



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**Potencial de la geodiversidad y del patrimonio minero con miras al geoturismo y mineroturismo, en la zona de influencia del programa de reconversión minera “RECMINERA” del Suroeste Cercano Antioqueño.**

**Sergio Alejandro Garavito Higuera**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Minas, Departamento de Materiales y Minerales  
Medellín, Colombia  
2023



**Potencial de la geodiversidad y del patrimonio minero con miras al geoturismo y mineroturismo, en la zona de influencia del programa de reconversión minera “RECMINERA” del Suroeste Cercano Antioqueño.**

**Sergio Alejandro Garavito Higuera**

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Ingeniería - Recursos Minerales**

Director:

MSc., Ingeniero Geólogo Luis Hernán Sánchez Arredondo

Grupo de Investigación:

Centro Nacional de Geoestadística (CNG)

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Materiales y Minerales

Medellín, Colombia

2023



*La abundancia y la diversidad geológica del Suroeste Cercano Antioqueño forman la base de la rica historia minera y el desarrollo industrial de Antioquia.*



## **Declaración de obra original**

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Sergio Alejandro Garavito Higuera

Nombre

Fecha 25/07/2023

## **Agradecimientos**

A todo el equipo interdisciplinar que conforma el proyecto del G8+1, en especial a las Profesoras Luz Stella Carmona y Aura González de la UPB, al Profesor Francisco Giraldo del ITM, a la profesora Jaqueline Espinoza de la Universidad EIA y a la Profesora Edvania Torres de la Universidad Federal de Pernambuco.

En la Universidad Nacional de Colombia al estudiante de Ingeniería Geológica Andrés López Gómez y al Profesor MSc. Luis Hernán Sánchez Arredondo, al cual considero personalmente como un gran maestro y amigo, ya que sin su confianza y apoyo incondicional nada de este manuscrito hubiese sido posible.

En últimas a Dios, a mis Padres y Hermano, que son mi alegría y desde un principio me han acompañado incondicionalmente en esta travesía.

## Resumen

### **Potencial de la geodiversidad y del patrimonio minero con miras al geoturismo y mineroturismo, en la zona de influencia del programa de reconversión minera “RECMINERA” del Suroeste Cercano Antioqueño.**

El objetivo de esta investigación es elaborar por medio de técnicas geoestadísticas, la cartografía automática de 14 variables socio-ambientales identificadas en un área piloto del Suroeste Cercano Antioqueño para determinar en qué condiciones se encuentra esta zona degradada por la actividad minera del carbón, y así contribuir a la generación de una propuesta con enfoque territorial participativo, que permita apoyar el proyecto de diseño e implementación de un “Centro Colombiano, Cultural e Investigativo de Patrimonio Minero”. La zona piloto es un área donde coexiste el patrimonio minero, la geodiversidad y la mayor cantidad de problemáticas socioambientales posibles, por lo tanto, para identificarla se filtró información en materia de minería, medio ambiente, territorialidad, proyectos productivos y caracterización por veredas de los últimos planes de desarrollo, PBOT y EOT municipales de los 8 municipios de influencia del programa de reconversión minera (RECMINERA).

La información primaria de las variables socio-ambientales se levantó mediante una malla de muestreo en el polígono piloto con la ayuda de encuestas y GPS. Los resultados de campo se procesaron mediante los softwares Isatis Neo Mining y ArcMap dando como resultado 14 mapas que muestran la distribución espacial de las variables en estudio y dan cuenta del alto grado de deterioro del territorio y de su patrimonio minero asociado.

Finalmente se proponen 2 georutas que permitirán interrelacionar las temáticas de geoeducación, geoconservación y geoturismo de terrenos mineros, a fin de recuperar el uso de estos espacios tras el cierre de la explotación y dar una segunda oportunidad a esta zona por medio de acciones de apropiación social del territorio donde se involucren programas de museominería con el objetivo de dar un nuevo uso al patrimonio minero.

**Palabras clave: Patrimonio geominero, geoturismo, mineroturismo, museominería, reutilización de terrenos mineros, medio ambiente, territorialidad, geoestadística, Suroeste Cercano Antioqueño.**

## Abstract

### **Potential of geodiversity and mining heritage for geotourism and miningtourism in the influence area of the mining reconversion program "RECMINERA" in the Near Southwestern of Antioquia.**

The objective of this research is to elaborate, by means of geostatistical techniques, the automatic mapping of 14 socio-environmental variables identified in a pilot area of the Near Southwestern of Antioquia to determine the conditions of this area degraded by coal mining activity, and thus contribute to the generation of a proposal with a participatory territorial approach, which will support the design and implementation project of a "Colombian Cultural and Research Center of Mining Heritage". The pilot zone is an area where mining heritage, geodiversity and as many socio-environmental problems as possible coexist, therefore, in order to identify it, information on mining, environment, territoriality, productive projects and characterization of the last development plans, PBOT and municipal EOT of the 8 municipalities of influence of the mining reconversion program (RECMINERA) was filtered.

The primary information of the socio-environmental variables was collected through a sampling grid in the pilot polygon with help of surveys and GPS. The field results were processed using Isatis Neo Mining and ArcMap software, resulting in 14 maps showing the spatial distribution of the variables under study and showing the high deterioration degree of the territory and its associated mining heritage.

Finally, 2 georoutes are proposed to interrelate the topics of geoeducation, geoconservation and geotourism of mining lands, in order to recover the use of these spaces after the closure of the exploitation and give a second chance to this area in decline through actions of social appropriation of the territory where museum-mining programs are involved with the aim of giving a new use to the mining heritage.

**Keywords: Geomining heritage, geotourism, mining heritage, museomining, reuse of mining sites, environment, territoriality, geostatistics, Near Southwestern of Antioquia.**

# Contenido

|   | Pág.      |
|---|-----------|
| <b>Resumen</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>Abstract</b> .....   | <b>10</b> |
| <b>Lista de figuras</b> .....                                   | <b>13</b> |
| <b>Lista de tablas</b> .....                                    | <b>16</b> |
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....                                    | <b>17</b> |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....                                       | <b>19</b> |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL .....                                      | 19        |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                 | 19        |
| <b>3. GENERALIDADES</b> .....                                   | <b>20</b> |
| 3.1 Localización .....  | 20        |
| 3.2 Clima.....  | 21        |
| 3.3 Geología .....  | 21        |
| 3.3.1 Cuenca Carbonífera del Suroeste Cercano .....             | 21        |
| 3.3.2 Otras Unidades Cronoestratigráficas y Mapa Geológico..... | 23        |
| 3.4 Recursos Minerales.....                                     | 25        |
| 3.4.1 Carbón.....   | 25        |
| 3.4.2 Materiales de Construcción .....                          | 27        |
| 3.4.3 Oro – Plata - Cobre.....                                  | 27        |
| 3.4.4 Manganeseo.....   | 28        |
| 3.4.5 Magnesio.....   | 28        |
| <b>4. MARCO DE REFERENCIA</b> .....                             | <b>29</b> |
| 4.1 ANGELÓPOLIS.....  | 29        |
| 4.1.1 Minería .....   | 29        |
| 4.1.2 Medio Ambiente y Territorialidad .....                    | 30        |
| 4.1.3 Proyectos Productivos .....                               | 31        |
| 4.1.4 Patrimonio Material e Inmaterial .....                    | 31        |
| 4.1.5 Caracterización por Veredas.....                          | 32        |
| 4.2 AMAGÁ.....  | 34        |
| 4.2.1 Minería .....   | 34        |
| 4.2.2 Medio Ambiente y Territorialidad .....                    | 35        |
| 4.2.3 Proyectos Productivos .....                               | 36        |
| 4.2.4 Patrimonio Material e Inmaterial .....                    | 37        |
| 4.2.5 Caracterización por Veredas.....                          | 38        |
| 4.3 VENECIA .....   | 39        |
| 4.3.1 Minería .....   | 39        |
| 4.3.2 Medio Ambiente y Territorialidad .....                    | 40        |
| 4.3.3 Proyectos Productivos .....                               | 41        |
| 4.3.4 Patrimonio Material e Inmaterial .....                    | 41        |
| 4.3.5 Caracterización por Veredas.....                          | 42        |
| 4.4 TITIRIBÍ.....   | 43        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 4.4.1     | Minería .....                                      | 43         |
| 4.4.2     | Medio Ambiente y Territorialidad .....             | 44         |
| 4.4.3     | Proyectos Productivos .....                        | 45         |
| 4.4.4     | Patrimonio Material e Inmaterial .....             | 46         |
| 4.4.5     | Caracterización por Veredas.....                   | 47         |
| 4.5       | FREDONIA.....                                      | 48         |
| 4.5.1     | Minería .....                                      | 48         |
| 4.5.2     | Medio Ambiente y Territorialidad .....             | 49         |
| 4.5.3     | Proyectos Productivos .....                        | 50         |
| 4.5.4     | Patrimonio Material e Inmaterial .....             | 50         |
| 4.5.5     | Caracterización por Veredas.....                   | 52         |
| 4.6       | SANTA BÁRBARA .....                                | 53         |
| 4.6.1     | Minería .....                                      | 53         |
| 4.6.2     | Medio Ambiente y Territorialidad .....             | 53         |
| 4.6.3     | Proyectos Productivos .....                        | 54         |
| 4.6.4     | Patrimonio Material e Inmaterial .....             | 54         |
| 4.6.5     | Caracterización por Veredas.....                   | 55         |
| 4.7       | LA PINTADA .....                                   | 57         |
| 4.7.1     | Minería .....                                      | 57         |
| 4.7.2     | Medio Ambiente y Territorialidad .....             | 57         |
| 4.7.3     | Proyectos Productivos .....                        | 58         |
| 4.7.4     | Patrimonio Material e Inmaterial .....             | 58         |
| 4.7.5     | Caracterización por Veredas.....                   | 61         |
| 4.8       | MONTEBELLO.....                                    | 63         |
| 4.8.1     | Minería .....                                      | 63         |
| 4.8.2     | Medio Ambiente y Territorialidad .....             | 63         |
| 4.8.3     | Proyectos Productivos .....                        | 64         |
| 4.8.4     | Patrimonio Material e Inmaterial .....             | 64         |
| 4.8.5     | Caracterización por Veredas.....                   | 66         |
| <b>5.</b> | <b>METODOLOGÍA .....</b>                           | <b>68</b>  |
| 5.1       | Localización Zona Piloto.....                      | 68         |
| 5.2       | Malla de Muestreo.....                             | 69         |
| 5.3       | Trabajo de Campo.....                              | 70         |
| 5.4       | Análisis Geoestadístico de los Datos.....          | 72         |
| 5.4.1     | Análisis Exploratorio de los Datos.....            | 73         |
| 5.4.2     | Variografía y Validación cruzada .....             | 80         |
| 5.4.3     | Simulación por Bandas Rotantes.....                | 97         |
| <b>6.</b> | <b>RESULTADOS .....</b>                            | <b>100</b> |
| <b>7.</b> | <b>CONCLUSIONES .....</b>                          | <b>107</b> |
| <b>8.</b> | <b>RECOMENDACIONES .....</b>                       | <b>108</b> |
| 8.1       | Georuta Mineroturística La Ferrería.....           | 108        |
| 8.2       | Georuta Mineroturística Ferrocarril de Amagá ..... | 109        |
| <b>9.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                          | <b>111</b> |

## Lista de figuras

|  | Pág. |
|--|------|
| Figura 1. Localización geográfica y división político administrativa de los 8 municipios del área de influencia.....   | 20   |
| Figura 2. Unidades Cronoestratigráficas a nivel regional de los municipios del suroeste cercano antioqueño con base en el mapa geológico de Colombia escala 1:1.000.000, modificado de (Gómez et al., 2015)..... | 24   |
| Figura 3. División político rural de Angelópolis, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).....  | 33   |
| Figura 4. División político rural de Amagá, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).....  | 39   |
| Figura 5. División político rural de Venecia, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).....  | 43   |
| Figura 6. División político rural de Titiribí, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022)<br>48  | 48   |
| Figura 7. División político rural de Fredonia, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).....   | 52   |
| Figura 8. División político rural de Santa Bárbara, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022). ....   | 56   |
| Figura 9. División político rural de La Pintada, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).....   | 62   |
| Figura 10. División político rural de Montebello, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).....  | 67   |
| Figura 11. Zona Piloto .....   | 69   |
| Figura 12. Diseño de malla de muestreo de 270m x 270m, utilizada en la aplicación del instrumento de recolección de información primaria de tipo socio-ambiental.....  | 69   |
| Figura 13. Levantamiento de información primaria georreferenciada en la zona piloto, por medio de encuestas y GPS. ....  | 70   |

|  |    |
|--|----|
| Figura 14. Mapa de localización geográfica de las encuestas socio-ambientales realizadas. En total se muestrearon 152 viviendas..... | 72 |
| Figura 15. Histograma de frecuencias de la variable 1 (V1).....  | 73 |
| Figura 16. Histograma de frecuencias de la variable 2 (V2).....  | 74 |
| Figura 17. Histograma de frecuencias de la variable 3 (V3).....  | 74 |
| Figura 18. Histograma de frecuencias de la variable 4 (V4).....  | 75 |
| Figura 19. Histograma de frecuencias de la variable 5 (V5).....  | 75 |
| Figura 20. Histograma de frecuencias de la variable 6 (V6).....  | 76 |
| Figura 21. Histograma de frecuencias de la variable 7 (V7).....  | 76 |
| Figura 22. Histograma de frecuencias de la variable 8 (V8).....  | 77 |
| Figura 23. Histograma de frecuencias de la variable 9 (V9).....  | 77 |
| Figura 24. Histograma de frecuencias de la variable 10 (V10).....  | 78 |
| Figura 25. Histograma de frecuencias de la variable 11 (V11).....  | 78 |
| Figura 26. Histograma de frecuencias de la variable 12 (V12).....  | 79 |
| Figura 27. Histograma de frecuencias de la variable 13 (V13).....  | 79 |
| Figura 28. Histograma de frecuencias de la variable 14 (V14).....  | 80 |
| Figura 29. Esquema de un semivariograma. ....  | 81 |
| Figura 30. Semivariograma de V1 con su respectiva validación cruzada.....  | 83 |
| Figura 31. Semivariograma de V2 con su respectiva validación cruzada.....  | 84 |
| Figura 32. Semivariograma de V3 con su respectiva validación cruzada.....  | 85 |
| Figura 33. Semivariograma de V4 con su respectiva validación cruzada.....  | 86 |
| Figura 34. Semivariograma de V5 con su respectiva validación cruzada.....  | 87 |
| Figura 35. Semivariograma de V6 con su respectiva validación cruzada.....  | 88 |
| Figura 36. Semivariograma de V7 con su respectiva validación cruzada.....  | 89 |
| Figura 37. Semivariograma de V8 con su respectiva validación cruzada.....  | 90 |
| Figura 38. Semivariograma de V9 con su respectiva validación cruzada.....  | 91 |
| Figura 39. Semivariograma de V10 con su respectiva validación cruzada.....   | 92 |
| Figura 40. Semivariograma de V11 con su respectiva validación cruzada.....   | 93 |
| Figura 41. Semivariograma de V12 con su respectiva validación cruzada.....   | 94 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 42. Semivariograma de V13 con su respectiva validación cruzada.....   | 95  |
| Figura 43. Semivariograma de V14 con su respectiva validación cruzada.....   | 96  |
| Figura 44. Las Bandas Rotantes, Modificado de (Journel, 1974).....   | 97  |
| Figura 45. Distribución espacial de las variables V1 = ¿Usted vive cerca de una bocamina?<br>y V2 = ¿Alguien de su grupo familiar trabaja en la mina? .....  | 100 |
| Figura 46. Distribución espacial de las variables V3 = ¿Qué tipo de mina es? y V4 = ¿Usted<br>tiene conocimiento de que en la mina se haya presentado algún accidente? .....   | 101 |
| Figura 47. Distribución espacial de las variables V5 = ¿El terreno donde usted vive ha<br>sufrido hundimientos? y V6 = ¿La vivienda donde usted vive ha sufrido de agrietamientos?<br>102  |     |
| Figura 48. Distribución espacial de las variables V7 = ¿Usted se siente afectado por la<br>actividad minera? y V8 = ¿El agua que usted consume es potable? .....   | 103 |
| Figura 49. Distribución espacial de las variables V9 = ¿Durante el tiempo habitado la<br>vivienda ha sido afectada por inundación, crecientes o arroyos? y V10 = ¿Durante el tiempo<br>habitado la vivienda ha sido afectada por terremotos? .....                   | 104 |
| Figura 50. Distribución espacial de las variables V11 = ¿Durante el tiempo habitado la<br>vivienda ha sido afectada por derrumbes o deslizamientos? y V12 = ¿Durante el tiempo<br>habitado la vivienda ha sido afectada por vendaval, ventarrones o tormentas? ..... | 105 |
| Figura 51. Distribución espacial de las variables V13 = ¿Cuántas personas habitan en esta<br>vivienda? y V14 = ¿Alguien de su grupo familiar ejerció la minería y ya no lo hace?.....  | 106 |
| Figura 52. Georuta mineroturística La Ferrería.....  | 109 |
| Figura 52. Georuta Mineroturística Ferrocarril de Amagá .....  | 110 |

## Lista de tablas

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Tabla 1. Edad, nomenclatura, litología y relieve asociado, de las unidades cronoestratigráficas que afloran al interior de la Cuenca Carbonífera del Suroeste Antioqueño, en orden de la más antigua a la más reciente, modificado de (Cárdenas & Restrepo, 2006; Ochoa, 2017) ..... | <b>22</b>   |
| Tabla 2. Rocas y minerales de interés económico de la Cuenca Carbonífera del Suroeste Antioqueño, Modificado de (Cárdenas & Restrepo, 2006). .....   | <b>25</b>   |
| Tabla 3. Recursos más reservas básicas de carbón en la cuenca carbonífera del Sinifaná en millones de toneladas (Mt), modificado de (UPME, 2012). .....  | <b>26</b>   |
| Tabla 4. Matriz de problemáticas asociadas al sector minero en Amagá con sus respectivas causas y consecuencias (Plan De Desarrollo Amagá, 2020).....  | <b>34</b>   |

# 1. INTRODUCCIÓN

El Suroeste cercano antioqueño, conformado por los municipios de Amagá, Angelópolis, Fredonia, La Pintada, Montebello, Santa Bárbara, Titiribí y Venecia presenta condiciones geológicas que han impulsado la actividad minera a lo largo de su historia. Esta actividad minera, tanto tradicional como formalizada mediante empresas mineras, ha dejado una huella significativa en el paisaje, afectando suelos, agua y comunidades locales. En particular, la presencia de minas como El Silencio, Villa Diana, Palomos, Rincón Santo, El Cairo, El Bloque, Nechí, entre otras, han impactado áreas importantes del territorio y han dejado a algunas poblaciones sin empleo tras la suspensión de sus actividades mineras.

Con el objetivo de abordar los desafíos que surgen a raíz del cierre de procesos de explotación minera en la subregión, es crucial que se tomen medidas que involucren a las comunidades, organizaciones sociales e instituciones públicas y privadas presentes en el área. Se hace necesario fortalecer la institucionalidad y la capacidad de articulación de estas organizaciones para poder impulsar proyectos que promuevan el combate contra la pobreza, la desigualdad, el desarrollo territorial sostenible, la gestión responsable de los recursos naturales y la conservación de los frágiles ecosistemas de manera interrelacionada. En esta línea, se plantea la importancia de repensar la gestión del área degradada por la actividad minera de carbón, ubicada entre la quebrada Sinifaná en los límites municipales Amaga-Fredonia y la quebrada La Clara en el municipio de Angelópolis.

El proyecto "Hoja de Ruta con Enfoque Territorial para el diseño e implementación de un Centro Colombiano Cultural e Investigativo de Patrimonio Minero" se presenta como uno de los componentes iniciales que contribuirá al reconocimiento de las características sociales, económicas, culturales y de los sistemas naturales en la subregión del Suroeste Cercano Antioqueño.

La situación de desconocimiento, deterioro y destrucción del patrimonio geológico y minero colombiano es motivo de preocupación y se hace necesario llevar a cabo un inventario que permita regular su protección, uso y conservación. Además, es evidente la precaria situación en términos de capacidad laboral y productiva en donde la falta de oportunidades laborales debido al cierre de operaciones mineras y la falta de programas o iniciativas para fomentar nuevas vocaciones productivas han dejado a los habitantes de la subregión sin opciones viables para el futuro.

Por esta razón es imperativo tomar medidas para abordar estos retos, fortaleciendo la participación de las comunidades y organizaciones locales, promoviendo el desarrollo sostenible y diversificando las vocaciones productivas en el Suroeste Cercano Antioqueño, convirtiéndolo en un centro de producción agrícola, servicios, geoturismo y mineroturismo con miras al futuro proyectado en el año 2030.

Es importante aclarar que no se pudo cumplir el primer objetivo específico planteado en la propuesta de trabajo final de maestría, el cual consistía en identificar dentro de los anuarios del Sisbén, la información que permitiera caracterizar socioeconómicamente la población del suroeste cercano antioqueño en materia de transporte, servicios públicos, salud, producción y precios. Esto debido en gran medida a la cantidad de inconsistencias encontradas en las bases de datos consultadas, por ejemplo; un gran número de menores de edad que respondieron las encuestas (niños de 1 año y en general menores de 18 años), muchas celdas vacías, nombres de veredas que no concordaban con el municipio en mención, etc.

Adicionalmente, con respecto al segundo objetivo específico planteado en la propuesta de trabajo final, que consistía en filtrar la información socio-ambiental disponible para cada municipio dentro de los Planes de Desarrollo (2012/2015) - (2020/2023), POT y POMCA, enfocados en las líneas estratégicas de medio ambiente, minería, territorio, proyectos productivos, caracterización por veredas y patrimonio. Debido a la gran cantidad de información disponible, se optó por filtrar únicamente la información socio-ambiental existente dentro de los últimos planes de desarrollo municipal y planes básicos de ordenamiento territorial (PBOT) o esquemas de ordenamiento territorial (EOT) según corresponda, de los municipios del Suroeste Cercano Antioqueño en materia de minería, medio ambiente y territorialidad, proyectos productivos, patrimonio material e inmaterial y caracterización por veredas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Por medio de técnicas geoestadísticas, realizar la cartografía automática de las principales variables socio-ambientales identificadas en un área piloto del suroeste cercano antioqueño, con el fin de determinar en qué condiciones se encuentra esta zona degradada por la actividad minera del carbón, para contribuir a la generación de una propuesta con enfoque territorial participativo, que permita apoyar el proyecto de diseño e implementación de un “Centro Colombiano, Cultural e Investigativo de Patrimonio Minero”, el cual está dirigido a la reducción de las desigualdades sociales y regionales, fortaleciendo el tejido social y la dinámica de interacciones de las comunidades locales con los ecosistemas por medio de prácticas como el geoturismo y el mineroturismo.

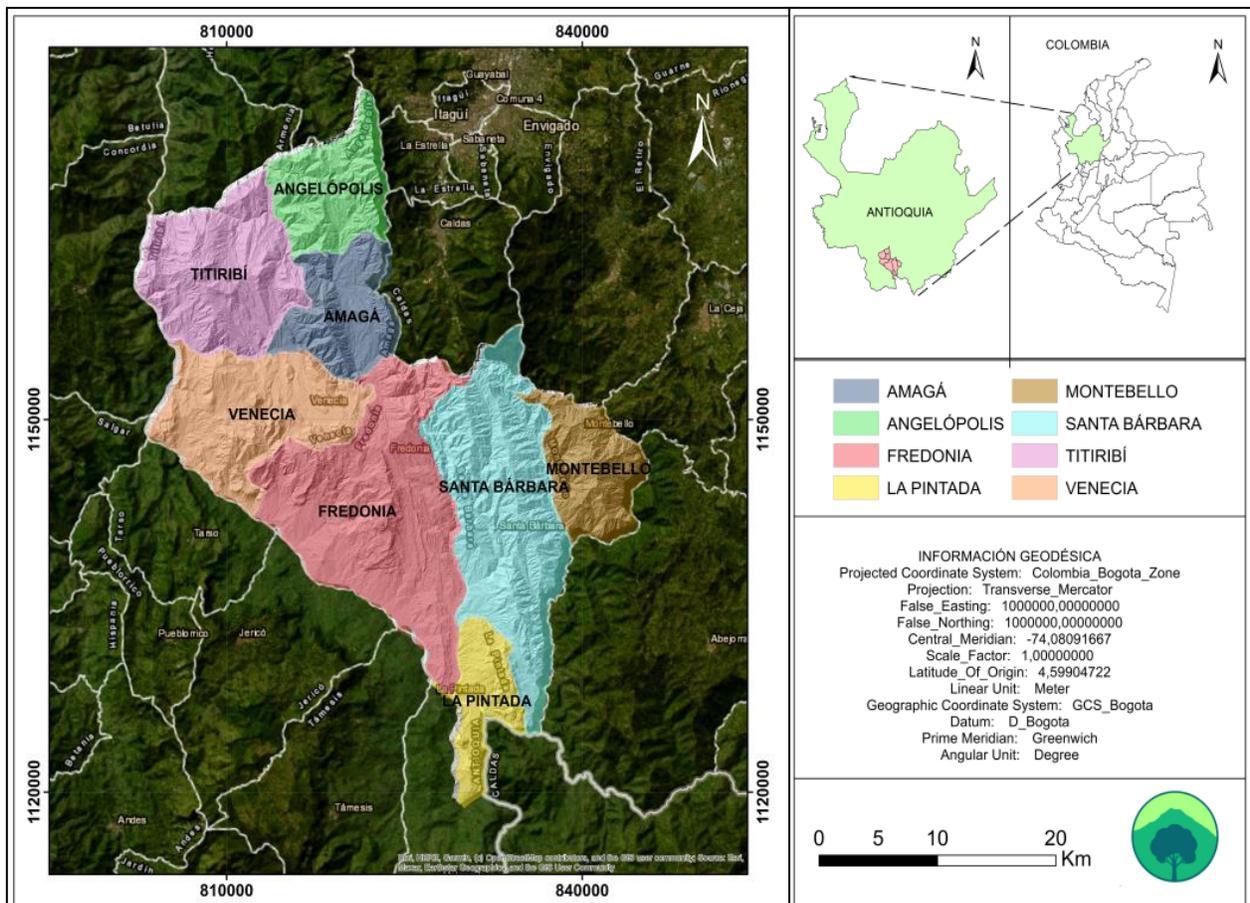
### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Filtrar la información socio-ambiental disponible para cada municipio dentro de los últimos Planes de Desarrollo Municipal, Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) o Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) enfocados en las líneas estratégicas de: minería, medio ambiente y territorialidad, proyectos productivos, patrimonio material e inmaterial y caracterización por veredas.
2. Elaborar una malla óptima de muestreo para la aplicación de encuestas que permitan el levantamiento de la información primaria de tipo socio-ambiental.
3. Elaborar la cartografía automática de las variables socio-ambientales previamente identificadas.
4. Sintetizar resultados y realizar la formulación de las líneas y propuestas internas en relación con los resultados obtenidos por parte del grupo interdisciplinario de investigadores.

### 3. GENERALIDADES

#### 3.1 Localización

El área de influencia del programa de reconversión minera "RECMINERA", está ubicada en el suroeste cercano del Departamento de Antioquia abarcando 8 municipios y un área aproximada de 1026 km<sup>2</sup>, limita al norte con la Quebrada La Horcona, al oriente por el sistema de Fallas de Romeral y al sur y occidente por el río Cauca. Los municipios involucrados son: Angelópolis (86 km<sup>2</sup>), Amagá (84 km<sup>2</sup>), Fredonia (247 km<sup>2</sup>), La Pintada (55 km<sup>2</sup>), Montebello (83 km<sup>2</sup>), Santa Bárbara (188 km<sup>2</sup>), Titiribí (142 km<sup>2</sup>) y Venecia (141 km<sup>2</sup>) todos bajo la jurisdicción de CORANTIOQUIA. En la Figura 1, se puede observar la localización y la división político administrativa de los municipios en mención.



**Figura 1.** Localización geográfica y división político administrativa de los 8 municipios del área de influencia. Fuente propia.

## 3.2 Clima

La localización geográfica de los municipios del suroeste cercano los ubica al norte de la línea ecuatorial, en un área de latitudes bajas a lo largo del flanco occidental de la Cordillera Central de los Andes colombianos; características que les permite tener un clima tropical, condicionado en su mayoría por las variables topográficas del relieve, la altura sobre el nivel del mar, los vientos alisios, incluyendo otras corrientes de viento provenientes de diferentes latitudes, los fenómenos del niño y de la niña, el brillo solar, la humedad relativa y la dinámica asociada con la Zona de Convergencia Intertropical, la cual genera un régimen de precipitaciones bimodal conformado por dos periodos lluviosos entre los meses de abril a mayo y septiembre a noviembre, y dos periodos secos de diciembre a febrero y en junio (Alcaldía de Amagá, 2020; CORANTIOQUIA, 2018).

Las variaciones de temperatura a lo largo de la zona están determinadas por la relación inversamente proporcional existente con respecto a la altura del relieve sobre el nivel del mar, en donde a medida que aumentamos la altura se disminuye la temperatura, teniéndose promedios de 12,5°C en las partes altas y temperaturas medias de 26 °C en las partes más bajas (CORANTIOQUIA, 2018).

## 3.3 Geología

### 3.3.1 Cuenca Carbonífera del Suroeste Cercano

La geología de la Cuenca Carbonífera del Suroeste Antioqueño se caracteriza por litologías ígneas, metamórficas y sedimentarias que afloran al este del río Cauca, a lo largo del flanco occidental de la cordillera Central de Los Andes colombianos. Estas rocas abarcan un rango de tiempo que va desde el Paleozoico hasta el Cenozoico (Neógeno), incluyendo también depósitos discordantes de edad cuaternaria correspondientes con coluviones y aluviones no consolidados (Cárdenas & Restrepo, 2006; Ochoa, 2017).

La cuenca ha sufrido múltiples eventos superpuestos durante su evolución geológica, desde deformaciones corticales por actividad tectono-magmática, esfuerzos transpresivos que afectan valles intramontanos, sedimentación de cuencas profundas y actividad volcánica, que dan cuenta de un gran potencial litológico, agrológico y energético en los materiales de la región.

La manifestación de grandes fallas es evidencia de la actividad tectónica de la cuenca. El sistema de fallas Cauca-Romeral cuenta con estructuras regionales que atraviesan el territorio en sentido norte-sur de manera predominante. Las más representativas son la Amagá, Romeral, San Jerónimo, Piedecuesta, Sabanalarga, La Cascajosa y Cauca Oeste. Adicionalmente, las formaciones Combia y Amagá se encuentran deformadas, presentando

plegamientos de tipo sinclinal y anticlinal como los Sinclinales de Venecia y Amagá, y el anticlinal de palomos.

Las rocas blandas a moderadamente duras, junto a suelos poco consolidados de origen aluvial y fluviotorrencial afectados constantemente por la acción de los drenajes, generan en la cuenca una morfología abrupta, caracterizada por espesores variables de sus materiales. Litologías altamente fracturadas influenciadas por procesos de meteorización y erosión, favorecen un comportamiento heterogéneo en la cuenca en términos de permeabilidad y estabilidad de taludes, lo que se traduce en un aumento de la ocurrencia de movimientos en masa.

**Tabla 1.** Edad, nomenclatura, litología y relieve asociado, de las unidades cronoestratigráficas que afloran al interior de la Cuenca Carbonífera del Suroeste Antioqueño, en orden de la más antigua a la más reciente, modificado de (Cárdenas & Restrepo, 2006; Ochoa, 2017)

| EDAD       | NOM.                             | UNIDAD GEOLÓGICA  | LITOLOGÍA  | RELIEVE                            |
|------------|----------------------------------|---|--|------------------------------------|
| PALEOZOICO | Pbsd                             | Metasedimentitas de Sinifaná                                      | Filitas, esquistos cuarzo sericíticos  | Montañoso                          |
|            | TRa                              | Stock de Amagá  | Granodiorita a cuarzomonzonita.  | Montañoso                          |
|            | Jdp                              | Diorita de pueblito   | Roca anfibólica de composición variada.  | Montañoso                          |
| MESOZOICO  | Jgr                              | Gabros de Romeral   | Gabros de grano heterométrico  | Montañoso                          |
|            | Kica                             | Complejo Arquía   | Esquistos verdes y anfibolitas.  | Montañoso                          |
|            | Kvb                              | Formación Barroso (volcánico)                                     | Espilitas y diabasas.  | Montañoso                          |
|            | Toi                              | Formación Amagá Miembro inferior                                  | Conglomerados, areniscas y algunas capas de arcillolita.   | Colinado, estructural, plegado.    |
| Tom        | Formación Amagá Miembro medio    | Principalmente arcillolitas, mantos de carbón hasta 2m de espesor |  |                                    |
| Tos        | Formación Amagá Miembro Superior | Areniscas y algo de arcillolitas                                  |  |                                    |
| CENOZOICO  | Tmc                              | Formación Combia (volcánica-sedimentaria)                         | El volcánico son derrames basálticos y andesíticos, brechas, aglomerados y tobas. El sedimentario son conglomerados, areniscas y arcillolitas. | Altillanuras degradadas            |
|            | Tadh y Tada                      | Rocas Hipoaviales porfídicas                                      | Rocas de composición entre andesitas y dacitas.  | Farallones y cuchillas montañosas. |
|            | Qar y Qd                         | Depósitos aluviales y de derrubios                                | Depósitos de limos, arenas, gravas y bloques.  | Valle aluvial y coluvios.          |

### 3.3.2 Otras Unidades Cronoestratigráficas y Mapa Geológico

Dentro de los límites administrativos de los municipios del Suroeste Cercano Antioqueño, afloran otras unidades litológicas que no hacen parte de la cuenca carbonífera y que están representadas en el mapa de la Figura 2, las cuales se describen a continuación:

**Neises (Pmi):** Rocas de edad paleozoica con estructura néisica débil formada por dominios cuarzo-feldespáticos, son comunes las texturas granoblásticas a hipidioblásticas (INGEOMINAS, 1980a).

#### GRUPO CAJAMARCA

**(Pbsd):** Rocas paleozoicas de muy bajo grado de metamorfismo que conservan la textura clástica del sedimento original. **(Pes):** Filitas, esquistos cuarzo-sericiticos y esquistos aluminicos con metamorfismo regional de grado medio a bajo. Localmente con intercalaciones de Pev.

**(Pev):** Esquistos verdes compuestos por albita, epidota, clorita y actinolita, con metamorfismo regional de grado bajo a medio. Presentan intercalaciones locales de Pes (INGEOMINAS, 1980a).

**Intrusivo Néisico Alto de Minas (Pnim):** Roca de edad paleozoica (343+/- 12 m.a), composición granodiorítica y textura néisica con dominios de moscovita, también presenta cristales de biotita los cuales se distribuyen localmente (INGEOMINAS, 1980a).

#### STOCKS ADAMELITICOS

**Stock de la Honda (TRadh):** Localizado 2km al occidente de Montebello en la Quebrada La Honda, este cuerpo de 40 km<sup>2</sup> de edad Triásica, intruye rocas metamórficas del Complejo Cajamarca, y corresponde a una litología de composición variable entre granodiorita y cuarzomonzonita compuesta por cristales equigranulares de grano medio (González, 2001; INGEOMINAS, 1980a).

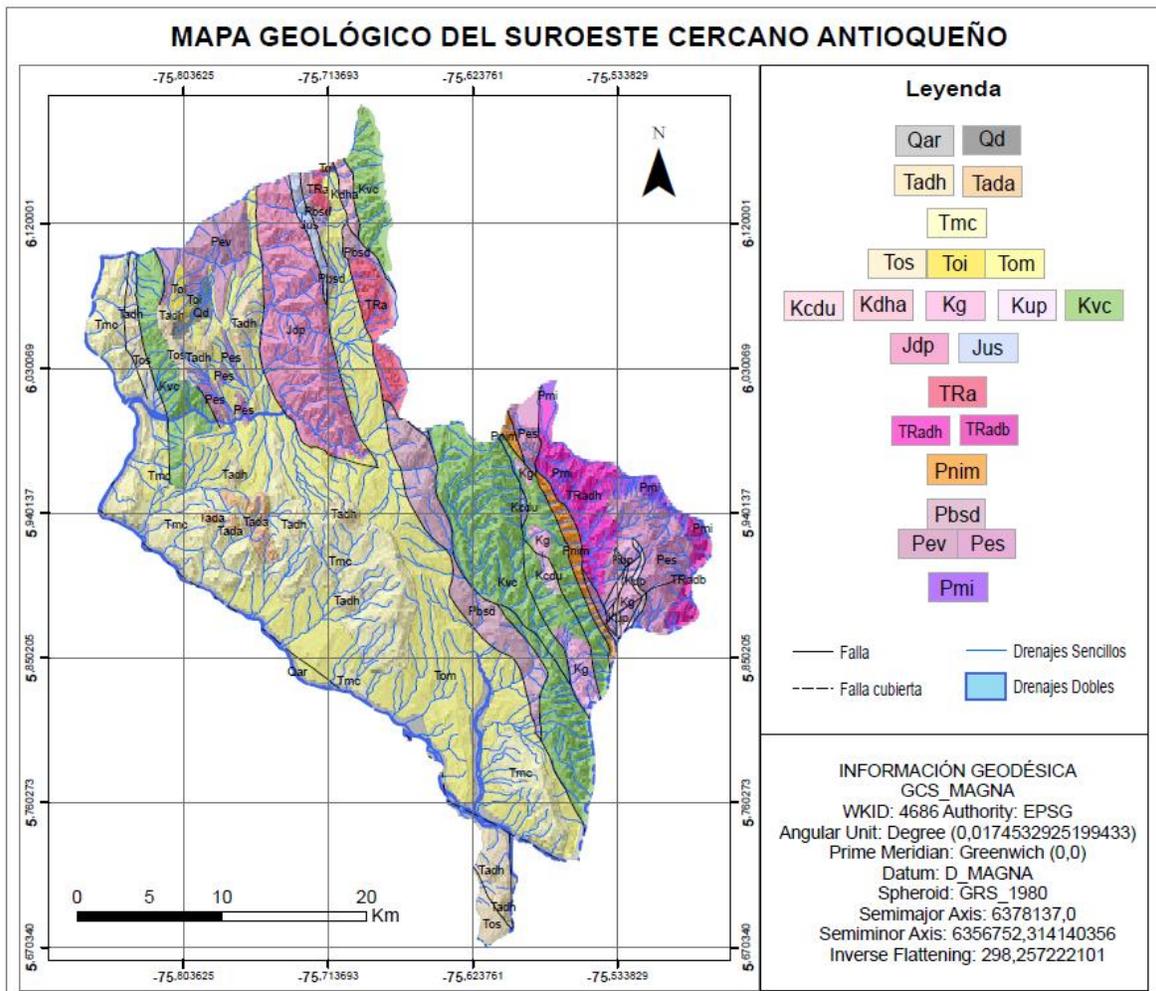
**Stock de El Buey (TRadb):** Localizado al sur de Montebello, este cuerpo intrusivo irregular de 50 km<sup>2</sup> aproximadamente, toma su nombre del Río Buey. Su coloración gris moteada está definida por cristales de grano medio a fino de composición granodiorítica-biotítica, con variaciones a cuarzomonzonita y tonalita, este intrusivo presenta ligeras orientaciones mineralógicas hacia los bordes (González, 2001; INGEOMINAS, 1980a).

**Rocas Ultramáficas (Jus – Kup):** Cuerpos jurásicos de dunita y peridotita con diferentes estados de serpentinización y localmente estratificadas. Estas rocas están genéticamente relacionadas al sistema de Fallas de Romeral al ser exhumadas a superficie por la acción de fallas inversas de carácter cortical (González, 2001; INGEOMINAS, 1980a).

**Complejo Quebradagrande Miembro Volcánico (Kvc):** Afloramientos que exhiben intercalaciones de rocas volcanosedimentarias, las secuencias volcánicas constan de

derrames lávicos submarinos, diabasas, espilitas y propilitas, caracterizadas por sus tonalidades verdosas. El miembro sedimentario (**Ksc**) se compone de grauvacas de grano fino, pizarras arcillosas y silíceas, chert y limolitas con aporte volcanogénico (González, 2001; INGEOMINAS, 1980a).

**Gabros (Kg):** Haciendo parte del Complejo Ofiolítico del Cauca estos metagabros están asociados al sistema de fallas de Romeral, están localmente foliados, saussuritizados y compuestos principalmente de diálaga (INGEOMINAS, 1980b).



**Figura 2.** Unidades Cronoestratigráficas a nivel regional de los municipios del suroeste cercano antioqueño con base en el mapa geológico de Colombia escala 1:1.000.000, modificado de (Gómez et al., 2015).

### 3.4 Recursos Minerales

La diversidad geológica de la región le permite poseer un largo historial minero, relacionado principalmente con la explotación de carbón térmico, agregados pétreos, arenas, arcillas, oro, mármoles, hazburgitas (magnesio) y manganeso.

**Tabla 2.** Rocas y minerales de interés económico de la Cuenca Carbonífera del Suroeste Antioqueño, Modificado de (Cárdenas & Restrepo, 2006).

| MINERAL, MATERIAL Y ROCA DE INTERÉS ECONÓMICO | UNIDAD GEOLÓGICA RELACIONADA                      | MUNICIPIOS                                       | SISTEMA DE EXPLOTACIÓN |                 |
|---|---|--|------------------------|-----------------|
| Carbón  | Miembro medio de la Formación Amagá               | Amagá, Angelópolis, Titiribí, Venecia y Fredonia | Subterránea            |                 |
| Materiales de Construcción                    | Arcillas  | Amagá, Angelópolis, Titiribí                     | A cielo abierto        |                 |
|   | Agregados pétreos.                                | Amagá, Angelópolis y Fredonia                    | A cielo abierto        |                 |
|   | Agregados ligeros.                                | Grupo Arquía.                                    | Titiribí               | A cielo abierto |
|   | Rocas Ornamentales                                | Esquistos verdes del Grupo Arquía                | Titiribí               | A cielo abierto |
| Oro   | Rocas Hipoabisales Porfídicas                     | Titiribí   | Subterránea            |                 |
| Rocas silicatadas magnésicas                  | Pequeñas franjas de rocas ultramáficas            | Amagá, Angelópolis                               | A cielo abierto        |                 |
| Arenas y gravas silíceas                      | Miembro superior e inferior de la Formación Amagá | Angelópolis                                      | A cielo abierto        |                 |

#### 3.4.1 Carbón

Es la actividad extractiva más importante de la región y fue la fuente de energía que permitió el desarrollo del Ferrocarril de Antioquia, además de la industria cementera y textil (Alcaldía de Amagá, 2020). Esta actividad ha sido llevada a cabo por la pequeña y mediana minería en porcentajes de participación del 95% y 5% respectivamente, donde los pequeños mineros informales se han caracterizado no solo por su labor artesanal y poco tecnificada, sino también de estar constituidos por familias de bajos recursos económicos, baja nivel de escolaridad y acceso limitado a servicios públicos. Las áreas con potencial carbonífero se

encuentran en los municipios de Amagá, Angelópolis, Fredonia, Titiribí y Venecia. Siendo la zona de Amagá-Angelópolis la porción de mayor producción de la zona carbonífera de Antioquia. Esta localidad conformada por una franja alargada y estrecha con un área aproximada de 26 km<sup>2</sup>, la cual presenta su mayor extensión territorial en su parte sur entre el río Amagá y la quebrada Sinifaná en los límites del área carbonífera Fredonia-Venecia; su amplitud se reduce en sentido norte hacia su terminación un poco al norte de Angelópolis.

El alemán Emil Grosse en su obra El Terciario Carbonífero de Antioquia (1926), informa de 8.5 millones de toneladas de carbón para esta zona, Sánchez et.al. (2011) hablan de 29.4 millones de toneladas de carbón explotable y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) menciona 87.02 millones de toneladas de recursos de carbón medidos y un potencial de 471,7 millones de toneladas de recursos inferidos para las 4 áreas carboníferas (Subdirección de Información Minero Energética, 2012).

**Tabla 3.** Recursos más reservas básicas de carbón en la cuenca carbonífera del Sinifaná en millones de toneladas (Mt), modificado de (Subdirección de Información Minero Energética, 2012).

| Zona                             | Sector                | Área<br>(km <sup>2</sup> ) | Recursos más reservas<br>básicas (Mt) |               |               | Recursos<br>hipotéticos | Potencial     |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                                  |                       |                            | Medidos                               | Indicados     | Inferidos     |                         |               |
|                                  | Venecia-<br>Fredonia  | 70                         | 8.61                                  | 40.14         | 16.87         | -                       | 65.62         |
| Antioquia –<br>Antiguo<br>Caldas | Amagá-<br>Angelópolis | 26                         | 9.89                                  | 63.64         | 92.33         | 25.38                   | 191.24        |
|                                  | Venecia-<br>Bolombolo | 40                         | 57.84                                 | 84.80         | 18.75         | -                       | 161.39        |
|                                  | Titiribí              | 100                        | 10.68                                 | 37.25         | 4.45          | 1.07                    | 53.45         |
|                                  | <b>Totales</b>        |                            | <b>87.02</b>                          | <b>225.83</b> | <b>132.40</b> | <b>26.45</b>            | <b>471.70</b> |

Unos 3.080 mineros del carbón se distribuyen para trabajar en 758 minas, de las cuales un 85% son ilegales. De estas 641 minas ilegales, Amagá cuenta con el 44%, le sigue el municipio de Angelópolis con 19%, posteriormente Titiribí con 15% y por último Venecia y Fredonia con un 12% y 10% respectivamente. Por otra parte, un 56.8% de estos trabajadores pertenecen al municipio de Amagá, un 20.9% a Angelópolis, 9.7% son de Titiribí, 9.3 % de Venecia y finalmente un 3.3% de los mineros son de Fredonia (Alcaldía de Angelópolis, 2020).

### 3.4.2 Materiales de Construcción

Arenas y agregados pétreos son extraídos a cielo abierto en canteras de los municipios de Amagá, Angelópolis y en menor proporción Titiribí, siendo la Formación Amagá la principal proveedora de estratos de areniscas meteorizadas y arcillas secundarias o transportadas utilizadas en la industria ladrillera, se le atribuyen mejores condiciones de calidad a aquellos estratos de material arcilloso asociados a los mantos de carbón del miembro medio de la Formación (CORANTIOQUIA, 2004). En el año 2010 la producción de materiales de construcción en Amagá, fue de 234.912 toneladas de arcilla y 269.676 toneladas de arenas y gravas (Posada & Franco, 2013).

Los depósitos aluviales también se explotan a lo largo del recorrido del río Cauca a la altura de La Pintada y más al norte se aprovechan los depósitos aluviales de la quebrada Sinifaná (CORANTIOQUIA, 2004). En los municipios de Santa Bárbara y Montebello se reportan por parte de González (2001), explotaciones calcáreas de mármoles utilizados en la fabricación de cemento portland.

### 3.4.3 Oro – Plata - Cobre

Desde épocas coloniales, Titiribí cuenta con una tradición minera que se extiende desde finales del siglo XVIII hasta mediados del siglo XX, donde tuvieron su auge las minas El Zancudo, Otra Mina y Chorros, caracterizadas por ser de las minas más importantes en la explotación de oro y plata de veta del siglo pasado (Taborda, 2018) . El Proyecto el Zancudo de Titiribí, hace parte del denominado Cinturón de Oro del Cauca Medio, y cuenta con otra mina histórica llamada “Mina La Independencia”, la cual, produjo una cantidad aproximada de 130.000 onzas de oro con tenores de 14.6 g/t Au y 108.4 g/t Ag (Gran Colombia Gold, 2017).

Por otra parte, la empresa Gold Mining (2021) cuenta con un área de 3.9Ha pertenecientes al proyecto Titiribí, el cual consta de mineralizaciones de oro y cobre en un yacimiento tipo pórfido con mineralización epitermal asociada. En materia de recursos medidos e indicados, se calculan 5,54 Moz de oro y 1061,2 Mlbs de cobre. Los recursos inferidos se estiman en 3,16 Moz de oro y 212,6 Mlbs de cobre (Gold Mining, 2021).

Gold Mining también cuenta en la actualidad con el proyecto La Mina, que es un yacimiento tipo pórfido de oro-cobre en los límites de Venecia-Fredonia a 45km de Medellín, el cual incorpora los depósitos de La Garrucha, La Cantera y La Zona Media. Este yacimiento es un sistema mineral que mide más de 400 m de largo por 300 m de ancho y alrededor de 775 m bajo la superficie donde permanece abierto. Según Gold Mining (2023) “La mineralización de oro y cobre en el complejo intrusivo de pórfidos de La Garrucha está acompañada por una fuerte alteración potásica, caracterizada por feldespato potásico secundario y biotita, magnetita diseminada y en vetas, vetas de stockwork de cuarzo y sulfuros alojados en vetas y diseminados que incluyen pirita, calcopirita y bornita en menor

cantidad". La empresa reporta recursos indicados de 790.000 oz de oro, 2.250.000 oz de plata y 159.410.000 lbs de cobre. En materia de recursos inferidos se hablan de 1.050.000 oz de oro, 4.190.000 oz de plata y 171.430.000 lbs de cobre (Gold Mining, 2023).

#### **3.4.4 Manganeso**

En la región de Santa Bárbara se reporta un título para manganeso en explotación artesanal de lentes, asociadas a jaspe arcilloso de coloración rojiza procedente del miembro volcánico del Complejo Quebradagrande (González, 2001).

#### **3.4.5 Magnesio**

Los cuerpos ultramáficos de dunitas y peridotitas serpentinizadas asociadas al sistema de Fallas Cauca-Romeral, tienen potencial para el aprovechamiento de magnesio, estas rocas afloran en lentes de dirección Norte-Sur desde Angelópolis hasta Liborina (CORANTIOQUIA, 2004).

## 4. MARCO DE REFERENCIA

Este capítulo presenta el resultado de filtrar la información socio-ambiental disponible dentro de los últimos planes de desarrollo municipal, planes y esquemas de ordenamiento territorial, e información en línea de los municipios del Suroeste Cercano Antioqueño en materia de minería, medio ambiente, territorialidad, proyectos productivos, patrimonio y caracterización por veredas.

### 4.1 ANGELÓPOLIS

#### 4.1.1 Minería

La explotación de carbón se viene desarrollando desde hace ya varias décadas gracias a las condiciones geológicas del territorio, las cuales permiten la riqueza carbonífera del subsuelo de Angelópolis, este georecurso es la principal actividad y motor económico. La explotación del mismo la ocupa gran parte de la población del área urbana y de las veredas La Clara, Santa Rita, Santa Bárbara, Romeral y el Corregimiento de La Estación. Para este periodo la Alcaldía de Angelópolis (2012), informa de aproximadamente 125 minas; 51 de las cuales reportaban trámites de legalización, contratos de concesión, o se encontraban en virtud de aporte, además, estas minas afectan con sus vertimientos a las microcuencas La Clara, La Péñola y La Balastera lo cual implica la implementación de un plan de manejo minero ambiental para poder hacer su respectiva recuperación (Alcaldía de Angelópolis, 2012).

Partiendo del hecho histórico de que alrededor de un 90% de la economía del municipio gira en torno a la explotación minera de carbón, y que según los datos de la Alcaldía de Angelópolis (2020), en los que se estima que cerca de un 95% de estas actividades extractivas se desarrollan dentro de la informalidad, se entiende que para el año 2020 se haya ordenado el cierre de 41 minas, justificado principalmente por la cantidad de vidas humanas perdidas en las constantes tragedias al interior de las labores subterráneas. La ilegalidad de la pequeña minería se evidencia en la falta de planeación de las actividades de explotación, en la infraestructura precaria y baja tecnificación de las minas, en la ausencia de gestión de costos con métodos de contabilidad rudimentarios, en la inexistencia de cartografía, en la presencia de intermediarios para la comercialización, en el desconocimiento de las reservas aprovechables, en la baja producción, falta de liquidez y en el elevado esfuerzo físico llevado a cabo por los trabajadores que para empeorar, adolecen por la escasez de capital y nula capacidad de ahorro (Alcaldía de Angelópolis, 2020).

Como problemática adicional, se tienen los conflictos relacionados con la inestabilidad de terrenos ocasionados por la minería y por la presencia de fallas geológicas que atraviesan el territorio, generando dificultades técnicas en la construcción de viviendas, muchas de las cuales, ni siquiera cuentan con una escritura pública registrada debido a la compra y venta informal de terrenos, incrementando de esta manera las problemáticas sociales, ambientales y urbanísticas del territorio (Alcaldía de Angelópolis, 2020).

La extracción de materias primas para diversas industrias diferentes del carbón, se da por medio del aprovechamiento de las rocas arcillosas a partir de bancos o estratos de varios metros de espesor, los cuales son utilizados para elaborar lojería artesanal y doméstica, cerámica eléctrica (aisladores y cajas para fusibles en redes primarias) y cerámica sanitaria. Según datos de La alcaldía de Angelópolis (2012), esta explotación causa un fuerte impacto ambiental y ecológico, ya que se presenta la destrucción total de la capa de suelo, erosión y cambio del paisaje. También se explotan arenas silíceas para la creación de moldes industriales de fundición, fabricación de abonos químicos agrícolas, cristales, impermeabilizantes, filtros para piscinas y plantas de tratamiento de aguas.

Finalmente, desde 1994, la empresa MEJISULFATOS viene realizando explotaciones de minerales magnesianos con fines agrícolas, ya que al poseer concentraciones promedio del 30% de magnesio en material de conminución, sirve como regulador de acidez en los suelos (Alcaldía de Angelópolis, 2012).

Con el objetivo de gestionar el aumento de la competitividad y productividad de los mineros del municipio, por medio de la incorporación de tecnologías limpias y del desarrollo minero internacional, se planteó el proyecto Minería Productiva y Competitiva, con miras a la reducción y mitigación de los impactos generados por la explotación indiscriminada de recursos naturales (Alcaldía de Angelópolis, 2012). Adicionalmente desde el consejo municipal, se plantean proyectos en articulación con la mesa minera subregional de la Asociación de Mineros de la Cuenca del Sinifaná, con el fin de apoyar la legalización de la pequeña minería y poder brindar asistencia técnica y jurídica para la certificación ambiental y social, encaminando a todos los pequeños mineros a un ejercicio seguro, social y ambientalmente sostenible de su profesión (Alcaldía de Angelópolis, 2020).

#### **4.1.2 Medio Ambiente y Territorialidad**

En materia medioambiental se le apuesta a la recuperación y manutención de un municipio verde y sostenible, retomando la línea 5 del plan de desarrollo departamental “Antioquia es Verde y Sostenible” por medio del aprovechamiento de programas de región para fortalecer los planes municipales. Angelópolis cuenta con un amplio potencial en recursos hídricos, flora, fauna, recursos edáficos y forestales (reserva El Romeral). Sin embargo, a dicho potencial no se le presta la atención que merece para generar los espacios de valoración y apropiación social por parte de la comunidad. Los senderos ecológicos de la reserva El Romeral cuentan con una extensión de 6,5km y se contemplan como una gran oportunidad para el aprovechamiento eco turístico del municipio, además de ser de gran importancia en la protección medioambiental. Sin embargo, la ausencia de mantenimiento, control y

vigilancia por parte de las autoridades competentes, ha dado pie al mal uso de los suelos por medio de la invasión de ganado y prácticas agropecuarias inadecuadas, entre las que destacan la siembra de plátano, caña de azúcar y café, como los principales productos agrícolas que incentivan la deforestación indiscriminada de árboles nativos entre los que se listan el siete cueros, guayabo, carate, guayacán y el roble; a esto se adicionan las problemáticas de salud pública relacionadas con la contaminación de suelos por residuos sólidos y de fuentes hídricas por la mala disposición de aguas residuales domésticas (Alcaldía de Angelópolis, 2012, 2020).

#### **4.1.3 Proyectos Productivos**

Se formulan proyectos para ayudar a las poblaciones víctimas de la violencia o desplazamiento forzado, por medio de la reparación y/o retorno de víctimas. En esta medida la administración municipal busca a través de proyectos sostenibles y productivos, la independencia, seguridad y capacidad de solventar los gastos a las víctimas, generando nuevamente en ellos la capacidad de arraigo en un territorio al que retornan o habitan (Alcaldía de Angelópolis, 2012).

Desde el plan de desarrollo de la alcaldía municipal de Angelópolis (2020), se establecen las siguientes estrategias de gestión ambiental para el control, vigilancia y preservación de los recursos ecosistémicos:

- Focalizarse en cumplir los ODS de la agenda 2030 establecida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, con el fin de garantizar la sostenibilidad medioambiental a todo nivel.
- Elaboración de acuerdos con la CAR para la conservación y recuperación de cuencas hidrográficas.
- Diseño de programas de reciclaje y disposición final de residuos sólidos y líquidos por medio de cursos y charlas de educación ambiental, además de la creación de propaganda alusiva a la preservación del medio ambiente.

#### **4.1.4 Patrimonio Material e Inmaterial**

Angelópolis posee costumbres y prácticas culturales, patrimonio histórico y arquitectónico, caminos coloniales, artículos tradicionales de cultura minera y agrícola de varias generaciones, recursos naturales y senderos ecológicos que merecen ser reconocidos por su valor patrimonial (Alcaldía de Angelópolis, 2020).

Llamado por muchos “El Balcón del Suroeste Antioqueño” gracias a sus bellos paisajes y geoformas, que desde sus montañas permiten apreciar las panorámicas de los demás municipios de la Cuenca Carbonífera del Sinifaná, con inigualables vistas como las de los llanos del Taparral en la vereda Santa Ana, a 8km de la cabecera municipal, de gran

potencial paisajístico gracias a sus llanos de sinigual belleza. Otro mirador de exposición se establece en la parte alta de la vereda Cienaguita, desde donde se puede observar el cañón del Río Amagá y los llanos que lo bordean.

En materia de turismo, el municipio cuenta con la Reserva ecológica El Romeral, abundantes ríos y cuerpos de agua que atraviesan el territorio con hermosas cascadas, como las de las quebradas Las Ánimas y La Ramírez. El municipio cuenta además con 14.5 kilómetros de una Vía parque Angelópolis-Caldas, la cual consta de un recorrido en medio de la naturaleza, propicio para el desarrollo de actividades al aire libre como caminatas ecológicas, ciclo paseos, kioscos para el descanso y pasar tiempo en familia (Alcaldía de Angelópolis, 2012). Los caminos coloniales del municipio son: el camino colonial por Bellavista a Santa Rita; camino colonial a Santa Bárbara; camino colonial a San Isidro, camino colonial a Cienaguita, camino colonial a La Miranda, camino colonial a La Cascajala y camino colonial Alto Don Elías (Puebliando por Antioquia, 2019).

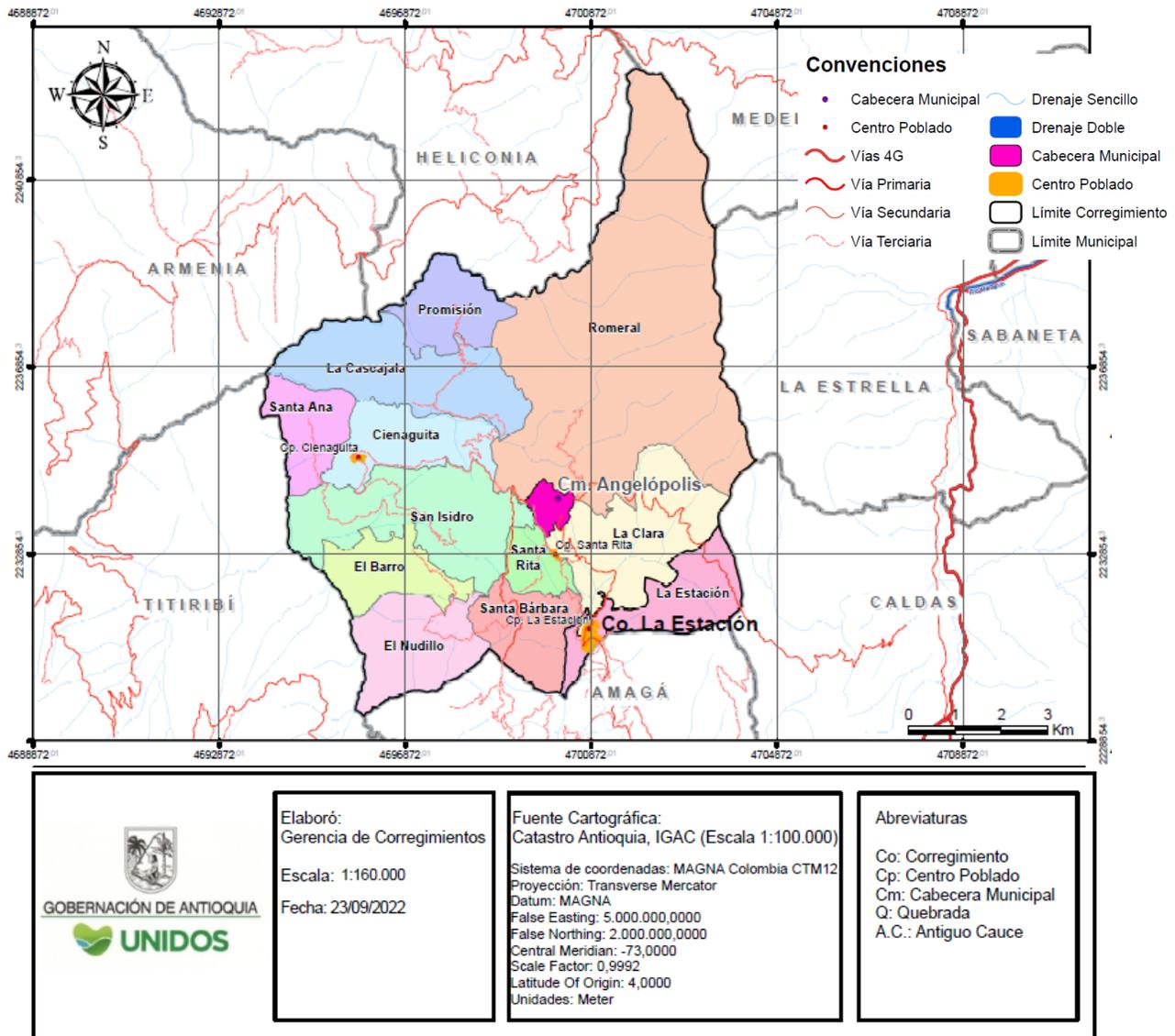
Dentro de las ofertas culturales se encuentra la biblioteca pública municipal Ernesto Betancur, con la promoción anual del Concurso de Cuento, Poesía y Música, junto con algunos grupos de música y danza creados por acuerdo municipal, donde se realizan talleres de iniciación en música, danza folclórica, expresión corporal y música tradicional de tiple y guitarra (Alcaldía de Angelópolis, 2020).

Dentro del patrimonio intangible destacan las actividades arrieras, las Fiestas Patronales (23 de septiembre al 2 de octubre), las Fiestas del Campesino (junio), las Fiestas de los Santos Ángeles patronos de Angelópolis y las Fiestas del Mineral (diciembre 8 y 9), en las cuales se busca brindar un reconocimiento a la labor artesanal del minero angelopolitano por medio de eventos culturales, deportivos y tablados populares (Alcaldía de Angelópolis, 2020) (Alcaldía de Angelópolis, 2020). Por otra parte, dentro del patrimonio histórico tangible de carácter cultural y arquitectónico, se destaca la Iglesia Santos Ángeles cuya primera versión en paja data del año 1797, posteriormente remodelada en el año 1905; se tienen también los bienes muebles del monumento al minero, el monumento a la madre, la casa de la cultura Ernesto Betancur, las casas centenarias del Maestro Valencia y de las Familia Saldarriaga y Mejía Gómez, el cementerio municipal, algunas edificaciones antiguas del casco urbano hechas en tapia, adobe y tejas de barro, con grandes ventanales y puertas de influencia española de más de 100 años de construcción, la parroquia Los Santos Ángeles, la escuela Olaya Herrera y las bodegas del antiguo Ferrocarril de Antioquia ubicadas en el corregimiento La Estación, son también parte de este inventario patrimonial. (Alcaldía de Angelópolis, 2020; Puebliando por Antioquia, 2019).

#### **4.1.5 Caracterización por Veredas**

El municipio cuenta con el corregimiento de La Estación y 11 veredas: La Cascajala, Promisión, San Isidro, El Barro, El Nudillo, Cienaguita, Santa Ana, Santa Rita, Santa

Barbara, El Romeral y La Clara. Sus poblaciones rurales se caracterizan por ser familias tradicionales de 5 integrantes en promedio, con gran arraigo por sus costumbres, su cultura y su tierra, dentro de la cual realizan actividades de sostenimiento del hogar a través de labores mineras, agrícolas, arrieras y ganaderas (Alcaldía de Angelópolis, 2012).



**Figura 3.** División político rural de Angelópolis, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).

## 4.2 AMAGÁ

### 4.2.1 Minería

Amagá cuenta con una tradición minera que se viene desarrollando desde hace aproximadamente un siglo; en la actualidad no solo se realizan explotaciones de carbón, sino también de gravas, arenas feldespáticas, rocas magnéticas, arcillas y arenas arcillosas. A pesar de esto, la explotación carbonífera de su subsuelo se sigue posicionando hoy en día como la principal actividad económica en el municipio.

A lo largo de la cuenca del río Amagá, cobijando espacialmente las veredas La Ferrería, Minas, La Gualí, La Clarita, Malabrido, Camilo C., Piedecuesta, El Morro y el casco urbano municipal, se encuentran las áreas de concentración del potencial minero en materia de carbones, no obstante, al igual que en Angelópolis, se adolece de conflictos socio-ambientales relacionados con la extracción ilegal de las diferentes materias primas dentro del territorio como se observa en la Tabla 2-1; ya que se considera que existen alrededor de 27 unidades productoras mineras (UPM) ilegales en el municipio.

**Tabla 4.** Matriz de problemáticas asociadas al sector minero en Amagá con sus respectivas causas y consecuencias (Alcaldía de Amagá, 2020).

| Causas  | Problema   | Consecuencias   |
|---|--|---|
| Familias y comunidades con necesidades financieras  | Extracción de materias primas sin la formalización y/o autorización de los titulares mineros   | Sanciones al titular minero por informalidad y penalizaciones judiciales al minero ilegal           |
| El trabajo minero tiene una larga trayectoria en el municipio   |  | Extracción de materiales de forma nociva para el medio ambiente y la salud pública.                 |
| Pocas oportunidades u opciones de empleabilidad que no son compensadas como esperan los mineros   |  | Cierre de minas   |
| Trabajo en las minas de forma continua y permanente   | Los mineros no tienen el tiempo ni el deseo de recibir asesoría o capacitación, o inclusive de involucrarse en otros proyectos productivos                       | Herencia minera poco responsable para con las comunidades y familias                                |
| La industria minera y/o los temas de emprendimiento no están bien cubiertos en la educación   |  | Extracción informal continua  |
| Oferta de servicios de consultoría, educación y capacitación poco atractivos para los mineros   |  | No hay acceso a información sobre prácticas mineras responsables y seguras                          |
| Minas que no son seguras con riesgos eléctricos, riesgos de caída de bloques, deficiencias en el sistema de ventilación, entre otros            | Accidentes mortales en las minas   | Muertos y lesionados graves o leves   |
| Mineros que optan por trabajar en minas no seguras o realizar tareas de alto riesgo a pesar de ser conscientes de ello                          |  | Indemnizaciones por parte de empleadores  |
| Medidas de seguridad y salud en el trabajo ausentes o no se practican   |  | Sanciones económicas y cierre de minas  |
| Falta de planeación, supervisión, control y vigilancia continua al sector minero  | La ausencia de un censo minero hace imposible determinar el número de UPM informales en el municipio o si se están explotando otros minerales además del carbón. | La toma de decisiones administrativas se ve afectado por el estado desactualizado de la información |
| Ausencia de recursos y personal para realizar las labores de seguimiento y control permanente desde el departamento de minería y medio ambiente |  | Información desactualizada sobre el funcionamiento o la reapertura de UPM                           |

En materia de solicitudes de contrato de concesión y de legalización, de acuerdo con una base de datos de la Agencia Nacional de Minería citada en el plan de desarrollo de Amagá (2020), se tienen 39 propuestas con posibilidad de otorgamiento de título minero y 10 solicitudes de legalización, estas últimas realizadas por parte de mineros ancestrales en búsqueda de formalización, teniéndose como minerales solicitados carbón mineral, carbón térmico, arenas, gravas y minerales de oro y sus concentrados.

Con base en las problemáticas existentes alrededor del sector minero en el municipio y con el fin de crear iniciativas que permitan un equilibrio entre el uso prudente de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente a través de metodologías que apoyen la sustentabilidad, aseguren la reducción de riesgos y apoyen la legalización y las buenas prácticas de minería en el municipio, en el plan de desarrollo de Amagá (2020) se formulan 3 programas dentro de la línea estratégica de minería y medio ambiente sostenible:

- **Formalización consultorio minero de asesoría integral:** Este programa tiene como objetivo apoyar el crecimiento a largo plazo de la industria minera en el municipio, brindando una amplia asistencia a los mineros y sus familias en asuntos técnicos y legales. Lo hace llevando estos servicios directamente a las minas en los momentos más convenientes para los trabajadores, lo que permite una mayor cobertura de asesoramiento.
- **Programa de sostenibilidad ambiental para el aprovechamiento racional y con responsabilidad de los recursos naturales no renovables:** Este programa tiene como objetivo delinear las acciones que desarrollará la administración municipal para producir un uso sensato, sustentable y responsable de nuestros recursos naturales no renovables y nuestro medio ambiente.
- **Gestión del conocimiento minero:** Con el desarrollo de este programa se podrá mantener actualizados los datos mineros de la región y encaminar acciones relacionadas con la capacitación y educación, con el fin último de mejorar los estilos de vida y generar la conciencia necesaria en las comunidades y sus núcleos familiares sobre la importancia de tener normas claras de seguridad y salud en el trabajo.

#### 4.2.2 Medio Ambiente y Territorialidad

El Municipio cuenta con un 42,2% de población rural y un 57,8% de población urbana. En comparación con las propiedades urbanas, que representan el 44,8% del total, la mayoría de las propiedades hacen parte del sector rural, o sea el 55,2% (Alcaldía de Amagá, 2020).

En Amagá se presentan las siguientes áreas de importancia ambiental: ecosistemas estratégicos, gestión del recurso hídrico, ordenamiento ambiental territorial y la más importante de todas, el Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables de la Divisoria Valle de Aburrá- Río Cauca, denominado por sus siglas como (DMI).

Dentro de los ecosistemas estratégicos se encuentran las áreas protegidas, donde destacan las coberturas de bosque seco tropical, teniéndose un área aproximada de 482ha ubicadas al interior de las veredas Pueblito de los Sánchez, Pueblito San José y Guaymaral; este tipo de ecosistemas cuentan con una biodiversidad única de plantas y animales adaptados a condiciones de escasez de agua y se caracterizan por su alto grado de endemismo. Los bosques secos tropicales son uno de los ecosistemas más amenazados y menos conocidos del país, sobresaliendo por los servicios que brinda a las comunidades, dentro de los que resaltan la estabilización del suelo, el ciclo de nutrientes, la regulación del agua y el clima, prevención de la desertificación, además de proporcionar alimentos y madera, por lo que la presencia de este tipo de bosque a nivel municipal es sumamente importante y se debe velar permanentemente por su protección.

El municipio cuenta con una riqueza hídrica excepcional, tanto así que, para el tema del manejo de este recurso ecosistémico, se cuenta con el POMCA Río Amagá-Quebrada Sinifaná (2018) y los Planes de Ordenamiento del recurso Hídrico (PORH) del río Amagá y la Quebrada Sinifaná. Las principales formas de aprovechamiento del agua en la cuenca son: consumo humano, agrícola, ganadero, acuícola e industrial; este último es principalmente de tipo minero asociado a la extracción de materiales de construcción en la parte baja de la cuenca. La contaminación del recurso hídrico es causada por la minería ilegal y por los vertimientos de empresas y edificaciones cerca de fuentes de agua.

La contaminación del aire es consecuencia de varios factores, en los que se incluyen el uso intensivo de automotores antiguos, los trabajos realizados en la construcción de la vía al Pacífico la cual no cuenta con riego permanente, la producción de adobes, ladrillos y pisos rojos en hornos que utilizan carbón para eliminar elementos arcillosos, además de los malos olores generados en los alrededores de la planta de curtiembres de Cueros Vélez.

El recurso suelo se ve perjudicado por la explotación no tecnificada de carbones, lo que provoca hundimientos en las viviendas y vías cercanas a las actividades mineras e impide un desarrollo agrícola y pecuario extensivo por el abatimiento del nivel freático, también se genera contaminación por la quema de residuos sólidos de forma descontrolada, provocando incendios que deterioran el sustrato y la cobertura vegetal.

### **4.2.3 Proyectos Productivos**

Siendo el sector agropecuario un eje fundamental de la soberanía alimentaria, del cierre de brechas y de la economía, dentro del plan de desarrollo de Amagá (2020), se plantean proyectos cuyos objetivos radican en diversificar los bienes y productos a partir de la vocación del territorio, crear redes locales de comercialización, programas de formación de productores, generación de procesos de autoproducción sostenibles, consumo responsable y estrategias de mejoramiento y fortalecimiento de la plaza de mercado. Todo esto por medio de instrumentos como el Plan Agropecuario Municipal, el fortalecimiento del Consejo Municipal de Desarrollo Rural, servicios de extensión agropecuaria, inclusión agrícola de carácter social y productivo de familias campesinas, ejecución de ferias

campesinas para el fomento de la comercialización en el municipio, asesoramiento en la construcción de huertas caseras y escolares, tecnificación del campo, acompañamiento y apoyo integral a los sectores ganadero, cafetero y panelero, realizar seguimiento desde la Dirección de Agricultura y Desarrollo Rural a los programas productivos, desarrollar control y vigilancia de los establecimientos de comercialización de agroquímicos, y finalmente ejecutar eventos que apoyen las relaciones y ofertas de productos del campo en la plaza de mercado.

En el área de la salud se plantea una línea estratégica denominada “Entornos Saludables”, en la que se busca el incremento de los indicadores de disponibilidad, cobertura, calidad y desempeño en los servicios de salud para mejorar la calidad de vida de los residentes y contribuir de esta manera a su bienestar; además del fomento de actividades centradas en la recreación y el deporte como una oportunidad de esparcimiento, creatividad, salud y bienestar durante el tiempo libre.

Finalmente, existe un Banco de proyectos creado mediante acuerdo municipal en enero de 1997, este es un instrumento adscrito a la Secretaría de Planeación en el que se registran los proyectos viables a nivel técnico, ambiental y socioeconómico, propensos a ser financiados con recursos públicos dentro del territorio amagaseño (EOT Municipio de Amagá, 1999).

#### **4.2.4 Patrimonio Material e Inmaterial**

Los indígenas Omogaes y Zenufanaes fueron los primeros en habitar el territorio que hoy conocemos como Amagá. Posteriormente, en el año 1788, Miguel Pérez de la Calle oriundo de Medellín, pidió al Oidor Don Antonio Mon y Velarde que declarara la fundación de un pueblo en la zona conocida como Amagá, debido a que allí habitaban un buen número de familias con mucho afán constructor (Gobernación de Antioquia, 2022).

El municipio cuenta con una importante cultura agrícola gracias a la producción de café, maíz, frijol, yuca, papa, plátano, caña de azúcar, aguacate Hass, panela y frutas; también existe todo un patrimonio cultural en torno a la producción avícola, piscícola y pecuaria, está última representada por la pequeña ganadería y la porcicultura (Alcaldía de Amagá, 2020; EOT Municipio de Amagá, 1999).

Una gran parte del patrimonio cultural industrial lo da el sector minero, gracias a que Amagá fundó en 1865 una de las primeras siderúrgicas de Colombia como parte del descubrimiento de un depósito de hierro, lo cual permitió el desarrollo de la agricultura, el ferrocarril y la minería, al reemplazar maquinarias y partes de madera por piezas hechas de metal. Después del año 1906 la demanda cafetera propulsó la industria metalúrgica, por lo que la herrería se enfocó en la producción de despulpadoras, ruedas Pelton, alambre, láminas galvanizadas y trapiches; para posteriormente a la primera guerra mundial empezar la fabricación de montacargas, molinos californianos y bombas, llegando a tener en 1931 alrededor de 100 obreros (EOT Municipio de Amagá, 1999).

Además de las ruinas de la Ferrería, el municipio cuenta con un patrimonio material conformado por lugares de gran valor histórico y/o turístico, como lo son:

- Los túneles del ferrocarril junto con las estaciones Nicanor Restrepo, Minas, Piedecuesta, Camilo C y San Julián
- El viaducto de la vereda La Delgadita
- Cascada El Salto, localizada a 30 minutos del casco urbano
- El puente rústico de guadua sobre la quebrada Amagá
- La laguna Nechí
- La iglesia parroquial de San Fernando Rey
- El trapiche de la Familia Ángel en la vereda La Ferrería
- El Jardín Botánico en Minas dentro de la residencia de la familia Sampedro Moncada
- Las zonas húmedas del viaducto

Dentro de su patrimonio cultural destacan las Fiestas del Carbón celebradas a partir de la segunda semana de diciembre, las fiestas patronales de San Fernando Rey el 30 de mayo, y los festivales de música carrilera, de la danza y de música guasca (Alcaldía de Amagá, 2020).

#### **4.2.5 Caracterización por Veredas**

Amagá cuenta con 84 km<sup>2</sup> de extensión, conformados por tres corregimientos llamados La Clarita, Camilo C y El Cedro, encontrándose a su vez la mayor densidad de habitantes en los centros poblados de las veredas La Gualí, Minas, El Cedro, La Ferrería, La Clarita, Piedecuesta y la cabecera municipal. Entre sus veredas se enlistan: Pueblito de los Sánchez, Pueblito San José, Pueblito Los Bolívares, Guaymaral, Nechí, La Delgadita, Yarumal, Maní de las Casas, Malabrigo, El Morro, Maní del Cardal, Travesías, Piedecuesta, Pasonivel, La Ferrería, Nicanor Restrepo, El Cedro, La Clarita, La Gualí y Las Peñas.

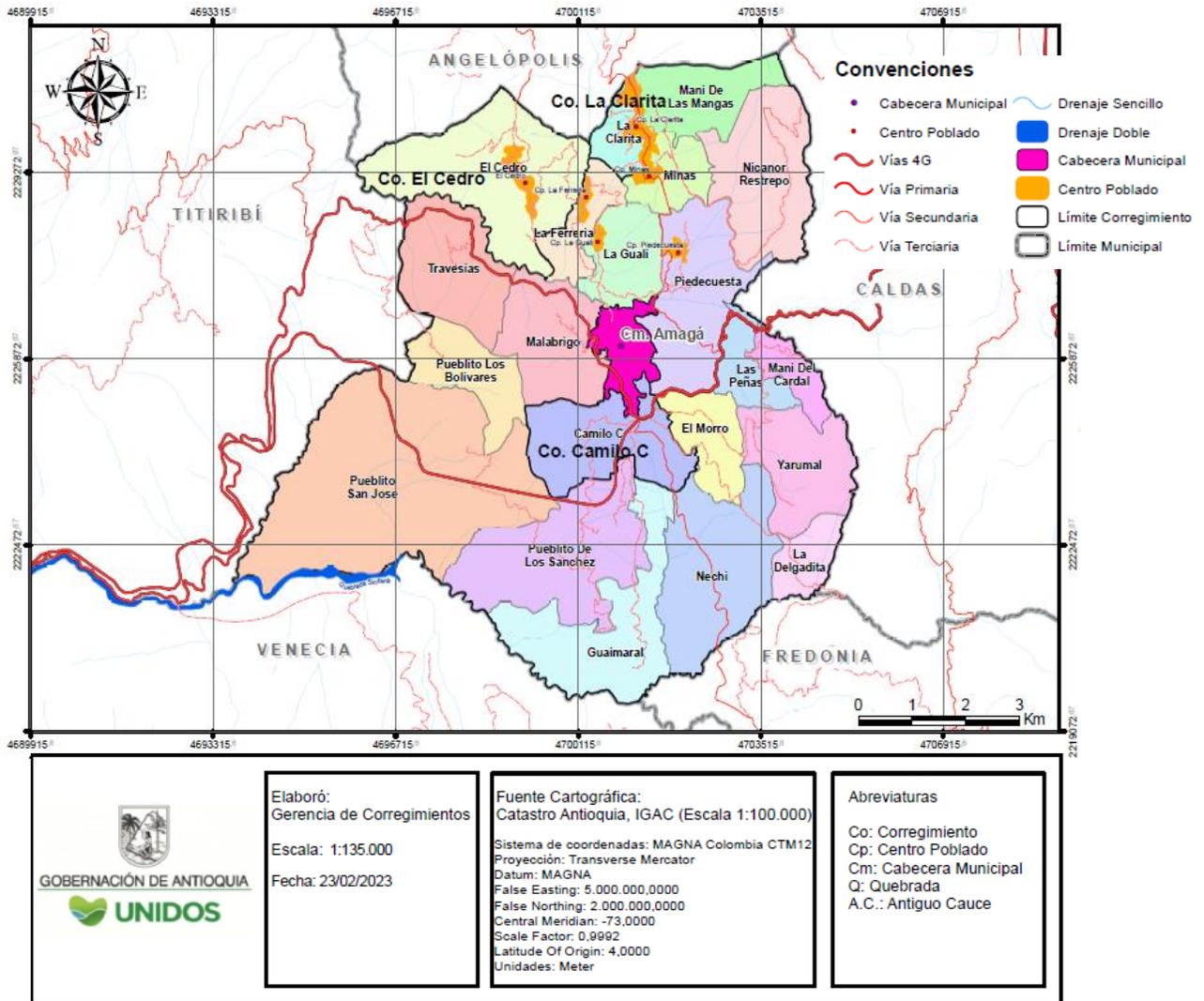


Figura 4. División político rural de Amagá, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).

## 4.3 VENECIA

### 4.3.1 Minería

De acuerdo con el plan básico de ordenamiento territorial (PBOT) de Venecia (2012), a fin de comparar los diversos usos tradicionales del suelo y subsuelo con el uso minero de los recursos del territorio, la gestión de la minería debe desarrollarse de manera integral y racional. Esto permite una coexistencia armoniosa entre el uso de los recursos minerales y

la conservación del medio ambiente. Por ello, la variable minera en PBOT es fundamental, así como toda normatividad que prevenga y mitigue el deterioro de las condiciones ambientales requeridas para el desarrollo de las generaciones futuras. Todo esto por medio de la implementación de estrategias que aseguren la legalidad de las actividades mineras y permitan realizar su respectivo control ambiental.

Por medio del programa de recursos naturales del PBOT de Venecia (2012), se busca el aprovechamiento y la explotación de los recursos naturales del territorio de manera sostenible a nivel social, económico y ambiental, a fin de promover el desarrollo municipal por medio de estrategias de educación, normatividad y concientización. Para esto, dentro de este programa se plantea el subprograma de recursos minerales con sus líneas estratégicas enfocadas en la minería del carbón, materiales de playa y arcillas para la industria cerámica, en donde se propone brindar asesoría y capacitación a la población en temas de explotación racional, usos industriales, organización social y empresarial, legalización y normatividad ambiental.

#### **4.3.2 Medio Ambiente y Territorialidad**

Venecia rige a través del marco de sostenibilidad ambiental de su PBOT, la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables, en donde la educación y capacitación de sus habitantes es crucial para generar acciones conscientes en aspectos ecológicos, económicos, sociales y sostenibles. Los principales usos del suelo están relacionados con actividades agrícolas y pecuarias, además del uso urbano, rastrojos, forestal y en menor medida minero.

Los cuerpos de agua ocupan alrededor de 24 hectáreas, razón por la cual el manejo racional del recurso hídrico es esencial, procurando siempre una calidad de agua adecuada por medio de la conservación, protección, capacitación, normatividad sobre incentivos, reforestación y mantenimiento en los nacimientos de las cuencas y microcuencas, además de realizar control y vigilancia de las zonas de retiros de las quebradas (Alcaldía de Venecia, 2012).

Con el objetivo de preservar los bosques y frenar la deforestación en zonas rurales, se estableció el programa “Cambio Climático y Biodiversidad, Juntos Podemos”, mediante el cual se plantea una estrategia para la protección y cuidado de los cerros Tusa y Bravo, además de la promoción de proyectos que brinden pagos por servicios ambientales, esto incluye la identificación y conservación de corredores biológicos y zonas de elevada presencia de biodiversidad.

Por medio del programa de educación ambiental, se busca generar procesos ciudadanos de concientización, para que la población esté al día en cuanto a problemáticas y potencialidades de su entorno y de esta forma, articularse con las instituciones educativas y generar proyectos ambientales. El ente encargado del fortalecimiento de este apartado es el Comité Interinstitucional de Educación Ambiental Municipal (CIDEAM), el cual tiene entre otras, la tarea de impulsar los proyectos medioambientales en todas las instituciones educativas del territorio local.

### 4.3.3 Proyectos Productivos

Dado el contexto histórico del conflicto armado nacional, en el cual Venecia también ha sido víctima, se realizan desde el plan de desarrollo municipal (PDM) acciones enfocadas en la atención integral de víctimas de la violencia, con el fin de fortalecer los procesos de paz, reparar y mitigar los impactos negativos asociados, todo esto a través de acompañamiento jurídico y sicosocial de las víctimas, además de la creación de canales informativos que permitan guiar y obtener información institucional de primera mano.

En materia de sostenibilidad para la productividad e independencia de las mujeres, el PDM (2020) brindará espacios para acompañar y asesorar técnicamente a las madres cabeza de hogar y organizaciones de mujeres, en todos aquellos emprendimientos relacionados con huertas de autoconsumo, gastronomía, artesanías, etc.

Por medio del programa de Mercados Campesinos se beneficia la población en general, ya que se implementan y fortalecen proyectos productivos por medio de la construcción de economías basadas en la producción local, las cuales generan empleo y permiten articular las organizaciones comunitarias con el sector público y privado del municipio, un ejemplo sería la institucionalización de la feria campesina, la cual permite diversificar el mercado y generar procesos de ganar-ganar entre consumidores y productores. El café es uno de los productos más importantes de la economía veneciana, es por esto que el desarrollo de las ferias cafeteras regionales junto con la entrega de insumos para cultivar, son otra opción que permite incentivar y apoyar la comercialización de diferentes proyectos cafeteros, además de permitir construir un espacio abierto al público en homenaje a la Hacienda La Amalia y su dueña, ya que esta fue la principal finca exportadora de café a inicios del siglo XX (Alcaldía de Venecia, 2020). Otros productos agropecuarios asociados al uso del suelo se producen en las veredas Palenque, Palmichal, Ventiadero y La Arabia, en donde no sólo se cultiva el café, sino también maíz, yuca, frijol, plátano y cítricos y se desarrolla la ganadería de ceiba y de doble propósito.

### 4.3.4 Patrimonio Material e Inmaterial

Originalmente, estas tierras fueron habitadas por las etnias indígenas conocidas como Titiribies y Zenufanaes. En 1561, Jorge Robledo encabezó una conocida expedición por lo que hoy es conocido como el suroeste antioqueño, recorriendo el valle del río Cauca en dirección norte. El municipio aún contiene una gran cantidad de reliquias y recuerdos indígenas de la época que son extremadamente valiosos en términos de arqueología, antropología y turismo. Incluyendo La Rana de Cinco Patas de la vereda La Arabia, los Petroglifos en la vereda La Amalia y las Cuevas de Santa Catalina (Gobernación de Antioquia, 2022).

Los primeros colonos llegaron a lo que hoy en día es Venecia en 1860, inicialmente enfocados en la caña de azúcar y luego en el café. Debido a que el área era originalmente una laguna, el municipio recibió el nombre de la ciudad italiana de Venecia; en algún

momento también se le llamó Providencia y se caracterizó por tener varios trapiches establecidos cerca de la población actual. A finales del siglo XIX, las haciendas La Amalia, La India y La Loma eran las principales productoras de Colombia después de iniciar el cultivo de café a gran escala en el país. La Hacienda La Amalia no solo se hizo un nombre como un gran emporio, sino que también construyó la primera trilladora del país, además de que allí aún se conservan los beneficiaderos de café y caña de azúcar de la época.

El municipio está dotado de recursos naturales que pueden ser aprovechados ecológicamente para la promoción y desarrollo turístico debido a su posición geográfica. Su sistema natural hace de Venecia un municipio de destino para la práctica de diversas actividades turísticas, gracias a su cercanía a la ciudad de Medellín (58 km), altura de 1.350 m sobre el nivel del mar, temperatura promedio de 21 °C, sus características hidrográficas presentes entre el río Cauca y la quebrada Sinifaná, además de sus formaciones montañosas como Cerro Tusa, Cerro La Nigua, El Sillón, Cerro Cardona, Chelines, Silloncito y Cerro el Morrón, contribuyen en gran medida a resaltar sus paisajes naturales lo que se traduce en un elevado potencial para el ecoturismo. Un ejemplo de esto es el mirador turístico ubicado en la vereda El Vergel hacia la parte superior del municipio, el cual ofrece servicios como el sendero ecológico a través de cafetales donde se proyectan actividades experienciales de la cultura cafetera y campesina, articuladas con turismo de aventura como senderismo, montañismo y parapentismo (Puebliando por Antioquia, 2019).

El patrimonio histórico y cultural de Venecia también cuenta con un elevado valor municipal, dentro del que destacan infraestructuras como la Estación del Ferrocarril en el corregimiento de Bolombolo, La estación Tulio Ospina, la estación Venecia, la Casa de la Cultura, el Centro de Historia, el Teatro Municipal y la iglesia San José de estilo gótico inaugurada en 1938. Otros elementos importantes que tienen su aporte a nivel patrimonial por su valor cultural, etnográfico y ecológico, son los ejes arqueológicos circundantes al Cerro Tusa, la piedra del sacrificio donde los Zenufanaes le rendían culto a la Diosa de los Espejos por medio de sacrificios humanos y animales, el monumento de la Diosa de Los Espejos en el parque principal por el escultor José Cirilo Henao, los cerros Tusa y Bravo, los caminos de herradura que conducen de la Amalia a La Mina, la Piedra del Tigre conformada por un monolito con peldaños tallados, el Corregimiento de La Mina, el Puente de Bolombolo y los corredores ecológicos de la Sinifaná y el río Cauca por donde eran las antiguas vías ferroviarias, la Piedra La Nigua ubicada en la vereda La Arabia la cual servía como observatorio indígena, el museo arqueológico Cerro Tusa Zenufaná y la casa museo del artista Carlos Alberto Maldonado ubicados en el casco urbano.

#### **4.3.5 Caracterización por Veredas**

El municipio de Venecia está conformado por 15 veredas y dos corregimientos (Figura 5), cada uno con particularidades distintas y con alta proyección para el turismo rural.

La vereda La Arabia es la que más café produce, con un total de 405.6 hectáreas, lo que representa el 60% de la producción total del municipio. Bolombolo produce el 50% de las naranjas valencianas, equivalentes a 186 Has, mientras que La Arabia produce el 50% de

los plátanos en un total de 161 Has, además de que esta misma vereda produce el 50% de los limones Tahití en 162.6 Has, lo que supone el 60% de la producción total del municipio (Alcaldía de Venecia, 2020).

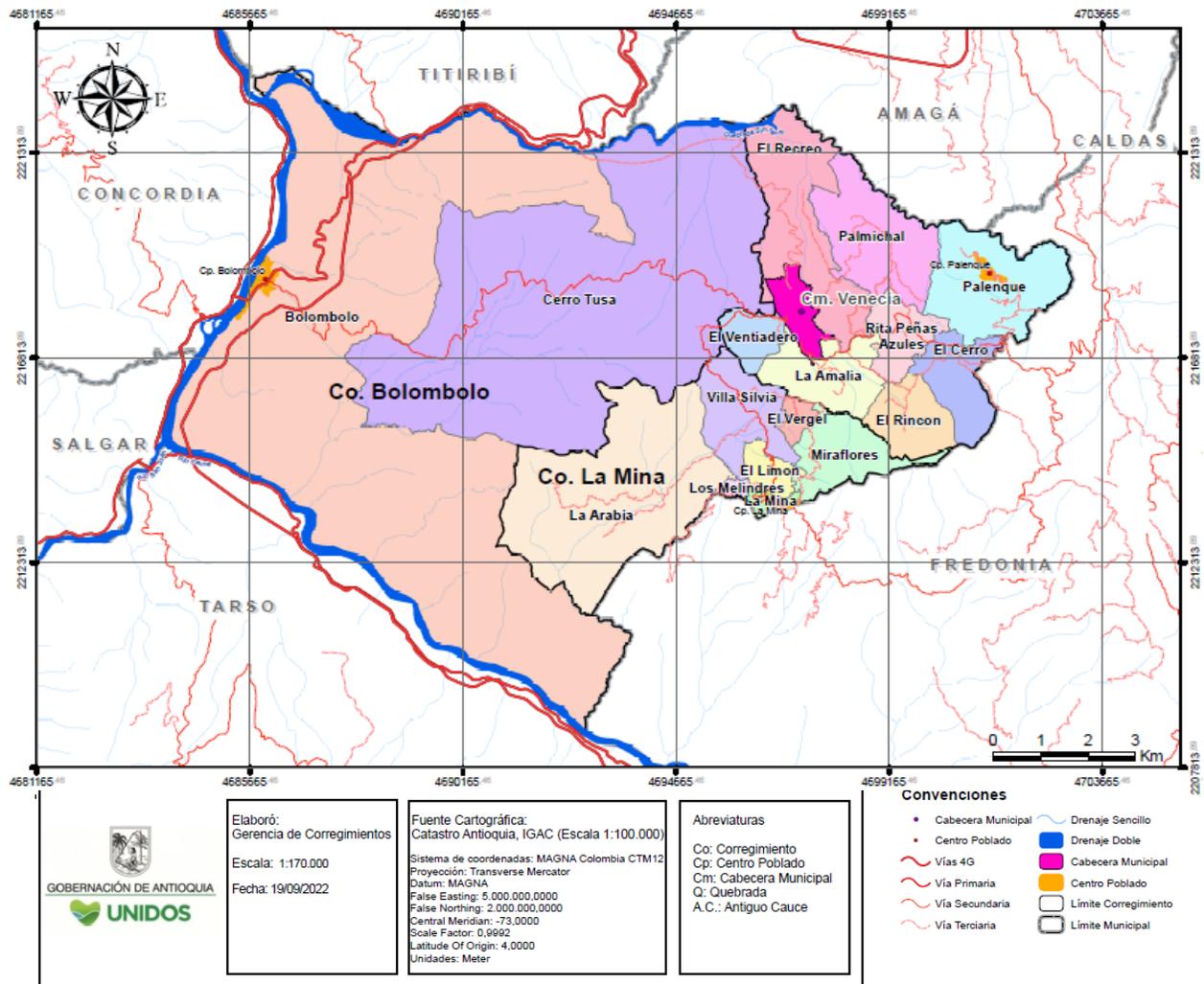


Figura 5. División político rural de Venecia, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022)

## 4.4 TITIRIBÍ

### 4.4.1 Minería

Titiribí es conocido a nivel nacional por ser un territorio tradicionalmente minero, tras el descubrimiento de la gran mina El Zancudo nace el municipio en donde al día de hoy se

encuentra el corregimiento de Sitio Viejo. Debido a la abundancia de oro que se extraía de las profundidades de las montañas, este caserío gozó de un reinado de casi 200 años como el más rico del suroeste antioqueño. Durante la segunda mitad del siglo XIX y la primera década del XX, la minería aurífera sirvió como columna vertebral de la economía antioqueña, debido a que el municipio fue el mayor proveedor de este metal durante la época hispánica en Colombia, además, la riqueza de la región proveniente de la extracción de oro, ayudó a financiar la construcción de la infraestructura productiva que sustenta el desarrollo industrial moderno en la actualidad (Alcaldía de Titiribí, 2021; Gobernación de Antioquia, 2022).

El potencial aurífero de la zona, atrajo la atención de mineros extranjeros desde los primeros días de la República, quienes han aportado recursos económicos y tecnología para las diferentes actividades del ciclo minero, dentro de las que destacan el molino californiano, la bomba hidráulica, la máquina de vapor, la cianuración, la dinamita, la rueda Pelton, la draga de río, el monitor hidráulico, entre otros. Siguiendo el ejemplo de los extranjeros, se generaron a su vez encadenamientos hacia adelante por parte de los antioqueños de la época, los cuales emprendieron creando sus propias empresas mineras, como lo fue por ejemplo la Sociedad El Zancudo, de gran valor histórico y económico en el municipio.

A finales del siglo XX e inicios del XXI, tras el cierre de las minas auríferas y de su subsecuente economía, los pobladores de Titiribí diversificaron sus actividades y se encaminaron por la extracción de carbón, el desarrollo agrícola y el comercio, los cuales hasta el sol de hoy se conservan, esto ha permitido estabilizar la cantidad de habitantes, favoreciendo la proyección del territorio como un importante punto de referencia del suroeste antioqueño (Alcaldía de Titiribí, 2021).

En la actualidad, la pequeña minería del carbón se posiciona como el principal eje económico del municipio, beneficiando alrededor de 400 familias, a esta actividad le sigue la extracción de materiales de playa, oro y otros metales en menor proporción. Son 8 las minas de carbón que se encuentran realizando labores de manera legal y con documentación en regla, distribuidas a lo largo de las veredas El Porvenir, Los Micos, Puerto Escondido, Corcovado y el Bosque. La minería del carbón no solo es la base de abastecimiento de la cadena de productos alimenticios de primera necesidad, sino también es fundamental para el suministro de productos de aseo y el crecimiento de industrias fundamentales para el desarrollo económico departamental.

#### **4.4.2 Medio Ambiente y Territorialidad**

Por medio del Plan de Desarrollo Municipal (2020) se busca mejorar los usos racionales de los recursos suelo y agua a fin de preservar y conservar las condiciones medio ambientales del municipio, además de evitar el deterioro del recurso aire. Todo esto de la mano de la educación ambiental y la gestión del riesgo geológico como una herramienta fundamental para la planeación territorial, que permite un desarrollo armónico y sostenible gracias al fortalecimiento de los conocimientos en prevención y manejo de desastres naturales a través de la investigación, ya que existen viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo por

movimientos en masa y avenidas torrenciales que deben ser reubicadas, especialmente las que se encuentran en la carrera Sucre lindando debajo de la Urbanización Guanteros, y las que están localizadas en el borde de la quebrada que pasa entre los barrios La Milagrosa, La Estrella y La Polca.

En materia del recurso hídrico es vital realizar acciones de seguimiento y control de microcuencas donde haya manifestaciones auríferas y actividades mineras, por lo que se evidencia la necesidad de crear programas de manejo minero-ambiental en zonas de abastecimiento de acueductos. Es importante destacar la necesidad de un acueducto que permita distribuir agua potable, ya que es una problemática frecuente para los habitantes de Titiribí, en donde además de presentarse innumerables quejas en la oficina de saneamiento por contaminación y mal manejo de basuras en cuerpos de agua, varios menores de edad han manifestado que se han visto afectados por esto, lo que da cuenta de la mala calidad del recurso para el consumo humano (Alcaldía de Titiribí, 2020).

Consecutivamente se evidencia que el principal problema medioambiental, se encamina a los conflictos generados alrededor del uso del suelo, donde la minería ilegal y la ganadería extensiva son los principales detonantes de las problemáticas asociadas a la degradación este recurso, razón por la cual, se pretende fomentar la producción agropecuaria de pequeños y medianos productores, por medio de la capacitación y asistencia técnica rural.

Según el diagnóstico territorial del EOT municipal (2021), hasta el año 2015 se reportaban 62 especies de árboles, 170 arvenses y 100 especies de aves, sin embargo, el cambio de uso del suelo de café de sombra a ganadería y fincas de recreo, ha repercutido de manera negativa en las poblaciones animales y forestales endémicas, hasta el punto de desconocerse cuántas de estas especies aún permanecen en el territorio.

Titiribí posee 1130.3 hectáreas pertenecientes al área de reserva de recursos naturales de la zona ribereña del río Cauca, la cual se creó para impedir el desarrollo expansivo de la minería en el sector, ya que esta zona se caracteriza por la presencia de suelos susceptibles a la erosión y su alta fragilidad ecológica (Alcaldía de Titiribí, 2021).

Además de los nacimientos y riberas de los cuerpos de agua, existen las zonas de reserva forestal de los cerros La María, La Candela y Corcovado, destacadas por estar en altitudes superiores a los 1950 msnm y por ser una estrella hidrográfica de la cual se abastece de agua gran parte de la población municipal (Alcaldía de Titiribí, 2021).

#### **4.4.3 Proyectos Productivos**

Por medio de la línea estratégica 3 del Plan de Desarrollo Municipal (2020) “Desarrollo económico para mi pueblo”, se incentiva la ejecución de emprendimientos de producción minera y agropecuaria que promuevan negocios y turismo en el territorio titiribiseño. A través del mantenimiento de vías, se busca la reducción de costos de transporte y logística para la movilización de productos y servicios agropecuarios y extractivos, mejorando la

calidad de vida del sector rural y motivando a las nuevas generaciones a permanecer en el campo por medio de la apropiación social de sus entornos.

En zona rural de Titiribí se cultivan productos como el café, el plátano, la caña de azúcar, cítricos, aguacate, cacao, yuca, frutas y en menor medida frijol, maíz y hortalizas para autoconsumo. En el campo ganadero, sus pobladores se dedican al uso de pastos y potreros para la manutención de ganado vacuno, porcino, ovino y equino, muchos de estos al interior de haciendas ganaderas, considerándose este como el uso predominante del suelo en todo el territorio rural. Adicionalmente el turismo ecológico se ha incorporado en los últimos años pasando a formar parte de un nuevo eje económico para el municipio (Alcaldía de Titiribí, 2021).

#### **4.4.4 Patrimonio Material e Inmaterial**

Si bien la zona donde hoy se encuentra el municipio de Titiribí fue explorada inicialmente por el Mariscal Jorge Robledo a mediados de 1541, no fue hasta que el señor Benito del Río lo fundó el 17 de abril del año 1775 en territorio perteneciente a los indígenas Nutabes, dirigidos por el cacique Titiribí, de donde se atribuye su nombre. Se constituye entonces el municipio en el año 1807 por medio de la ordenanza 005, para posteriormente en 1815 trasladarse a su ubicación actual, y es gracias al arquitecto belga Agustín Goovaerts, que en 1925 se crea el plano del parque principal inspirado en la forma de una herradura, el cual se ajustaba perfectamente con las pendientes del sitio en ese momento (Alcaldía de Titiribí, 2021).

Gracias a su trayectoria histórica, Titiribí se caracteriza hoy en día por su riqueza patrimonial a nivel arquitectónico y cultural, destacándose bienes inmuebles como el Circo Teatro Atanasio Girardot con declaratoria de bien cultural de la nación, construido en la segunda década del siglo XX, el palacio municipal de estilo republicano que data del año 1922, los monumentos del parque principal, el centro histórico, la casa de la cultura Antonio José Restrepo fundada en 1976, el parque municipal Antonio José Restrepo que es un homenaje a los arrieros, el templo Nuestra Señora de los Dolores con estilo republicano del año 1816, la capilla de la Santísima Trinidad, la capilla del antiguo Colegio La Presentación, la casa de Castor Correa Jaramillo, la casa de Los Mejía, la casa de Antonio J. Correa Q., el Liceo Santo Tomás de Aquino, el camino a Sitio Viejo y su centro histórico con su capilla Santa Bárbara reconstruida en el año 1891 por el Duque Gustavo Adolfo de Bourmont, las chimeneas, hornos y escoriales de las antiguas minas auríferas de Sitio Viejo, los Templos Sabaletas de arquitectura española del año 1882 y el de la Virgen del Carmen, que fueron construidos por los arrieros que transitaban por allí cuando el municipio estaba en la bonanza del oro. Se tiene además la hacienda La Ermita construida en 1910 por el propietario de Otramina el señor Juan Manuel Toro, en donde se encuentra la Virgen de la Inmaculada Concepción traída de Polonia en 1913, y que es considerada como la patrona de los mineros. La Piedra del Indio que posee vestigios de los indígenas, la Puerta del Sol en el cerro Los Micos lugar de leyendas aborígenes, construida por los españoles en 1835, de paso obligado de los arrieros de caña y café, la cual daba entrada a un hermoso vergel propiedad de Don Coroliano Amador, el sector de Otramina, y finalmente, los caminos de

herradura de gran valor paisajístico y relación con sitios arqueológicos, que son consecuencia del estilo de vida colonial, ya que eran las únicas vías de acceso de los habitantes, trabajadores de las minas y arrieros que llevaban el oro a lomo de mula hacia Medellín.

En la actualidad, Titiribí encamina acciones buscando ser reconocido como destino turístico por medio de su enorme riqueza patrimonial tangible e intangible de tipo agroecológico, cultural, natural, minero, arquitectónico y arqueológico, representado en sus edificaciones, casas coloniales, caminos ancestrales y festividades tradicionales, como por ejemplo las fiestas patronales del mes de septiembre y el Festival Nacional de Danza Folclórica y Concurso Nacional de Danza Folclórica por Pareja. Para esto, el municipio quiere aprovechar su potencial hídrico en la producción de energía y generación de ecoturismo, además de consolidar la agricultura y el cultivo de café como principales actividades económicas a futuro.

Formulación de proyectos como el parque temático departamental de la cultura minera y el paseo agro-ecoturístico "Reserva forestal la Candela" o la iniciativa del "Recorrido Histórico y Cultural del área urbana" son evidencia de que los titiribiseños poseen un fuerte apego y cariño por el territorio y sus costumbres. Con base en esto, el municipio cuenta con un gran potencial para el desarrollo de actividades turísticas gracias a su invaluable riqueza patrimonial, sus recursos naturales, paisajes y biodiversidad, convirtiéndose en uno de los destinos preferidos para visitar en Colombia (Alcaldía de Titiribí, 2020).

#### **4.4.5 Caracterización por Veredas**

Localizado a 51,3 kilómetros de distancia de la ciudad de Medellín por la troncal del café, el municipio cuenta con 5 centros poblados y 4 corregimientos llamados Antonio José Restrepo "La Meseta", La Albania, Otramina y Sitio Viejo. Su zona rural cuenta con un área de 138.74 km<sup>2</sup>, y se encuentra conformada por 15 veredas en las que se enlistan: Caracol, Corcovado, El Balsal, El Bosque, El Morro, El Porvenir, El Volcán, El Zancudo, Falda del Cauca, La Peña, Loma del Guamo, Los Micos, Pueblito de los Bolívars, Puerto Escondido y Sinifaná. Los cultivos de caña, plátano, mandarina, lima, y naranja valencia se encuentran básicamente en las veredas El Bosque, Pueblito de los Bolívars, El Morro y El Balsal (Alcaldía de Titiribí, 2021).

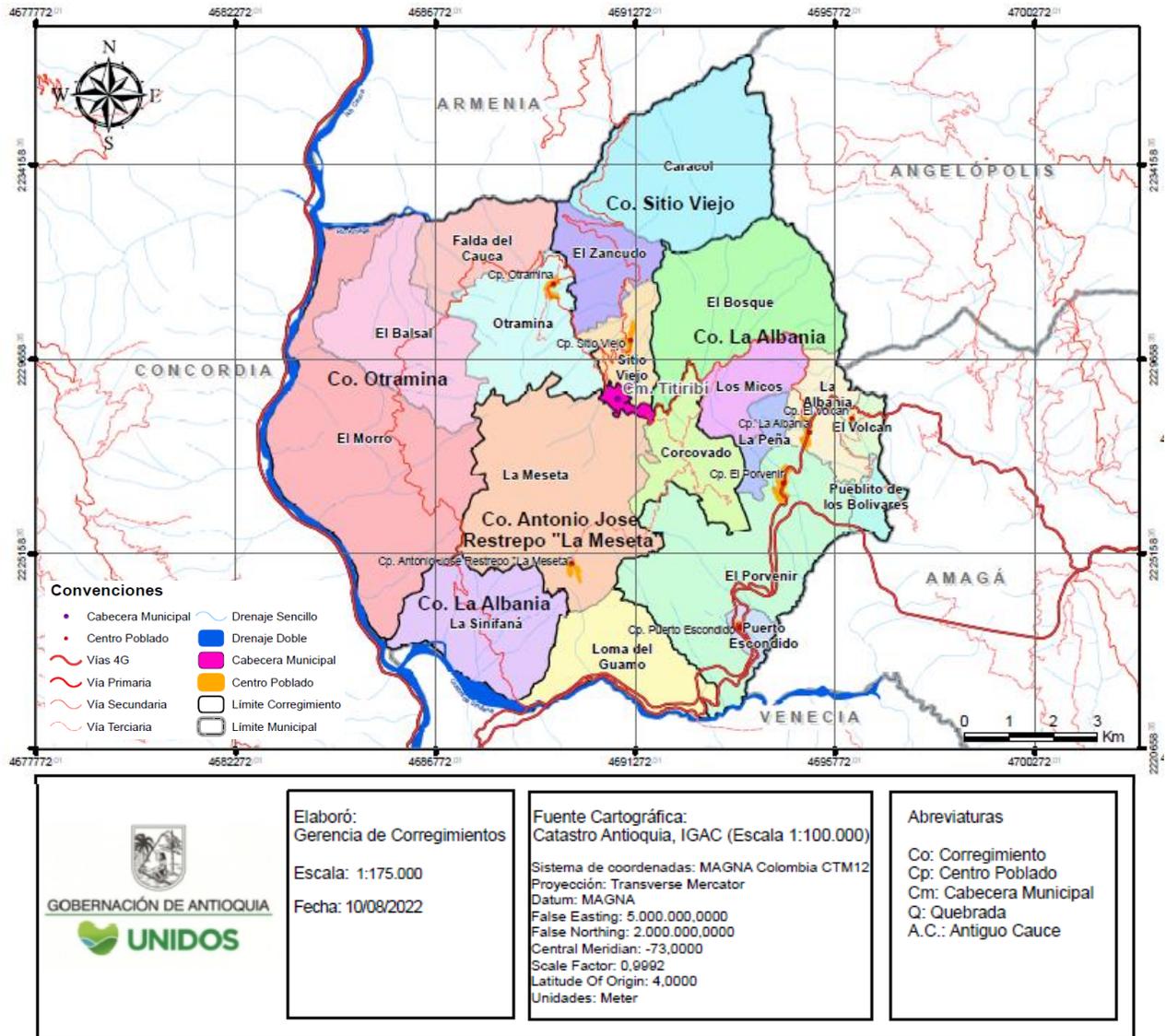


Figura 6. División político rural de Titiribí, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022)

## 4.5 FREDONIA

### 4.5.1 Minería

Con el fin de hacer un uso eficiente y responsable del medio físico-biótico, la explotación y beneficio de los recursos minerales en el municipio de Fredonia deben desarrollarse de acuerdo con su Esquema de Ordenamiento territorial (2000), aplicando la legislación ambiental vigente, con acompañamiento técnico y jurídico, para de esta manera reducir los

daños inherentes sobre el medio ambiente, los habitantes y la calidad urbanística. Para esto, se enlistan los siguientes requerimientos que deben de cumplir los mineros:

- Contar con un plan de explotación y desarrollo minero
- Debe haber un aprovechamiento integral de las materias primas
- Los materiales de desecho tienen que ser reciclados
- Es necesario optimizar los procesos productivos
- Implementar tecnologías limpias o de bajo grado de contaminación
- Explotación racional de los recursos del suelo y del subsuelo
- Planificar el abastecimiento mineral

Previo a las actividades extractivas, se debe proyectar el uso final de los terrenos a modo de poder preparar y adecuar el mismo durante la etapa de explotación. Todo esto, teniendo en cuenta la morfología de la zona a recuperar, el tipo de capa vegetal que se va a utilizar para su restitución, y adecuando las áreas afectadas para un determinado uso minimizando al máximo el daño ambiental (Alcaldía de Fredonia, 2000).

Las explotaciones de carbón se desarrollan hacia los terrenos localizados entre las cuencas de las Quebradas Sinifaná y La Sucia en el Corregimiento de Palomos, y el Cinco. Los materiales de playa se explotan igualmente en el corregimiento de Palomos, y en las veredas de Puente Iglesias, Jonás y El Mango. En lo que a canteras se refiere, se deben controlar los daños ambientales que se vienen dando, además de que las actividades extractivas se ajusten al plan de desarrollo minero de tal modo que se suplan las necesidades del municipio (Alcaldía de Fredonia, 2000).

#### **4.5.2 Medio Ambiente y Territorialidad**

Gracias a su ubicación en las estribaciones de la cordillera Central sobre la margen derecha del río Cauca, Fredonia cuenta con un territorio en su mayoría montañoso de clima templado, con una altitud media de 1800 msnm y una temperatura promedio anual de 20°C, el municipio forma parte de las cuencas hidrográficas del río Poblano, las quebradas La Sucia, Combia y Sinifaná.

En materia de áreas de reserva, Fredonia cuenta con las reservas forestales de Cerro Bravo y Cerro Combia, caracterizadas por su atractivo en flora, fauna y la belleza paisajística de sus panorámicas. Además, existen zonas ecosistémicas que requieren de protección y/o recuperación como lo son el Alto de Ervé, el Alto de Chamuscados, la Laguna Santa Isabel, el Alto del Oso, la cuchilla Melindre y el Monte los Cadavid (Alcaldía de Fredonia, 2000).

Dentro de las problemáticas medioambientales destacan los altos niveles de deforestación, los conflictos en los usos del suelo de acuerdo a sus potencialidades, la baja protección de

microcuencas, la urbanización de zonas de alto riesgo, el manejo inadecuado y falta de reciclaje de residuos sólidos en todo el territorio municipal, las áreas de explotación de carbón abandonadas sin cierre minero en el corregimiento de Palomos, la escasez de pozos sépticos en las zonas rurales y el deficiente estado de las redes de acueducto y alcantarillado en la cabecera municipal (Alcaldía de Fredonia, 2020).

### **4.5.3 Proyectos Productivos**

Fredonia cuenta con más de 40 emprendimientos en materia de café, apicultura y agricultura (Alcaldía de Fredonia, 2020). Su cultura cafetera es un eje fundamental de su economía, tanto así, que produce cafés esenciales de tipo exportación hacia Europa; además, se cultivan en menor medida aguacate, cítricos y flores. En el campo pecuario se enfocan en la producción de ganado de engorde, ganado lechero, aves de corral y en la piscicultura, es por esto que el apoyo permanente de tipo técnico-social a los emprendimientos agroindustriales y de ecoturismo es fundamental (Alcaldía de Fredonia, 2020; Puebliando por Antioquia, 2019).

### **4.5.4 Patrimonio Material e Inmaterial**

La fundación de Fredonia se remonta al año 1790 en la localización denominada “Guarcitos”, al interior de unas tierras pertenecientes a Don Cristóbal Uribe Mondragón. Posteriormente, en el año de 1830, los señores Don José Antonio Escobar Trujillo y Cristóbal Uribe Mondragón, realizan la petición de reconocer al territorio como un distrito municipal al entonces intendente de Antioquia el señor Alejandro Vélez Barrientos, quien lo aprueba el 2 de octubre de ese mismo año, para ese momento Fredonia contaba con unos 3372 habitantes (Puebliando por Antioquia, 2019).

Fredonia cuenta con varios elementos de valor patrimonial que forman parte del paisaje, de su arquitectura y su espacio público. Entre ellos destacan algunos lugares de su zona rural caracterizados por poseer evidencias arqueológicas y los cuales se mencionan en su Esquema de Ordenamiento Territorial (2000): El Uvital (Vereda el Uvital finca), El Zancudo (Vereda el Zancudo finca), Ojos de agua sal (finca).

Dentro del patrimonio inmueble mencionado en el EOT (2000), se encuentran la finca El Colegio ubicada en la parte central de la vereda Buenos Aires, la casa del maestro Rodrigo Arenas Betancur en la vereda El Uvital, la finca La Combia en la vereda Puente Iglesias y la Hacienda Claraboya en la vereda El Calvario.

Otros bienes inmuebles de carácter patrimonial son el parque principal Jaime Isaza Cadavid que cuenta con el monumento a Simón Bolívar y varias esculturas del Maestro Rodrigo Arenas Betancur, además del monumento La Chapolera del maestro Guillermo Sánchez; la parroquia Santa Ana de arquitectura republicana y su obra “Las Manos de Mi Madre” elaborada igualmente por el Maestro Betancur, el monumento a La Madre hecho en yeso localizado en la avenida Santander del artista Ramón Elías Betancourt, el viaducto Amagá-Palomos sobre la quebrada Sinifaná, la Casa de la Cultura Julio César García Valencia, compuesta por un museo, una escuela de danza y música, un auditorio, un salón de

---

exposiciones, coro, una escuela de artes plásticas, literatura y teatro, en donde se dictan clases sobre técnicas artesanales, y la cual funciona a su vez como un centro de historia con sala de internet abierta al público (Puebliando por Antioquia, 2019).

El patrimonio natural también es parte importante en el territorio, dentro del cual se pueden encontrar los charcos de La Marina en el corregimiento de Puente iglesias, a unos 12 km del casco urbano municipal, compuestos por piscinas naturales para ecoturismo. El Salto de La Cascada de 50 m de altura de la quebrada La Cristalina en la vereda El Morrón, y finalmente el Río Poblano usado para actividades como la pesca deportiva, campamentos y ecoturismo.

Fredonia cuenta también con un invaluable patrimonio arqueológico, dentro del que hacen parte los Hipogeos del Zancudo, que básicamente son tumbas de entrada vertical de casi 5m de profundidad con una cámara lateral, en donde los indígenas Poblano realizaban los entierros funerarios de sus familias junto con todas sus pertenencias. La caverna de San Cayetano que contiene petroglifos y las Criptas del Morrón, las cuales eran recintos funerarios de los indígenas Zenufanaes. Los Petroglifos de la vereda del Morrón a 20km del casco urbano municipal, hechos por los indígenas Poblancos; las Criptas de Montecarlo localizadas en las veredas San Cayetano y del Morrón a 15km de la cabecera municipal, compuestos por abrigos rocosos utilizados por los indígenas como tumbas de segundo grado (Puebliando por Antioquia, 2019).

En el EOT de Fredonia (2000) se mencionan como parte del patrimonio cultural, las fiestas del café celebradas en el mes de diciembre, los caminos veredales antiguos de Cerro Bravo distribuidos a lo largo de la vereda Buenos Aires- corregimiento de La Mina, y el camino a Combia ubicado en el área urbana, el cual atraviesa el parque ecológico Cerro Combia; y consta de un sendero de piedra en donde a la mitad del trayecto se halla la gruta de la Virgen de Lourdes y en la parte superior se llega al Parque de Cristo Rey y La Santa Cruz, ambos miradores, se localiza en su cima igualmente la Fonda Paisa y la Casa del Arriero.

Basado en toda la riqueza patrimonial que existe en el territorio municipal, desde el Plan de Desarrollo de Fredonia (2020) se propone la construcción y desarrollo de un Plan Municipal de Cultura que permita la apropiación social de sus habitantes por la historia, patrimonio y talentos artísticos de su territorio, como ejemplo se tiene al ya mencionado escultor Rodrigo Arenas Betancur quien ha dejado el nombre del Municipio en alto a nivel mundial.

### 4.5.5 Caracterización por Veredas

Fredonia está conformado por 21 barrios, 3 corregimientos en su zona rural (Palomos, La Mina y Marsella), y 34 veredas: Porvenir, El Zancudo, Aguacatal, La María, El Calvario, Hoyo Frío, Puente Iglesias, Naranjal-Poblanco, Jonás, El Cinco, Sabaletas, Morroncito, Melindres, Cadenas, La Cordillera, La Garrucha, Chamuscados, El Molino, Murrupal, Buenos Aires, La Cristalina, Travesías, El Carretero, La Toscana, El Uvital, El Plan, Piedra Verde, Alto de los Fernández, La Quebra, El Mango, La Loma, El Vainillo, Combia Grande y Combia Chiquita.

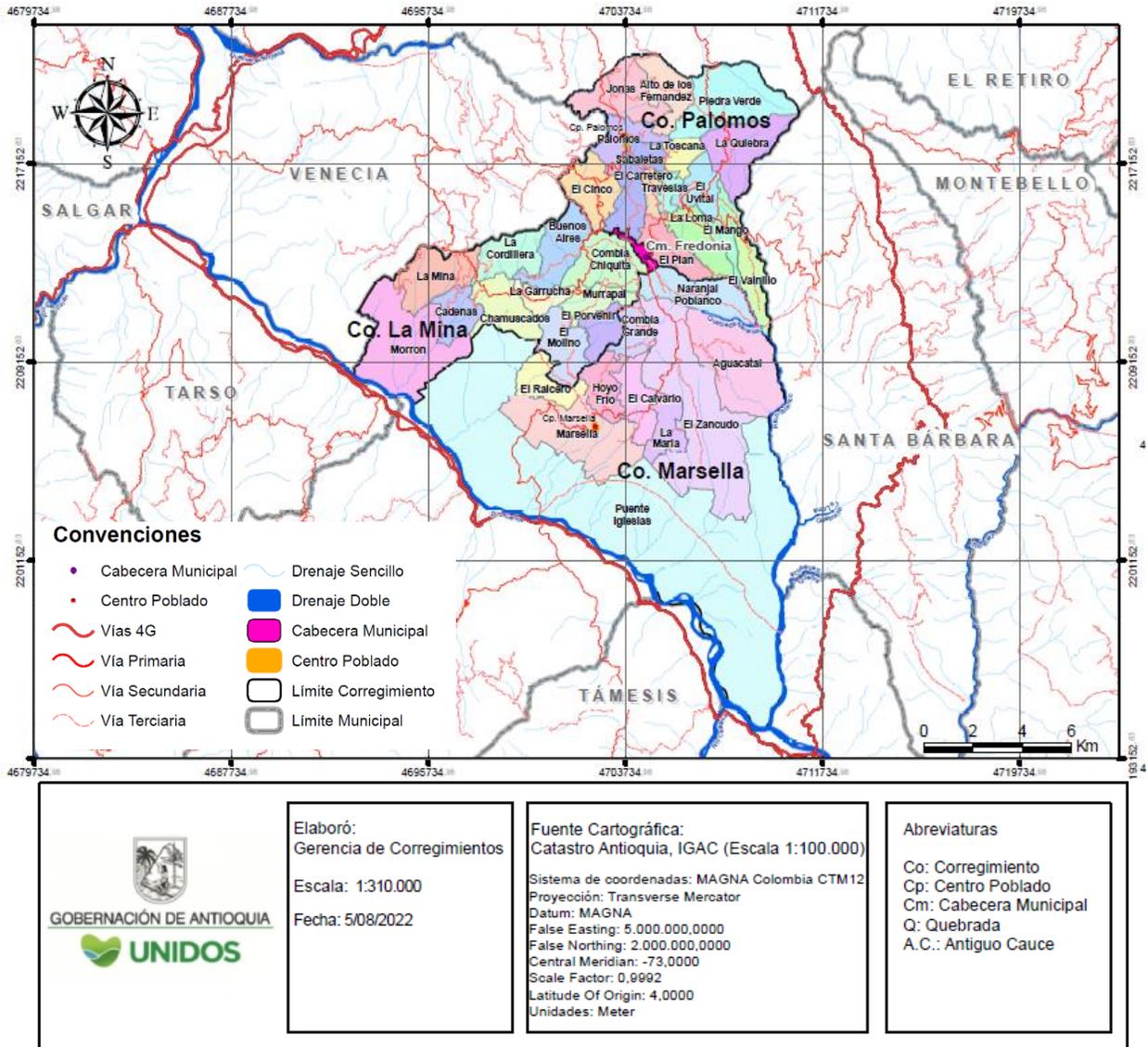


Figura 7. División político rural de Fredonia, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).

## **4.6 SANTA BÁRBARA**

### **4.6.1 Minería**

De acuerdo con el Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Santa Bárbara (2014), un 80% del territorio municipal a la fecha estaba solicitado con fines de exploración minera, es por esto que se busca la gestión adecuada por parte de los entes mineros y las autoridades ambientales para el correcto manejo de los sistemas de explotación ya existentes, entre los que se tiene: la cantera de arenilla en Patequeso, las minas de manganeso en las Mercedes y el complejo cementero en límites con Abejorral cerca al Cairo.

En el PBOT (2014) también se hace mención de explotaciones de oro en veta, materiales de playa, materiales para afirmado y puzolanas.

### **4.6.2 Medio Ambiente y Territorialidad**

Santa Bárbara se localiza sobre el flanco occidental de la cordillera central, razón por la cual se trata de un territorio montañoso estructurado por cañones escarpados, esto como consecuencia directa de la influencia de fallas geológicas regionales que atraviesan el municipio en sentido Norte-Sur. Sus drenajes principales son el río Poblano al oeste, el río Buey al este, la quebrada Sabaletas y la quebrada La Loma, la cual nace al norte del municipio y desemboca al sur en el Poblano.

La temperatura promedio es de 22°C, sin embargo, gracias a sus elevadas pendientes, alta nubosidad, elevada precipitación y a las variaciones de temperatura latitudinal donde al norte es frío y al sur más caliente, se favorece la presencia de varios microclimas en el mismo recorrido N-S, lo que a su vez permite el establecimiento de los pisos térmicos páramo, frío, templado y cálido, en las provincias de humedad, per húmedas y super húmedas.

Debido a la necesidad de fortalecer la conciencia ambiental, conocer sobre la gestión del riesgo de desastres y promover el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales por parte de los habitantes de Santa Bárbara, se capacitará y educará a gestores y líderes comunitarios en materia de alertas tempranas, geoeducación y monitoreo de zonas de alto riesgo, además de apoyar el programa de guarda bosques a fin de proteger los 50 bosques identificados y protegidos en el territorio (Alcaldía de Santa Bárbara, 2020).

### **4.6.3 Proyectos Productivos**

La economía del municipio gira en torno de la producción de mango, café, caña de azúcar, cítricos, aguacate, plátano, guanábana, maracuyá, cacao, fique, actividades ganaderas, madera (bosque plantado) y en proporción residual a la minería. Razón por la cual, se busca la consolidación industrial por medio de la integración al sistema económico de producción primaria, articulado con el ecoturismo y el agroturismo en el territorio.

Gracias a la vocación agrícola de los santabarbareños, desde el plan de desarrollo municipal (2020), se busca incentivar los emprendimientos de sus pobladores con el ánimo de generar empleo y dinamizar la economía local. Para esto, se propone capacitar y apoyar a los productores para que den valor agregado a su producción agropecuaria y de esta manera, contribuir a la seguridad alimentaria; se pretende también apoyar los proyectos relacionados con el mango y el café, incluyendo aquellos que involucren mujeres y jóvenes emprendedores para facilitar la inserción al campo laboral y así combatir el desempleo.

### **4.6.4 Patrimonio Material e Inmaterial**

Santa Bárbara fue explorada desde 1540, pero fue Hernán Rodríguez de Souza quien la redescubrió durante el desarrollo de la expedición dirigida por Jorge Robledo. En el año de 1733 se levanta su primer asentamiento en el lugar conocido para ese entonces como Sitio Viejo, lo que hoy en día es el corregimiento de Damasco. Posteriormente para el año 1816 se traslada la población al Alto de Cienegueta, para luego en 1822 erigirse como municipio y distrito parroquial. El nombre del municipio se adopta en honor a Santa Bárbara, invocada en las tormentas para prevenir los rayos.

El municipio es conocido como el “Balcón de Bellos Paisajes” y la “Cuna de la Cordialidad”, es por esto, que dentro de las áreas de patrimonio cultural ambiental y paisajístico que comprenden espacio público natural y cuyo principal uso del suelo está destinado para la recreación, el ecoturismo y el agroturismo, se enlistan: Los antiguos caminos de herradura veredales, El Nido de Las Garzas en la vereda Alto de Los Gómez, Plan del Burro en la vereda Loma de Don Santos, Quebrada Sabaletas en la vereda San Isidro Parte Baja, Río Buey puente que pasa por Damasco, la cascada situada en la vereda La Arcadia, el Río Poblano, Cerro Amarillo, el Alto de Cordoncillo desde el cual se divisa el cañón del río Cauca y se practica parapentismo, y el Alto de Minas con su riqueza hídrica en los límites con Caldas, desde donde se divisa el municipio, el río Cauca, el río Poblano, los Farallones del Citará y otros municipios del Suroeste.

Dentro de los lugares turísticos relacionados con la cultura en el territorio, destacan la Casa de la Cultura Samuel Velásquez Botero, la cual cuenta con escuela de música, biblioteca pública, hemeroteca y salón de encuentros juveniles.

Asociadas a las áreas de patrimonio arqueológico que merecen restauración y protección por su valor histórico y cultural, se encuentran la Loma de Don Santos, Ojo de Agua, y Salada en la Vereda Bellavista (Alcadía de Santa Bárbara, 2014).

En materia de ferias y fiestas en el territorio, se celebran las Fiestas Tradicionales del Mango en el mes de julio, las Fiestas Patronales de Santa Bárbara y del Pesebre en diciembre (Puebliando por Antioquia, 2019).

#### **4.6.5 Caracterización por Veredas**

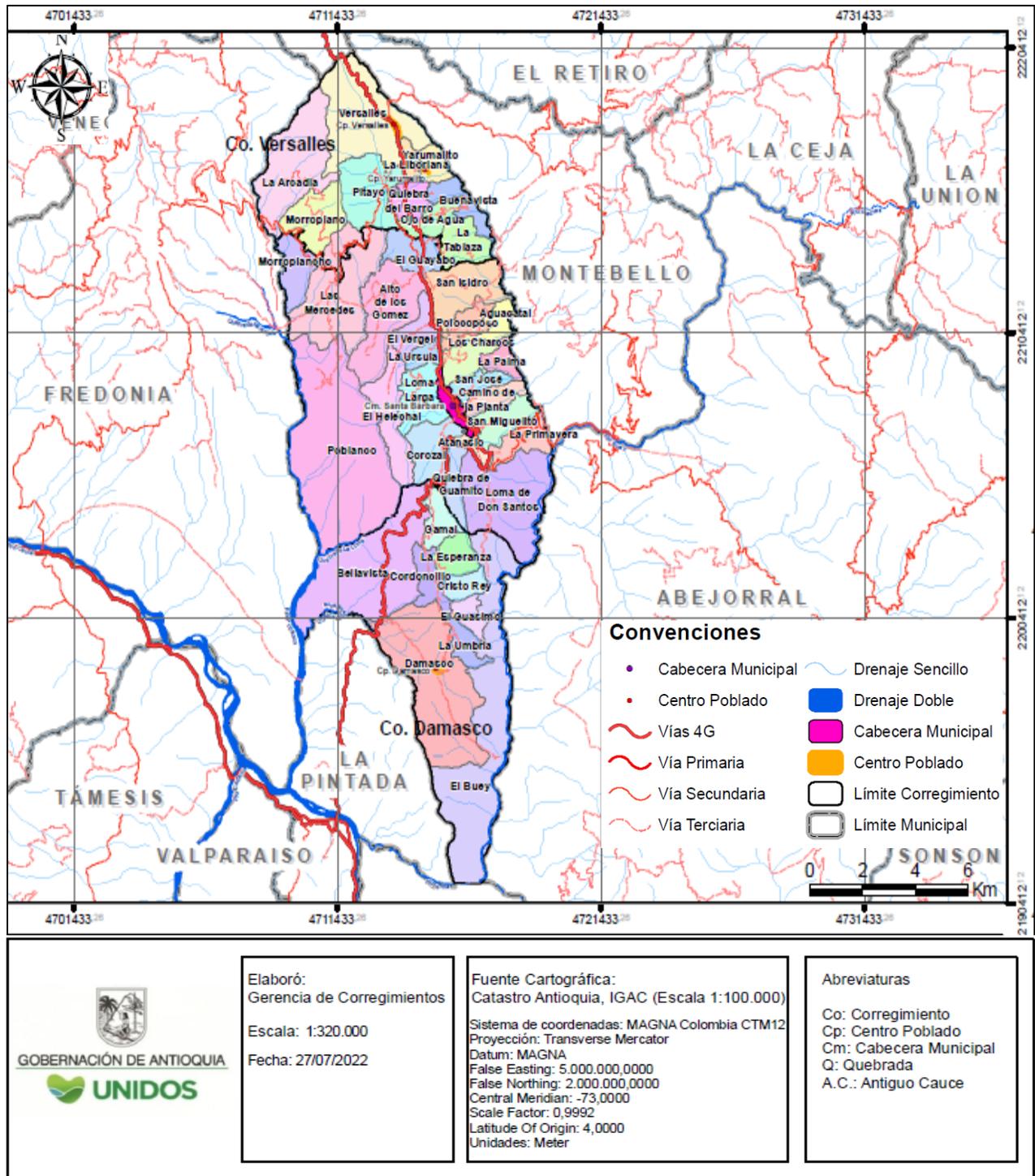
Santa Bárbara se compone por los corregimientos Versalles y Damasco, además de 42 veredas (ver Figura 8), ocupando una extensión territorial de 188km<sup>2</sup>.

En la zona norte del municipio asociado a las veredas San Isidro, La Úrsula, Palocoposo y El vergel, se establece la mayor parte de la cultura cafetera de características semitecnificadas (Alcadía de Santa Bárbara, 2014).

En las zonas del Poblano, Bellavista, Damasco, Cordoncillo y El Buey se desarrolla la ganadería extensiva para carne (Alcadía de Santa Bárbara, 2014).

En las veredas El Helechal, Corozal, San José, Pavas, Guamal, el Guásimo, Cristo Rey, San Miguelito y la parte alta de la vereda Yarumalito al nororiente del municipio, se desarrolla la siembra y producción de café, caña de azúcar, frutales y otros productos agrícolas.

Las zonas de aptitud forestal se caracterizan por poseer pendientes entre el 50-70% y se localizan en las veredas La Arcadia, Versalles parte alta, Las Mercedes, Guamal, El Helechal, Primavera, Loma Don Santos, San Miguelito, Corozal, Quiebra de Guamito, La Judea, El Guásimo, Cristo Rey, La Esperanza, El Buey y el Guayabo con cultivo de flores.



**Figura 8.** División político rural de Santa Bárbara, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).

## **4.7 LA PINTADA**

### **4.7.1 Minería**

La Pintada cuenta con 3 zonas de potencial minero identificable enunciadas en su PBOT municipal (2000). Las áreas potenciales para oro de veta se encuentran asociadas con las rocas de la Formación Combia, sin embargo, puede que este no sea económicamente explotable. A pesar de esto, se tienen reportes de explotaciones artesanales de oro en el pasado por parte de los pobladores, asociadas a los suelos del barrio El Kilómetro y la urbanización Montenegro.

La explotación de canteras y areneras es fundamental para la economía municipal; a lo largo de las márgenes de los ríos Poblano y Cauca, se desarrollan actividades extractivas de tipo artesanal para la obtención de material aluvial para la construcción. Se menciona también, una gran área en solicitud por parte de CORANTIOQUIA para la explotación de materiales de construcción y de oro aluvial a lo largo de la cuenca del río Cauca. Cabe resaltar que debido a las condiciones artesanales en las que se ha desarrollado la minería en el territorio y al bajo control sobre los efectos adversos que esta puede generar, se desconoce el grado de contaminación y el daño a los cauces hídricos, incluyendo colmatación y represamiento de los mismos.

### **4.7.2 Medio Ambiente y Territorialidad**

En materia de ecosistemas estratégicos el territorio municipal posee 889 hectáreas, conformadas en un 55% por bosque seco tropical (496 ha) y en un 44.2% por humedales (393.3 ha) (Alcaldía de La Pintada, 2020).

Las áreas potenciales para reservas forestales ocupan un aproximado de 252 ha, equivalentes al 4.7% del territorio municipal, estas zonas corresponden con el Farallón La Paz, Farallón Galeras y el Parque Ecológico Montenegro. Consecuentemente, existen áreas que deberían tener un manejo especial en virtud de favorecer la manutención de la diversidad biológica y los recursos culturales asociados, estas zonas tendrían restricción de uso y manejo ya que al ser una estrategia de conservación “in situ”, se busca garantizar la menor cantidad intervención antrópica posible para permitir el desarrollo de los procesos evolutivos naturales del entorno.

Actualmente, el territorio presenta problemas asociados principalmente a la deforestación con fines ganaderos y de producción agrícola; a esto se le suman los conflictos en los usos del suelo generados por la expansión de cultivos ilícitos, aprovechamiento de maderas tropicales y minería.

### 4.7.3 Proyectos Productivos

La extensión total del territorio es de 55 kilómetros cuadrados, dedicados en su zona rural a la ganadería, las viviendas de recreo y algunas parcelaciones. La economía de La Pintada se fundamenta en el turismo, la minería, el comercio y la producción agropecuaria, en la cual destacan la ganadería, los cítricos y en menor proporción plátano, yuca y otros frutales. A pesar de esto, el municipio cuenta con un bajo registro de productores agropecuarios como consecuencia directa de la tenencia de la tierra, la cual se distribuye entre unos pocos propietarios y por tanto en la ausencia de agricultores en el sector rural, generando así un aumento en los costos de los productos agrícolas y ganaderos debido a la necesidad de importación de otros municipios (Alcaldía de La Pintada, 2000, 2020).

Con base en lo anterior, la alcaldía pone sobre la mesa entre otras propuestas, la formulación del Plan Agropecuario Municipal y la reactivación del Concejo Municipal de Desarrollo Rural (CMDR), a fin de establecer estrategias de fortalecimiento del campo por medio de la conformación de asociaciones de productores agropecuarios y del incremento de la cobertura asistencial de tipo técnico, y así aumentar los cultivos agrícolas al interior de los límites municipales.

### 4.7.4 Patrimonio Material e Inmaterial

El municipio de La Pintada se formó espontáneamente a partir del asentamiento de colonos en la región, al ser un lugar crucial y estratégico para las rutas que conectan el sur con el occidente del país. La operación del Ferrocarril del Antioquia en los inicios del siglo XX contribuyó enormemente a fomentar la dinámica territorial que condujo a la elevación de La Pintada a la categoría de corregimiento del municipio de Santa Bárbara en el año 1933. Posteriormente en 1996, por medio de la ordenanza 42 del 18 de diciembre se erige como municipio, convirtiéndose en el más nuevo del departamento.

El municipio se proyecta como un importante polo de desarrollo turístico por sus abundantes recursos hídricos, la belleza de su patrimonio geológico, natural, cultural, arquitectónico e histórico, así como por su clima, localización estratégica, infraestructura turística y vial gracias a la construcción de las carreteras 4G. Es por esto, que dentro del PBOT de La Pintada (2000), se resaltan lugares y/o construcciones merecedoras de poseer el título de referentes geográficos y simbólicos del territorio, ya que reflejan de alguna forma la identidad cultural de sus habitantes:

Cerro Amarillo: localizado a 14km al nororiente del casco urbano, con alturas máximas que sobrepasan los 1400 msnm, lleva la connotación de patrimonio natural y cultural no sólo por su belleza paisajística la cual permite observar una panorámica de los farallones y sus majestuosos ríos, sino por ser el lugar donde yacen vestigios de un antiguo asentamiento indígena con la presencia de petroglifos y fragmentos cerámicos. Actualmente este cerro

es epicentro de caminatas ecológicas y un lugar privilegiado para la práctica de parapente. Al ser este formado por rocas volcánicas del Combia depositadas sobre la Formación Amagá plegada en estructura sinclinal, por su belleza geomorfológica debe ser considerado como un geositio de interés internacional; debido a que permite entender los procesos tectono-magmáticos como consecuencia de la acreción del Terreno Cuna en el bloque andino.

*Farallones de La Pintada (La Paz y Galeras)*: en tiempos antiguos se conocían como las “Mamas de Caramanta”, y representan un símbolo de identidad e imponencia paisajística. El Farallón de La Paz se localiza a 4 km del casco urbano, cuenta con un área de 70 ha y presenta altitudes desde los 830 msnm a 1330 msnm, este fue elegido por la gobernación de Antioquia para la construcción de un ecoparque regional que incluye los sectores aledaños. El Farallón Galeras también se ubica a 4 km de la cabecera municipal y ambos cuentan con rasgos atractivos en su riqueza de flora y fauna, en la que destacan aves, monos aulladores, titíes, iguanas, guacamayas, zorros, tigrillos, osos hormigueros, etc., además de sus espectaculares riscos y el maravilloso paisaje que se puede observar desde sus panorámicas. Estos Farallones deben ser evaluados con el objetivo de medir su importancia como geositios, ya que su belleza natural y su génesis relacionada con la parte intrusiva de la Formación Combia, permite entender la dinámica de emplazamiento del magmatismo neógeno del noroccidente colombiano. Petrológicamente corresponden a stocks de pórfidos andesíticos asociados a extensos depósitos piroclásticos.

*Río Cauca*: este cuerpo de agua conforma el eje estructurante y articulador de la disposición urbanística del municipio. A lo largo de su recorrido se desarrollan rutas turísticas que incluyen chalecos salvavidas y acompañamiento de un guía.

*Ríos Arma y Poblano*: por su belleza paisajística y el desarrollo de hermosos valles sobre los que se han establecido fincas ganaderas, estos drenajes adquieren un valor patrimonial natural destacable en el territorio.

*Caminos ancestrales*: los antiguos caminos reales que conducían a Valparaiso, Santa Bárbara y Medellín, los cuales se comunicaban por medio del antiguo puente colgante y de los que se conserva muy poco o nada de ellos. Dentro de estos senderos se mencionan el antiguo camino El Crucero - Valparaiso y el de La Pintada – Damasco, hoy en día convertidos en las vías urbanas de Calle Vieja y Trece de Junio respectivamente.

*Salto del Caballo*: localizado a 9 km al sur de la cabecera municipal sobre el río Cauca por la vía Troncal de Occidente, en este punto hay presencia de unas rocas de grandes dimensiones que al correr del agua generan saltos que se escuchan desde la lejanía, la pesca es una actividad común en este sector.

Bañaderos Acapulco: consta de una gran playa de arena blanca y aguas cristalinas en épocas de verano, localizada sobre la margen derecha del río Cuca a la altura de la desembocadura del río Arma.

Cerro de La Virgen: se accede por vía destapada hasta la parte alta de la microcuenca Limones, en donde se tienen proyectados unos lotes de tipo recreativo.

Antiguo Puente Colgante: este puente de estructura alemana metálica fue construido hacia el año 1933 y se localiza en el centro del casco urbano, hoy en día está declarado como Monumento de orden Nacional.

Puente Nuevo: construido en 1972 por medio de un sistema de pilotes para conectar Antioquia con el Sur del país, esta obra de ingeniería se localiza sobre la Troncal de Occidente y sufrió en mayo de 2002 un atentado terrorista que lo dejó inhabilitado por tres meses.

Puente Río Arma: localizado en los límites con Aguadas (Caldas), este antiguo puente perteneció a la ruta del ferrocarril y se ha visto afectado en la actualidad por la dinámica natural del río.

Puente Río Poblano: construido en 1931 sobre la antigua vía férrea en los límites con Fredonia, es usado hoy en día como vía que conecta el barrio El Kilómetro, por cuya avenida se hacen caminatas ecológicas.

Estación de Ferrocarril Alejandro López: hecha en piedra en 1933, esta construcción trajo consigo encadenamientos hacia adelante de tipo urbano, social y cultural, ya que fue considerada como una de las estaciones con mayor movimiento tanto de carga como de personas entre Antioquia y el Valle del Cauca. Esta estación forma parte del patrimonio arquitectónico municipal, además de merecer el título de monumento nacional. En la actualidad su infraestructura se utiliza como museo y Casa de la Cultura Guillermo Gaviria Correa, donde se ubican varias instalaciones municipales como el archivo municipal, la oficina de turismo y cultura, un gimnasio, biblioteca, almacén municipal, oficina de enlace de víctimas, programa maná, protección social y también el recinto del concejo municipal.

Consecuentemente, el territorio cuenta con varios lugares mencionados en el PBOT municipal (2000), donde se han encontrado evidencias de antiguos asentamientos indígenas, caracterizados por la presencia de herramientas de trabajo, petroglifos y artefactos de oro:

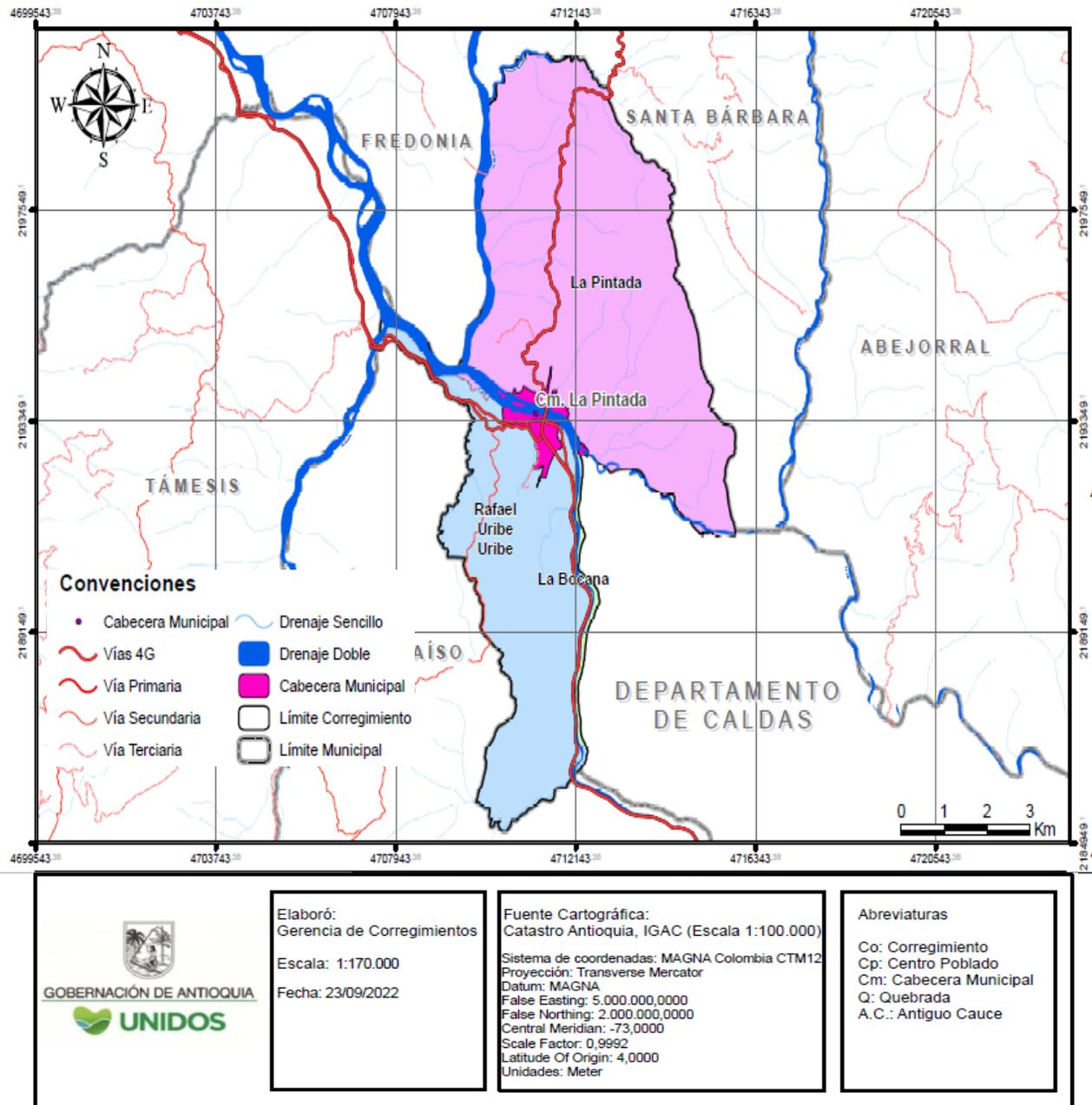
- A una altura de 1380 msnm en el Cerro Amarillo existe un petroglifo con forma de jarra, además, se narra la existencia de un sistema de cavernas de difícil acceso hacia el flanco occidental del cerro.

- Cerca de la hacienda Las Mercedes en el trayecto que conduce hacia Cerro Amarillo, existió una laguna llamada Algarrobo en cuyo fondo se encontró un enterramiento de artefactos de oro perteneciente a los indígenas de la región.
- Frente al Hotel Mi Rey en la Hacienda Las Vegas, existen unas rocas ubicadas a 8 metros de la margen occidental del río Cauca, que, según los pobladores, contienen petroglifos que se pueden apreciar únicamente en épocas de verano cuando el nivel del río es bajo, los cuales fueron elaborados por los habitantes prehispánicos del sector.
- En la Hacienda Ventanas los oriundos reportan la presencia de múltiples cercos en piedra, los cuales se asocian con el primer centro poblado al norte del Arma.

En materia de ferias y fiestas, destacan el Festival Nacional de Vaquería en febrero y las Fiestas del Turismo y la Ganadería celebradas a mediados del mes de junio, en ellas se resalta la tradicional actividad del coleo y la enlazada, arraigada gracias a la historia que tiene la vaquería en este territorio. Esta se remonta a aquellas épocas del ferrocarril cuando una vez terminado el descargue de los trenes, se batían en duelo los presentes para mostrar todas sus destrezas y habilidades en el manejo del rejo a campo abierto. Hoy en día dos escuelas de vaquería son las que lideran estos eventos, realizados en pistas adecuadas bajo un reglamento.

#### **4.7.5 Caracterización por Veredas**

La Pintada limita al norte con Fredonia y Santa Bárbara, al este con el municipio de Santa Bárbara, al sur con Valparaíso, Caramanta y el departamento de Caldas, y al oeste con los municipios de Valparaíso, Fredonia y Támesis. El municipio cuenta con una cabecera municipal y 3 veredas: La Pintada, Rafael Uribe Uribe y La Bocana, como se observa en la figura 9.



**Figura 9.** División político rural de La Pintada, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).

## **4.8 MONTEBELLO**

### **4.8.1 Minería**

La minería en Montebello está presente hasta en su escudo, donde se observa la pica y la roca como símbolo de su riqueza mineral. Esta es una actividad que hace parte del sector secundario con unas 1498 ha destinadas al uso minero del suelo, todo esto gracias a su tradición en la extracción de feldespatos, calizas, talco y materiales de construcción, además de la existencia de títulos mineros para la explotación de oro, plata y elementos del grupo del platino.

El sector minero ha sido de los principales generadores de empleo, ingresos y regalías para el desarrollo económico del territorio durante varios años, primero con la cementera El Cairo, luego con la empresa Sumicol-Suministros de Colombia SAS las cuales están en etapa de abandono.

Hacia el sector sur del municipio, se han realizado tradicionalmente explotaciones de aluviones de manera artesanal e informal por parte de familias de vocación agrominera, las cuales, en épocas de verano batean sobre las márgenes del Rio Buey y la Quebrada Sabaletas en búsqueda de oro que les permita complementar sus ingresos. Es común también el aprovechamiento informal de materiales de construcción en algunas quebradas.

### **4.8.2 Medio Ambiente y Territorialidad**

Montebello se localiza sobre el flanco occidental de la Cordillera Central, en un territorio en el que predominan los altiplanos separados por escarpes erosivos, su territorio es de morfología abrupta con alto grado de disección, tiene una temperatura promedio en su cabecera municipal de 16°C, cuenta con 83 km<sup>2</sup> de extensión dentro de los cuales 0.2 km<sup>2</sup> corresponden al área urbana. En Montebello predomina el piso térmico frío – medio con un área de 68 km<sup>2</sup>, seguido por 15 km<sup>2</sup> de clima cálido hacia la parte baja del cañón del Rio Buey.

El territorio cuenta con un gran potencial hídrico gracias a existencia de 29 microcuencas, las subcuencas de los ríos Miel y Buey, las subcuencas de la Quebrada La Honda y la Quebrada Sabaletas, que sirven a su vez de límites naturales con otros municipios.

En materia de conservación ambiental, Montebello está incluido dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP con un total de 12.3 ha, adicionalmente, existen áreas forestales protectoras priorizadas por biodiversidad distribuidas en bosque fragmentado (2427.5 ha), bosque de galería o ripario (76.8 ha), vegetación secundaria (996.8 ha) y en la categoría de suelo de protección (4.342 ha).

Dentro de los principales problemas medio ambientales están la pérdida de la capa arable, como consecuencia directa de la tala de árboles y posterior quema del suelo previo al cultivo por parte de los campesinos, a esto se le suma el uso de agroquímicos, la contaminación por residuos sólidos en las veredas por falta de sistemas de recolección, la contaminación asociada con las aguas residuales por la ausencia de pozos sépticos y el cambio climático, el cual en temporadas invernales intensas genera daños en los cultivos, terrenos y viviendas del sector rural (Alcaldía de Montebello, 2020).

Como consecuencia de su relieve accidentado y de diversos factores ambientales y geológicos, el territorio municipal es susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa, además de la presencia de diferentes procesos erosivos entre los que se encuentran cárcavamientos como el de las inmediaciones a la planta de cementos El Cairo, formación de surcos y cárcavas en los suelos derivados principalmente de los Stocks de El Buey y de La Honda. Para el caso de las vías que atraviesan Montebello, se tienen fenómenos de erosión concentrada con mal manejo de aguas de escorrentía en los corredores de Versalles-Montebello, El Gavilán-El Carmelo, El Gavilán-Campo Alegre y Montebello-Sabanitas. La erosión laminar ocurre predominantemente en aquellas zonas donde la capa forestal y vegetal ha sido removida, además de la socavación de orillas la cual se desarrolla a lo largo de distintos puntos de los cuerpos de agua que recorren el municipio, que a pesar de ser procesos generalizados y de poca afectación territorial, constituyen fenómenos desestabilizantes de los terrenos. También existen amenazas altas de ocurrencia de avenidas torrenciales e inundación por cuerpos de agua, asociadas con el Río Buey y el Río La Miel, además de las quebradas Zarcitos, Sabaletas, La Honda, Aguas Blancas, Olival, Palomar y Las Chuchas (Alcaldía de Montebello, 2022).

#### **4.8.3 Proyectos Productivos**

Gracias a su gran extensión territorial, topografía y variedad de pisos térmicos, el principal uso del suelo es el agrícola, encabezando la economía del municipio el cultivo de café y aguacate, seguido de hortalizas, plátano, frijol, maíz, caña de azúcar, frutales y en menor proporción tabaco, teniéndose un buen potencial para el agroturismo. Al poseer grandes áreas de vegetación, abundan las plantas medicinales y se tiene una buena oferta forestal asociada a las laderas montañosas para su uso en la construcción, tinte y ebanistería. La industria ganadera se explota por medio del ganado vacuno, mular, caballo y porcino.

#### **4.8.4 Patrimonio Material e Inmaterial**

De acuerdo con información de la Alcaldía de Montebello (2015), el caserío de Sabaletas se estableció en el año 1619 sobre el antiguo camino español que unía Santiago de Arma con la provincia de Antioquia. No está claro cómo se poblaron en el pasado las áreas que componían el municipio de Montebello durante la conquista y la colonia. Se sabía que

Montebello formaba parte de la parroquia de Sabaletas en ese momento, que servía como una parada de descanso obligada en el camino que conectaba las provincias de Antioquia y Popayán. No fue sino hasta 1756, cuando el Virrey José Solís Folch de Cardona incluyó Sabaletas a Antioquia, la cual pertenecía a Santiago de Armas y ésta a su vez a la provincia de Popayán. También se sabe que los hombres del mariscal Jorge Robledo fueron los primeros españoles en pisar estas tierras y en aniquilar a todas las familias indígenas que encontraron. Fue uno de sus hombres, el señor Jacinto de Arboleda, quien recibió las tierras de Montebello de manos del Gobernador de Popayán, Don Juan de Borja. Posteriormente los territorios fueron comprados por Don José Ubaldo Vásquez en 1737, quien luego los entregó a la gente de Arma. Antes de que el ilustre Juan de la Cruz Gómez Plata, quien presidía los asuntos de la Diócesis de Medellín, ordenara trasladar la iglesia en 1843 durante una visita a la parroquia de Sabaletas porque no le gustó la ubicación de la construcción. Esta orden generó debate entre los lugareños y como resultado, muchos de ellos se establecieron en donde hoy está la cabecera municipal hasta que lograron construir un centro poblado (Alcaldía de Montebello, 2015).

Dentro de los bienes inmuebles de interés patrimonial y carácter cultural se encuentran la calle en piedra (María Pardo), la Casa la Lomita, Casa Museo La Estación, Casa La Gruta, el cementerio, el centro histórico (sector de preservación urbanística), los caminos reales, la Capilla Nuestra Señora de la Candelaria y la Casa de la Granja (Alcaldía de Montebello, 2022). A continuación, se describen algunos de los inmuebles importantes del territorio:

Capilla Nuestra Señora de la Candelaria: localizada en el corregimiento de Sabaletas con declaratoria de monumento Nacional en el año 1984, esta construcción de estilo colonial data de principios del siglo XVII, su piso es de tierra compacta y sus muros de tapia pisada de 80cm de espesor empañetados con cal y boñiga.

Casa Museo La Estación: localizada a cinco cuadras del parque principal en el barrio Las Mercedes, conserva antigüedades de diferentes tipos como tallas de madera, balanzas, cuadros, esculturas y electrodomésticos viejos, además de poseer obras reparadas y colecciones del maestro Jesús Salvador Domínguez.

Casa de la Cultura Cristóbal Patiño Osorio: nombrada así en honor al poeta y escritor montebellense, esta casa reúne expresiones artísticas de danza, cuentería, teatro, tertulia literaria y música. Adicionalmente se cuenta con ludoteca, museo de antigüedades, gimnasio y biblioteca pública.

Museo El Bramadero: lugar que consta de una exposición de entre 38 y 40 colecciones de antigüedades, un puente de los años 30 y una réplica de la iglesia.

Dentro del patrimonio natural destacan senderos ecológicos, cerros, balnearios y cascadas como lo son:

Cerro el Rodeo: también conocido como Cerro Cristo Rey debido a que allí hace presencia el Monumento que lleva este mismo nombre y que data del año 1932, esta geoforma se localiza al occidente del municipio y corresponde al punto con mayor altitud en el territorio, desde donde se puede disfrutar de la gran panorámica de Montebello y sus alrededores. En un sector de este cerro se construyó el sendero ecológico Malomar, un lugar de fomento cultural, lúdico y ambiental de la comunidad.

Cerro San José: en su cima se halla el monumento a San José, el cual fue inaugurado en el año de 1932.

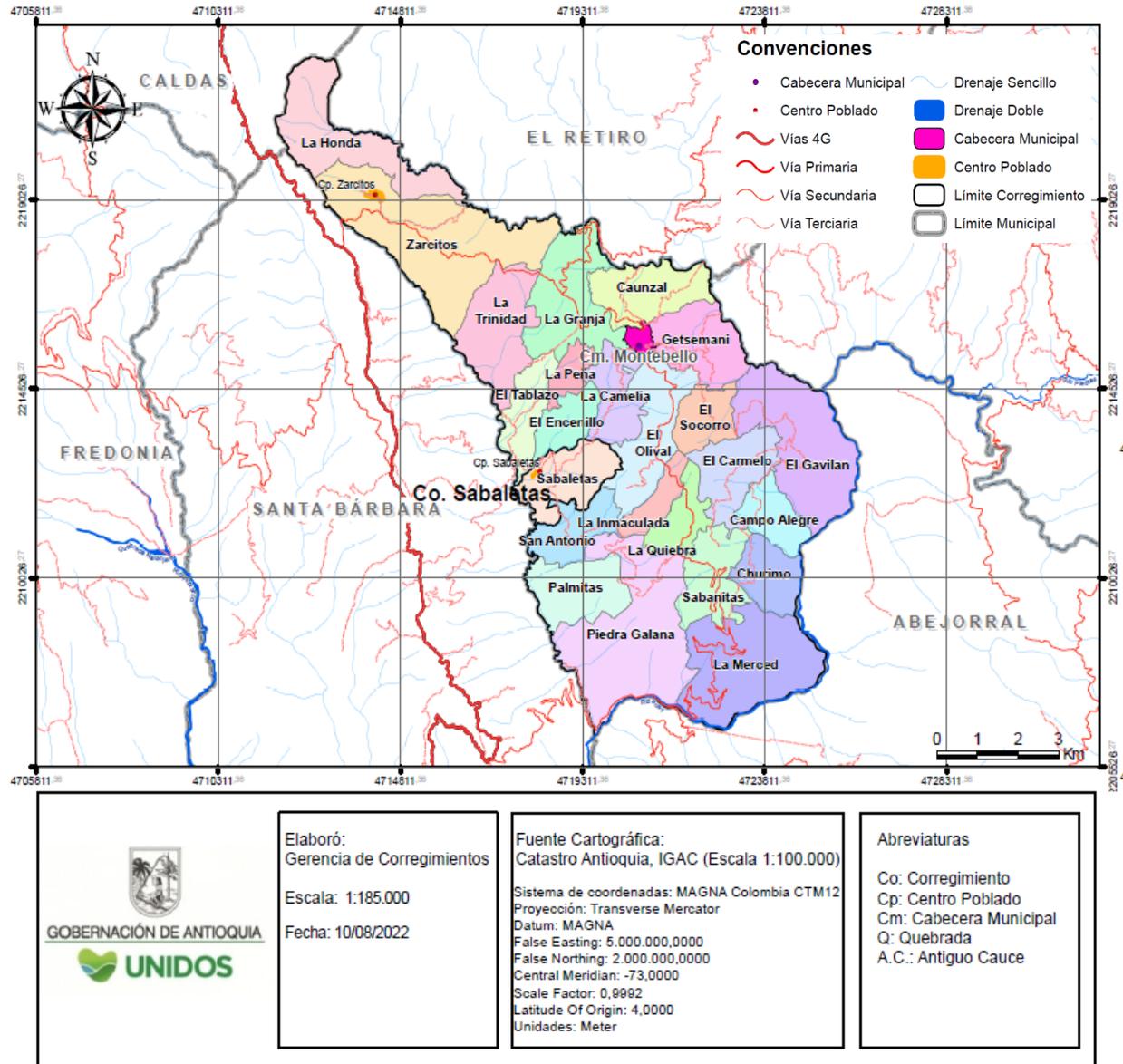
Cascada Agua Blanca: localizada en la vereda La Camelia, para llegar a este punto de espectacular belleza natural y de aguas cristalinas, se debe recorrer un sendero ecológico que permite apreciar la diversidad de flora y fauna del territorio.

Charcos Naturales Zarcito: localizados a 10 km del casco urbano en la vía que conduce de Versalles a Montebello, estas piscinas naturales cuentan con zona para acampar y hacen parte de los tributarios de la cuenca de la Quebrada La Honda, se caracterizan por estar rodeados de exuberante vegetación alrededor de sus cauces.

En materia de ferias y fiestas, son importantes las Fiestas del Aguacate y el Retorno, realizadas cada dos años en homenaje a este producto característico de gran calidad y cantidad en el municipio. Adicionalmente, en el corregimiento de Sabaletas se realizan cada dos años las Fiestas del Zapote en el primer festivo de noviembre.

#### **4.8.5 Caracterización por Veredas**

Montebello está constituido por 23 veredas, 1 corregimiento y 6 centros poblados: La Inmaculada, La Quiebra, Portugal, El Churimo, Sabanitas, Palmitas, La Honda, Zarcitos, La Trinidad, La Granja, El Caunzal, La Peña, El Tablazo, El Obispo, Getsemaní, Cortado, La Camelia, El Encenillo, El Olival, El Socorro, El Gavilán, El Carmelo, San Antonio, Piedra Galana, El Aguacate, Campo Alegre y La Merced. El único corregimiento que posee el municipio es el de Sabaletas.



**Figura 10.** División político rural de Montebello, modificado de (Gobernación de Antioquia, 2022).

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Localización Zona Piloto

Con base en la información filtrada en el capítulo anterior sobre los 8 municipios del suroeste cercano antioqueño, se evidencia que la zona que más adolece por los pasivos socio-ambientales generados, por la usencia de un cierre técnico por parte de algunas de las empresas mineras más importantes de la región, se localiza al interior de la cuenca del Sinifaná entre los municipios de Amagá y Angelópolis, que es además una zona caracterizada por sus altas tasas de subsidencia como consecuencia de la minería informal del carbón. Razón por la cual, este estudio se centró en la caracterización socio-ambiental de las comunidades que residen al interior del polígono de la figura 11, denominado con el nombre de zona piloto y corresponde con el área que presenta la mayor cantidad de problemáticas en lo que a minería informal, educación, economía, sociedad y medio ambiente se refiere.

La zona piloto abarca un área de 25 km<sup>2</sup> y en su gran mayoría se encuentra dentro del municipio de Amagá, limitando al norte con la Quebrada La Clara (Sur de Angelópolis), el polígono de estudio piloto atraviesa longitudinalmente un fragmento al sur del municipio de Angelópolis y toda una gran franja del territorio amagaseño en sentido norte-sur hasta la Quebrada Sinifaná en límites con Fredonia.

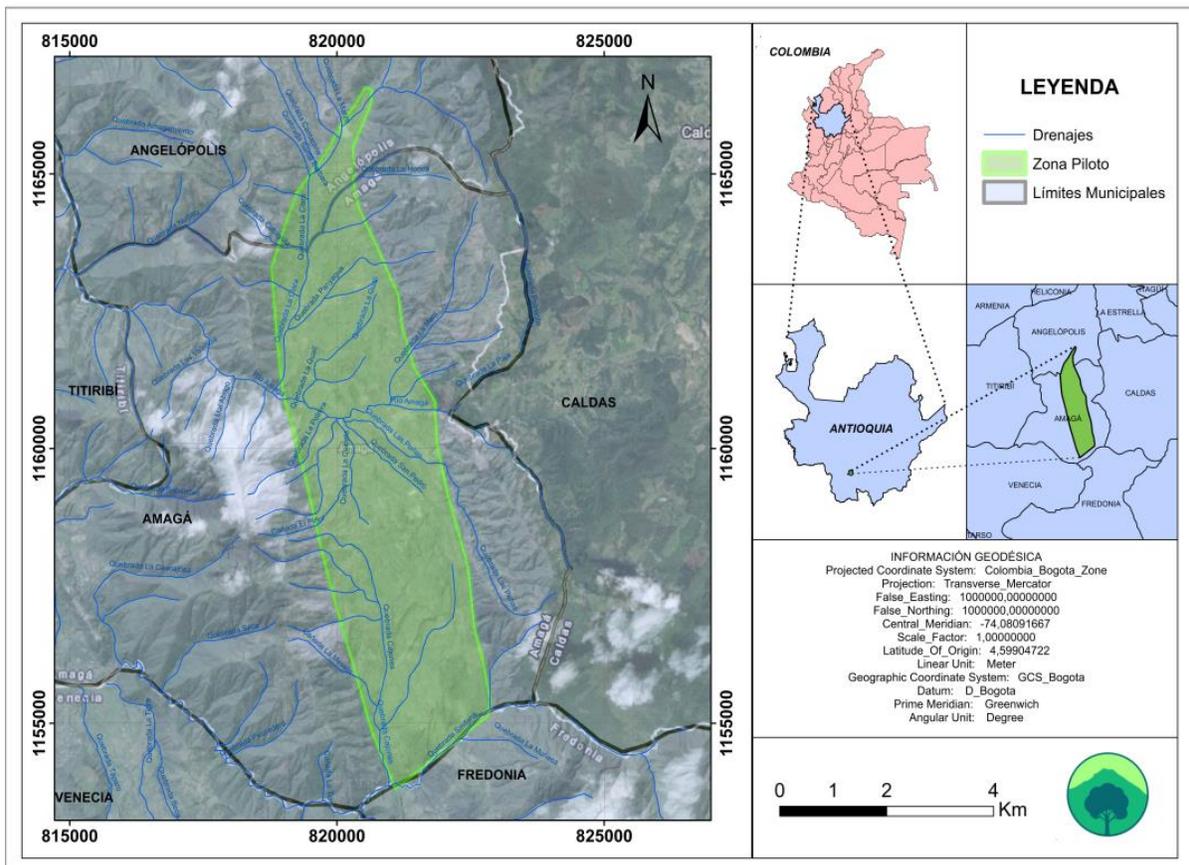


Figura 11. Zona Piloto

## 5.2 Malla de Muestreo

Con el fin de realizar el levantamiento de la información primaria necesaria, para construir la línea base con enfoque territorial en el marco de reconversión minera del suroeste cercano antioqueño, se diseñó una malla de muestreo con celdas de 270m x 270m (ver Figura 12) de acuerdo a la forma de la zona piloto, de tal manera que a través del encuestamiento sistemático de habitantes en las viviendas localizadas sobre las coordenadas dadas por la malla de muestreo, se recopilara la mayor cantidad de información georreferenciada de tipo socio-ambiental posible. Con el objetivo de realizar el análisis y posterior procesamiento geoestadístico de la información contenida en dichas encuestas y así generar cartografías automáticas basadas en las respuestas de las preguntas formuladas.

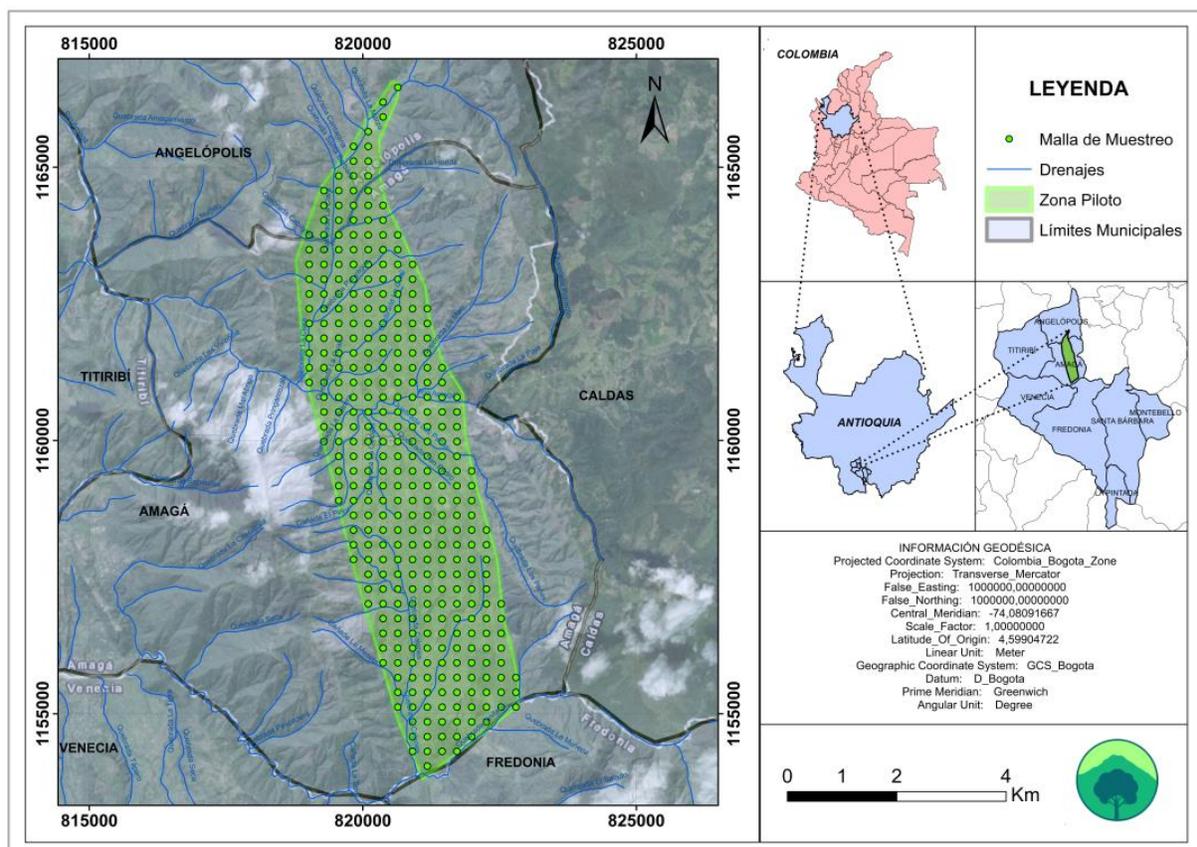


Figura 12. Diseño de malla de muestreo de 270m x 270m, utilizada en la aplicación del instrumento de recolección de información primaria de tipo socio-ambiental.

### 5.3 Trabajo de Campo

El levantamiento de la información primaria para la construcción de la línea base socio-ambiental (ver Figura 13), se llevó a cabo durante la campaña de campo que se realizó durante los días 16 al 19 de marzo del 2023, con la ayuda de GPS y de 5 equipos de trabajo interinstitucionales, conformados por estudiantes de pregrado y posgrado de 4 instituciones de educación superior (ITS), además de los docentes representantes de dichas instituciones que hacen parte del proyecto “Hoja de Ruta con Enfoque Territorial para el Diseño e Implementación de un Centro Colombiano, Cultural e Investigativo de Patrimonio Minero en la zona de influencia del programa de reconversión minera del el Suroeste Cercano Antioqueño”, estas ITS son: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Universidad Pontificia Bolivariana, Instituto Tecnológico Metropolitano y Universidad EIA.



**Figura 13.** Levantamiento de información primaria georreferenciada en la zona piloto, por medio de encuestas y GPS.

Al tratarse de un proyecto interinstitucional con diferentes objetivos, la encuesta de caracterización poblacional constó de 35 preguntas divididas en 4 dimensiones basadas en las tipologías a analizar, una dimensión minera, otra ambiental, una cultural y la cuarta dimensión de tipo económico. Sin embargo, para cumplir con el objetivo de esta investigación, se seleccionaron únicamente 14 de estas preguntas, la mayoría con respuestas de si o no, distribuidas en tres de las 4 dimensiones, la minera, la ambiental y la económica, que fueron las que mejor cumplían con el propósito del levantamiento de la línea base y las cuales se mencionan a continuación:

#### **Dimensión Minera:**

- ¿Usted vive cerca de una bocamina?
- ¿Alguien del grupo familiar trabaja en la mina?
- ¿Qué tipo de Mina es?
- ¿Usted tiene conocimiento de que en la mina se haya presentado algún accidente?
- ¿El terreno donde usted vive ha sufrido hundimientos?
- ¿La vivienda donde usted vive ha sufrido de agrietamientos?
- ¿Usted se siente afectado por la actividad minera?

#### **Dimensión Ambiental:**

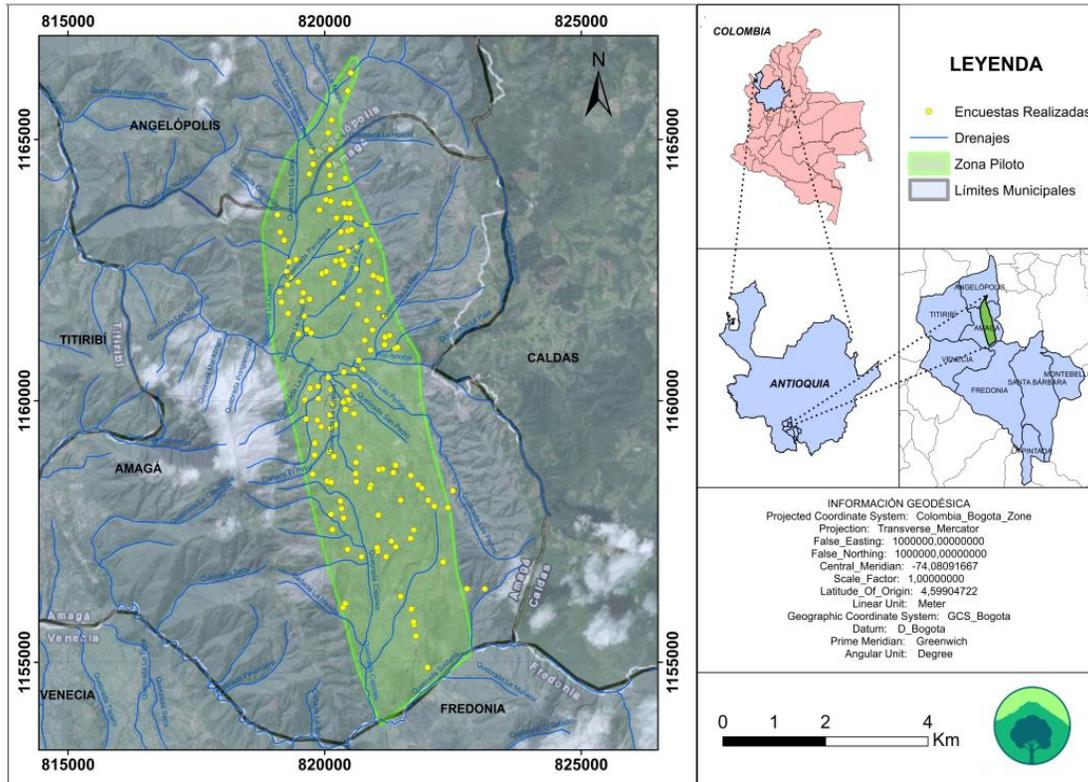
- ¿El Agua que usted consume es potable?
- ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por inundación, crecientes o arroyos?
- ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por terremotos?
- ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por derrumbes o deslizamientos?
- ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por vendaval, ventarrones o tormentas?

#### **Dimensión Económica:**

- ¿Cuántas personas habitan en esta vivienda?
- ¿Alguien de su grupo familiar ejerció la minería y ya no lo hace?

Cabe resaltar que al no haber viviendas localizadas en todos los puntos de muestreo planeados de la Figura 12, estas encuestas se realizaron en las viviendas que estuvieran más cercanas a las coordenadas iniciales de la malla. Adicionalmente, las zonas de difícil acceso no fueron muestreadas por la dificultad para el desplazamiento.

La localización y distribución geográfica de las encuestas realizadas durante la campaña de campo, se observan en el mapa de la Figura 14:



**Figura 14.** Mapa de localización geográfica de las encuestas socio-ambientales realizadas. En total se muestrearon 152 viviendas.

## 5.4 Análisis Geoestadístico de los Datos

Los principios de la geoestadística se remontan a los años 50 y tienen sus raíces en la evaluación minera, ya que se desarrollaron para describir un aprovechamiento científico a problemas de evaluación en geología y minería, relacionados con la estimación de recursos minerales. El padre de esta disciplina es Georges Matheron, quien la definió como la aplicación del formalismo de las funciones aleatorias al reconocimiento y estimación de fenómenos naturales (Georges Matheron, 1971).

Hoy en día la geoestadística es una herramienta que se utiliza en los diferentes campos del saber, como consecuencia de que la mayoría de variables físicas y biológicas describen una importante heterogeneidad espacial, sin embargo, es posible encontrar patrones de continuidad y distribución en los distintos fenómenos naturales que nos rodean. La geoestadística es entonces, una ciencia aplicada que permite a partir de muestreos realizados en una zona de interés, analizar y predecir el comportamiento espacial de variables regionalizadas; es decir, aquellas que dependen de su continuidad en el tiempo o

en nuestro caso específico en el espacio. Este tipo de variables, se pueden representar con una función matemática que minimiza la varianza del error de estimación, lo que permite predecir los cambios espaciales de la magnitud asociada a determinado fenómeno natural con cierto grado de confianza.

Los objetivos de estudiar las variables regionalizadas son:

- primero, proporcionar valores estimados en localizaciones de interés.
- segundo, generar valores que en conjunto presenten iguales características de dispersión que los datos originales.

Es por esta razón que al darle un valor numérico representativo a las respuestas de la encuestas socio-ambientales realizadas y georreferenciadas en la zona piloto, estas se pueden tratar automáticamente como variables regionalizadas, susceptibles de ser estimadas y simuladas con métodos geoestadísticos; para posteriormente realizar cartografías automáticas que muestren la distribución de las variables a lo largo de la zona de estudio.

#### 5.4.1 Análisis Exploratorio de los Datos

Esta investigación está enfocado al tratamiento de 14 variables socio-ambientales de la zona piloto; para las cuales fueron tomadas 152 muestras y cuyas estadísticas e histogramas de frecuencia se observan a continuación:

##### 1. ¿Usted vive cerca de una bocamina?

[01] Si

[02] No

[03] No sé

|         |        |
|---------|--------|
| No      | 46.71% |
| No sabe | 5.26%  |
| Si      | 48.03% |

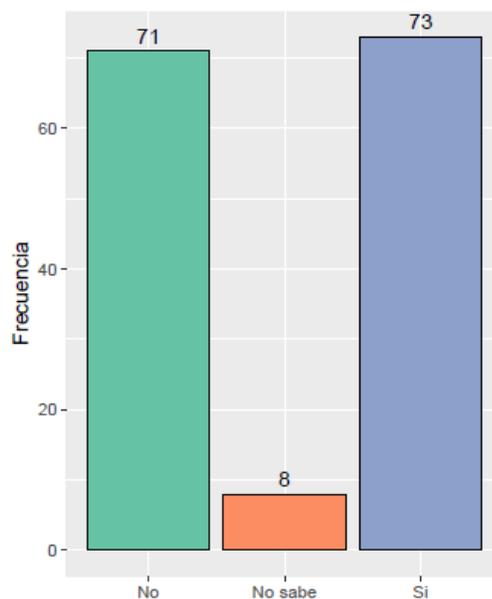


Figura 15. Histograma de frecuencias de la variable 1 (V1)

2. ¿Alguien del grupo familiar trabaja en la mina?

[01] Si

[02] No

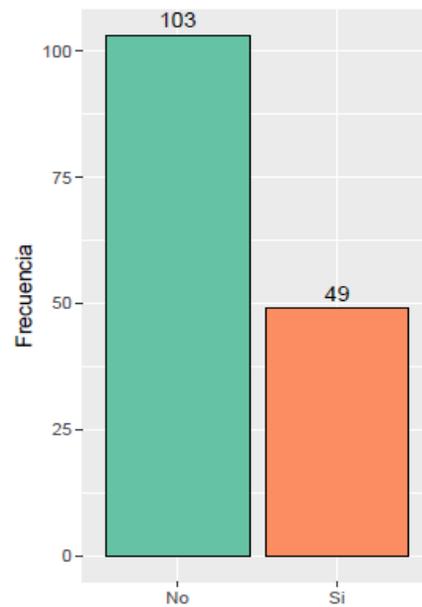
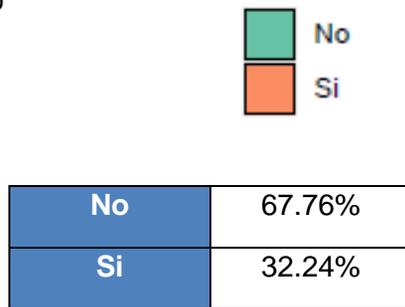


Figura 16. Histograma de frecuencias de la variable 2 (V2).

3. ¿Qué tipo de Mina es? (esta pregunta aplicaba si en la anterior se respondía que sí)

[01] Subterránea

[02] Cielo abierto

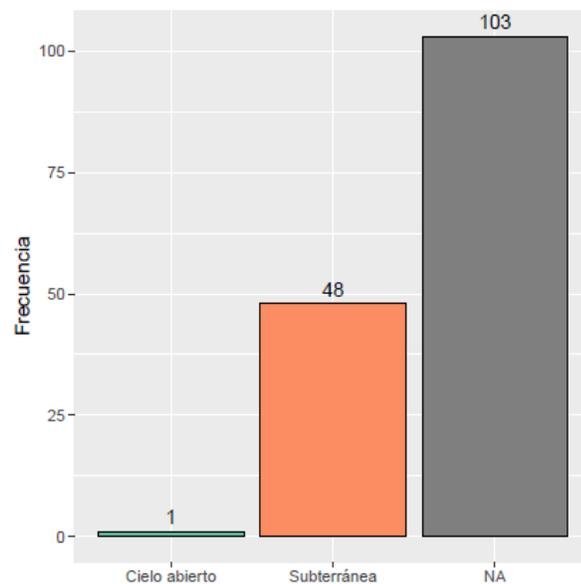
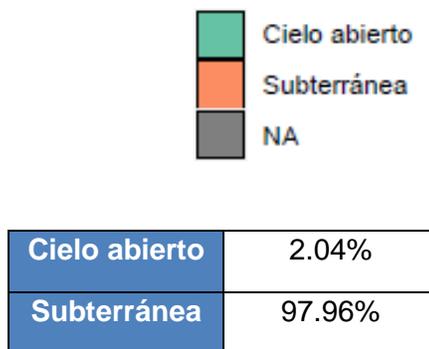
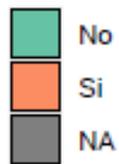


Figura 17. Histograma de frecuencias de la variable 3 (V3).

4. ¿Usted tiene conocimiento de que en la mina se haya presentado algún accidente?

[01] Si

[02] No



|    |        |
|----|--------|
| No | 30.61% |
| Si | 69.39% |

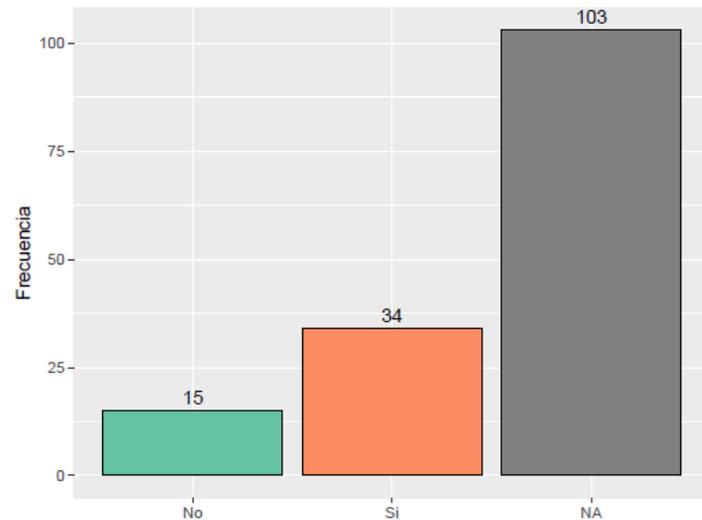


Figura 18. Histograma de frecuencias de la variable 4 (V4).

5. ¿El terreno donde usted vive ha sufrido de hundimientos?

[01] Si

[02] No



|    |        |
|----|--------|
| No | 57.24% |
| Si | 42.76% |

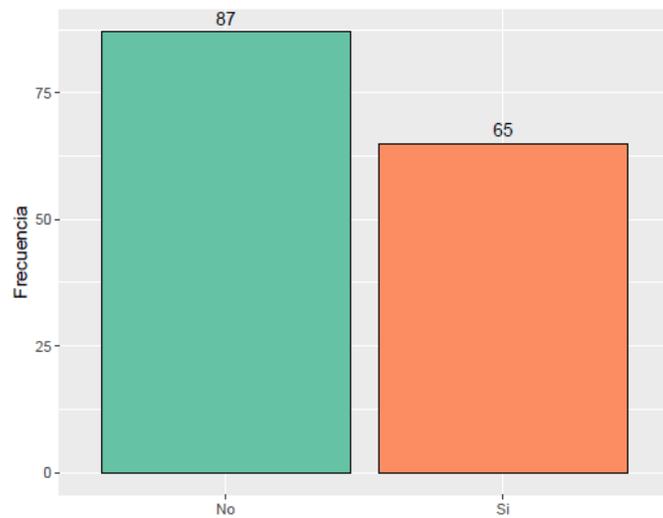


Figura 19. Histograma de frecuencias de la variable 5 (V5).

6. ¿La vivienda donde usted vive ha sufrido de agrietamientos?

[01] Si

[02] No

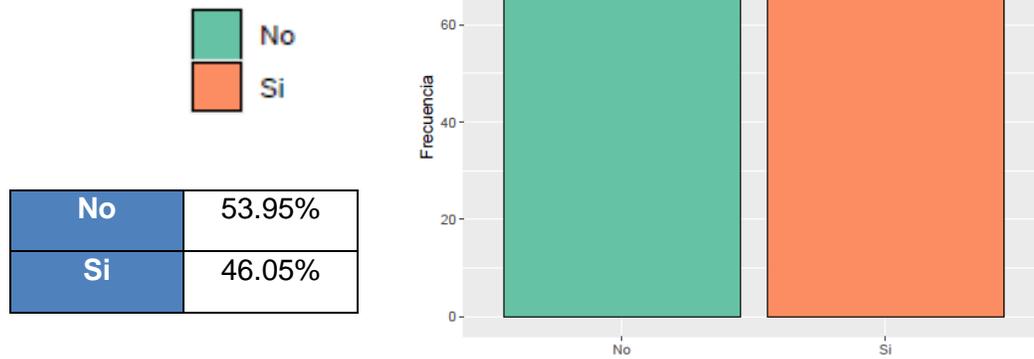


Figura 20. Histograma de frecuencias de la variable 6 (V6).

7. ¿Usted se siente afectado por la actividad minera?

[01] Si

[02] No

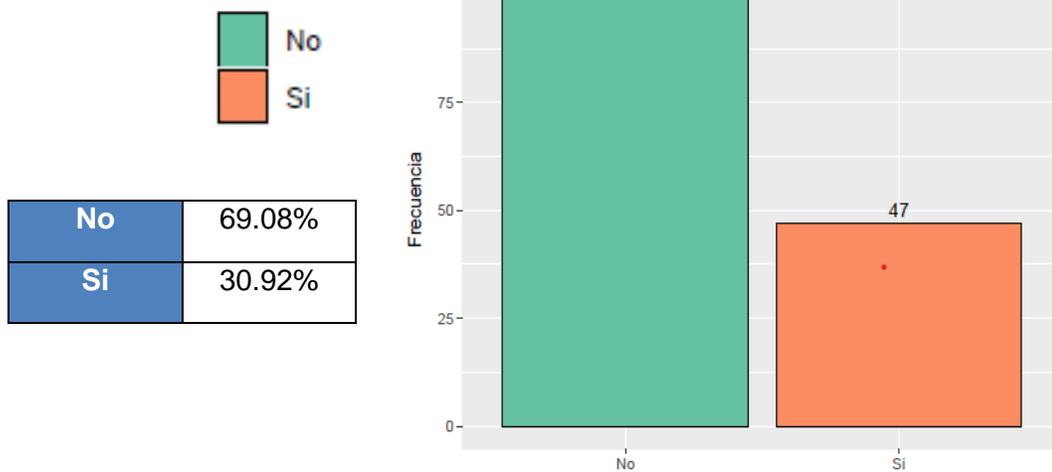


Figura 21. Histograma de frecuencias de la variable 7 (V7).

8. ¿El Agua que usted consume es potable?

[01] Si

[02] No

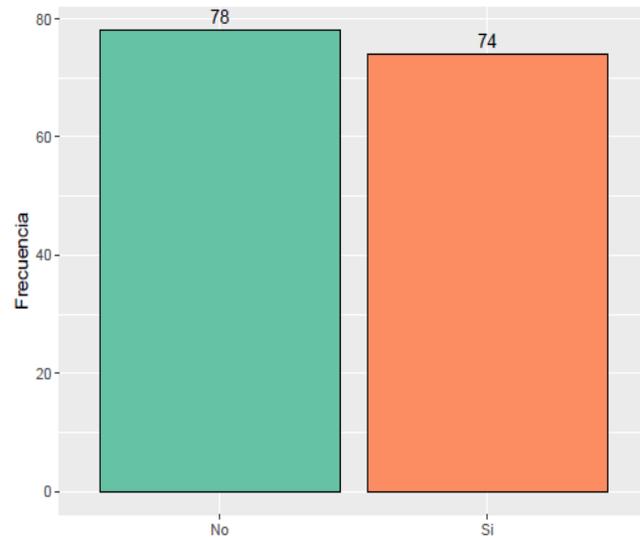
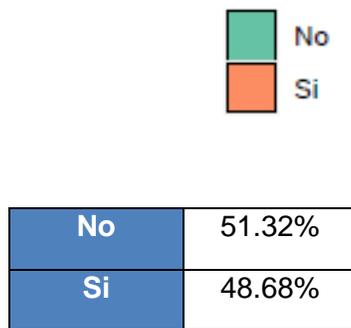


Figura 22. Histograma de frecuencias de la variable 8 (V8).

9. ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por inundación, crecientes o arroyos?

[01] Si

[02] No

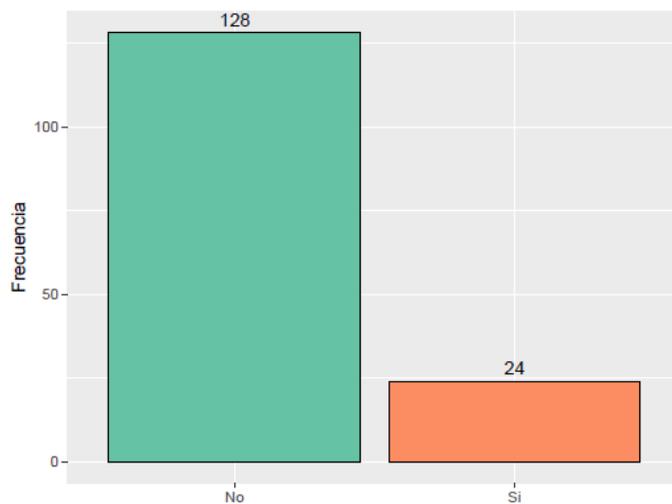
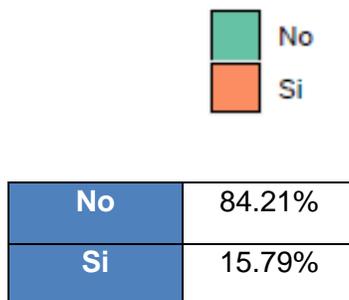


Figura 23. Histograma de frecuencias de la variable 9 (V9).

10. ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por terremotos?

[01] Si

[02] No

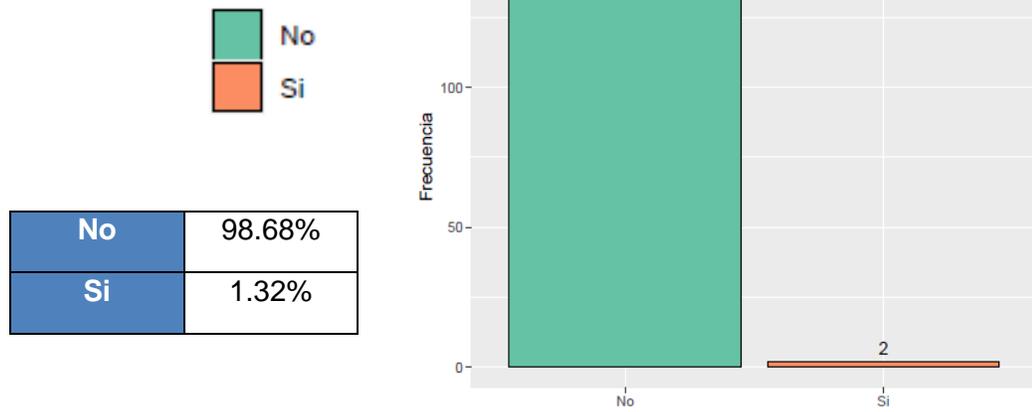


Figura 24. Histograma de frecuencias de la variable 10 (V10).

11. ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por derrumbes o deslizamientos?

[01] Si

[02] No

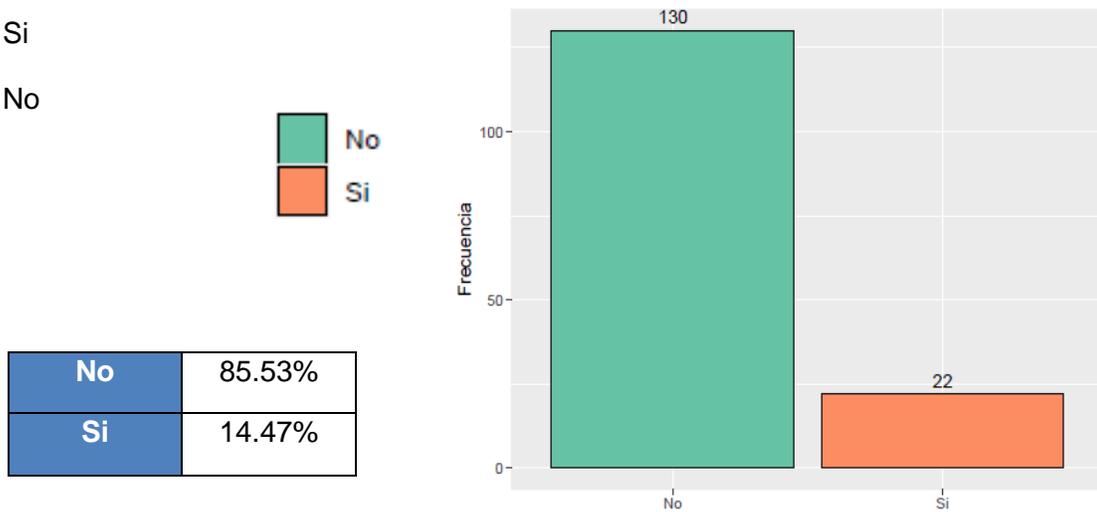


Figura 25. Histograma de frecuencias de la variable 11 (V11).

12. ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por vendaval, ventarrones o tormentas?

[01] Si

[02] No

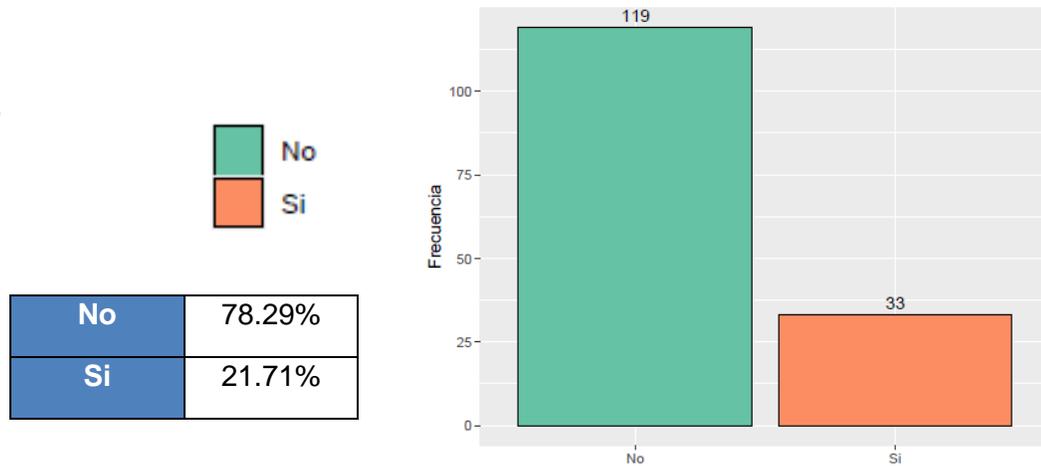


Figura 26. Histograma de frecuencias de la variable 12 (V12).

13. ¿Cuántas personas habitan en esta vivienda?

|    |        |
|----|--------|
| 1  | 8.55%  |
| 2  | 26.32% |
| 3  | 23.68% |
| 4  | 20.39% |
| 5  | 11.84% |
| 6  | 3.95%  |
| 7  | 3.29%  |
| 8  | 1.32%  |
| 9  | 0%     |
| 10 | 0.66%  |

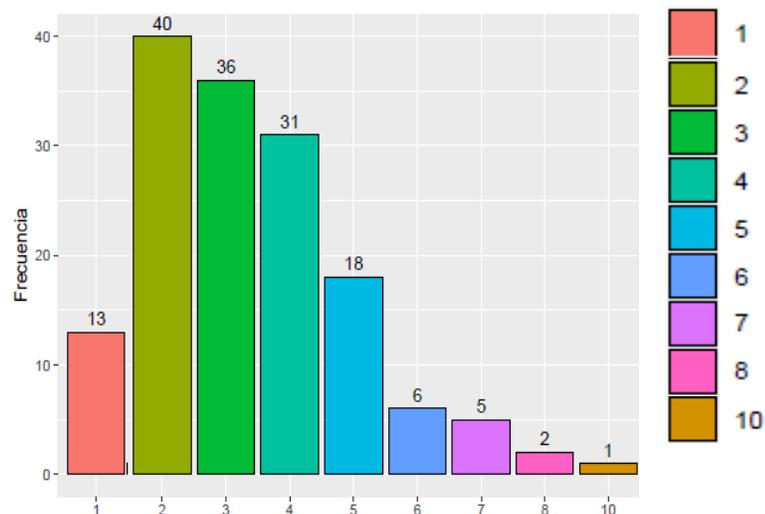


Figura 27. Histograma de frecuencias de la variable 13 (V13).

Nótese que el 82.23% de las viviendas indican que en ellas habitan entre 2 y 5 personas.

14. ¿Alguien de su grupo familiar ejerció la minería y ya no lo hace?

[01] Si

[02] No

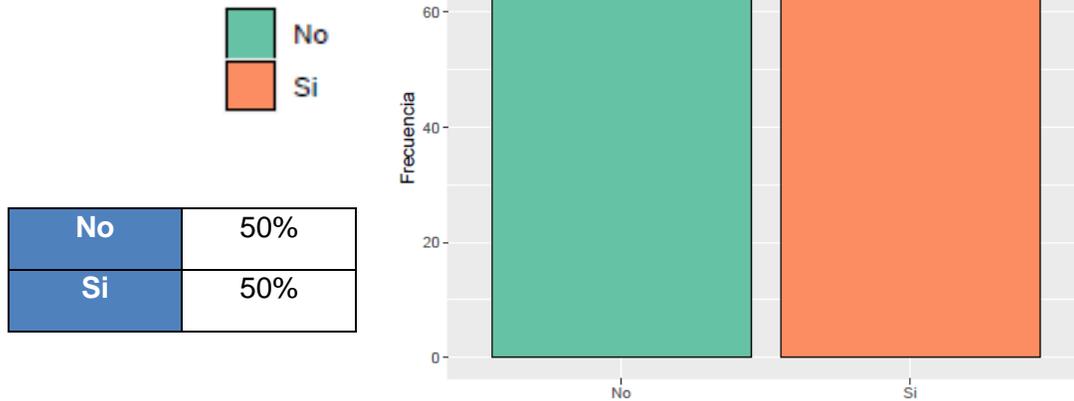


Figura 28. Histograma de frecuencias de la variable 14 (V14).

#### 5.4.2 Variografía y Validación cruzada

Consiste en el cálculo del semivariograma experimental, que es la herramienta geoestadística base, para determinar las condiciones de variabilidad y correlación espacial entre puntos geográficos de la variable que se desea modelar. Este surge como consecuencia de calcular la media aritmética de todas las diferencias, elevadas cada una al cuadrado, entre pares de puntos separados una distancia  $h$ , o dicho en otras palabras, la variación de los aumentos en el espacio que sufre el fenómeno de estudio en las posiciones separadas por una distancia  $h$  (Journal, 1974)(Journal, 1974)(Journal, 1974)(Journal, 1974)(Journal, 1974)(Journal, 1974)(Journal, 1974)(Journal, 1974)(Journal, 1974)(Journal, 1974).

$$\text{Var}\{Z(x + h) - Z(x)\} = 2\gamma(h)$$

La función  $\gamma(h)$  es la que recibe el nombre de semivariograma, y la cual puede conseguirse mediante la expresión:

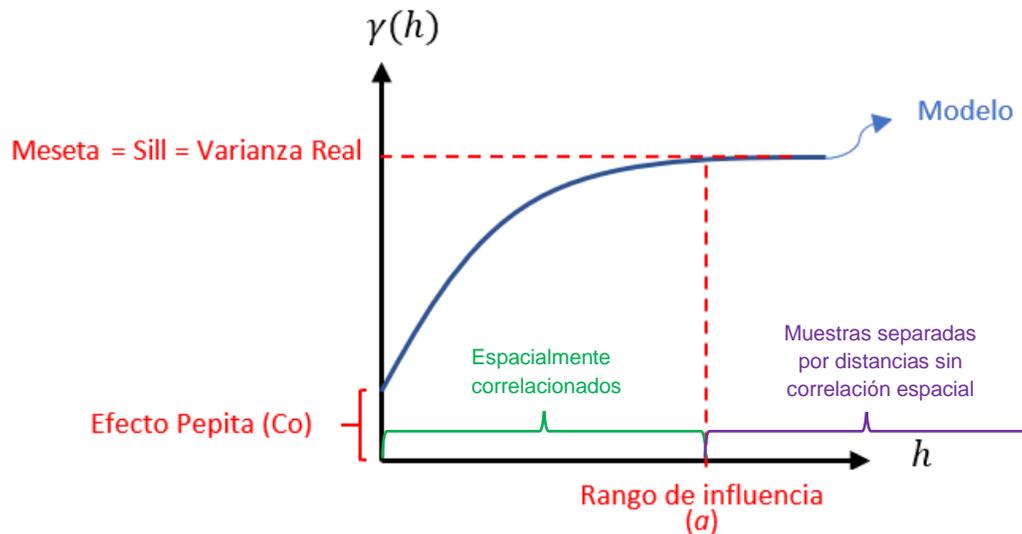
$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

$h$  = distancia entre muestras

$n$  = número de pares a una distancia  $h$

$Z(x)$  = valor que toma la variable en la muestra  $i$ ,  $i = 1, 2, 3 \dots$

$x_i$  = localizaciones donde son medidos los valores  $z(x_i)$



**Figura 29.** Esquema de un semivariograma.

Las partes que conforman un semivariograma son:

**Meseta o Sill:** es el valor de variabilidad máxima, y corresponde a ese valor de  $\gamma(h)$  para el cual, si aumenta  $h$  la función permanecerá constante. La meseta representa la varianza real del fenómeno.

**Rango de influencia (a):** distancia  $h$  en donde  $Z(x)$  y  $Z(x+h)$  dejan de estar correlacionados espacialmente.

**Efecto Pepita o Nugget (Co):** se supone que por definición los semivariogramas son nulos en el origen, sin embargo, en la práctica esto no siempre se cumple y se producen valores  $> 0$  cuando  $h=0$ . Esto sucede básicamente cuando hay errores, por ejemplo, al momento del muestreo, en el procesamiento de la información o cuando hay presencia de variaciones a escalas menores.

Debido a que generalmente en la práctica las distribuciones de las variables regionalizadas no obedecen a distribuciones normales, se optó por realizar una transformación gaussiana de las variables en bruto, denominada en geoestadística anamorfosis, con el fin de predecir el comportamiento de las variables socioambientales en la zona piloto a través de la simulación condicionada de bandas rotantes. Para el tratamiento de los datos se utilizaron los softwares ArcMap e Isatis Neo Mining versión académica, este último especializado en herramientas geoestadísticas.

Una vez identificado el algoritmo que representa la variable en estudio, es necesario validar su comportamiento espacial a través de la técnica de validación cruzada, la cual es un método de evaluación de los errores de estimación y consiste en esconder la información real de campo y a través de una técnica denominada kriging puntual, utilizando el modelo variográfico (algoritmo), volver a estimar el punto muestreado. Si el modelo está tan bueno, significa que en promedio los valores estimados menos los valores reales (error de estimación) deben ser muy cercanos a 0 y el valor estandarizado de estos errores muy cercano a 1, para garantizar que los errores estén normalmente distribuidos.

Otro método de evaluación de la calidad de los resultados procesados en la variografía, es construyendo un gráfico de dispersión, donde en la coordenada X se colocan los valores estimados y en el eje Y el error estandarizado, asegurándose un intervalo de confianza del 95%.

Para aceptar los modelos de semivariogramas propuestos, se fijó entonces un porcentaje máximo de rechazo de muestras del 10% y estadísticas basadas en los 152 datos de encuestas, en donde el promedio del error estandarizado estuviera cercano a 0 y la varianza del error estandarizado cercana a 1.

A continuación, se presenta la variografía y la validación cruzada de las variables en estudio. Nótese que todos los semivariogramas estimados representan estructuras anidadas, las cuales se componen de un efecto de pepita más una meseta representativa de varios modelos, ya sea esférico, gaussiano, exponencial o una composición entre estos:

## V1. ¿Usted vive cerca de una bocamina?

Variable: Gaussian V1

Dirección: Omnidireccional

Lag = 700 m

Distancia máxima = 3780 m

Número medio de pares = 1018,67

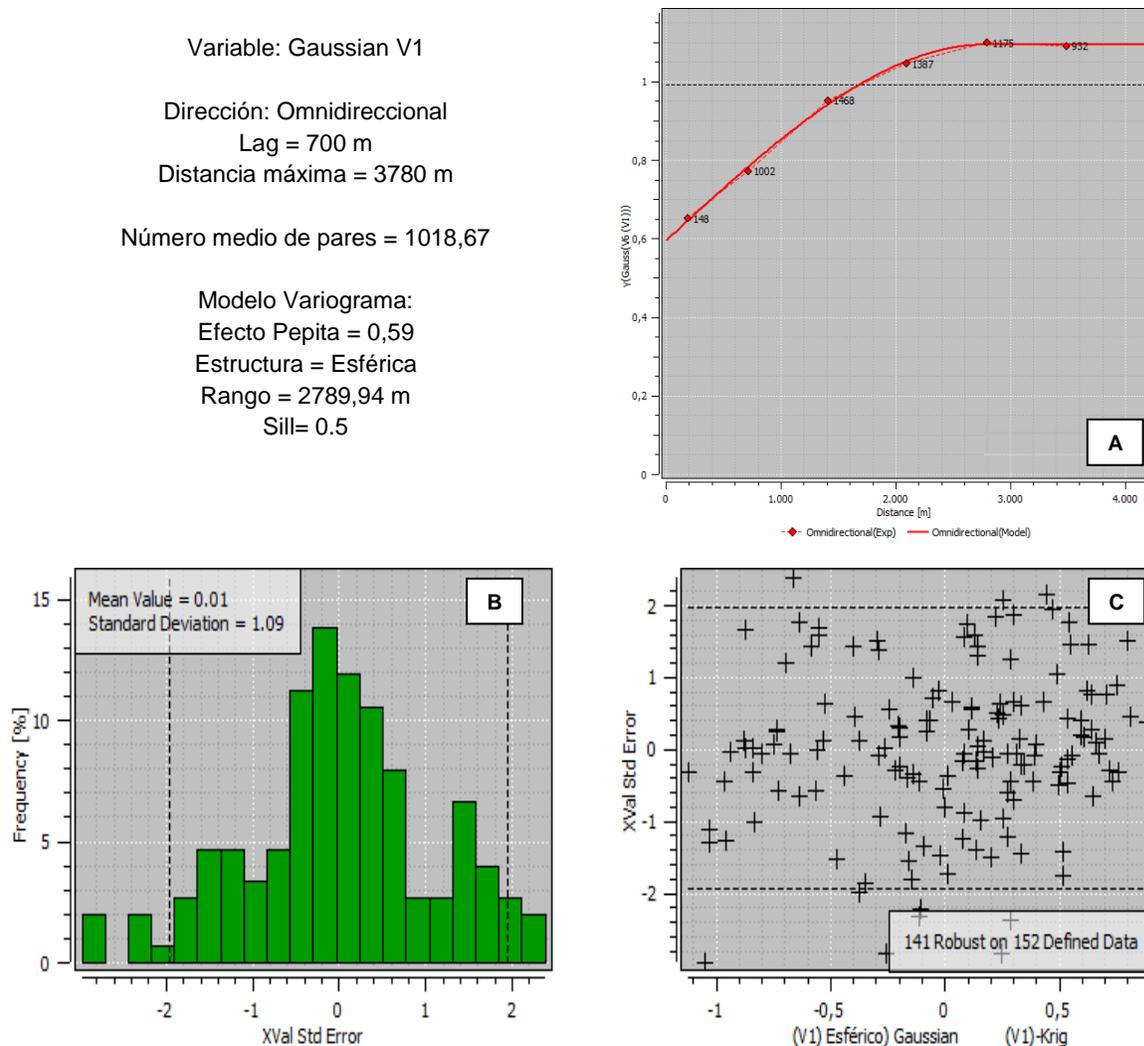
Modelo Variograma:

Efecto Pepita = 0,59

Estructura = Esférica

Rango = 2789,94 m

Sill= 0.5



**Figura 30.** Semivariograma de V1 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 1 con transformación gaussiana. El efecto pepita en esta estructura supera el 50% de la varianza experimental (meseta) y se debe en gran parte a que inicialmente se planteó una malla regular y por las dificultades de acceso se convirtió en una malla aleatoria, lo que aumentó el error de estimación. Se puede observar adicionalmente que la varianza real del fenómeno supera la varianza teórica (línea negra punteada en eje  $Y=1$ ), por lo que se estaría subestimando el fenómeno en caso de trabajar con la segunda en mención. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a 0.01 y desviación estándar igual a 1.09. **C)** Se rechazan 11 muestras equivalentes al 7% del total de las encuestas.

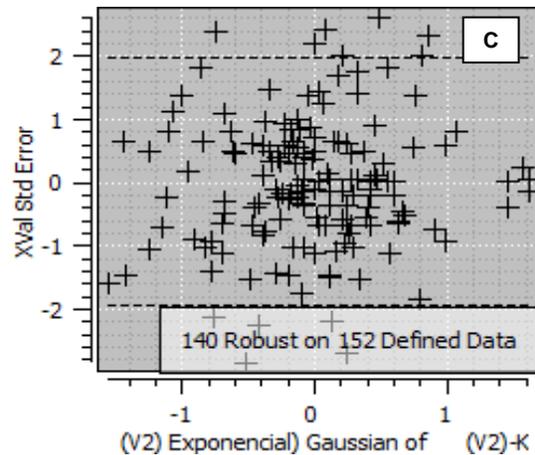
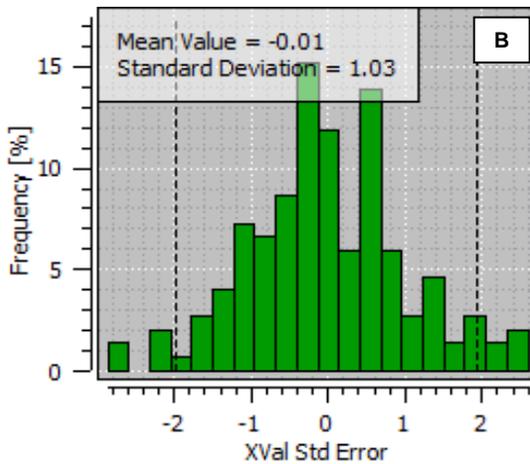
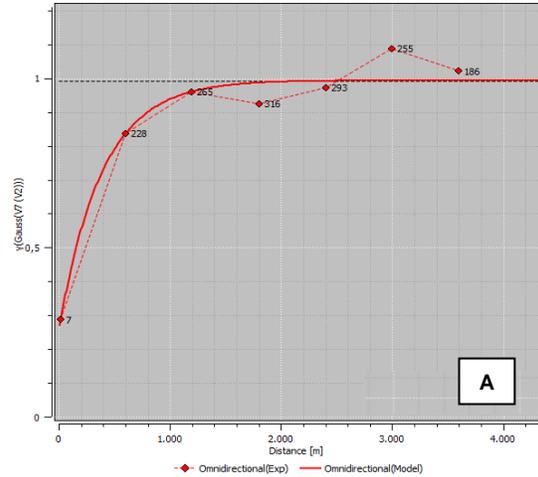
## V2. ¿Alguien del grupo familiar trabaja en la mina?

Variable: Gaussian V2

Dirección: Omnidireccional  
Lag = 600 m  
Distancia máxima = 3660 m

Número medio de pares = 221,429

Modelo Variograma:  
Efecto Pepita = 0,25  
Estructura = Exponencial  
Rango = 1163,87 m  
Sill = 0.74



**Figura 31.** Semivariograma de V2 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 2 con transformación gaussiana. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a -0.01 y desviación estándar igual a 1.03. **C)** Se rechazan 12 muestras equivalentes al 8% del total de las encuestas.

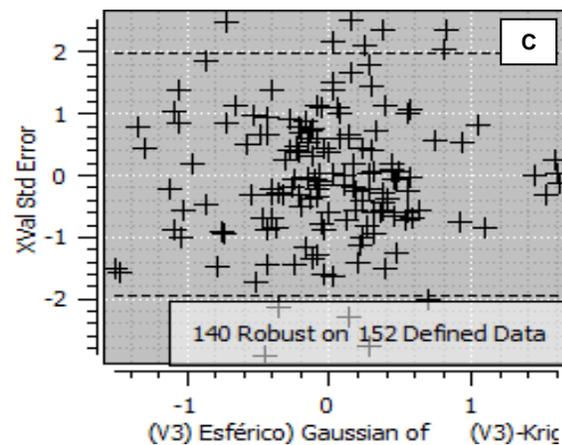
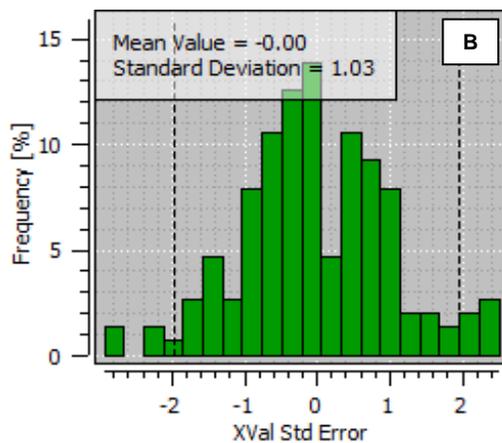
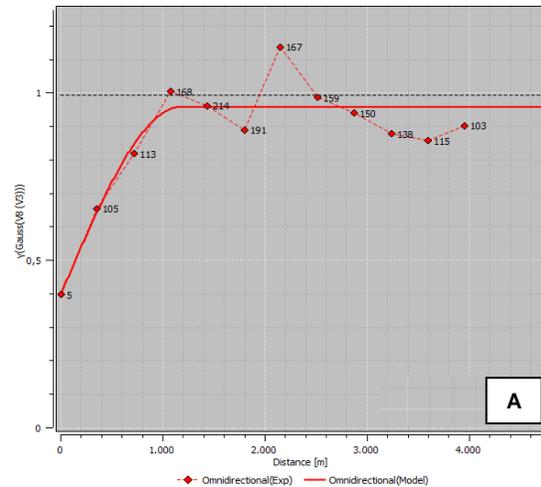
### V3. ¿Qué tipo de Mina es?

Variable: Gaussian V3

Dirección Omnidireccional  
Lag = 360 m  
Distancia máxima = 3996 m

Número medio de pares = 135,667

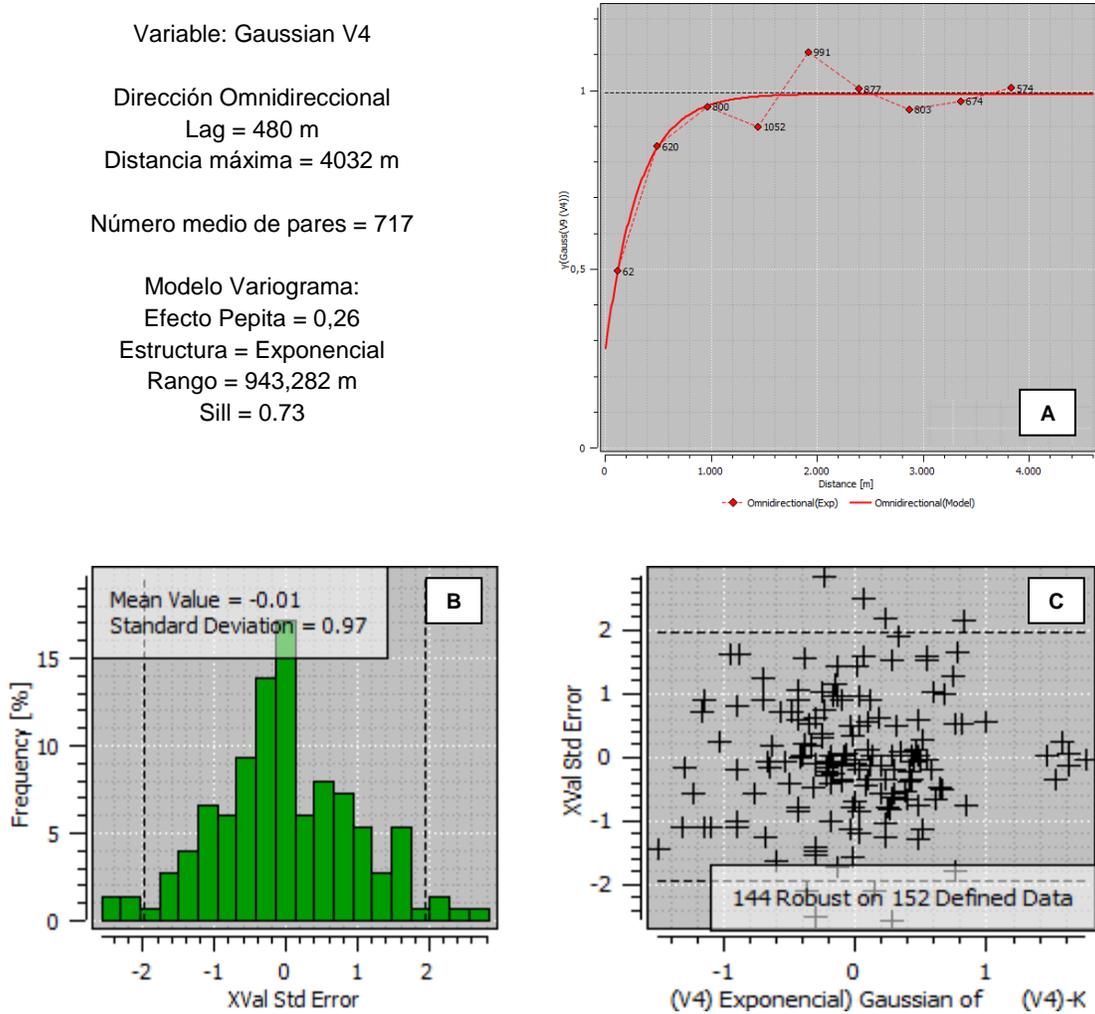
Modelo Variograma:  
Efecto Pepita = 0,39  
Estructura = Esférica  
Rango = 1184,15 m  
Sill = 0.56



**Figura 32.** Semivariograma de V3 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 3 con transformación gaussiana.  
**B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a 0 y desviación estándar igual a 1.03. **C)** Se rechazan 12 muestras equivalentes al 8% del total de las encuestas.

#### V4. ¿Usted tiene conocimiento de que en la mina se haya presentado algún accidente?



**Figura 33.** Semivariograma de V4 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 4 con transformación gaussiana. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a -0.01 y desviación estándar igual a 0.97. **C)** Se rechazan 8 muestras equivalentes al 5% del total de las encuestas.

### V5. ¿El terreno donde usted vive ha sufrido de hundimientos?

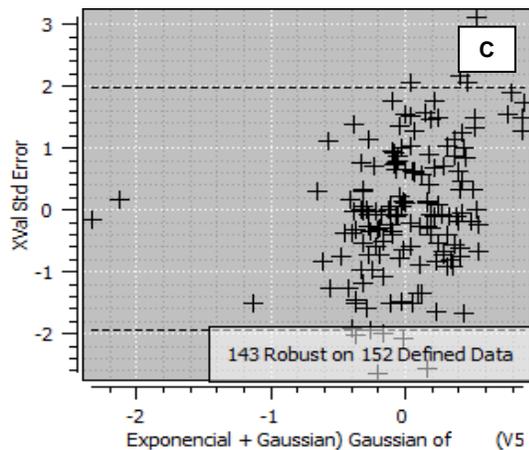
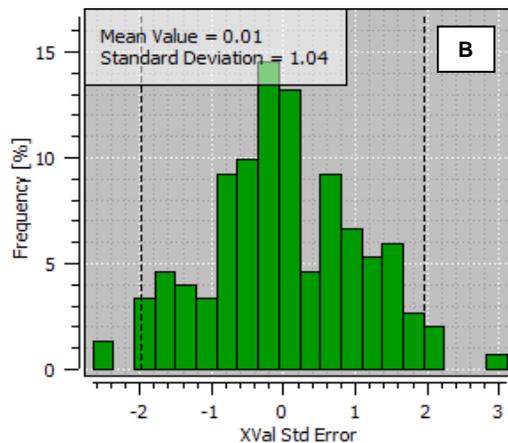
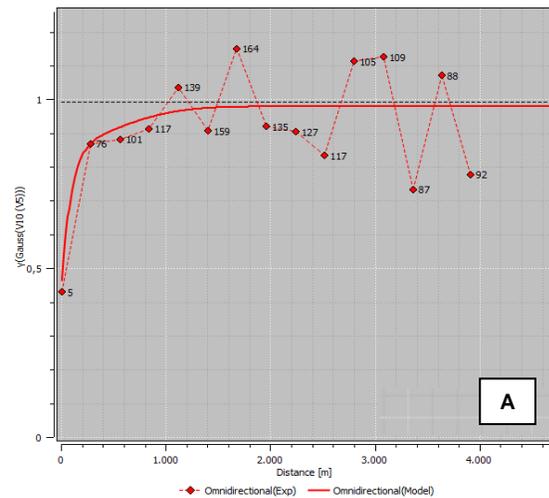
Variable: Gaussian V5

Dirección Omnidireccional  
Lag = 280 m  
Distancia máxima = 3948 m

Número medio de pares = 108,067

Modelo Variograma:  
Efecto Pepita = 0,42  
Estructura = Exponencial  
Rango = 280 m  
Sill = 0.46

Estructura = Gaussiana  
Rango = 1382,36 m  
Sill = 0.1



**Figura 34.** Semivariograma de V5 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 5 con transformación gaussiana. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a 0.01 y desviación estándar igual a 1.04. **C)** Se rechazan 9 muestras equivalentes al 6% del total de las encuestas.

## V6. ¿La vivienda donde usted vive ha sufrido de agrietamientos?

Variable: Gaussian V6

Dirección Omnidireccional

Lag = 240 m

Distancia máxima = 3864 m

Número medio de pares = 91,1765

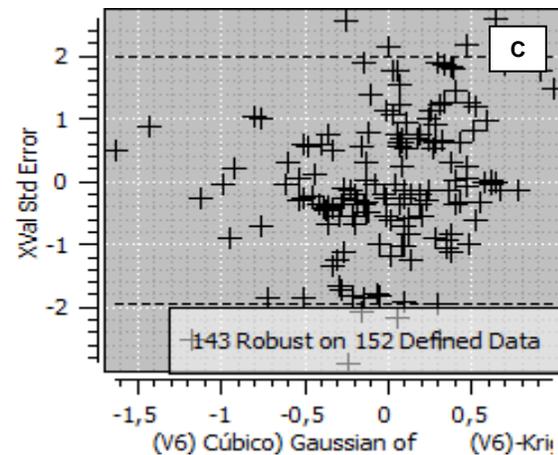
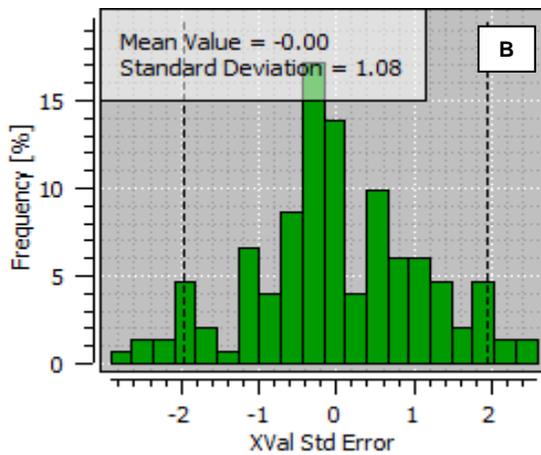
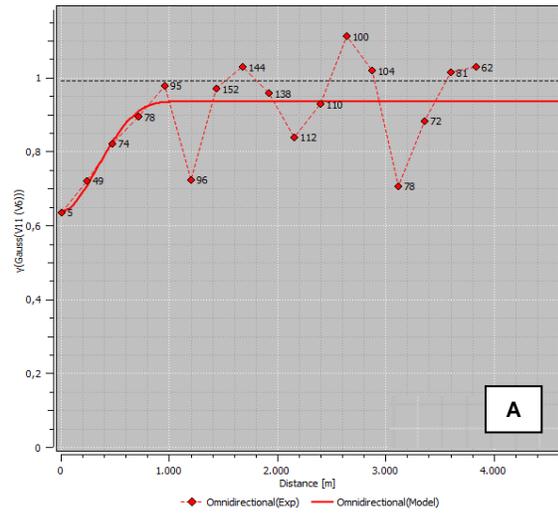
Modelo Variograma:

Efecto Pepita = 0.64

Estructura = Cúbica

Rango = 1132,87 m

Sill = 0.3



**Figura 35.** Semivariograma de V6 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 6 con transformación gaussiana. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a 0 y desviación estándar igual a 1.08. **C)** Se rechazan 9 muestras equivalentes al 6% del total de las encuestas.

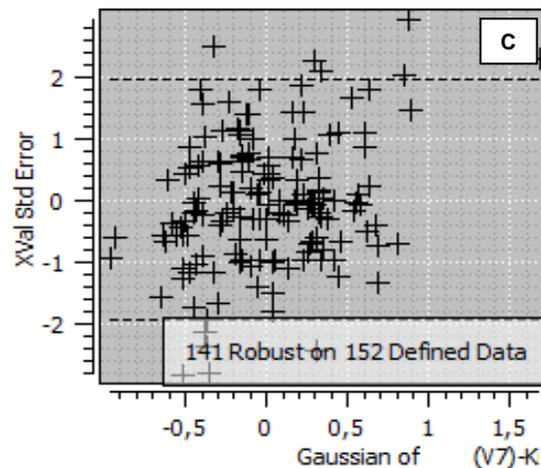
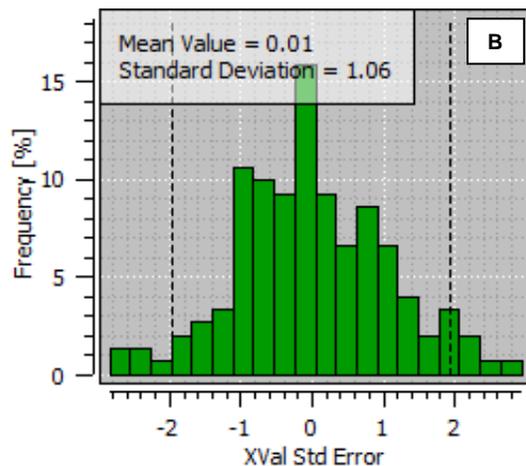
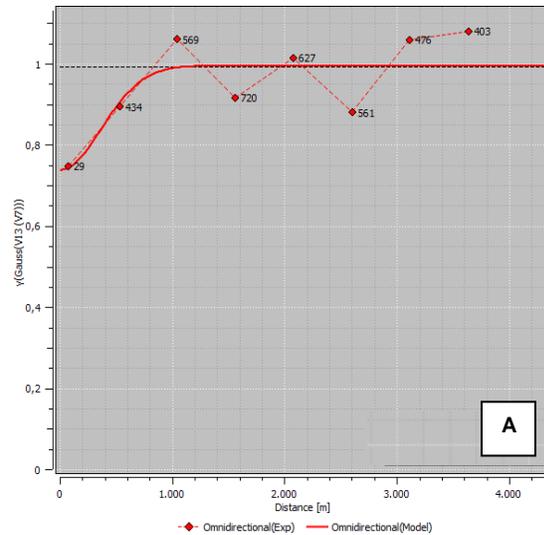
## V7. ¿Usted se siente afectado por la actividad minera?

Variable: Gaussian V7

Dirección Omnidireccional  
Lag = 520 m  
Distancia máxima = 3770 m

Número medio de pares = 477,375

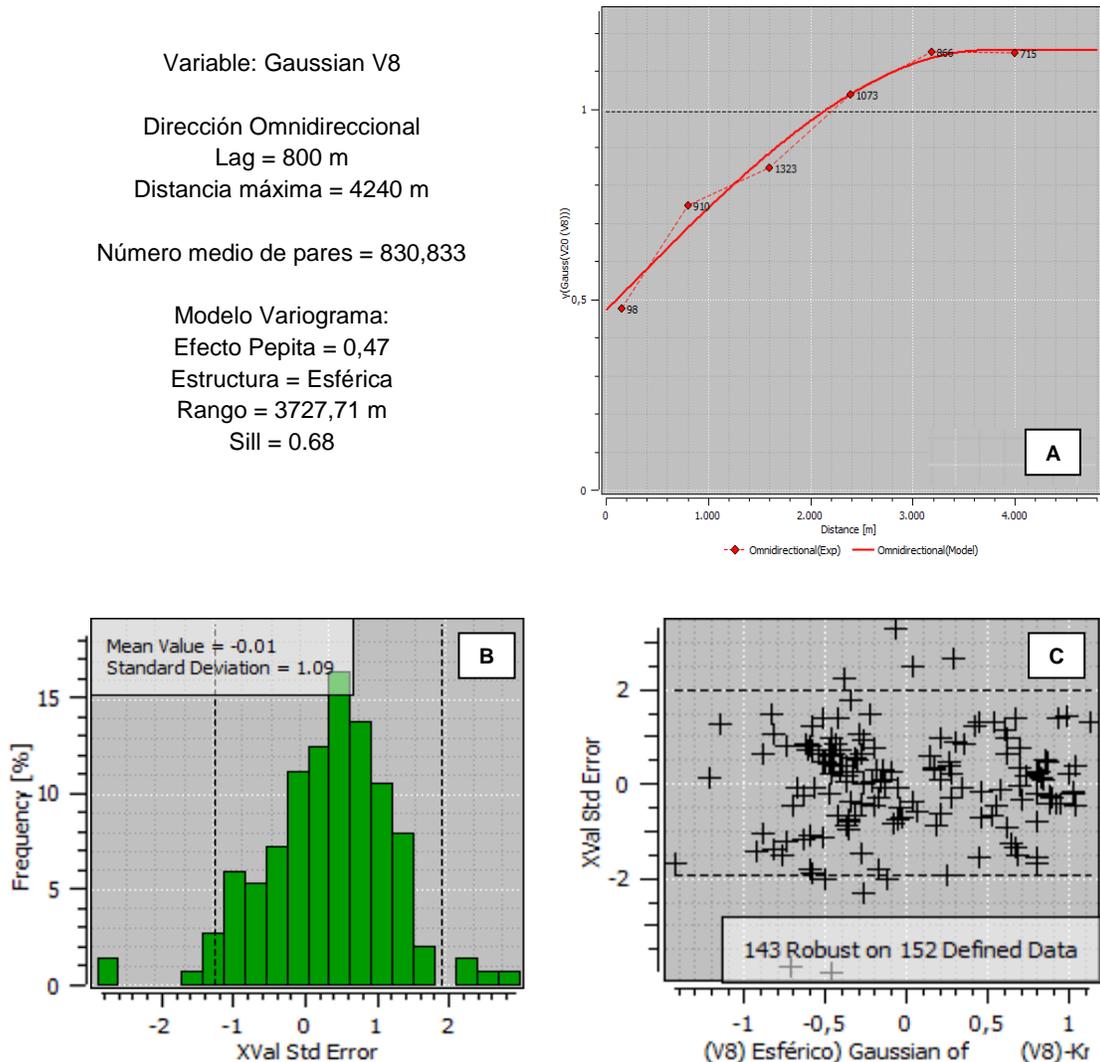
Modelo Variograma:  
Efecto Pepita = 0,74  
Estructura = Gaussiana  
Rango = 902,752 m  
Sill = 0.26



**Figura 36.** Semivariograma de V7 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 7 con transformación gaussiana. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a 0.01 y desviación estándar igual a 1.06. **C)** Se rechazan 11 muestras equivalentes al 7% del total de las encuestas.

## V8. ¿El Agua que usted consume es potable?



**Figura 37.** Semivariograma de V8 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 8 con transformación gaussiana. Hay que tener en cuenta que algunas de las personas encuestadas no tenían claridad en que significaba tener acceso a agua potable, lo que puede influir directamente en la estructura variográfica con un elevado efecto de pepita equivalente al 47% de la varianza teórica. Es decir, la varianza real del fenómeno en estudio sería igual al efecto de pepita más el Sill del semivariograma esférico, equivalente a sumar el efecto pepita y el Sill = 1.15; en este caso subestimada por la varianza estadística teórica. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a -0.01 y desviación estándar igual a 1.09. **C)** Se rechazan 9 muestras equivalentes al 6% del total de las encuestas.

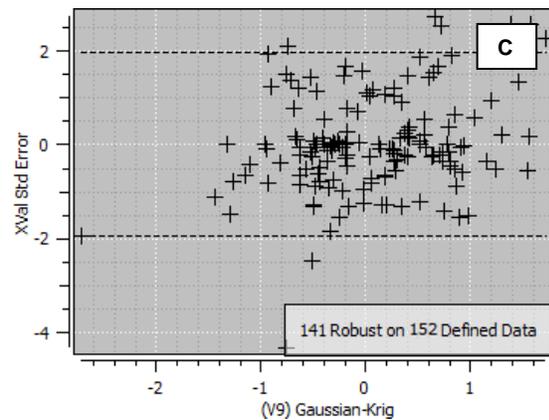
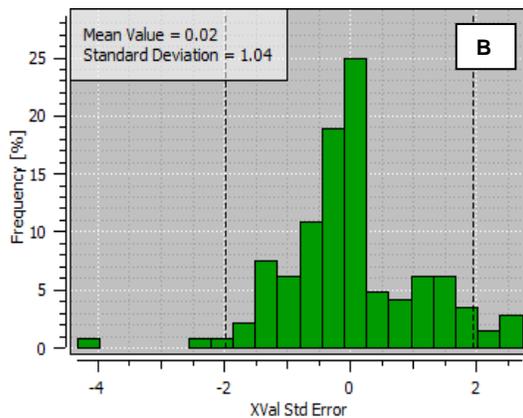
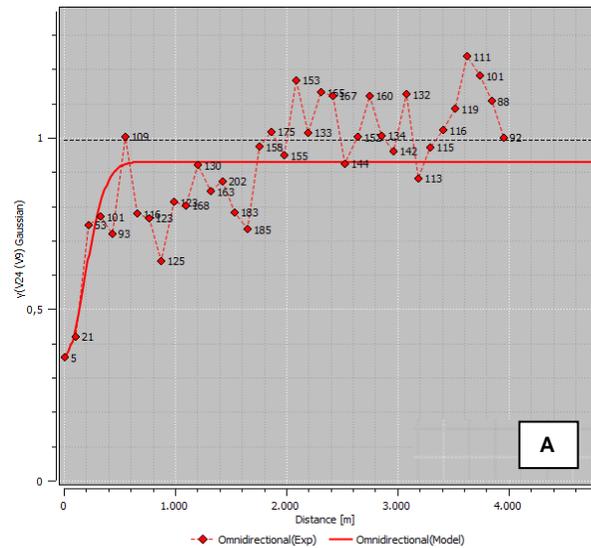
**V9. ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por inundación, crecientes o arroyos?**

Variable: Gaussian V9

Dirección Omnidireccional  
Lag = 110 m  
Distancia máxima = 3993 m

Número medio de pares = 127,703

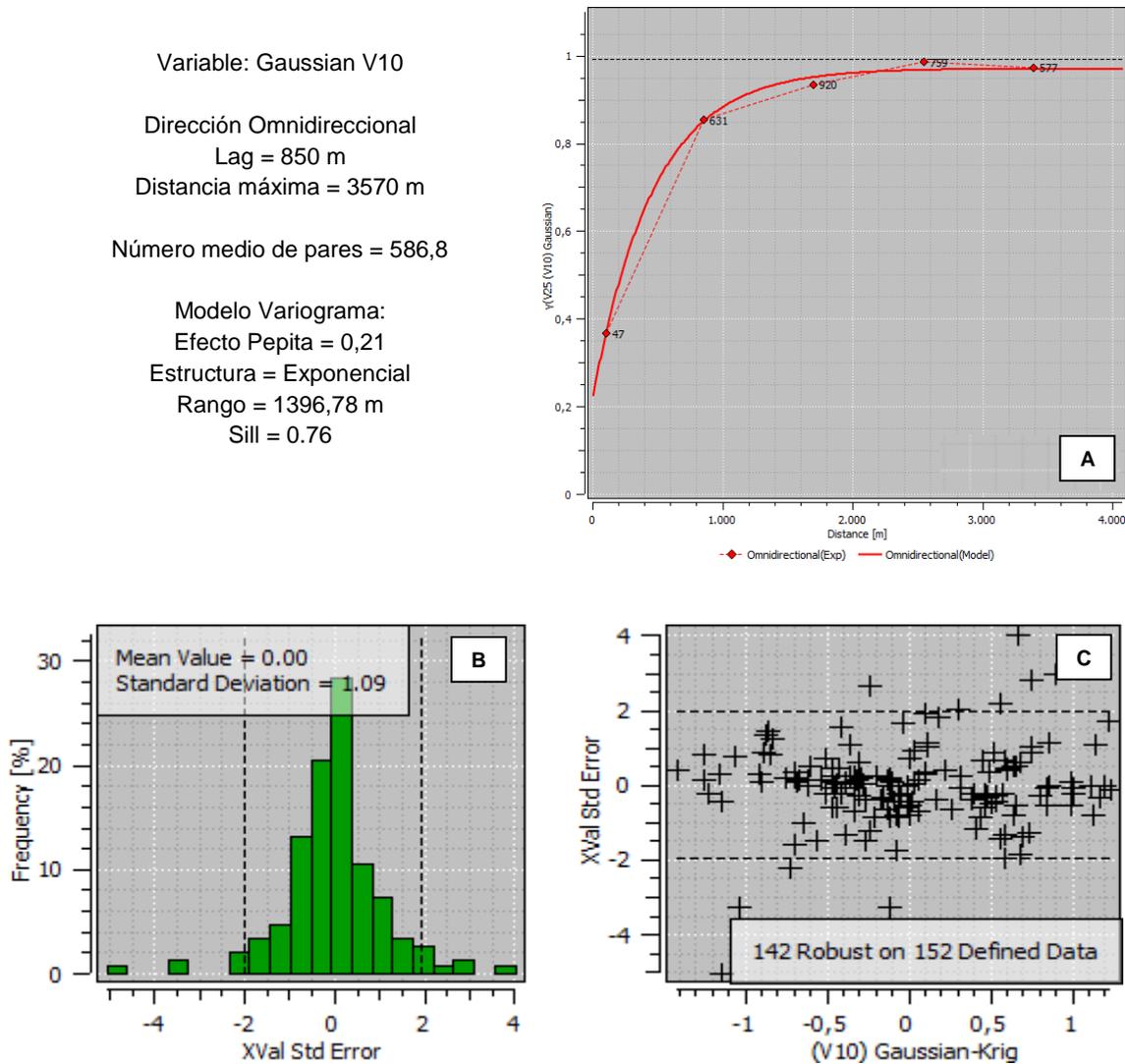
Modelo Variograma:  
Efecto Pepita = 0,36  
Estructura = Gaussiana  
Rango = 457,64 m  
Sill = 0.57



**Figura 38.** Semivariograma de V9 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 9 con transformación gaussiana. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a 0.02 y desviación estándar igual a 1.04. **C)** Se rechazan 8 muestras equivalentes al 5% del total de las encuestas.

### V10. ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por terremotos?



**Figura 39.** Semivariograma de V10 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 10 con transformación gaussiana. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a 0 y desviación estándar igual a 1.09. **C)** Se rechazan 10 muestras equivalentes al 7% del total de las encuestas.

### V11. ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por derrumbes o deslizamientos?

Variable: Gaussian V11

Dirección Omnidireccional

Lag = 106 m

Distancia máxima = 3953.8 m

Número medio de pares = 125.553

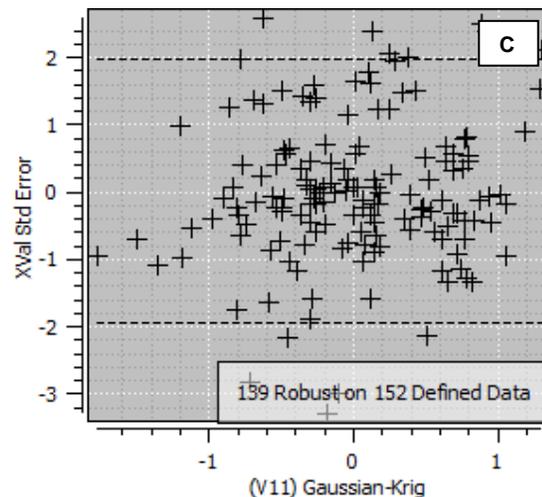
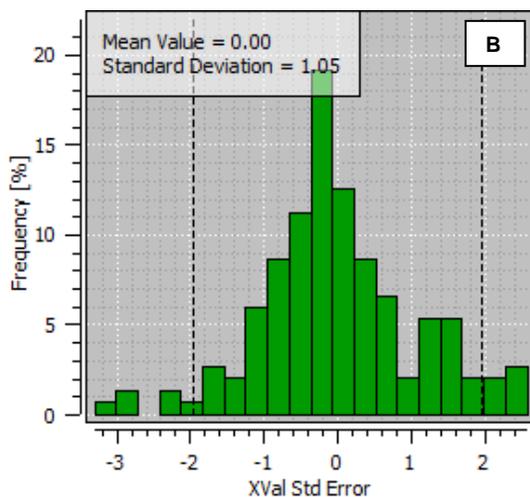
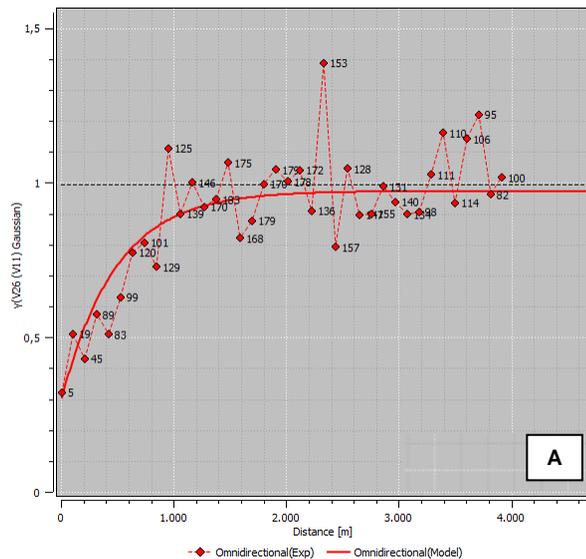
Modelo Variograma:

Efecto Pepita = 0,29

Estructura = Exponencial

Rango = 1443.16 m

Sill = 0.68



**Figura 40.** Semivariograma de V11 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 11 con transformación gaussiana. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a 0 y desviación estándar igual a 1.05. **C)** Se rechazan 8 muestras equivalentes al 5% del total de las encuestas.

**V12. ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por vendaval, ventarrones o tormentas?**

variable: Gaussian V12

Dirección Omnidireccional

Lag = 130 m

Distancia máxima = 3919,5 m

Número medio de pares = 77,4194

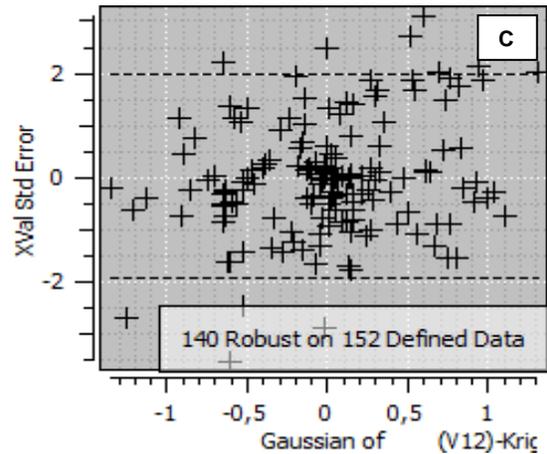
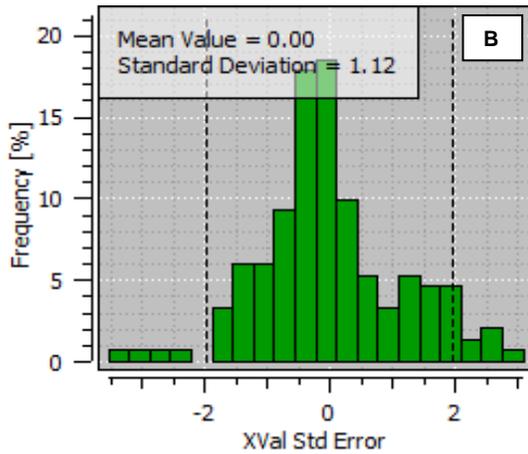
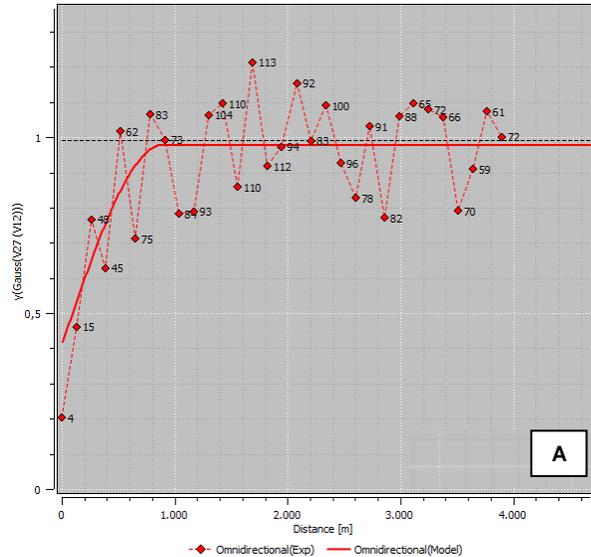
Modelo Variograma:

Efecto Pepita = 0,41

Estructura = Esférica

Rango = 902,101 m

Sill = 0.57



**Figura 41.** Semivariograma de V12 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 12 con transformación gaussiana. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a 0 y desviación estándar igual a 1.12. **C)** Se rechazan 12 muestras equivalentes al 8% del total de las encuestas.

### V13. ¿Cuántas personas habitan en esta vivienda?

Variable: Gaussian V13

Dirección Omnidireccional

Lag = 350 m

Distancia máxima = 3902,5 m

Número medio de pares = 194,333

Modelo Variograma:

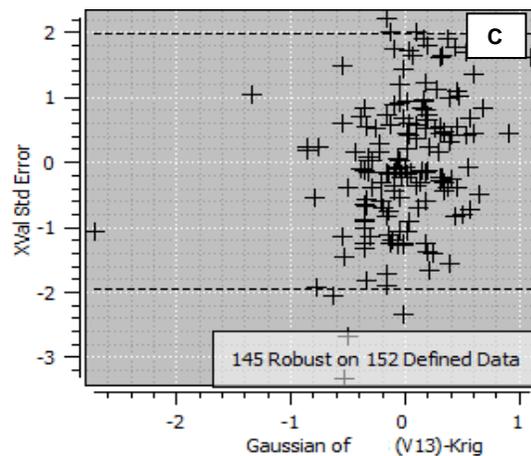
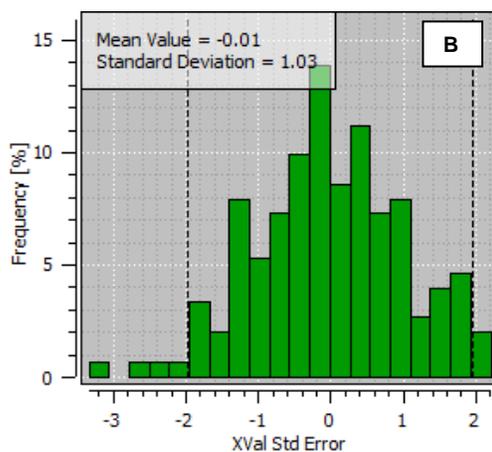
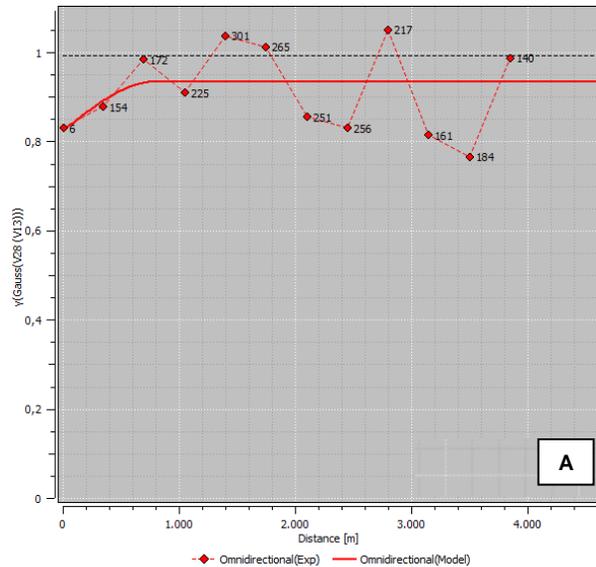
Efecto pepita = 0,82

Estructura = Esférica

Alcance = 805,728 m

Sin Rotación Anisotrópica

Sill = 0.11



**Figura 42.** Semivariograma de V13 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 13 con transformación gaussiana. Nótese que prácticamente se presenta un efecto de pepita total en el cual la varianza teórica sobreestima la varianza real en un 7%. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a -0.01 y desviación estándar igual a 1.03. **C)** Se rechazan 7 muestras equivalentes al 5% del total de las encuestas.

### V14. ¿Alguien de su grupo familiar ejerció la minería y ya no lo hace?

Variable: Gaussian V14

Dirección Omnidireccional

Lag = 570 m

Distancia máxima = 4189,5 m

Número medio de pares = 719

Modelo Variograma:

Efecto Nugget = 0,53

Estructura = Exponencial

Alcance = 1166,09 m

Sill = 0.46

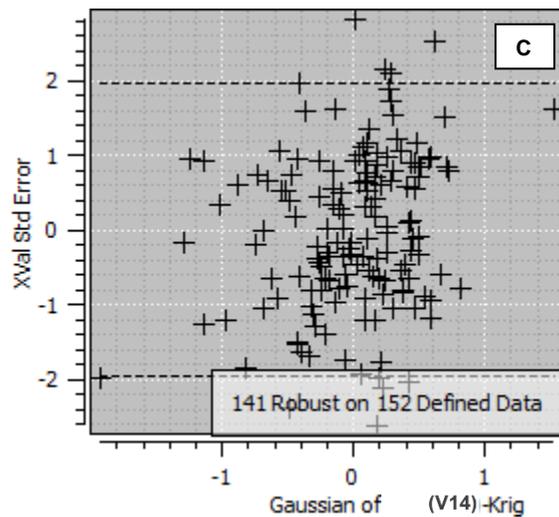
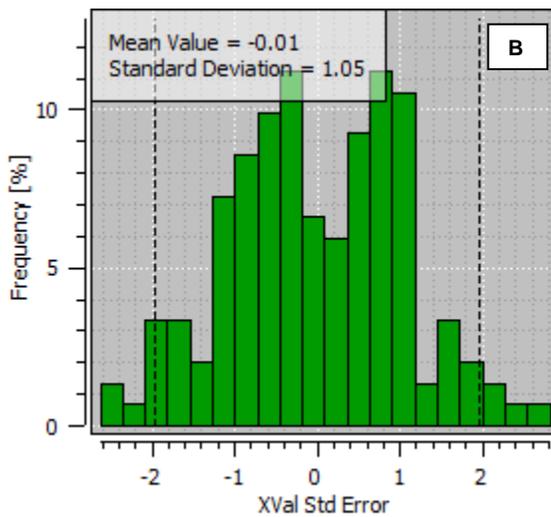
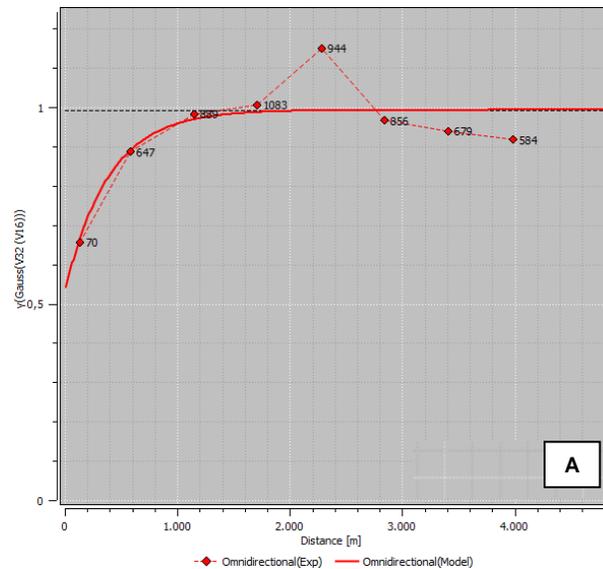


Figura 43. Semivariograma de V14 con su respectiva validación cruzada

**A)** Semivariograma experimental y teórico de la Variable 14 con transformación gaussiana. **B)** Histograma de frecuencias de los errores con promedio de los mismos igual a -0.01 y desviación estándar igual a 1.05. **C)** Se rechazan 11 muestras equivalentes al 7% del total de las encuestas.

### 5.4.3 Simulación por Bandas Rotantes

Esta metodología fue la que se utilizó para el procesamiento geoestadístico de la información y es originada por G. Matheron y el Centro de Morfología Matemática de Fontainebleau. Consiste en la reducción de cualquier simulación de 3 dimensiones a múltiples simulaciones unidimensionales más simples a lo largo de líneas que giran de manera uniforme en el espacio tridimensional asociado. La simulación por bandas rotantes permite obtener simulaciones n-dimensionales a bajos costos de computación, similares a los de las simulaciones unidimensionales clásicas (Journel, 1974; Viera & González, 2009).

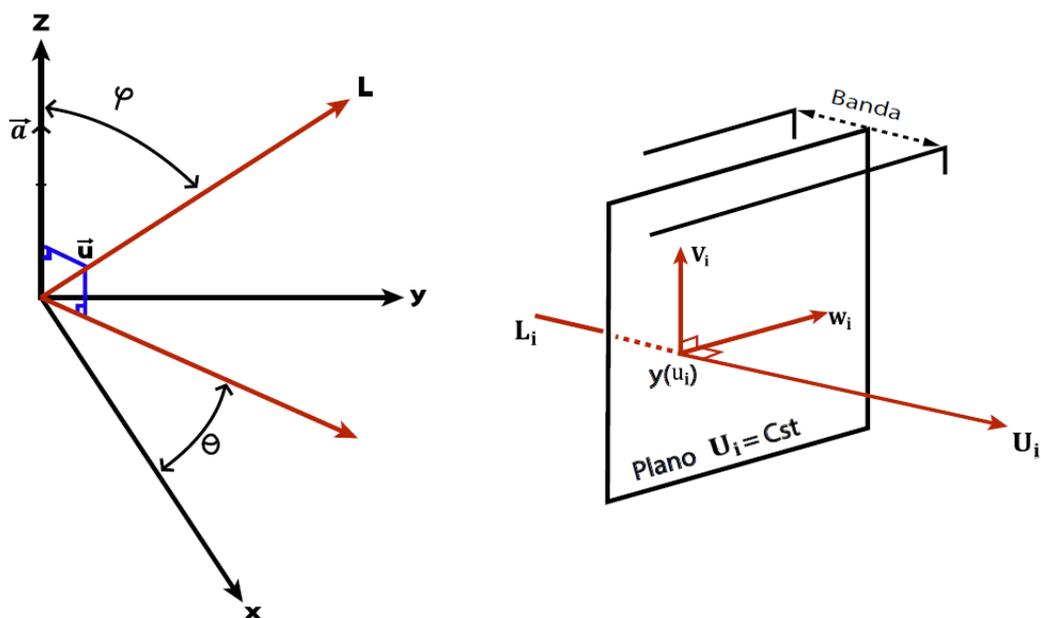


Figura 44. Las Bandas Rotantes, Modificado de (Journel, 1974).

Consideremos el vector unitario  $\mathbf{u}_1$  el cual se encuentra definiendo la línea  $L_1$  en el espacio tridimensional como se observa en la Figura 44. Sobre  $L_1$  considere una función aleatoria estacionaria de orden dos  $Y(\mathbf{u}_1)$  con valor esperado  $E\{Y\}=0$  y covarianza unidimensional  $C^{(1)}(\mathbf{a}_{u_1})$  (Journel, 1974; G Matheron, 1973). Sea  $(\mathbf{u}_1, \mathbf{v}_1, \mathbf{w}_1)$  la representación de un sistema de ejes ortogonales y  $(\mathbf{a}_{u_1}, \mathbf{a}_{v_1}, \mathbf{a}_{w_1})$  las proyecciones del vector  $\mathbf{a}$  sobre estos ejes. Teniendo la función aleatoria en tres dimensiones  $F_1(\mathbf{u}_1, \mathbf{v}_1, \mathbf{w}_1)$  definida por  $\mathbf{f}_1(\mathbf{u}_1, \mathbf{v}_1, \mathbf{w}_1) = y(\mathbf{u}_1)$  que es estacionaria de orden dos, con valor esperado de cero y covarianza tridimensional,  $\mathbf{C}_1(\mathbf{a}) = \mathbf{C}_1(\mathbf{a}_{u_1}, \mathbf{a}_{v_1}, \mathbf{a}_{w_1}) = C^{(1)}(\mathbf{a}_{u_1})$ , (Journel, 1974). Con el fin de crear una realización  $f_1$  de  $F_1$  (Fig. 3), el valor  $y(\mathbf{u}_1)$  de una realización unidimensional en el punto

$\mathbf{u}_1$  de la línea  $L_1$  se asigna en la práctica a todos los puntos interiores a la banda centrada en la posición  $\{\mathbf{u}_1 = \text{constante}\}$  (Journal, 1974). El grosor de la banda viene dado por el espaciamiento de los valores  $y(\mathbf{u}_1)$  sobre la línea  $L_1$ . Consideramos entonces  $N$  direcciones  $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \mathbf{u}_3, \dots, \mathbf{u}_N$  uniformemente distribuidas en la esfera unitaria. En cada línea  $L_i$  se genera una nueva realización  $y(\mathbf{u}_1)$  de una función aleatoria  $Y_i$  equivalente a  $Y$ , siendo independientes las  $N$  funciones aleatorias  $\{Y_i, i = 1, N\}$  (Journal, 1974). A cada realización en una dimensión  $y(\mathbf{u}_1)$  corresponde la realización tridimensional  $f_i(\mathbf{u}_1, \mathbf{v}_i, \mathbf{w}_i) = y(\mathbf{u}_1)$ . Consideramos de esta forma la sumatoria:

$$f = \sum_{i=1}^N f_i$$

La cual, es una realización de una función aleatoria estacionaria tridimensional de segundo orden  $F(x_1, x_2, x_3)$ , con valor esperado igual a cero y covarianza asociada con tendencia a la siguiente covarianza isotrópica cuando el número de líneas  $N \rightarrow +\infty$  (Journal, 1974):

$$C(\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3) = C(\mathbf{a}) = \int_{\frac{1}{2}\text{unidad de esfera}} C^{(1)}(\langle \mathbf{a}, \mathbf{u} \rangle) d\mathbf{u}$$

En coordenadas esféricas:

$$C(\mathbf{a}) = \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{\pi/2} C^{(1)}(|\mathbf{a} \cos \Phi|) \sin \Phi d\Phi = \frac{2\pi}{a} \int_0^a C^{(1)}(s) ds$$

Con  $\langle \mathbf{h}, \mathbf{u} \rangle = h_u$  expresando la proyección del vector  $\mathbf{a}$  sobre el eje  $u$ . Dónde el módulo de  $\mathbf{a}$  es  $a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$ .

La covarianza tridimensional  $C(\mathbf{a})$  se aplica, por lo que la covarianza unidimensional  $C^{(1)}(s)$  se deriva de la siguiente expresión:

$$C^{(1)}(\mathbf{s}) = \frac{1}{2\pi} \frac{\partial}{\partial \mathbf{s}} sC(\mathbf{s})$$

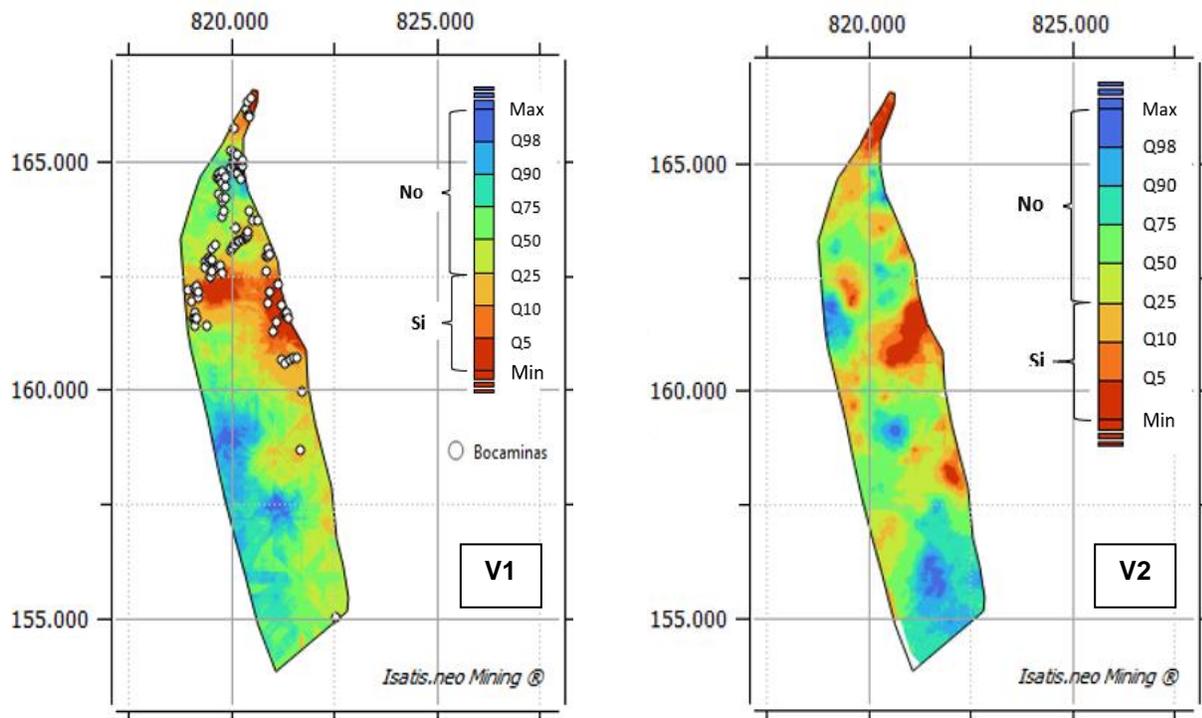
Matheron (1973) demuestra de esta forma que la función  $C^{(1)}(\mathbf{s})$  denotada por la fórmula anterior, es una función de covarianza. Esto significa que siempre va a existir una solución al problema de saber cuál es la covarianza  $C^{(1)}(\mathbf{s})$  asociada a la función aleatoria unidimensional  $Y(u)$  que se tiene que simular en las líneas  $L_i$ , ya que según Journel (1974) "Al girar estas líneas en el espacio, se obtiene la realización buscada de la función aleatoria tridimensional  $Z(\mathbf{x})$  de covarianza impuesta  $C(\mathbf{a})$ ".

Por último un dato importante a tener en cuenta en la práctica a la hora de aplicar bandas rotantes es que siempre se va a cumplir esta igualdad  $N \neq \infty$  (Journel, 1974).

## 6. RESULTADOS

Utilizando los variogramas experimentales de las Figuras 30 a la 43, en una malla de estimación de 10 m x 10 m sobre la zona piloto, se ejecutó la metodología de simulación por bandas rotantes (BR) condicionada a 50 simulaciones por cada variable en estudio, para posteriormente utilizar el resultado del promedio de estas simulaciones para graficar las cartografías automáticas asociadas a las 14 preguntas socio-ambientales encuestadas.

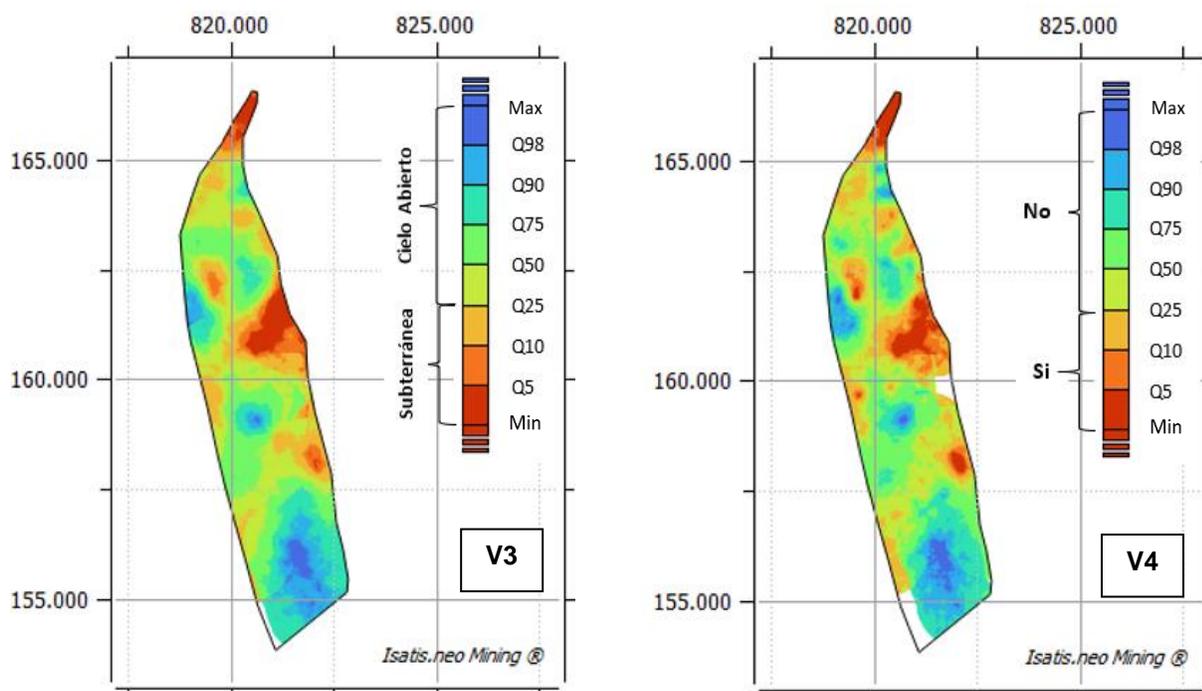
El promedio de las 50 simulaciones por BR se presenta en las Figuras 45 a 51, categorizando los resultados en 7 colores o clases, correspondientes a los cuantiles 5, 10, 25, 50, 75, 90 y 98 o como aparece en la leyenda de los mapas (Q5, Q10, Q25, Q50, Q75, Q90, Q98) donde Q50 equivale a la mediana. Para definir si la respuesta a las preguntas es de Si o No, se establecieron los valores de 1 a 1.5 como equivalentes a la respuesta afirmativa y los valores mayores a 1.5 y menores o iguales a 2 como la respuesta negativa de cada variable.



**Figura 45.** Distribución espacial de las variables V1 = ¿Usted vive cerca de una bocamina? y V2 = ¿Alguien de su grupo familiar trabaja en la mina?

El mapa de la variable 1 (V1) en la Figura 45, muestra que la mayoría de las personas son conscientes de que habitan cerca de la entrada a una mina y esto se evidencia en la localización geográfica de muchas de las bocaminas que hay en la zona piloto y que están al interior de colores rojos y anaranjados ubicados en las veredas La Ferrería, Minas, Piedecuesta y La Clara, esta última en jurisdicción de Angelópolis. Sin embargo, durante el trabajo de campo fue notorio que varias de las personas encuestadas no contaban con la percepción de vivir cerca de una bocamina, aunque esta se pudiera ver incluso desde la puerta de sus hogares.

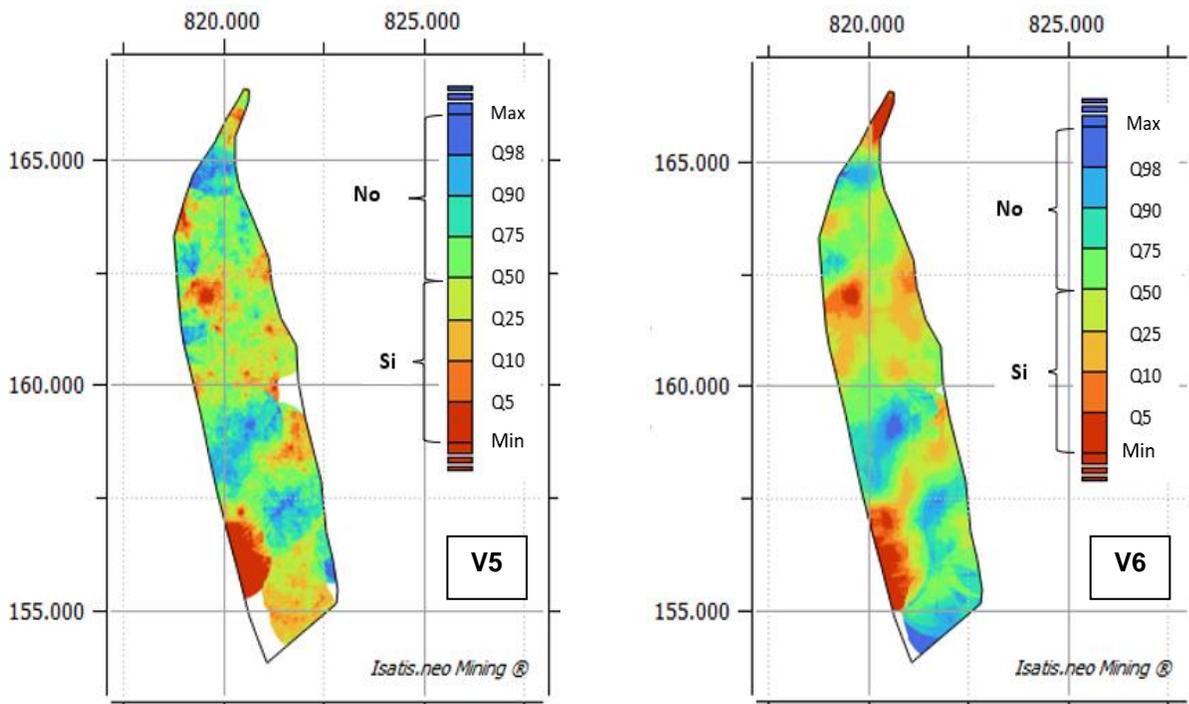
El mapa de V2 muestra que la mayor cantidad de personas encuestadas y que tienen algún familiar que trabaja en las minas, se encuentra relacionado con los sectores orientales de la zona piloto correspondientes con las veredas Piedecuesta y El Morro en Amagá, también se incluye la vereda La Ferrería con un área en colores rojos y anaranjados. Además, se incluye el área urbana de Amagá y la parte norte del polígono piloto asociada al corregimiento La Estación y la vereda la Clara del municipio de Angelópolis. Al comparar los mapas de V1 y V2 se puede ver que están correlacionados espacialmente, de lo que se puede deducir que muchas de las personas que trabajan en las minas viven en los sectores aledaños a estas.



**Figura 46.** Distribución espacial de las variables V3 = ¿Qué tipo de mina es? y V4 = ¿Usted tiene conocimiento de que en la mina se haya presentado algún accidente?

El mapa de V3 en la Figura 46 muestra zonas rojas y anaranjadas que se traducen en que algún integrante del grupo familiar trabaja en minas donde el sistema de explotación es subterráneo; estos lugares se relacionan con las veredas La Clara y el corregimiento La Estación (Angelópolis), además de las veredas La Ferrería, La Gualí, Minas, Piedecuesta, El Morro y gran parte de la zona urbana de Amagá. Las zonas verdes y azules son zonas donde predomina la explotación a cielo abierto, aunque hay que tener en cuenta que en las encuestas solo una persona respondió que alguien del grupo familiar trabajaba en una mina a cielo abierto, lo que da cuenta del efecto pepita inicial del semivariograma y de la falta de más datos principalmente en la parte sur del área piloto.

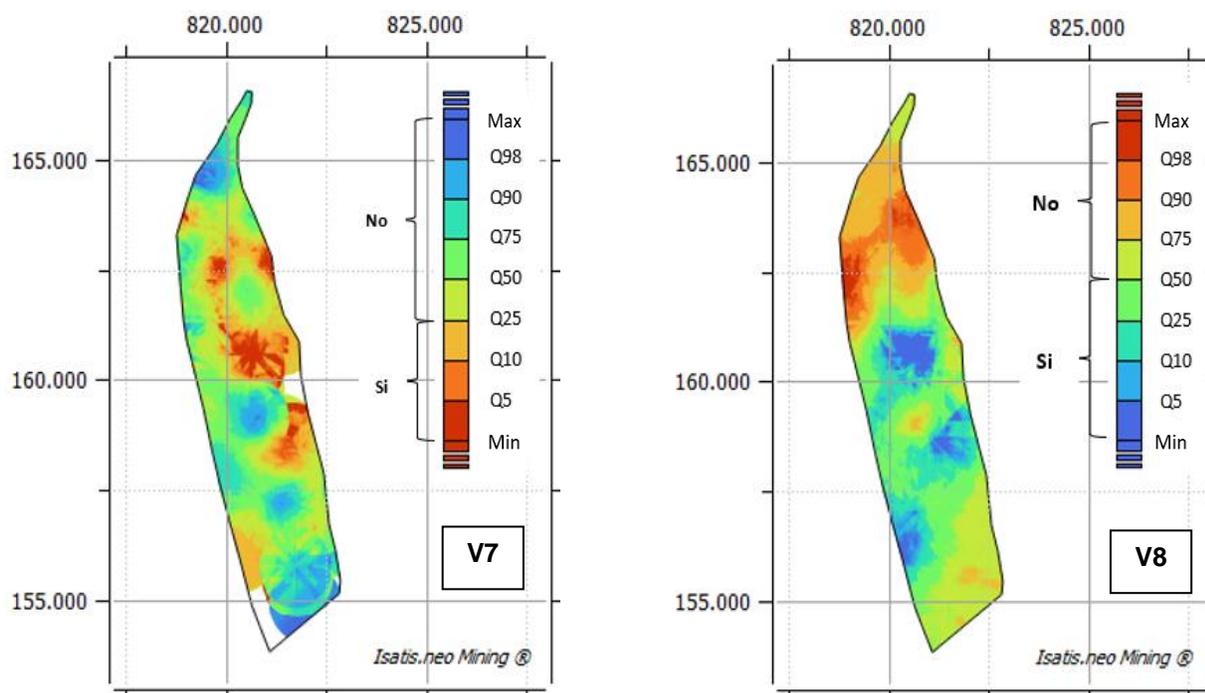
En el mapa de la variable 4 se puede apreciar una correlación espacial con el mapa de V3 y V2, lo que permite inferir que los integrantes de los grupos familiares que trabajan en las minas subterráneas, tienen conocimiento de algún accidente que se haya presentado al interior de estas y lo han comentado con el resto de integrantes del hogar en el que habitan.



**Figura 47.** Distribución espacial de las variables V5 = ¿El terreno donde usted vive ha sufrido hundimientos? y V6 = ¿La vivienda donde usted vive ha sufrido de agrietamientos?

Del mapa de V5 se puede evidenciar que la mayor parte del área que cubre la zona piloto ha sufrido de fenómenos de hundimientos o subsidencias, siendo las áreas más críticas aquellas relacionadas con las veredas Nechí, Guaymaral, El Morro, La Ferrería, La Gualí, Minas, Piedecuesta, El Cedro y La Clara.

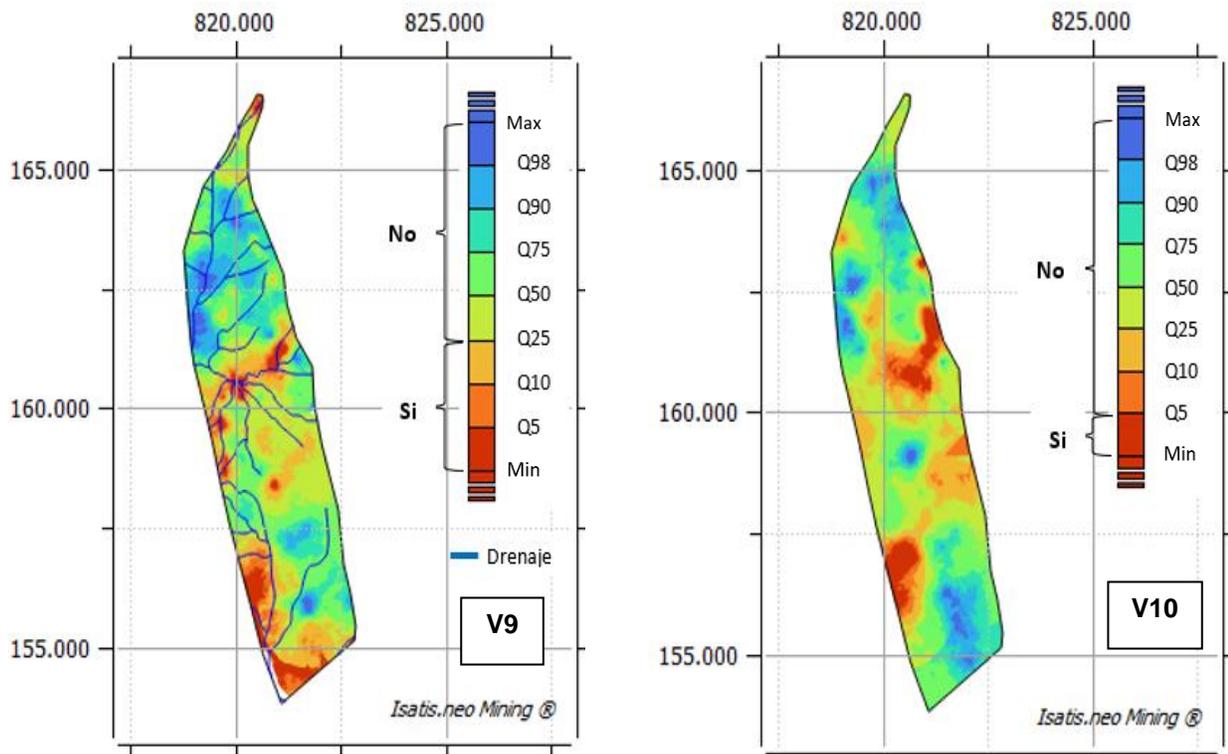
En cuanto al mapa de V6 se ve claramente una correlación con la distribución espacial de la variable 5, lo cual es coherente ya que las zonas que han presentado hundimientos son las que mayor susceptibilidad tienen de presentar viviendas agrietadas por la inestabilidad de los terrenos.



**Figura 48.** Distribución espacial de las variables V7 = ¿Usted se siente afectado por la actividad minera? y V8 = ¿El agua que usted consume es potable?

De la distribución espacial de V7 se puede apreciar que las zonas naranjas y rojas asociadas a las personas que se sienten afectadas por la minería, se concentran en las áreas que se encuentran al interior de las veredas Guaymaral, El Morro, Piedecuesta, La Gualí, La Ferrería y Minas, que hacen parte a su vez de las áreas donde más afectaciones a los terrenos y viviendas se han presentado.

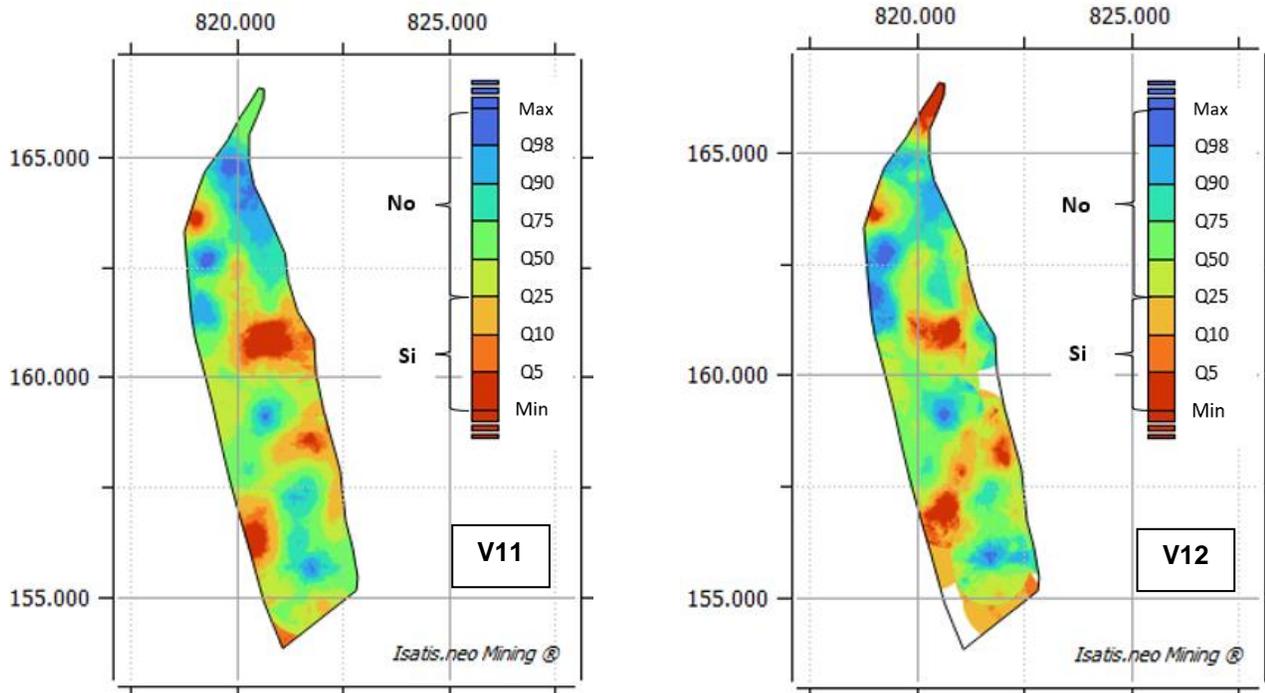
En relación con el mapa de V8 de la figura 48, se tienen en colores azules y verde manzana aquellas zonas que de acuerdo con los residentes cuentan con agua potable, concentrándose esta problemática principalmente hacia la parte norte de la zona piloto. Cabe aclarar que, para muchos de los encuestados, el contar con agua potable significaba que el aprovisionamiento del recurso hídrico provenía de algún acueducto, desconociendo completamente la calidad y el nivel de tratamiento del agua que llegaba a sus hogares.



**Figura 49.** Distribución espacial de las variables V9 = ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por inundación, crecientes o arroyos? y V10 = ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por terremotos?

De acuerdo con el mapa de la variable 9, se puede observar que las viviendas afectadas por inundaciones se hallan a lo largo de la cuenca del río Amagá, la cual atraviesa la mitad del polígono en dirección este-oeste, también se encuentran zonas en tonalidades rojas y naranjas hacia la parte sur del área piloto asociadas con la quebrada Cajones y sus tributarios.

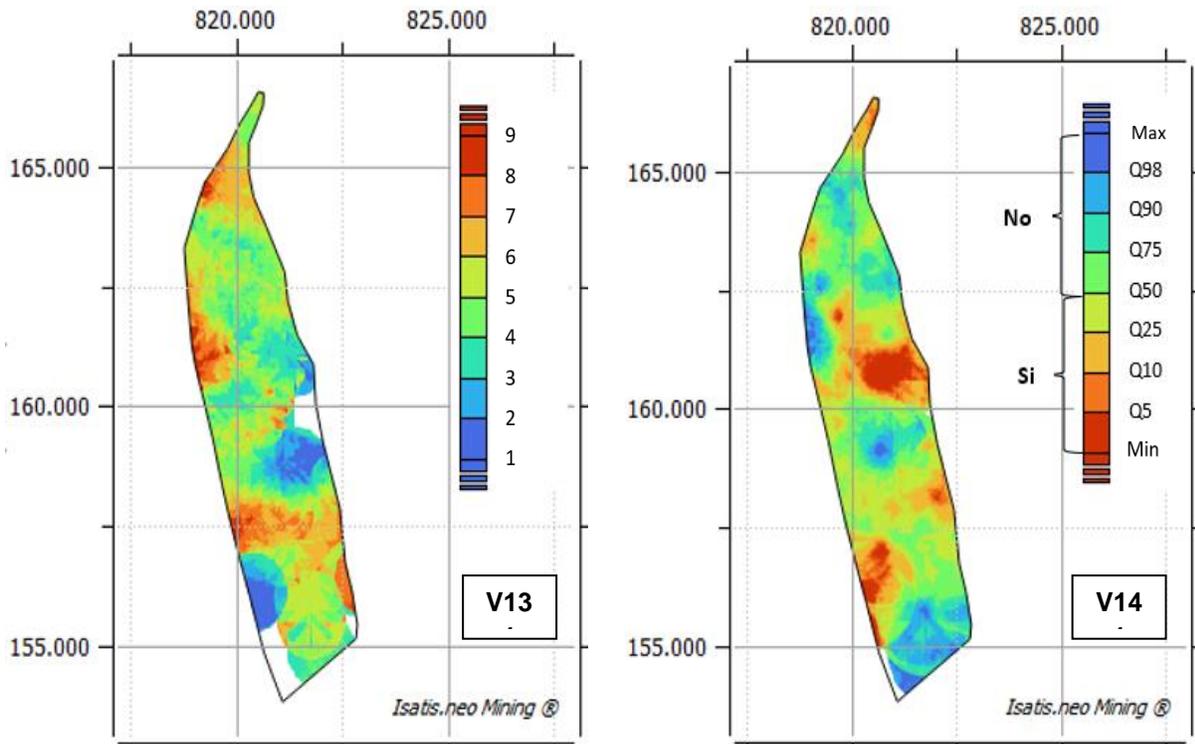
Las zonas que han sufrido afectaciones por terremotos se pueden ver en el mapa de V10, estas se encuentran en color rojo al interior de las veredas La Gualí, Piedecuesta, Camilo C y Pueblito de los Sánchez, estas últimas caracterizadas por fuertes pendientes y caída de rocas.



**Figura 50.** Distribución espacial de las variables V11 = ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por derrumbes o deslizamientos? y V12 = ¿Durante el tiempo habitado la vivienda ha sido afectada por vendaval, ventarrones o tormentas?

Las zonas de afectación por movimientos en masa se observan en el mapa de V11 a lo largo de las veredas Camilo C, Pueblito de los Sánchez, Piedecuesta, La Gualí, El Morro y el Cerro, muchas coincidentes con laderas de altas pendientes en las márgenes de la zona piloto.

El mapa de la variable V12 muestra las zonas de afectación por vendavales o tormentas en la parte norte del polígono piloto al interior de la vereda La Clara y El Cedro, en la parte media dentro de la vereda La Gualí, al oriente en la vereda El Morro y al sur en Pueblito de los Sánchez, Guaymaral y Nechí.



**Figura 51.** Distribución espacial de las variables V13 = ¿Cuántas personas habitan en esta vivienda? y V14 = ¿Alguien de su grupo familiar ejerció la minería y ya no lo hace?

La distribución espacial de V13 muestra la tendencia a valores altos en cuanto a habitantes de las viviendas se refiere, teniéndose niveles de hacinamiento asociados al corregimiento La Estación y las Veredas La Ferrería, Camilo C, El Morro y Nechí. Gráficamente predominan los rangos de entre 4 a 7 habitantes por vivienda para la zona piloto.

El mapa de la variable 14 nos muestra que la mayor cantidad de personas que solían dedicarse a la minería y ya no lo hacen se grafica en colores rojos, naranjas y verdes oliva, ocupando grandes áreas de la zona de estudio. Esto demuestra la tradición minera de ambos municipios, ya que en la zona norte en jurisdicción de Angelópolis y la mayoría de las veredas de Amagá, caen dentro de este rango de escalas. Las principales razones por las que ya no se dedican a esta actividad extractiva es porque ya se han pensionado o porque se quedaron sin empleo gracias al cierre de las minas Nechí, El Bloque e Industrial Hullera.

## 7. CONCLUSIONES

De esta investigación se puede concluir que existen una gran cantidad de lugares al interior de los 8 municipios que conforman el Suroeste Cercano Antioqueño con un gran valor patrimonial a nivel geológico, geominero, geocultural, geoagrícola y geoarqueológico que han marcado la historia de este territorio y generado encadenamientos hacia adelante y hacia atrás que propulsaron el desarrollo industrial del departamento y del país, como por ejemplo las antiguas minas de oro de Titiribí, de hierro y carbón en Amagá y de calcáreos en el triángulo Santa Bárbara-Montebello-Abejorral. También es importante destacar que muchos de los lugares gozan de un patrimonio geológico de carácter internacional, y son merecedores de la etiqueta de geositios por su valor científico, cultural y educativo, ya que permiten conocer y estudiar los procesos que dieron origen a la Tierra, la evolución de sus paisajes o la historia de la vida, ya que constituyen registros que se pueden correlacionar a nivel mundial.

Dentro de los geositios identificados más representativos se tienen: Cerro Tusa, Cerro Bravo, Cerro Combia, Cerro Amarillo, los Farallones de La Pintada, el Sinclinal de Venecia, Sinclinal de Amagá, entre otros.

La cartografía geoestadística basada en las encuestas, evidencia el gran pasivo socio-ambiental que tiene la zona piloto y resalta la importancia de desarrollar programas de reutilización de terrenos mineros basados en la geoeducación, geoconservación, el geoturismo y el mineroturismo en la zona carbonífera entre Amagá y Angelópolis, asociados a la planta metalúrgica de hierro en Amagá y las explotaciones de Carbón de la mina El Silencio. También en las antiguas explotaciones de carbón de la mina del Ferrocarril de Antioquia localizadas en La Gualí, donde este patrimonio en el momento está controlado por Empresas Públicas de Medellín.

## 8. RECOMENDACIONES

Con base en lo anterior se proponen 2 georutas asociadas a la zona carbonífera de Amagá-Angelópolis tomando como punto de partida la Estación La Estrella del metro de Medellín:

### 8.1 Georuta Mineroturística La Ferrería

**Parada 1:** Paso Nivel (antiguo paso del ferrocarril, por debajo del viaducto). Apreciación del paisaje haciendo un análisis geomorfológico del Valle de Las Peras donde se hace una explicación de la Falla Amagá, la Falla de Piedecuesta, el Sinclinal de Amagá, el debris de Amagá y la Diorita de Pueblito.

**Parada 2:** Visita al Ecoparque Minero del Carbón en el corregimiento de Minas donde se pueden apreciar varias obras artísticas elaboradas en carbón por parte de un minero de la región, además hay posibilidades de ingresar por un corto túnel que lleva a una antigua mina, en donde el artista ha plasmado varias obras en arenisca a lo largo de dos niveles adornados en sus paredes con obras en carbón. Allí también hay una mina de carbón en operación a la cual se puede ingresar para conocer el proceso de explotación carbonífera.

**Parada 3:** Visita al museo del hierro en la vereda La Ferrería Amagá, en donde se les contará a los visitantes la historia de la tercera planta metalúrgica del país, la cual produjo hierro para la industria cafetera, minera y el desarrollo ferroviario departamental, entre otras. (Termina la primera Sección).

**Parada 4:** Visita museo del carbón en la Mina El Silencio, en donde se cuenta la historia de la Industrial Hullera y su impacto generado en el desarrollo industrial, cementero y textil de Antioquia.

**Parada 5:** Visita a empresa alfarera. En esta estación se enseñará el impacto generado por la producción alfarera en los mercados antioqueños (especialmente el Valle de Aburrá, la zona de Urabá y el Suroeste), se mostrarán las materias primas limo-arcillosas en cantidades y calidades óptimas.

**Parada 6:** Ruinas de la Planta de Briquetas la cual fue un proyecto que inició con el objetivo de industrializar la materia prima carbonífera del distrito minero Amagá, a fin de producir energía económica por medio de briquetas para cocinar alimentos en los hogares colombianos. Este proyecto fracasó por la escasez de barita en el país, lo cual volvía muy costoso el proceso de producción, hoy en día están las ruinas de su antiguo complejo industrial.

**Parada 7:** Visita a la casa de la cultura de Belisario Betancur (Amagá), lugar de encuentro de escultores y pintores.

**Parada 8:** Mirador del Cerro Paila, desde donde se puede divisar el paisaje y realizar un análisis geomorfológico del Cerro Bravo, el Sinclinal de Venecia, y el Alto de Combia.

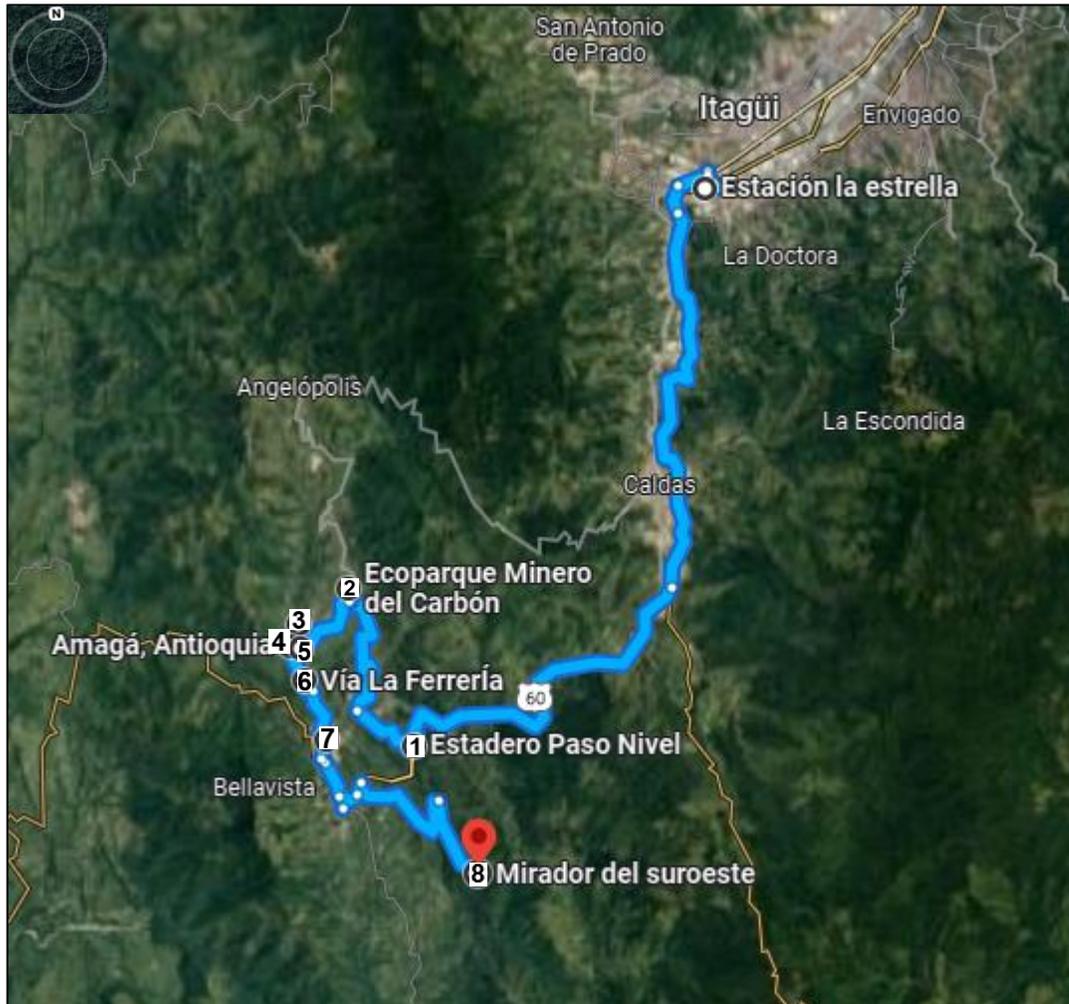


Figura 52. Georuta mineroturística La Ferrería

## 8.2 Georuta Mineroturística Ferrocarril de Amagá

**Parada 1:** Paso Nivel (antiguo paso del ferrocarril, por debajo del viaducto). Apreciación del paisaje haciendo un análisis geomorfológico del Valle de Las Peras donde se hace una explicación de la Falla Amagá, la Falla de Piedecuesta, el Sinclinal de Amagá, el debris de Amagá y la Diorita de Pueblito.

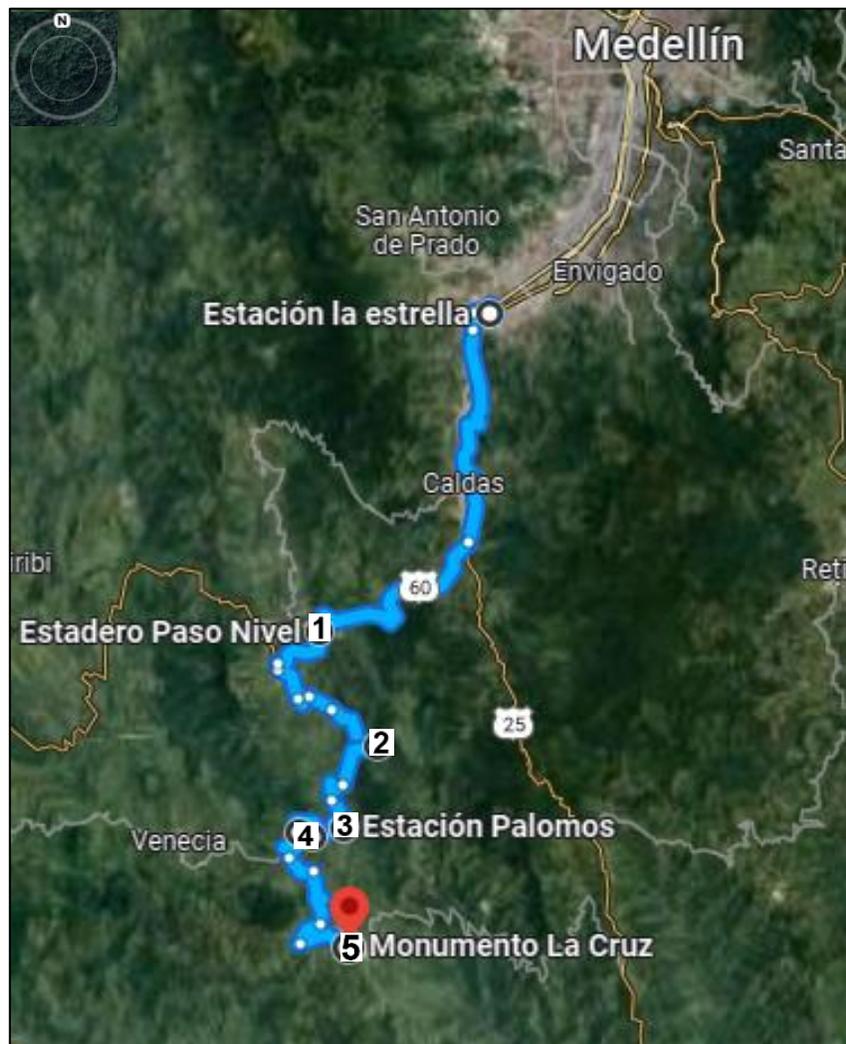
**Parada 2:** Viaducto de Amagá cruzando los 5 túneles y observando las rocas graníticas del stock de Amagá que afloran a lo largo del trayecto (Granito de Amagá). Esta obra de ingeniería fue diseñada por los primeros ingenieros egresados de la antigua Escuela

Nacional de Minas y la cual se considera una obra patrimonial construida hace aproximadamente 100 años.

**Parada 3:** Antigua Estación Palomos del Ferrocarril de Antioquia, la cual fue declarada patrimonio material e inmueble de la nación según decreto 746 del 24 de abril de 1996.

**Parada 4:** Columna estratigráfica de Palomos (Corregimiento de Palomos), en donde se realiza la explicación de la sección tipo del miembro medio de la formación Amagá.

**Parada 5:** Cerro Combia, desde allí se hace un análisis y explicación geológico-geomorfológica de Cerro Amarillo, Los Farallones de La Pintada, Cerro Bravo y el deslizamiento de Cerro Combia de 1995, para posteriormente bajar a pie por el sendero de piedra hasta el parque principal para regresar a Medellín.



**Figura 52.** Georuta Minerotúística Ferrocarril de Amagá

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Amagá. (2020). *Plan De Desarrollo Amagá*. Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents; [www.amaga-antioquia.gov.co](http://www.amaga-antioquia.gov.co). [https://www.amaga-antioquia.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PLAN DE DESARROLLO 2020-2023 AMAGÁ, JUNTOS POR LA EQUIDAD.pdf](https://www.amaga-antioquia.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PLAN%20DE%20DESARROLLO%202020-2023%20AMAGÁ,%20JUNTOS%20POR%20LA%20EQUIDAD.pdf)
- Alcaldía de Angelópolis. (2012). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE ANGELÓPOLIS, PERIODO CONSTITUCIONAL 2012 – 2015 - UNA ADMINISTRACIÓN DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO*. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/123456789/15903?show=full>
- Alcaldía de Angelópolis. (2020). *Plan de Desarrollo Territorial de Angelópolis*. <http://www.angelopolis-antioquia.gov.co/planes/plan-de--desarrolllo-1.pdf>
- Alcaldía de Fredonia. (2000). *EOT Municipio de Fredonia*. <https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html>. <https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html>
- Alcaldía de Fredonia. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal de Fredonia*. PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL; <https://www.fredonia-antioquia.gov.co/>. [https://www.fredonia-antioquia.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PLAN DE DESARROLLO 2020-2023.pdf](https://www.fredonia-antioquia.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PLAN%20DE%20DESARROLLO%202020-2023.pdf)
- Alcaldía de La Pintada. (2000). *PBOT de La Pintada*. <https://www.colombiaot.gov.co/pot/>. <https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html>
- Alcaldía de La Pintada. (2020). *Plan de Desarrollo Municipio de La Pintada*. [lapintadaantioquia.micolombiadigital.gov.co](http://lapintadaantioquia.micolombiadigital.gov.co). [https://lapintadaantioquia.micolombiadigital.gov.co/sites/lapintadaantioquia/content/files/000213/10630\\_plan-de-desarrollo-20202023 comprimido.pdf](https://lapintadaantioquia.micolombiadigital.gov.co/sites/lapintadaantioquia/content/files/000213/10630_plan-de-desarrollo-20202023 comprimido.pdf)
- Alcaldía de Montebello. (2015). *Alcaldía de Montebello - Antioquia JUNTOS CONSTRUYENDO FUTURO... POR UN NUEVO MONTEBELLO*. [https://web.archive.org/web/20151203205454/http://montebello-antioquia.gov.co/informacion\\_general.shtml#economia](https://web.archive.org/web/20151203205454/http://montebello-antioquia.gov.co/informacion_general.shtml#economia)
- Alcaldía de Montebello. (2020). *Plan de Desarrollo de Montebello*. [montebello-antioquia.gov.co](http://montebello-antioquia.gov.co). [https://montebelloantioquia.micolombiadigital.gov.co/sites/montebelloantioquia/content/files/000186/9263\\_004-plan-de-desarrollo-montebello-20202023-pdf](https://montebelloantioquia.micolombiadigital.gov.co/sites/montebelloantioquia/content/files/000186/9263_004-plan-de-desarrollo-montebello-20202023-pdf)
- Alcaldía de Montebello. (2022). *EOT de Montebello*. <https://www.colombiaot.gov.co/>. <https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html>

- Alcaldía de Santa Bárbara. (2014). *PBOT de Santa Bárbara*. <https://www.colombiaot.gov.co/>. <https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html>
- Alcaldía de Santa Bárbara. (2020). *Plan de Desarrollo de Santa Bárbara*. Acuerdo Municipal 04 de 2020 - Plan de Desarrollo 2020 - 2023; [santabarbara-antioquia.gov.co](http://www.santabarbara-antioquia.gov.co). <http://www.santabarbara-antioquia.gov.co/acuerdos-municipales/acuerdo-municipal-04-plan-de-desarrollo-2020-2023>
- Alcaldía de Titiribí. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal de Titiribí*. <http://www.titiribi-antioquia.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-municipal-20202023-por-mi-pueblo>
- Alcaldía de Titiribí. (2021). *EOT Municipio de Titiribí*. [colombiaot.gov.co](https://www.colombiaot.gov.co/). <https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html>
- Alcaldía de Venecia. (2012). *PBOT Municipio De Venecia*. <https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html>
- Alcaldía de Venecia. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal de Venecia*. <http://www.venecia-antioquia.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-volemos-alto-2020--2023>
- Cárdenas, J., & Restrepo, C. (2006). Patrimonio Geológico y Patrimonio Minero de la Cuenca Carbonífera del Suroeste Antioqueño, Colombia. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, 18, 91–102. <http://www.redalyc.org/pdf/1695/169517424009.pdf>
- CORANTIOQUIA. (2004). *MAPA DE POTENCIAL MINERO DE LA JURISDICCIÓN DE CORANTIOQUIA*. [https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/SUELO/AIRNR\\_CN\\_4993\\_2003.pdf](https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/SUELO/AIRNR_CN_4993_2003.pdf)
- CORANTIOQUIA. (2018). *Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca Hidrográfica De Los Directos Río Cauca – Río Amagá Quebrada Sinifaná*. [https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/AGUA/AIRNR\\_CN\\_1512\\_252\\_2015.pdf](https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/AGUA/AIRNR_CN_1512_252_2015.pdf)
- EOT Municipio de Amagá. (1999). *EOT Municipio de Amagá*. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/16484/19495-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gobernación de Antioquia. (2022). *Corregimientos de Antioquia*. <https://corregimientos.antioquia.gov.co>
- Gold Mining. (2021). *Proyecto Titiribí*. <https://www.goldmining.com/projects/colombia/titiribi-project/>
- Gold Mining. (2023). *Proyecto La Mina*. <https://www.goldmining.com/projects/colombia/la-mina-project/>
- Gómez, Montes, Nivia, & Diederix. (2015). *Mapa Geológico de Colombia y Atlas Geológico de Colombia 2015. Escala 1:1.000.000. Producto*. <https://doi.org/10.32685/10.143.2015.935>
- González, H. (2001). Mapa Geológico del Departamento de Antioquia. In *INGEOMINAS*. <http://recordcenter.sgc.gov.co/B4/13010040024267/documento/pdf/0101242671101000.pdf>

- Gran Colombia Gold. (2017). *OPERACIONES ZANCUDO*.  
<https://www.grancolombiagold.com.co/zancudo>
- INGEOMINAS. (1980a). *Geología de la Plancha 166 Jericó*.  
<https://recordcenter.sgc.gov.co/B4/13010010024374/mapa/pdf/0101243741300002.pdf>
- INGEOMINAS. (1980b). *Geología de la Plancha 167 Sonsón*.  
<https://recordcenter.sgc.gov.co/B4/13010010024244/mapa/pdf/0101242441300002.pdf>
- Journel, A. G. (1974). Geostatistics for conditional simulation of ore bodies. *Economic Geology*, 69(5), 673–687. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.69.5.673>
- Matheron, G. (1973). The intrinsic random functions and their applications. *Centre de Morphologie Mathématique, Fontainebleau*, 468(March 1973), 439–468.
- Matheron, Georges. (1971). The theory of regionalized variables and its application. *Ecole Nationale Supérieure Des Mines de Paris*, 211.
- Ochoa, N. F. (2017). *Detección y análisis de zonas de sensores remotos en el área del RPP anomalías térmicas con datos de 434 del municipio de Amagá- Antioquia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Posada, Vi., & Franco, Gi. (2013). Diagnóstico Minero Y Económico Del Departamento De Antioquia. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, 0(33), 125–134.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n33/n33a09.pdf>
- Puebliando por Antioquia. (2019). *Generalidades de Los Municipios del Suroeste Antioqueño*. <https://www.puebliandoporantioquia.com.co/listing-location/suroeste/>
- Subdirección de Información Minero Energética. (2012). Cadena Del Carbón. In J. J. Manrique Galvis (Ed.), *Ministerio De Minas Y Energia* (Issue 5).  
[http://www.upme.gov.co/Docs/Cadena\\_Carbon\\_2012.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Cadena_Carbon_2012.pdf)
- Taborda, J. F. (2018). *De la extracción de oro a la protección del territorio*. (Vol. 6, Issue 1) [Pontificia Universidad Javeriana].  
<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110>  
<https://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.06.001>  
<https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044>  
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8>
- Viera, M. A., & González, R. C. (2009). *Geoestadística Aplicada, Métodos geoestadísticos de Simulación*. Geofísica-UNAM.  
[http://mmc2.geofisica.unam.mx/cursos/geoest/Presentaciones/CG8\\_2009.pdf](http://mmc2.geofisica.unam.mx/cursos/geoest/Presentaciones/CG8_2009.pdf)

