIAL	SUFICIENTES	BUENAS
20	**25161007315021**	140,27	1,17%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA D.A.T.	03FSaa-73	AGRICOLA	PASTOS LIMPIOS	SUFICIENTES	BUENAS

21	**28151008030121**	125,00	1,04%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA SUBURBANA	02Fsha-80	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	VIVIENDA CAMPESTRE DISPERSA	SUFICIENTES	BUENAS
22	**24171007314021**	115,71	0,97%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	03FAa-73	AGRICOLA	VIVEROS FLORES Y HORTICULTURA	SUFICIENTES	BUENAS
23	**11164306120133**	109,65	0,92%	RURAL PROTEGIDO	ZONA DE RESERVA FORESTAL PROTECTORA	05FSadq-61	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUE NATURAL DENSO	ESCAZAS	MALAS
24	**25171007314021**	105,12	0,88%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA D.A.T.	03FAa-73	AGRICOLA	VIVEROS FLORES Y HORTICULTURA	SUFICIENTES	BUENAS
25	**24171007316121**	101,19	0,85%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	03FAa-73	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
26	**12152236121133**	99,89	0,83%	RURAL PROTEGIDO	ZONA DE RESERVA FORESTAL PRODUCTORA	05FShbs-61	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	PASTOS NATURALES	ESCAZAS	MALAS
27	**12155304421133**	99,20	0,83%	RURAL PROTEGIDO	ZONA DE RESERVA FORESTAL PRODUCTORA	08FSheq-44	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	PASTOS NATURALES	ESCAZAS	MALAS
28	**29161007330122**	92,73	0,78%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA DE VIVIENDA CAMPESTRE	03FSaa-73	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	VIVIENDA CAMPESTRE DISPERSA	SUFICIENTES	REGULARES
29	**25171005515021**	76,64	0,64%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA D.A.T.	06FAa-55	AGRICOLA	PASTOS LIMPIOS	SUFICIENTES	BUENAS
30	**28171007332021**	72,16	0,60%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA SUBURBANA	03FAa-73	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONA INDUSTRIAL	SUFICIENTES	BUENAS
31	**24171006116121**	66,18	0,55%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA TRADICIONAL	05FAa-61	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
32	**25172006716121**	54,87	0,46%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA D.A.T.	04FAb-67	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
33	**27151007331021**	54,72	0,46%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA DE CORREDOR VIAL DE SERVICIOS RURALES	03FSha-73	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONA COMERCIAL	SUFICIENTES	BUENAS
34	**23163305516121**	52,38	0,44%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA DE AMORTIGUACION DE AREAS PROTEGIDAS	06FSacq-55	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
35	**26161007314021**	49,69	0,42%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA MECANIZADA INTENSIVA	03FSaa-73	AGRICOLA	VIVEROS FLORES Y HORTICULTURA	SUFICIENTES	BUENAS
36	**12151007321133**	48,82	0,41%	RURAL PROTEGIDO	ZONA DE RESERVA FORESTAL PRODUCTORA	03FSha-73	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	PASTOS NATURALES	ESCAZAS	MALAS
37	**225171007314021**	47,79	0,40%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA AGROPECUARIA D.A.T.	03FAa-73	AGRICOLA	VIVEROS FLORES Y HORTICULTURA	SUFICIENTES	BUENAS
38	**23161007315022**	22,36	0,19%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA DE AMORTIGUACION DE AREAS PROTEGIDAS	03FSaa-73	AGRICOLA	PASTOS LIMPIOS	SUFICIENTES	REGULARES
39	**23153305516121**	21,77	0,18%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA DE AMORTIGUACION DE AREAS PROTEGIDAS	06FShcq-55	AGRICOLA	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	SUFICIENTES	BUENAS
40	**20171007332021**	20,70	0,17%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA INSTITUCIONAL	03FAa-73	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONA INDUSTRIAL	SUFICIENTES	BUENAS
41	**23164306115122**	20,57	0,17%	RURAL NO PROTEGIDO	ZONA DE AMORTIGUACION DE AREAS PROTEGIDAS	05FSadq-61	AGRICOLA	PASTOS ARBOLADOS	SUFICIENTES	REGULARES
42	**12171007321133**	13,19	0,11%	RURAL PROTEGIDO	ZONA DE RESERVA FORESTAL PRODUCTORA	03FAa-73	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	PASTOS NATURALES	ESCAZAS	MALAS

Fuente: Elaboración Propia.

2.3. Verificación y análisis de zonas homogéneas físicas obtenidas.

Del cuadro anterior se llega a la conclusión que el 45% del suelo municipal corresponde a suelo rural no protegido que corresponde a zonas agropecuarias tradicionales y o zonas de actividad de zona agropecuarias de distrito de adecuación de tierras, con tierras con valores potenciales buenos y además de eso con topografía plana, vías de acceso buenas y disponibilidad de aguas suficientes para su explotación. *Véase zonas homogéneas físicas de la tabla 18 ítems 1 al 5).*

De las demás zonas homogéneas resultantes del presente proyecto de investigación podemos afirmar que corresponden a zonas que por cada una no cubren un área mayor del 5% de la superficie del municipio y que comprenden zonas homogéneas físicas que se difieren entre sí por las variables de clima, cobertura actual y zonas de actividad. Por lo que podríamos inferir que son aquellas variables que pueden llegar a diferenciar el valor del suelo por zonas homogéneas físicas.

3. Estudio de zonas homogéneas geoeconómicas del suelo rural.

Partiendo de las zonas homogéneas físicas rurales del municipio de Madrid, se procede a realizar la determinación e investigación de mercado inmobiliario en la zona rural del municipio y para realizar dicho procedimiento, se procedió a realizar los siguientes pasos:

3.1. Determinación y búsqueda de puntos de investigación o mercado inmobiliario.

Se realiza la búsqueda de información de mercado como ofertas en portales inmobiliarios y con inmobiliarias de la zona; adicionalmente se realizan algunas encuestas sobre el valor del suelo rural en el municipio y más específicamente para las áreas protegidas del municipio debido a la falta de información inmobiliaria de estos predios. Una vez obtenida la información de cada una de las ofertas, se realiza un proceso de depuración de tal forma que

se obtenga el valor por hectárea de suelo rural, descontando construcciones existentes en las ofertas de acuerdo a su tipología constructiva usando su costo de reposición depreciado teniendo en cuenta el método de depreciación de Fitto y Corvini y adicionalmente, manejando del valor pedido en cada una de las ofertas un factor de negociación que permita disminuir la especulación en el precio del suelo que ha sufrido todos los municipios de la sabana de Bogotá en los últimos años.

Tabla 20: Mercado inmobiliario.

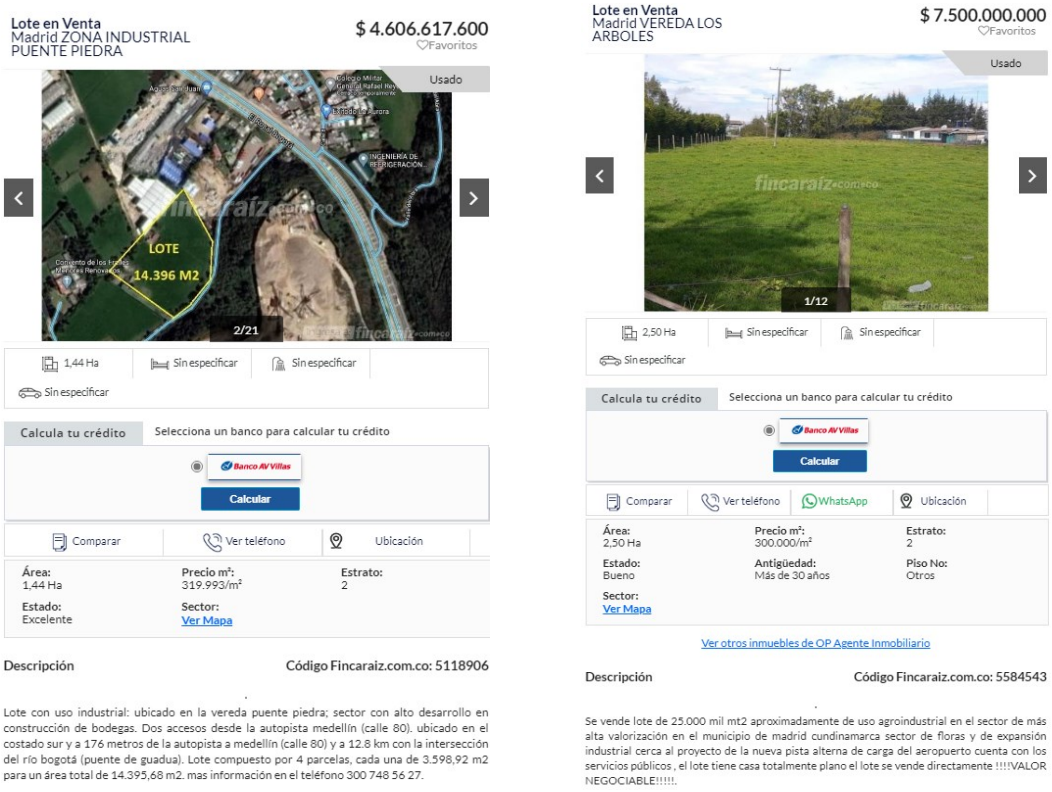
Pto No	Descripcion	Valor pedido	% Dep	Valor depurado	Area construida (m2)	Valor construccion (m2)	Valor Terreno	Area terreno (ha)	Valor Unitario ($/ha)	Link
1	Lote	$ 4.606.617.600	10%	$ 4.145.955.840	0,00	$ -	$ 4.145.955.840	1,4396	$ 2.880.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/zona_industrial_puente_piedra-det-5118906.aspx
2	Lote	$ 48.000.000.000	10%	$ 43.200.000.000	0,00	$ -	$ 43.200.000.000	25,00	$ 1.728.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/finca_botaira-det-5342959.aspx
3	Lote	$ 2.160.000.000	10%	$ 1.944.000.000	0,00	$ -	$ 1.944.000.000	0,8024	$ 2.422.731.805	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/vereda_chauta-det-4760448.aspx
4	Lote	$ 4.468.800.000	10%	$ 4.021.920.000	0,00	$ -	$ 4.021.920.000	0,37	$ 10.800.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/puente_piedra-det-5670642.aspx
5	Lote	$ 20.000.000.000	10%	$ 18.000.000.000	0,00	$ -	$ 18.000.000.000	5,00	$ 3.600.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/san_pedro_madrid-det-5670941.aspx#pnlMap
6	Lote	$ 35.000.000.000	10%	$ 31.500.000.000	0,00	$ -	$ 31.500.000.000	17,75	$ 1.774.657.885	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/madrid-det-5930323.aspx#pnlMap
7	Lote	$ 4.810.000.000	10%	$ 4.329.000.000	0,00	$ -	$ 4.329.000.000	1,68	$ 2.576.785.714	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/madrid_area_urbana-det-4785054.aspx
8	Lote	$ 3.383.600.000	15%	$ 2.876.060.000	0,00	$ -	$ 2.876.060.000	0,62	$ 4.675.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/boyero-det-2194589.aspx
9	Lote	$ 69.000.000.000	10%	$ 62.100.000.000	0,00	$ -	$ 62.100.000.000	13,80	$ 4.500.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/corzo-det-5098733.aspx
10	Lote	$ 66.000.000.000	10%	$ 59.400.000.000	0,00	$ -	$ 59.400.000.000	22,00	$ 2.700.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/madrid-det-3239189.aspx#pnlMap
11	Lote	$ 60.000.000.000	10%	$ 54.000.000.000	0,00	$ -	$ 54.000.000.000	20,00	$ 2.700.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/madrid-det-3236244.aspx
12	Lote	$ 57.600.000.000	10%	$ 51.840.000.000	0,00	$ -	$ 51.840.000.000	38,40	$ 1.350.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/madrid-det-3114822.aspx
13	Lote	$ 30.000.000.000	10%	$ 27.000.000.000	0,00	$ -	$ 27.000.000.000	10,70	$ 2.523.364.486	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/madrid-det-4715289.aspx#pnlMap
14	Lote	$ 28.930.650.000	10%	$ 26.037.585.000	0,00	$ -	$ 26.037.585.000	19,00	$ 1.370.399.211	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/madrid-det-3270459.aspx#pnlMap
15	Lote	$ 23.200.000.000	10%	$ 20.880.000.000	0,00	$ -	$ 20.880.000.000	8,00	$ 2.610.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/madrid-det-3235324.aspx
16	Lote	$ 11.520.000.000	5%	$ 10.944.000.000	0,00	$ -	$ 10.944.000.000	3,24	$ 3.377.777.778	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/sobre_variante-det-2091333.aspx
17	Lote	$ 8.397.500.000	10%	$ 7.557.750.000	0,00	$ -	$ 7.557.750.000	2,04	$ 3.704.779.412	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/madrid-det-2550562.aspx#pnlMap
18	Lote	$ 7.500.000.000	10%	$ 6.750.000.000	0,00	$ -	$ 6.750.000.000	2,50	$ 2.700.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/vereda_los_arboles-det-5584543.aspx
19	Lote	$ 8.397.500.000	10%	$ 7.557.750.000	0,00	$ -	$ 7.557.750.000	1,68	$ 4.498.660.714	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/vereda_boyero-det-2028914.aspx
20	Lote	$ 4.000.000.000	5%	$ 3.800.000.000	0,00	$ -	$ 3.800.000.000	1,60	$ 2.375.000.000	https://www.fincaraiz.com.co/finca-en-venta/madrid/puente_piedra-det-5396919.aspx
21	Casa	$ 3.000.000.000	10%	$ 2.700.000.000	650,00	$ 1.350.000,00	$ 1.822.500.000	0,40	$ 4.556.250.000	https://www.fincaraiz.com.co/casa-campestre-en-venta/madrid/vereda_cuesta-det-5834083.aspx#pnlMap
22	Lote	$ 2.160.000.000	10%	$ 1.944.000.000	0,00	$ -	$ 1.944.000.000	0,80	$ 2.422.731.805	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/vereda_chauta-det-4760448.aspx
23	Lote	$ 1.730.000.000	10%	$ 1.557.000.000	0,00	$ -	$ 1.557.000.000	0,64	$ 2.432.812.500	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/madrid-det-5011927.aspx
24	Lote	$ 700.000.000	10%	$ 630.000.000	0,00	$ -	$ 630.000.000	0,21	$ 2.971.698.113	https://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/madrid/los_arboles-det-5936029.aspx
25	Lote	$ 10.000.000.000	2%	$ 9.800.000.000	0,00	$ -	$ 9.800.000.000	5,00	$ 1.960.000.000	https://lote-casalote.mercadolibre.com.co/MCO-587039761-lote-en-venta-en-madrid-20-1000-co-_JM#position=14&type=item&tracking_id=296da659-0d79-41f2-becb-7c54eb6b1f97
26	Lote	$ 2.264.000.000	10%	$ 2.037.600.000	0,00	$ -	$ 2.037.600.000	1,11	$ 1.838.657.282	https://www.puntopropiedad.com/inmueble/1177646
27	Lote	$ 9.000.000.000	10%	$ 8.100.000.000	0,00	$ -	$ 8.100.000.000	2,00	$ 4.050.000.000	https://www.puntopropiedad.com/inmueble/1469249
28	Lote	$ 1.350.000.000	10%	$ 1.215.000.000	0,00	$ -	$ 1.215.000.000	0,30	$ 4.050.000.000	https://www.ciencuadras.com/inmueble/lote-en-venta-en-otros-madrid-1036519
30	Lote	$ 11.200.000.000	10%	$ 10.080.000.000	0,00	$ -	$ 10.080.000.000	3,20	$ 3.150.000.000	https://www.lamudi.com.co/lote-en-venta-madrid-area-urbanamadrid-323994-14.html
32	Lote	$ 2.644.500.000	10%	$ 2.380.050.000	0,00	$ -	$ 2.380.050.000	0,62	$ 3.870.000.000	https://www.lamudi.com.co/lote-en-venta-madrid-345321-14.html
33	Lote	$ 19.555.000.000	10%	$ 17.599.500.000	0,00	$ -	$ 17.599.500.000	7,82	$ 2.250.575.448	https://www.ciencuadras.com/inmueble/lote-en-venta-en-vereda-boyero-madrid-1543661
34	Lote	$ 2.771.000.000	10%	$ 2.493.900.000	0,00	$ -	$ 2.493.900.000	1,11	$ 2.250.406.064	https://www.lamudi.com.co/lote-en-ventamadrid-286923-14.html
35	Lote	$ 3.441.000.000	10%	$ 3.096.900.000	0,00	$ -	$ 3.096.900.000	0,93	$ 3.330.000.000	https://www.lamudi.com.co/lote-en-venta-madrid-345322-14.html
36	Lote	$ 35.000.000.000	5%	$ 33.250.000.000	0,00	$ -	$ 33.250.000.000	136,95	$ 242.789.339	https://www.puntopropiedad.com/inmueble/1482579
37	Lote	$ 710.000.000	12%	$ 624.800.000	0,00	$ -	$ 624.800.000	4,27	$ 146.336.893	Venta de Lote o Casalote en Vereda la punta - Madrid - 2559-M2598181 (metrocuadrado.com)
38	Lote	$ 38.640.000.000	10%	$ 34.776.000.000	0,00	$ -	$ 34.776.000.000	13,80	$ 2.520.000.000	https://www.lamudi.com.co/lote-terreno-en-venta-madrid-356881-14.html
39	Lote	$ 86.680.000.000	5%	$ 82.346.000.000	0,00	$ -	$ 82.346.000.000	39,40	$ 2.090.000.000	https://www.ciencuadras.com/inmueble/lote-en-venta-en-otros-madrid-1417330
40	Lote	$ 70.250.000.000	10%	$ 63.225.000.000	0,00	$ -	$ 63.225.000.000	28,10	$ 2.250.000.000	https://www.ciencuadras.com/inmueble/lote-en-venta-en-otros-madrid-1417327
42	Lote	$ 7.000.000.000	10%	$ 6.300.000.000			$ 6.300.000.000	2,00	$ 3.150.000.000	https://www.metrocuadrado.com/inmueble/venta-lote-o-casalote-madrid-vereda-el-corzo/10967-M2724707
44	Lote	$ 170.000.000.000	10%	$ 153.000.000.000	0,00	$ -	$ 153.000.000.000	108,80	$ 1.406.250.000	https://www.fincaraiz.com.co/finca-en-venta/madrid/subachoque-det-4439938.aspx#pnlMap

Fuente: Elaboración Propia. Anexo el mercado con links para su verificación.

3.3. análisis de las ofertas inmobiliarias

En esta parte del proceso se realiza una breve descripción y evidencia de los valores obtenidos, esto teniendo en cuenta que los valores por m2 de suelo rural tienen un comportamiento muy variante en función de la ubicación del predio ofertado respecto a los corredores viales y a la especulación del uso que se le puede dar al predio, esto radica en que en lo observado en las ofertas de mercado obtenidas, mencionan que los predios ofertados tienen usos industriales, cuando, de acuerdo al plano de usos rurales dichos predios tienen una norma que corresponde a territorios agrícolas.

Ilustración 23: ofertas de mercado inmobiliario de Madrid

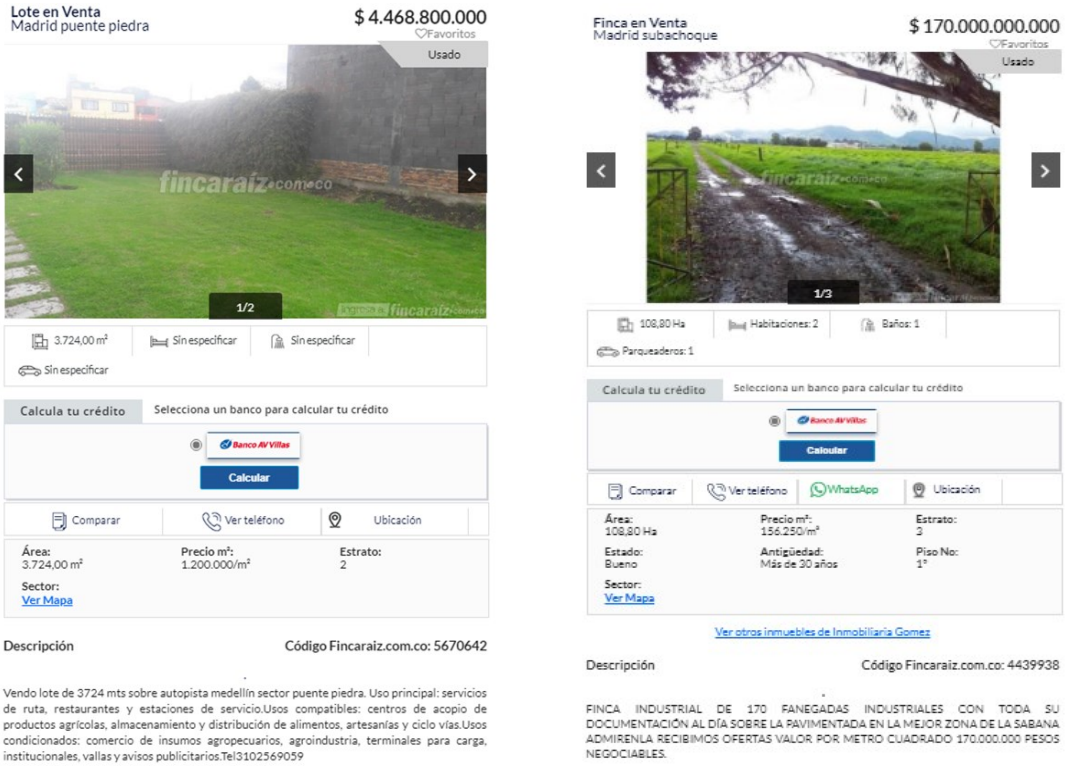


Fuente: Fincaraiz.com

Otro de los factores que se logro identificar en la especulación del valor del suelo del municipio radica en las unidades mínimas prediales; en donde, se evidencia que con el pasar de los años desde la última actualización del POT municipal se han ido

subdividiéndolos predios rurales en áreas muy pequeñas, llegándose a observar predios rurales con áreas de menos de media hectárea. Y por otra parte, se llegan a observar también predios que corresponden a grandes extensiones, con largas tradiciones; en donde, teniendo en cuenta estas razones los propietarios tienen a pedir valores irrisorios ya que no tienen la necesidad o intención inmediata de venderlas.

Ilustración 24: Ofertas rurales Madrid.

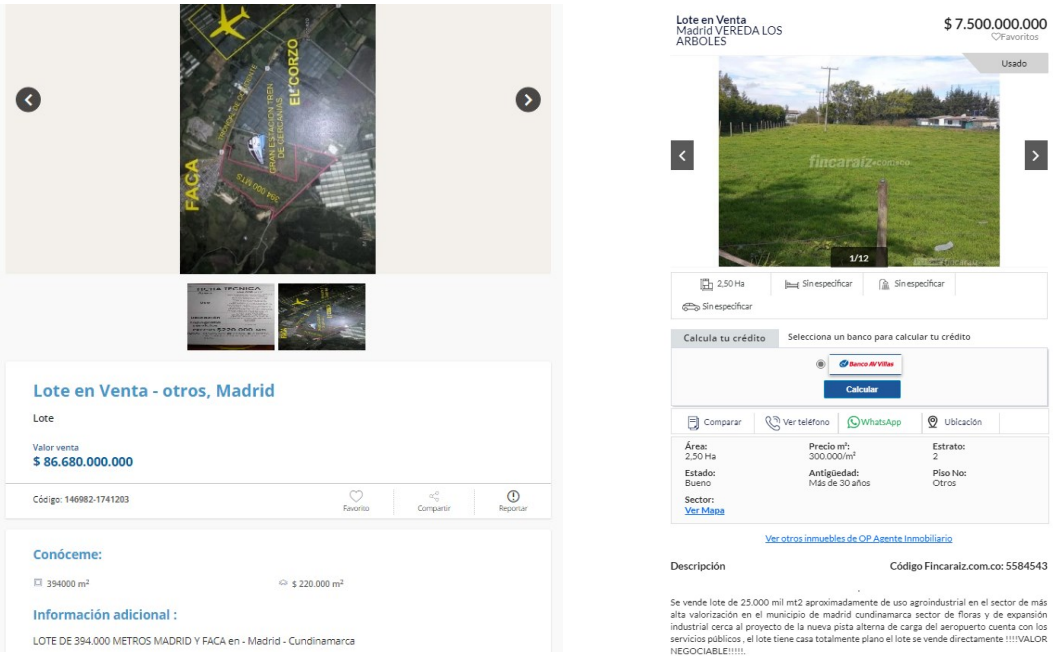


Fuente: Fincaraiz.com

Finalmente, adicionalmente a lo anteriormente mencionado, se llega como conclusión que el mercado inmobiliario del municipio tiene valores del suelo muy inflados y fluctuantes. Teniendo en cuenta que los propietarios del suelo piden un valor por hectárea que no es coherente con la actividad que se desarrollan en los predios y además de prometer una supuesta valorización por proyectos que se tienen proyectados a mediano y largo plazo. Un ejemplo, corresponde a que se encontró ofertas de predios con uso agrícola donde se llega

a pedir valores cercanos a los $2.500.000.000 por hectárea lo cual no es coherente con las rentabilidades producidas por los diferentes cultivos que se desarrollan en la Sabana De Bogotá. Es decir, la actividad que se desarrolla actualmente en estos predios no daría para pagar dicho valor por la tierra. Es por esto que se sustenta la utilización del proceso analítico jerárquico ya que con esto se puede disminuir el efecto de la especulación que se muestra que existe en el municipio.

Ilustración 25: ofertas inmobiliarias Madrid.

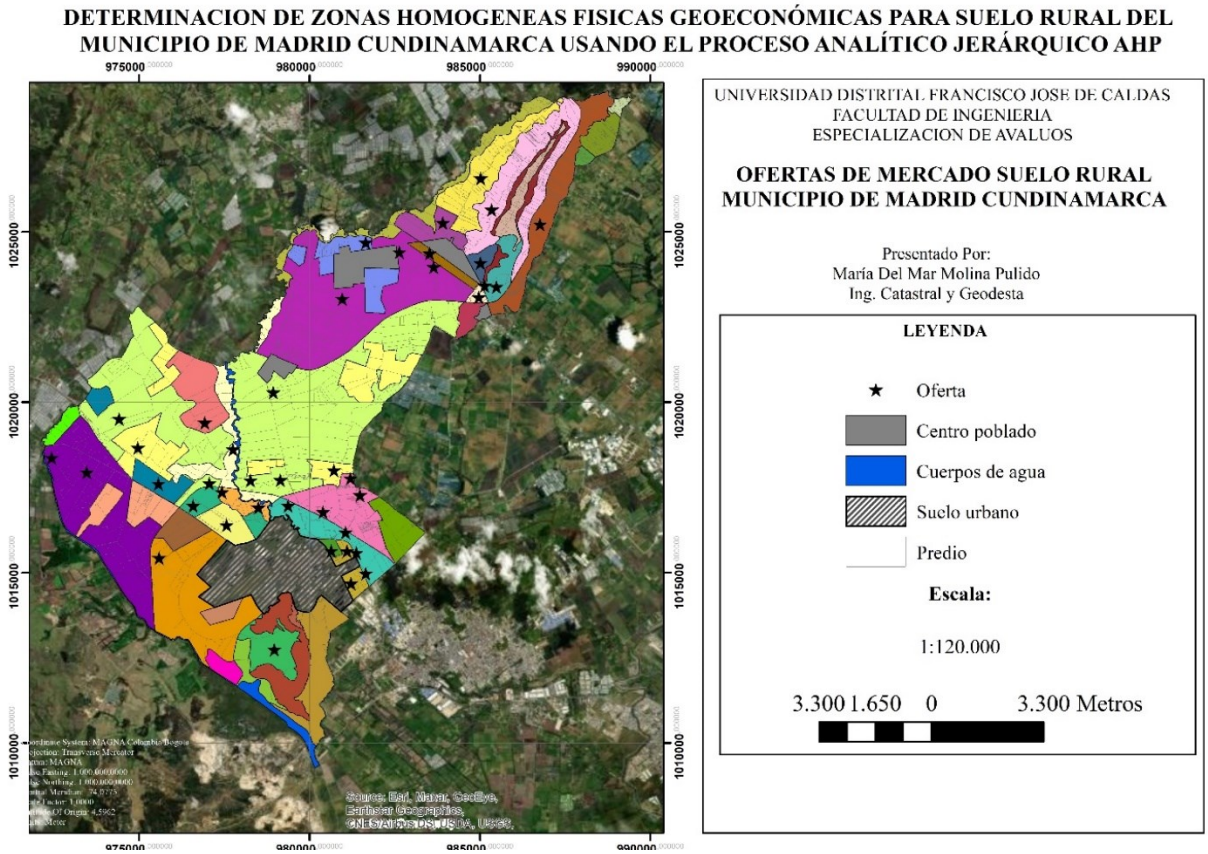


Fuente: Fincaraiz.com

3.3. Elaboración del plano de mercado inmobiliario investigado.

Cada una de las 40 ofertas fue espacializada en el mapa de zonas homogéneas físicas. A continuación, mostramos la distribución de las ofertas obtenidas en el suelo rural municipal:

Ilustración 26: Especialización ofertas.



Fuente: Elaboración Propia.

4. Aplicación del proceso analítico jerárquico -AHP

Se definieron un total de seis (6) variables de las siete que fueron consideradas en la determinación de las zonas homogéneas físicas rurales del municipio de Madrid, esto radica en que las variables “Cobertura o uso de suelo” y “Tipo de cobertura o uso de suelo, se optó por dejar una sola de las dos, con el fin de no generar problemas de multicolinealidad o dependencia entre variables consideradas y teniendo en cuenta que una de las variables proviene de la otra y teniendo en cuenta que el proceso analítico jerárquico se hace a partir de comparaciones pareadas y mediante calculo matricial, debemos tener en cuenta que las variables (Columnas) sean independientes entre sí.

Para implementar dicho proceso se procede a realizar una encuesta a 5 expertos peritos avaluadores conocedores de la sabana de Bogotá y en su mayoría con gran experiencia y conocimientos del mercado inmobiliario de la zona.

Como resultado de la entrevista y encuesta por cada uno de los expertos se obtienen 7 matrices, la primera que corresponde a la comparación entre las 6 variables consideradas en el estudio y determinación de zonas homogéneas físicas; y las otras 6 matrices corresponden a la comparación de las subvariables, que corresponden a la clasificación por cada una de las variables consideradas.

La comparación se realiza uno a uno, con el fin de que le den una ponderación a cada una de las variables según su importancia, calificándolas según la escala fundamental de comparación, descrita en el documento del profesor Saaty, 1980. Determinando un valor según la importancia dada a cada variable siguiendo la siguiente escala:

Tabla 21: escala de valoración de importancia de una variable sobre otra.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual importancia	Más importante			

Fuente: Elaboración Propia.

El proceso de comparación de las variables consideradas en el estudio de valor del suelo rural de Madrid se realiza teniendo en cuenta primero la variable existente en la columna, sobre la que está en la fila; donde se pregunta al experto: cuál es la más importante en la generación del valor del suelo rural del municipio de Madrid. Es entonces, que si el experto entrevistado escoge como mayor importancia la opción o variable de la fila consigna un

valor mayor a 1 de acuerdo al rango de importancia que se le asigne y en el caso de que considere que la de mayor importancia es la variable de la columna consigna en la matriz un número menor a 1 de acuerdo al grado o nivel de importancia que corresponda en la escala de Saaty.

Tabla 22: Explicación de matrices.

CATEGORIAS DEL SUELO	RNP	RP	VECTOR PROPIO
RNP	**1**	**5**	**0,8333**
RP	**1/5**	**1**	**0,1667**

Fuente: Elaboración Propia.

Ahora con las 7 matrices obtenidas por cada uno de los expertos entrevistados se realiza la ponderación y determinación del vector propio y el índice de consistencia de acuerdo a lo explicado en el marco teórico del presente proyecto de grado. Y finalmente se comprueba que este CI no exceda el radio de consistencia de acuerdo al tamaño de la matriz con el fin de cumplir con las propiedades de consistencia además de las otras que son reciprocidad y homogeneidad.

Teniendo estos vectores por cada una de las variables y subvariables evaluadas para los 5 expertos entrevistados , se procede a ponderar y normalizar con el fin de tener un solo vector propio por cada variable, con el cual se procede a calcular el factor AHP para cada una de las zonas homogéneas físicas determinadas para el suelo rural de Madrid, el cálculo de este AHP corresponde a la multiplicación del factor calculado por cada variable en la matriz de variables por el factor determinado para la subvariable que tiene la zona en dicha variable.

$$AHP_i = var1 * subvar1_i + var2 * subvar2_i + \cdots + varN * subvarN_i$$

Donde:

- AHP_i: Valor o peso del criterio AHP estimado para una zona homogénea física "i".
- $varN$: valor o coeficiente obtenido de la variable "n"
- $subvarN_i$: valor o coeficiente obtenido para la subvariable de la zona i.

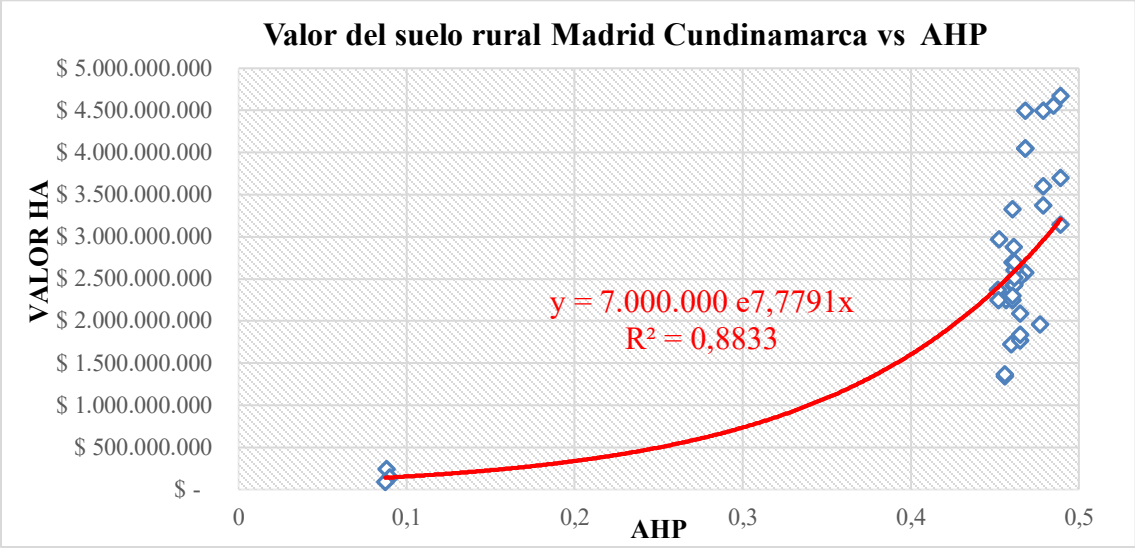
En cuanto a los coeficientes AHP obtenidos para cada una de las zonas se encuentran consignados en los anexos.

5. Determinación y mapeo de las zonas homogéneas geoeconómicas.

Como bien sabemos que tenemos un mercado inmobiliario con ofertas debidamente espacializadas, se logra asociar fácilmente a cada oferta su respectiva zona homogénea física y por ende, su valor AHP.

En segunda medida, en el momento de espacializar cada una de las ofertas se asocian una a una a una zona homogénea física y a su coeficiente AHP. Por lo que se procede a analizar la asociación entre estas dos variables, el valor por ha de suelo rural y los coeficientes determinados a partir de la información aportada por los expertos y tratada estadísticamente para determinar el coeficiente asociado a cada oferta. Es por esto, que se procede a realizar el grafico de los pares de observaciones, graficando en el eje de las x, el coeficiente AHP de determinada oferta y en el eje de las y el valor depurado por ha. Así:

Ilustración 27: Dispersograma de AHP y valor del suelo por hectárea.



Fuente: Elaboración Propia.

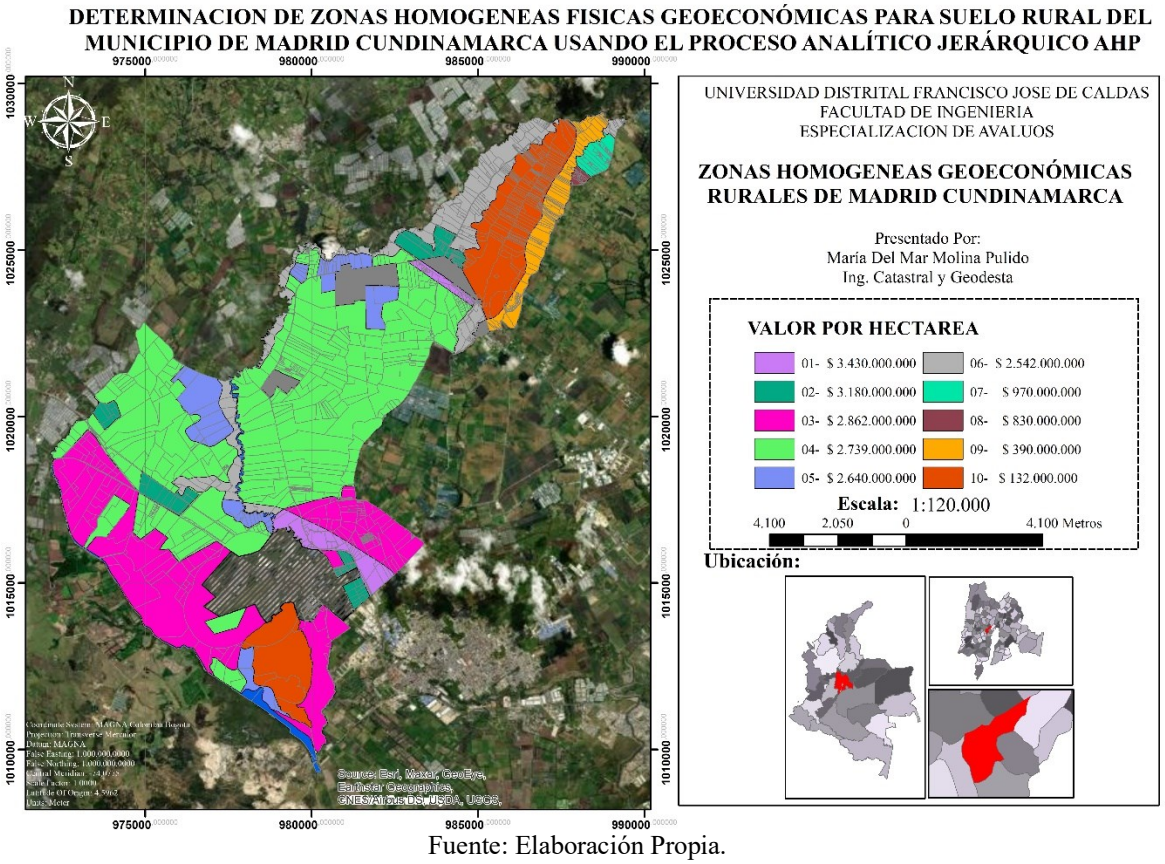
Se establece como ecuación de regresión la mostrada en el gráfico anterior y que describe el valor del suelo rural por hectárea en función del valor obtenido de AHP para una determinada zona homogénea física; en donde, también se establece que ambas variables se comportan de una manera directamente proporcional entre sí; es decir, que a medida que aumenta el valor del criterio AHP aumentara el valor por hectárea del suelo. Además, se obtiene que el grado de asociación entre ambas variables es alto, ya que obtenemos que el coeficiente de determinación (R^2) que nos indica la proporción de la varianza total de la variable explicada por la regresión. El coeficiente de determinación, también llamado R cuadrado, refleja la bondad del ajuste de un modelo a la variable que pretender explicar. (Y) en este caso, del modelo exponencial obtenido obtenemos que tiene una bondad de ajuste o explica el comportamiento del valor comercial en un 88,33%, el cual es considerado alto.

Es entonces que se procede a realizar la predicción de acuerdo al modelo obtenido para cada una de las zonas homogéneas físicas y con dichos resultados se proceden a clasificar y mapificar las zonas homogéneas físicas en zonas geoeconómicas obtenidas.

Resultados

De acuerdo a los análisis realizados con los datos obtenidos por medio de la aplicación del proceso analítico jerárquico AHP y la modelización de dicha variable con respecto al valor por hectárea de suelo rural de Madrid, se logró predecir el valor por hectárea para las 42 zonas homogéneas físicas del municipio y seguido a esto, se procede a clasificar dichas zonas en 10 zonas homogéneas geoeconómicas de acuerdo a su valor y características así:

Ilustración 28: Zonas homogéneas geoeconómicas rurales determinadas para el municipio de Madrid Cund.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23:Resumen de Clasificación de zonas homogéneas físicas a zonas homogéneas geoeconómicas.

INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO ESTADÍSTICO DEL MERCADO INMOBILIARIO								
ZHG No.	**ZHF No.**	**VALOR ZHF**	**$\bar{x}$**	**DESVIACION ESTANDAR**	**COEF VARIACION**	**LÍMITE SUPERIOR**	**LÍMITE INFERIOR**	**VALOR ADOPTADO**
01	27171007332021	$ 3.400.000.000,00	$ 3.430.000.000	$ 42.426.407	1,24%	$ 3.472.426.407	$ 3.387.573.593	$ 3.430.000.000
	27151007331021	$ 3.460.000.000,00						
02	28161007332021	$ 3.130.000.000,00	$ 3.180.000.000	$ 86.602.540	2,72%	$ 3.266.602.540	$ 3.093.397.460	$ 3.180.000.000
	28171007332021	$ 3.130.000.000,00						
	28151008030121	$ 3.280.000.000,00						
03	25161007315021	$ 2.800.000.000,00	$ 2.861.666.667	$ 110.166.541	3,85%	$ 2.971.833.207	$ 2.751.500.126	$ 2.862.000.000
	25171007315021	$ 2.800.000.000,00						
	25161007316121	$ 2.810.000.000,00						
	25171007316121	$ 2.810.000.000,00						
	24161007332021	$ 2.870.000.000,00						
	20171007332021	$ 3.080.000.000,00						
04	24161007314021	$ 2.700.000.000,00	$ 2.738.888.889	$ 30.595.933	1,12%	$ 2.769.484.822	$ 2.708.292.956	$ 2.739.000.000
	24171007314021	$ 2.700.000.000,00						
	24151007316121	$ 2.720.000.000,00						
	24161007316121	$ 2.730.000.000,00						
	24171007316121	$ 2.730.000.000,00						
	25172006716121	$ 2.750.000.000,00						
	26161007314021	$ 2.760.000.000,00						
	25161007314021	$ 2.780.000.000,00						
	25171007314021	$ 2.780.000.000,00						
05	24171006116121	$ 2.610.000.000,00	$ 2.640.000.000	$ 35.590.261	1,35%	$ 2.675.590.261	$ 2.604.409.739	$ 2.640.000.000
	24161996716121	$ 2.620.000.000,00						
	25171005515021	$ 2.640.000.000,00						
	24151007314021	$ 2.690.000.000,00						
06	23151008016112	$ 2.530.000.000,00	$ 2.541.666.667	$ 19.407.902	0,76%	$ 2.561.074.569	$ 2.522.258.764	$ 2.542.000.000
	23153305516121	$ 2.530.000.000,00						
	23164306115122	$ 2.530.000.000,00						
	23163305516121	$ 2.540.000.000,00						
	24161983816121	$ 2.540.000.000,00						
	24151996116121	$ 2.580.000.000,00						
07	29161007330122	$ 970.000.000,00	$ 970.000.000	$ -	0,00%	$ 970.000.000	$ 970.000.000	$ 970.000.000
08	23161007315022	$ 830.000.000,00	$ 830.000.000	$ -	0,00%	$ 830.000.000	$ 830.000.000	$ 830.000.000
09	23165004415133	$ 390.000.000,00	$ 390.000.000	$ -	0,00%	$ 390.000.000	$ 390.000.000	$ 390.000.000
10	11156002320133	$ 130.000.000,00	$ 138.750.000	$ 6.408.699	4,62%	$ 145.158.699	$ 132.341.301	$ 132.000.000
	11177232321133	$ 130.000.000,00						
	11164306120133	$ 140.000.000,00						
	12152236121133	$ 140.000.000,00						
	12155304421133	$ 140.000.000,00						
	12171007321133	$ 140.000.000,00						
	12177232320233	$ 140.000.000,00						
	12151007321133	$ 150.000.000,00						

Fuente: Elaboración Propia.

Ya con las zonas homogéneas geoeconómicas determinadas procedemos a realizar una breve descripción de las variables físicas de cada una de estas:

Tabla 24: Caracterización zonas homogéneas geoeconómicas de Madrid Cund.

ZHFGE	VALOR POR HA	CARACTERIZACIÓN
01	$3.430.000.000	Corresponden a suelos rurales no protegidos, ubicados en zona de actividad de corredor vial de servicios rurales, cuentan con uso actual de zona industrial y comercial, Cuenta con disponibilidad de aguas suficientes y acceso a vías buenas. En cuanto a su potencial se puede afirmar a que son tierras de clase 3, con pendiente menores al 3% y con potencial bueno (73).

02	$3.180.000.000	Corresponden a suelos rurales no protegidos, ubicados en zona de actividad de zonas suburbanas, con clases de tierra 2 y 3, con pendientes menores al 3% con potenciales muy bueno (80) a bueno (73). Son territorios artificializados correspondientes a zonas de actividad suburbana y de corredor de servicios rurales. Los territorios que componen esta zona cuentan con disponibilidad de aguas suficientes y acceso a vías buenas.
03	$ 2.862.000.000	Corresponden a suelos rurales no protegidos, ubicados en zona de actividad agropecuaria distrito de adecuación de tierras y agropecuaria tradicional; con tierras de clase 3 con pendientes menores al 3% y con valor potencial bueno (73). Poseen buena disponibilidad de aguas y acceso a vías buenas correspondientes a la autopista Medellín o la variante de occidente.
04	$ 2.739.000.000	Son zonas rurales no protegidas, ubicados en zonas de actividad agropecuaria distrito de adecuación de tierras, zonas agropecuarias mecanizadas intensivas o agropecuaria tradicional; son tierras de clases 3 y 4, con pendientes menores al 7%, el valor potencial de estos suelos es bueno (73) a moderadamente bueno (67), son tierras sin limitantes a su productividad. Actualmente se usan como pastos, cultivos, floricultura para lo cual cuentan con una disponibilidad de aguas suficientes y fácil acceso a vías buenas.
05	$2.640.000.000	Son zonas rurales no protegidas, ubicados en zonas de actividad agropecuarias mecanizadas intensivas o agropecuaria tradicional; con tierras de clases 3 a la 6 con pendientes menores al 3%, en algunas zonas su capacidad productiva se ve afectada por limitantes como inundación y fluctuación del nivel freático. Actualmente tienen usos de cultivos, pastos y floricultura. Para el desarrollo de sus actividades actuales poseen aguas suficientes y vías buenas.

06	$ 2.542.000.000	Son zonas rurales no protegidas, ubicados en zonas de actividad agropecuaria tradicional y zonas de amortiguación de áreas protegidas, con clases de tierra 2,5,6 y 9, pendientes variadas y presencia de limitantes como inundación y fluctuación del nivel freático. Tienen disponibilidad de aguas suficientes y buenas vías de acceso
07	$ 970.000.000	Corresponde a una única zona física dedicada a la vivienda campestre con aguas suficientes y vías de acceso regulares. Esta zona corresponde a tierras de clase 3. Pendiente plana y buen valor potencial (73). Estos suelos no tienen limitantes.
08	$ 830.000.000	Corresponde a una única zona física dedicada actualmente pastos, cuenta con aguas suficientes y vías de acceso regulares. Esta zona corresponde a tierras de clase 3. Pendiente plana y buen valor potencial (73). Estos suelos no tienen limitantes.
09	$ 390.000.000	Corresponde a suelos en zonas de amortiguación de áreas protegidas dedicados a pastos, con una tierra de clase 8, pendiente fuertemente quebrada que van desde el 25% al 50%, aguas escazas y malas vías de acceso.
10	$ 132.000.000	Esta zona geoeconómica agrupa a todas las zonas que cuentan con suelo protegido y se caracterizan por tener pendientes mayores al 50% y además poseen aguas escazas y vías malas.

Fuente: Elaboración Propia.

Conclusiones y discusión

El proceso de realizar la clasificación por las siete variables que son consideradas en la determinación y mapeo de zonas homogéneas de un municipio de Madrid implico la aplicación de diferentes conceptos aprendidos en la especialización de avalúos, en donde fue requerido el estudio de normatividad valuatoria, el plan de ordenamiento territorial del municipio de Madrid Cundinamarca, y además, realizar un profundo análisis para la determinación de la clasificación del suelo rural del municipio por cada una de las siete

variables que se encuentran consideradas para dicho estudio de acuerdo a la metodología del IGAC. Con esta clasificación, se puede inferir que variables son aquellas que diferencian en mejor medida las diferencias en el valor del suelo dentro del municipio; en donde, se presumía antes de realizar el cálculo del proceso analístico jerárquico que una de las variables más influyentes en el estudio eran las áreas homogéneas de tierra. Sin embargo, en el momento de hacer el estudio de mercado y las encuestas practicadas a los expertos valuadores y conocedores de la zona, las variables más influyentes en la determinación del valor por hectárea de suelo rural en el municipio son las variables normativas, que provienen del plan de ordenamiento territorial (Clasificación del suelo rural y áreas o zonas de actividad) las cuales dan los lineamientos para los posibles usos a desarrollar en los predios.

Del estudio de mercado realizado en el municipio de Madrid y de las ofertas consultadas y espacializadas, se logró observar que en su gran mayoría presentan un fenómeno de especulación en el valor del suelo, dicho fenómeno se ha ido presentando en todos los municipios cercanos a Bogotá, dada la falta de terrenos para la construcción de viviendas dentro de la capital, incrementándose el valor del suelo allí; lo que ha ocasionado que tanto como constructores como compradores vean como solución trasladarse a municipios cercanos como una solución fácil y practica para la adquisición de vivienda. Por otra parte, también influye en la variación e incremento del valor del suelo, el traslado de mucha de la industria que se ubicaba en Bogotá, en búsqueda de facilidades en cuanto a permisos ambientales y demás. Lo que ha ocasionado la necesidad de los gobiernos de generar

proyectos de infraestructura a mediano y largo plazo que hacen que los propietarios de la tierra generen una especulación al prometer una valorización por estar cerca de los mismos. Otros dos factores que influyen en la especulación del valor del suelo son: en primera medida, la subdivisión de los predios en unidades muy pequeñas para otros usos diferentes al agrícola (que es el uso que se encuentra estipulado en el plan de ordenamiento territorial para dichas zonas) con el fin de dar espacio a usos como el industrial que se ha ido intensificando en el territorio municipal. En segunda parte también lo causa la existencia de predios con grandes extensiones que provienen de una tradición de muchos años, en donde, los propietarios al no tener la intención de comercializar los inmuebles, piden valores irrisorios, que son incoherentes con los usos actuales de dichos predios, ya que ninguna actividad agrícola con cultivos de la zona produce para pagar valores de $2.500.000.000 a $2.700.000.000 por hectárea para seguirlos desarrollando como uso agrícola.

Con la transformación de estos municipios en los últimos años, incluyendo el municipio de Madrid, ha ido cambiando su dinámica inmobiliaria; en donde, estos municipios han incorporado usos industriales y de vivienda de diferentes tipos y por ende, su población ha ido aumentando significativamente; generando la necesidad de implementación de nuevos proyectos de infraestructura y estos a su vez han impactado la especulación del valor del suelo. En donde, en el momento de ofertar las tierras prometen futuras valorizaciones por proyectos que se tienen pensados a mediano y largo plazo como lo son el aeropuerto “El Dorado II”, la vía perimetral de la sabana, el Regiotram de la sabana, entre otros… Es por esto la importancia de establecer nuevos métodos que aplicados a la valuación de tierras

nos permita disminuir el efecto de dicho fenómeno teniendo en cuenta las variables y el conocimiento de los expertos.

En el caso de Madrid Cundinamarca, se logró establecer que el diseño de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas permitió hacer un análisis multivariable de la conformación del valor del suelo rural, teniendo en cuenta factores normativos, de uso, la influencia de corredores viales, entre otros para entender comportamiento de estos valores dentro de un municipio. Se evidencia la gran influencia de dichos corredores en la transformación de los usos del suelo y como tal del valor del suelo dadas estas transformaciones.

El proceso analítico jerárquico permitió realizar a partir de un factor (AHP) la modelización que permitiera una aproximación del valor del suelo a partir de la combinación lineal de unos coeficientes por variables y subvariables determinados por la experticia de conocedores del mercado inmobiliario de la zona. Cabe resaltar que la regresión planteada tiene un grado de ajuste del 83%; en otras palabras, el 83% del comportamiento del factor determinado mediante el proceso analítico jerárquico -AHP de una zona homogénea física específica, explica el valor de la misma zona. Debe resaltarse que coeficientes de determinación superiores al 70% indican que la bondad del ajuste es alto. Ahora, teniendo en cuenta los limitantes de la forma de la regresión propuesta se logra inferir que este tiene mayor fiabilidad en inmuebles que se encuentran sobre los $1.000.000.000 y los $4.000.000.000 por hectárea. Teniendo en cuenta el modelo de regresión planteado se evidencia que el valor mínimo a obtener es de 70.000.000 la hectárea, que corresponde a

suelos protegidos y con las peores condiciones en cuanto a las variables consideradas en el presente estudio.

Con la experiencia adquirida al realizar el presente trabajo de grado se concluye que quizá falto la inclusión de otras variables del tipo geográfico como distancia al casco urbano, área predial o densidad predial que permitan establecer con mayor precisión el comportamiento del valor del suelo rural en el municipio. Además de mejorar la precisión y fiabilidad de los datos obtenidos y posiblemente generando zonas geoeconómicas con valores más precisos y ajustados a la realidad. Al igual que también se podrían mirar nuevas especificaciones lineales o que incluyan geoestadística que permitan obtener una modelización que tenga también en cuenta aspectos geográficos en la determinación de dicha variable. De igual forma, cabe resaltar que realizando algunas modificaciones se puede explotar de mejor manera el potencial que tiene la aplicación de estos nuevos métodos de valoración.

Con respecto a las zonas geoeconómicas obtenidas podemos inferir que en Madrid existe gran especulación en el valor del suelo rural teniendo en cuenta que la trasformación de usos ha ocurrido en menos de 10 años y el plan de ordenamiento que actualmente se encuentra vigente es el del año 2000 con algunas modificaciones realizadas en 2006; razón que causa que no se tenga una norma actualizada en cuanto a usos permitidos. Es por esto que se da esta transformación del territorio no planeada y se hace muy importante la actualización del catastro municipal existente y la implementación del catastro multipropósito ya que con estas herramientas el municipio puede llegar a mayores valores de recaudo en impuestos y además de esto plantear los planes de ordenamiento territorial

que permitan el desarrollo de la región sin caer en la especulación del valor del suelo que actualmente tiene el municipio. Por otra parte, se evidencian varios conflictos de usos del suelo presentes en el municipio teniendo en cuenta que se obtienen zonas que a pesar de tener gran aptitud agrícola, donde la mayoría del suelo municipal se ubica en suelos con clases 02 y 03 y topografía plana, con aguas suficientes y buen acceso a vías; se encuentran actualmente como áreas usadas como vivienda, industriales o comerciales y de corredores comerciales que pasan por el municipio como lo son la variante de occidente y la autopista Medellín.

Anexos

1. *Mapas variables de áreas homogéneas de tierra -AHT*
2. *Descripción y mapa de áreas homogéneas de tierra – AHT*
3. *Mapas variables físicas en la generación de zonas homogéneas físicas.*
4. *Descripción y mapa de zonas homogéneas físicas.*
5. *Cuadro de resumen y depuración de información del mercado inmobiliario.*
6. *Plano de especialización de las ofertas inmobiliarias.*
7. *Encuesta aplicada a expertos avaluadores.*
8. *Mapa y descripción de las zonas homogéneas geoeconómicas para el municipio de Madrid Cundinamarca.*

Referencias Bibliográficas

Acuerdo 017 de 2006

Acuerdo 024 de 2000

Arias Zamora, A., Villamil Rivera, C. Zonas homogéneas geoeconómicas del municipio de Tenjo por el proceso analítico jerárquico – AHP, en época de emergencia sanitaria por el COVID-19. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". 2020.

Aznar Bellver, J., Guijarro Martinez F. "Nuevos Métodos de Valoración Modelos Multicriterios". Valencia: Universitad Politécnica de Válencia. 2012.

Caballero Quintero, Y. Valorización de la tierra rural en Colombia. 2006.

Documento de seguimiento y evaluación del PBOT vigente del municipio de Madrid Cundinamarca - Acuerdo 024 de 2000 y Acuerdo 017 de 2006. Camilo Santamaria Arquitectura y Urbanismo. 2018.

Documento técnico de soporte PBOT Madrid. Arquitectura y Urbanismo. 2018

Ley 388, Congreso de la república de Colombia, 1997.

Manual de procedimientos de elaboración, revisión, modificación y aprobación de los estudios de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas. Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. 2017.

Plan de Manejo de gestión del riesgo del municipio de Madrid Cundinamarca-PMGR . 2013.

Resolución 070, Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. 2011.

Revista Mas valor Edición 23, Marzo 2018. Registro Nacional de Avaluadores -RNA. P 7. 2018.