



Estado actual de la microcuenca Matuna frente al uso del recurso hídrico y vertimientos en la vereda El Aporriado, Segovia, Antioquia, 2022-II

Cristian Alexis Velásquez Londoño
Leidy Jackelline Gallón Ruiz
Leidy Tatiana Galeano Zapata

Trabajo de investigación para optar al título de Administrador Ambiental y Sanitario

Asesor
Andrés Camilo Gómez Hoyos, Magíster (MSc) en Ciencias Biológicas

Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública Héctor Abad Gómez
Administración Ambiental y Sanitaria
Segovia, Antioquia, Colombia

2023

Tabla de contenido

Siglas, acrónimos y abreviaturas	9
Resumen	10
Introducción	12
1 Planteamiento del Problema	13
2 Justificación	16
3 Objetivos	18
3.1 Objetivo general	18
3.2 Objetivos específicos	18
4 Hipótesis	19
5 Marcos de referencia	20
5.1 Marco conceptual	20
5.1.1 Conservación de microcuencas como eje fundamental para la vida	20
5.1.2 Oferta y demanda hídrica a nivel rural	21
5.1.3 Conflictos socio ambientales asociados al recurso hídrico a nivel rural.....	24
5.1.4 Permisos ambientales asociados al recurso hídrico a nivel rural.....	27
5.2 Marco contextual	29
5.2.1 Ubicación área de estudio	29
5.3 Marco Legal	35
6 Reflexión ética	37
7 Metodología	39
7.1 Enfoque de diseño	39
7.2 Tipo de estudio.....	39
7.2.1 Estudio descriptivo.....	39
7.3 Población, muestra y muestreo	40

7.3.1	Población objeto de estudio.....	40
7.3.2	Unidad muestral.....	40
7.3.3	Criterios de inclusión.....	40
7.3.4	Criterios de exclusión.....	40
7.3.5	Tipo de muestreo.....	41
7.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
7.4.1	Planificación.....	41
7.4.2	Aplicación del instrumento en campo.....	42
7.4.3	Categorías del instrumento.....	42
7.5	Procedimientos de recolección de datos.....	43
7.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	43
8	Resultados.....	45
8.1	Línea Base microcuenca Matuna.....	45
8.1.1	Red Hídrica de la microcuenca Matuna.....	45
8.1.2	Componente institucional.....	47
8.1.3	Componente poblacional.....	47
8.1.4	Componente Socioeconómico.....	51
8.1.5	Saneamiento Básico.....	58
8.1.6	Descripción ambiental.....	62
8.2	Oferta y demanda hídrica.....	65
8.2.1	Oferta hídrica.....	65
8.2.2	Demanda hídrica.....	76
8.3	Conflictos Socioambientales.....	92
8.4	Nivel de cumplimiento de los permisos ambientales de concesión de aguas y de vertimientos.....	95

8.4.1	Usuarios concesionados Corantioquia.....	95
8.4.2	Usuarios con permisos de vertimientos según Corantioquia	98
9	Análisis de resultados	100
9.1	Línea base	100
9.2	Oferta y demanda hídrica.....	104
9.3	Demanda hídrica según módulos de consumo de Corantioquia	105
9.4	Conflictos Socioambientales	108
9.5	Nivel de cumplimiento de los permisos ambientales de concesión de aguas y vertimientos.....	110
9.5.1	Concesiones	110
9.5.2	Vertimientos.....	113
10	Conclusiones	117
11	Recomendaciones	120
12	Observaciones.....	123
13	Referencias.....	124
	Anexos	135

Lista de tablas

Tabla 1. Marco Legal	35
Tabla 2. Áreas destinadas a producción agrícola	55
Tabla 3. Producción pecuaria vereda El Aporriado	56
Tabla 4. Títulos mineros.....	58
Tabla 5. Resumen caudal Medio.....	66
Tabla 6. Resumen información Q_{min}	71
Tabla 7. Resumen de factores de frecuencia para cada periodo de retorno.....	72
Tabla 8. Resumen de caudales mínimos según el tiempo de retorno (distribución Gumbel).....	73
Tabla 9. Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar	74
Tabla 10. Resumen de caudales mínimos según el tiempo de retorno (distribución Normal).....	75
Tabla 11. Caudal aforado.....	77
Tabla 12. Resumen información cálculo demanda	82
Tabla 13. Módulos de consumo	91
Tabla 14. Usuarios concesionados	95
Tabla 15. Usuarios con permiso de vertimiento	98
Tabla 16. Tabla de caudales para uso doméstico y pecuario	105

Lista de cuadros

Cuadro 1. Categorías del instrumento aplicado en campo	43
Cuadro 2. Evidencia fotográfica de vertimientos de aguas residuales domésticas.....	60
Cuadro 3. Problemáticas socioeconómicos y ambientales encontrados	63

Lista de figuras

Figura 1. Mapa ubicación área de estudio	30
Figura 2. Sitios de red de monitoreo de calidad del agua en la cuenca de la quebrada La Cianurada, según Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Quebrada La Cianurada, Medellín, 2016.....	31
Figura 3. División cartográfica del municipio de Segovia.....	32
Figura 4. Mapa localización general de la zona de estudio perteneciente a la cuenca de la quebrada La Cianurada, según Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Quebrada La Cianurada, Medellín, 2016.....	33
Figura 5. Red Hídrica microcuenca Matuna.....	46
Figura 6. Población Microcuenca Matuna.....	48
Figura 7. Ubicación geográfica de usuarios.....	49
Figura 8. Asentamientos provisionales cercanos a la comunidad.	50
Figura 9. Asentamientos provisionales	51
Figura 10. Viviendas características del sector.....	53
Figura 11. Escuela El Aporriado	54
Figura 12. Mapa de títulos mineros vereda el Aporriado	57
Figura 13. Estructura de captación y tubo de aducción	59
Figura 14. Ortofoto de impactos ambientales	64
Figura 15. Aforo con flotador	66
Figura 16. Delimitación del área de la microcuenca de captación (en verde).....	69
Figura 17. Mapa de pendientes	70
Figura 18. Bocatoma individual, presa de derivación para estanques de peces	78
Figura 19. Caudales aforados (indicador de presión de agua) en viviendas que se abastecen de la bocatoma comunitaria.	79
Figura 20. Dotación neta máxima RAS 2017	82
Figura 21. Distribución de porcinos	85

Figura 22. Avicultura	86
Figura 23. Ubicación geográfica de usos pecuarios	88
Figura 24. Proceso de módulos de consumo Corantioquia	90
Figura 25. Conflictos asociados al recurso hídrico	94
Figura 26. Distribución de las concesiones de agua para personas naturales en la cuenca de la quebrada La Cianurada, según Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Quebrada La Cianurada, Medellín, 2016.....	96
Figura 27. Distribución de las concesiones de agua para personas jurídicas en la cuenca de la quebrada La Cianurada, según Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Quebrada La Cianurada, Medellín, 2016.....	97
Figura 28. Distribución usuarios vertimientos	99

Siglas, acrónimos y abreviaturas

ANNA	Agencia Nacional de Minería.
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial.
PORH	Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.
ETR	Evapotranspiración real
P	Precipitación
Qm	Caudal medio
Qmin	Caudal mínimo
Qamb	Caudal ambiental
μmin	Media caudal mínimo
σmin	Desviación estándar caudal mínimo
Qmin Tr	Caudal mínimo en tiempo de retorno
PUEAA	Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua

Resumen

La microcuenca Matuna se encuentra localizada en la vereda El Aporriado del municipio de Segovia Antioquia, este lugar es rico en aguas superficiales; sin embargo, la comunidad se vio obligada a implementar estrategias que permitieran el abastecimiento de agua, dado que allí no se cuenta con servicio público de acueducto, y es por ello que la población optó por la instalación de una bocatoma comunitaria, la cual no cuenta con concesión de agua, pese a esto, la misma población administra el reparto del caudal conforme a las necesidades del sector.

A partir de la información recolectada mediante el instrumento de captación de datos, las visitas realizadas a campo y algunas fuentes secundarias se pudo obtener una línea base, la oferta y la demanda hídricas para el área de estudio, información sobre los conflictos socioambientales y se verificaron los permisos ambientales (concesiones y vertimientos). La compilación de esta investigación permitió emitir un prediagnóstico ambiental en torno al estado actual de la Microcuenca Matuna, en la vereda El Aporriado, frente al uso del recurso hídrico y los vertimientos.

Palabras clave:

Microcuenca, recurso hídrico, usos del agua, módulos de consumo, concesiones, vertimientos, línea base, oferta hídrica, demanda hídrica, prediagnóstico ambiental.

Abstract

The Matuna micro-watershed is located in the village of El Aporriado in the municipality of Segovia Antioquia, this place is rich in surface water, however, the community was forced to implement strategies that would allow the water supply, since there is no public aqueduct service, due to this the population opted for the installation of a community intake, which does not have a water concession, despite this, the population itself manages the distribution of the flow according to the needs of the sector.

Based on the information collected through the data collection instrument, the field visits, and some secondary sources, it was possible to obtain a baseline, the water supply and demand for the study area, the socio-environmental conflicts and the permits were verified. environmental (concessions and discharges). The compilation of this research allowed to issue an environmental pre-diagnosis about the current state of the Matuna Micro-basin, in the village of El Aporriado, regarding the use of water resources and discharges.

Keywords:

Basin, water resource, water uses, consumption modules, concessions, discharges, baseline, water supply, water demand, environmental prediagnosis.

Introducción

El presente trabajo de grado se realizó con la finalidad de reconocer el estado actual frente al uso del recurso hídrico y vertimientos de la microcuenca Matuna en la vereda El Aporriado. Para esto se plantearon cuatro objetivos que permitieron alcanzar la meta; para lograrlo se realizó una búsqueda exhaustiva de información primaria y secundaria que permitió generar un perfil del área de estudio.

En el desarrollo, se realizó una primera visita que permitió la ejecución de una prueba piloto del modo ensayo-error, lo cual abrió puertas a entablar lazos con la comunidad y dar comienzo al trabajo en campo. Se hicieron estimativos de la oferta hídrica en el sitio de captación; en este proceso se tomó información mediante aforos en las viviendas que se abastecían de la microcuenca Matuna y se pudo conocer la presión con la que el recurso llegaba a las viviendas y el uso que se le da a este; se identificaron los sitios de disposición final para los vertimientos, se dialogó con los encuestados a fin de determinar los conflictos socio ambientales que se evidenciaron en el sector y se verificó si se contaba con permisos de concesión de aguas y vertimientos; para esto se verificó la existencia de dichos permisos ambientales, y se generó una demanda teórica del agua a través de los módulos de consumo establecidos por Corantioquia.

Por último, toda esta información fue llevada a una base de datos que al ser compilada permitió la generación de un prediagnóstico ambiental de la microcuenca Matuna en la vereda El Aporriado, con lo cual se pudo reconocer su estado actual en materia de uso y vertimientos.

1 Planteamiento del Problema

A nivel internacional, dentro del artículo “Distribución del agua en el Perú desde una perspectiva de cuenca”, Sabogal Ana plantea la importancia de integrar el concepto de cuenca a la distribución de los recursos, resaltando la importancia de un trabajo que involucre el cálculo del caudal del agua, el caudal ecológico y la distribución actual del recurso, para desde allí poder plantear la distribución del recurso en la cuenca (4).

En Colombia, el informe técnico de la línea base del proceso de reglamentación de usos del agua y vertimientos en la quebrada El Salado del municipio de Girardota, habla del deterioro en la calidad del recurso hídrico, lo cual ha sido consecuencia de los vertimientos directos de aguas residuales domésticas; esto derivado de la falta de sistemas de tratamientos (pozos sépticos) o por la falta de mantenimiento a los mismos; a esto se le suma la falta de conexión al sistema de alcantarillado de las viviendas de la parte media y baja de la cuenca (5).

Asimismo, el proceso de reglamentación de usos del agua y vertimientos desarrollado en la subcuenca La Valeria, en el municipio de Caldas, se realizó con el fin de conocer los usos que se le daban al recurso y quienes se beneficiaban del mismo. De esta manera se pretendía establecer si las personas del área de influencia necesitan un permiso de concesión de agua, de ocupación del cauce o de vertimiento. (5)

Es importante aclarar que estos procesos de reglamentación están enmarcados en el instrumento Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH del río Aburrá. “El Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Aburrá-Medellín es un instrumento de planificación para administrar de manera eficiente el recurso hídrico y hacer un control de su calidad y cantidad para contribuir así a su

recuperación y sostenibilidad, desde una perspectiva de balance entre la oferta y la demanda” (6).

En el municipio de Segovia, la presión ejercida sobre el recurso agua es constante, dado que gran parte de la población no cuenta con sistemas adecuados para la disposición final de las aguas residuales, por lo que optan a diversas prácticas que por cultura se han venido desarrollando, es así que realizan sus descargas directamente a la fuentes hídricas; en algunos sectores se utilizan pozos sépticos comunitarios, sin embargo, al ser una población dispersa el manejo de estos sistemas tiende a ser un poco complejo (1)

La falta de acceso a la información ocasiona que en algunos casos se generen malas prácticas en cuanto al desabastecimiento de agua para consumo humano, este tema es bastante escuchado en la población rural, por lo que en la mayoría de las veces se dejan mangueras o tuberías con el suministro constante así no se esté necesitando; esta situación va de la mano con los conflictos socioambientales presentes en las áreas de influencia de las fuentes hídricas. (3)

En este municipio se desarrollan pocos procesos o actividades cuya finalidad sea educar a la población en materia de salud y cuidado del medio ambiente; esto conlleva a que las comunidades en muchas ocasiones desconozcan los riesgos a los que se encuentran expuestos en cuanto a los diversos eventos en salud relacionados con el ambiente, además de que las practicas generacionales que se desarrollan pueden traer consigo efectos secundarios al ambiente como lo es un incremento en la mortalidad de especies de fauna y flora presentes en el agua debido a las descargas directas de aguas residuales que se realizan en las fuentes hídricas.

La cuenca La Cianurada recorre varios barrios del casco urbano la municipalidad y cuenta con un plan de ordenamiento del recurso hídrico PORH; aquí se priorizaron

dos afluentes (quebradas la Cianurada y El Aporriado) los cuales recorren la zona urbana y rural de Segovia y Remedios; es de destacar que La Matuna es tributaria de La Cianurada, la cual aporta un caudal base a la misma (7)

La tesis de Espinosa Pujol de la Universidad Nacional de Colombia sobre el manejo del agua en la minería artesanal y de pequeña escala de oro en el municipio de Segovia Antioquia tomó como base la cuenca de La Cianurada; indica que en un resultado del Índice de Calidad de Agua ICA dentro de esta cuenca, se encuentran más de 50 puntos de vertimientos TR o de tasas retributivas, con un índice de calidad del agua mala, en más del 80 % de la red hídrica principal y todos los tramos tienen uso industrial, siendo este resultado de gran preocupación para la calidad de los sistemas hídricos aguas abajo de la cuenca. (8)

No contar con información actualizada de la microcuenca Matuna nos hace desconocedores de su estado actual frente al uso y los vertimientos que allí se realizan; elaborar el prediagnóstico permite tener un boceto de la dinámica ambiental y poblacional que allí se desarrolla, y deja esta investigación como una base futuros procesos ambientales que se puedan realizar en la vereda.

Lo mencionado en este apartado genera la pregunta de investigación: *“¿Cuál es el estado actual de la microcuenca Matuna frente al uso del recurso hídrico y vertimientos en la vereda El Aporriado, Segovia, Antioquia, 2022-II?”*

2 Justificación

El municipio de Segovia cuenta con un plan de ordenamiento de recurso hídrico para la quebrada La Cianurada, la cual, nace a los 700 msnm en la vereda Popales, aquí surge con el nombre La Cucaracha, y cuando esta se une con la quebrada Bolivia adopta el nombre de La Cianurada o quebrada María Dama; esta fuente pasa por el municipio de Remedios, el corregimiento La Cruzada, el casco urbano de Segovia y sus veredas Popales, Campo Alegre y El Aporriado. Por ello es importante reconocer el estado actual de la microcuenca Matuna, ya que esto permitirá determinar el estado del recurso hídrico y de qué manera afecta a la quebrada La Cianurada.

La microcuenca Matuna es de gran importancia ambiental debido a la variedad de servicios ecosistémicos que le provee al municipio, la quebrada en cuestión abastece de agua gran parte de la zona rural; sin embargo, la calidad y cantidad de la fuente se ve afectada debido a las diferentes prácticas de aprovechamiento que se desarrollan en el área de influencia y la gran cantidad de vertimientos que a ella llegan, principalmente de las actividades mineras.

Este proyecto permitió conocer los distintos usos que se le estaban dando al caudal de la microcuenca Matuna en el área de estudio; de esta manera se pudo determinar la oferta, demanda y presión de agua en las viviendas, y de esta forma poder sentar las bases para emitir el prediagnóstico ambiental en materia de usos y vertimientos de la microcuenca Matuna.

Los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales son otro tema de especial importancia en el desarrollo de este trabajo de investigación, dada la presión que estas ejercen sobre el recurso hídrico; a este hecho se le atribuyen la disminución o desaparición de especies de fauna y flora que se benefician del

caudal de la microcuenca, dado que las condiciones de la fuente hídrica tendrán un impacto directo sobre la calidad de vida de las especies de la zona (2).

Con todo lo anterior, lo que se pretende es conocer las condiciones en que se encuentra el área de estudio a fin de reconocer su estado, los vertimientos que se están realizando en ella y los usos que se está dando al recurso para luego emitir un prediagnóstico ambiental que pueda dar cuenta del estado actual de la microcuenca Matuna en materia de usos y vertimientos, lo cual se puede instaurar como bases sólidas para consolidar proyectos y propuestas ambientales en dicho sector.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Reconocer el estado actual frente al uso del recurso hídrico y vertimientos de la microcuenca Matuna en la vereda El Aporriado, en el municipio de Segovia Antioquia.

3.2 Objetivos específicos

- Compilar información secundaria relacionada con los usos del agua, la oferta, la demanda y los vertimientos, para obtener como resultado una línea base para el área de estudio.
- Estimar la oferta y la demanda hídrica de la microcuenca Matuna en la vereda El Aporriado, a través de fórmulas empíricas y fórmulas analíticas, aforos en campo y la implementación de instrumentos de recolección de información.
- Identificar los conflictos socioambientales asociados al uso del recurso hídrico en el área de influencia de la microcuenca.
- Verificar el nivel de cumplimiento de los permisos ambientales de concesión de aguas y vertimientos por parte de los usuarios del recurso hídrico presentes en la microcuenca Matuna en la vereda El Aporriado.

4 Hipótesis

- En el área de estudio no se presentan permisos de concesión de aguas, por lo cual no se realiza un debido control, y se ocasiona un uso indiscriminado del recurso; dicha situación no está garantizando el caudal ecológico necesario para la subsistencia de las comunidades y ecosistemas aguas abajo de las captaciones que se realizan en la quebrada Matuna.
- Los vertimientos se realizan directamente a la quebrada Matuna, lo cual está ocasionando insalubridad en la comunidad, dado que el sitio de disposición final de las aguas residuales es el mismo sitio de donde se abastece la comunidad.
- Debido a que en la vereda El Aporriado hay presencia de minería a cielo abierto, se presentan conflictos intergeneracionales y los efectos que deja esta actividad económica pueden afectar la sostenibilidad en el tiempo, del recurso hídrico.

5 Marcos de referencia

5.1 Marco conceptual

5.1.1 Conservación de microcuencas como eje fundamental para la vida

Según el Ministerio de Ambiente “la microcuenca es aquella cuenca cuya área de drenaje es menor a 500 Km²”, definición que se deduce de la definición de Nivel subsiguiente presente en la norma nacional sobre ordenación y manejo de cuencas hidrográficas” (9).

Tejada M. nos habla de la conservación de microcuencas desde la mitad de los noventa partiendo desde la planeación microrregional a través del desarrollo rural. En su propuesta de gestión integral de microcuencas muestra como motor de arranque a la agricultura ecológica la cual cede su rol al ecoturismo y la agroindustria. (10)

De la misma manera Medina Mendoza R. nos muestra la conservación de la microcuenca desde la gestión con las autoridades y los pobladores que permite la participación voluntaria hacia las actividades mediante prácticas y obras conservacionistas. (11)

Casillas González J. dice que para que pueda haber un desarrollo integral efectivo de las microcuencas, es indispensable contar con la participación de las comunidades para que de forma consiente se involucren en el proceso de diagnóstico y ejecución de proyectos que promuevan el cuidado de su entorno, teniendo como característica principal su realidad socioeconómica, política y cultural. (12)

5.1.2 Oferta y demanda hídrica a nivel rural

Según el Área Metropolitana del Valle de Aburrá “Los aforos de caudal consisten en determinar la cantidad de agua que atraviesa una sección transversal de un cuerpo de agua en un instante de tiempo dado”. Estos valores permiten conocer la disponibilidad hídrica del cuerpo de agua y sirve para estimar las cargas de contaminantes que transportan las fuentes, tiempos de viaje e incluso para prevención de desastres. (13)

Zuluaga Duque L. plantea en su investigación una herramienta para evaluar la relación entre oferta hídrica, demanda hídrica y gestión de cuencas rurales con sistemas hidrológicos. Esto mediante los siguientes módulos:

5.1.2.1 Oferta

Plantea la modelación hidrológica de una microcuenca mediante la estimación de forma precisa con dos principales componentes del balance hídrico, estos son la precipitación y la evapotranspiración, presentando a continuación una ecuación de balance hídrico aplicada a una escala de largo plazo (anual). (14)

$$P - ET - R + \Delta S = 0$$

“Donde P es la precipitación media anual en mm, ET es la evapotranspiración media anual en mm, R la escorrentía total o caudal medio anual en mm y ΔS es la variación del almacenamiento de humedad en mm” (14).

Para la oferta neta del recurso hídrico se plantea la siguiente ecuación:

$$O_n = Q - Q_e - Q_c$$

“Donde: On es la oferta hídrica neta disponible Q es el caudal calculado para cada paso de tiempo o la oferta hídrica anual Qe es el caudal ecológico Qc es la reducción por calidad” (14).

Según María Victoria Vélez, Ricardo A. Smith, Carlos A. Pérez, Carlos J. Franco, Hernán D. Bolaños plantean algunas formulas empíricas de regionalización para la estimación de los caudales mínimos y desviación estándar, para el departamento de Antioquia y para tres de las zonas más representativas. (54)

Todo el departamento de Antioquia.

$$\text{Caudal Mínimo Medio} = 10^{-5.155} * A^{0.942} * P^{1.025}, R = 0.974$$

$$\text{Desviación Estándar} = 10^{-5.464} * A^{0.997} * S^{0.218} * P^{0.894}, R = 0.974$$

Zona de los ríos Cauca, Medellín, Porce y parte baja del Nechí.

$$\text{Caudal Mínimo Medio} = 10^{-4.752} * A^{0.960} * P^{0.883}, R = 0.995$$

$$\text{Desviación Estándar} = 10^{-2.509} * A^{1.502}, R = 0.983$$

Zona de los ríos Mulatos, León y río Sucio

$$\text{Caudal Mínimo Medio} = 10^{-3.137} * A^{1.404}, R = 0.90$$

$$\text{Desviación Estándar} = 10^{-2.545} * A^{1.112}, R = 0.909$$

Zona de los ríos Anorí y parte alta del Nechí

$$\text{Caudal mínimo medio} = 10^{-1.952} * L^{1.622}, R = 0.971$$

$$\text{Desviación Estándar} = 10^{-3.006} * L^{1.924}, R = 0.970$$

Donde, para todas las fórmulas,

A = área de la cuenca en km².

P = precipitación media multianual en mm/año.

L = longitud en km.

S = pendiente en %.

R = coeficiente de correlación.

5.1.2.2 Demanda

Zuluaga Duque L. dice “La demanda de agua es la suma de todas las demandas de agua provenientes de la población (doméstica), el medio ambiente (representado por el caudal ecológico necesario para la preservación del ecosistema acuático de los cuerpos de agua), la agrícola, la pecuaria y la turística y recreativa” (14).

Por otro lado, Sabas C. y Paredes D. dicen que “el cálculo de la demanda hídrica se establece a partir de las concesiones de agua otorgadas por cada autoridad ambiental” (15).

La Resolución 0330 de 2017 establece fórmulas para la estimación de la demanda del recurso hídrico a un periodo de diseño de 25 años, de la siguiente manera:

Dotación Bruta

Según el RAS la dotación bruta se calcula como:

$$D_{bruta} = \frac{dneta}{1 - \% P}$$

- **Caudal medio diario (Qmd)**

$$Q_{md} = \frac{Población * D_{bruta}}{86400}$$

- **Caudal máximo diario (QMD)**

Este corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas en un periodo de un año (53). Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMD = Qmd * k1$$

5.1.3 Conflictos socio ambientales asociados al recurso hídrico a nivel rural

Liber Martin y Juan Bautista Justo elaboraron un documento para La Comisión Económica para América Latina y el Caribe y las Naciones Unidas sobre análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe, los autores describen que los conflictos asociados al agua provienen de distintos orígenes teniendo en cuenta el poder que representa este recurso en el medio ambiente para la subsistencia de ecosistemas y en la sociedad para abastecimiento y aprovechamiento de actividades económicas, de ahí que estas problemáticas suelen denominarse conflictos socio ambientales. (16)

Es común abordar estos conflictos como situaciones ajenas al bienestar poblacional, tomándolo como acciones que se deben saber manejar, evitar, prevenir y en lo posible desactivar. En el desarrollo de estas problemáticas se suelen ver involucrados diferentes actores que abarcan estos temas desde diversas perspectivas y aspiraciones sociales y políticas, donde también surgen propuestas y alternativas para alcanzar objetivos en común; Martin y Justo agrupan estas problemáticas en diversas tipologías, algunas de estas son:

5.1.3.1 Conflictos entre usos

Estos conflictos suelen presentarse cuando la cantidad captada del recurso no es satisfactoria para los usuarios en diversos sentidos; en estos casos se suelen

ver involucradas actividades como el riego, el abastecimiento de agua para consumo humano, la generación de energía por medio de hidroeléctricas y, por último, la más representativa que es la minería.

En América Latina y el Caribe las actividades extractivas son una de las principales causas de presión sobre el agua y de generación de conflictos, este sector económico incluye el uso del recurso en todos sus procesos y en grandes cantidades desde la extracción del socavón hasta la materialización del mineral en las plantas de beneficio. Es así como este hecho se ve reflejado en disputas con otras actividades económicas, debido al incremento de proyectos, obras o actividades que requieren el uso del agua en sus operaciones en una misma área, y traen consigo consecuencias poco favorables; al ser la minería una actividad intensiva en agua, existe el riesgo de que su utilización no sea de modo sustentable.

Es de destacar que los proyectos, obras o actividades (POA) que involucran la minería suelen ubicarse en áreas de las cuencas con zonas de infiltración, lo cual acarrea impactos negativos para los POA desarrolladas aguas abajo de las zonas de aprovechamiento; el impacto más significativo en este caso es el desabastecimiento.

Otro conflicto por el agua se debe a las altas descargas de aguas servidas a las fuentes y afectan el buen desarrollo de las actividades agrícolas debido a la carga contaminante que lleva la corriente.

Por último y de mayor afectación al ambiente se encuentran los conflictos por la reserva para usos futuros, los proyectos obras o actividades siguen aumentando, y con ello se ejerce una mayor presión sobre las fuentes hídricas; esto está ocasionando que aguas abajo de las zonas de captación no se esté respetando el caudal ecológico; con ello viene la sequía, el desabastecimiento y la pérdida de ecosistemas. (16)

5.1.3.2 Conflictos entre usuarios

Existen situaciones donde el desarrollo de las empresas, de sus proyectos obras o actividades, afecta considerablemente a los demás usuarios del recurso aguas abajo. Martin y Justo exponen un caso en el que claro ejemplo de conflicto por el agua entre usuarios, y es lo ocurrido en la cuenca del río Tinguiririca en Chile, donde la situación no se centraba en los diversos usos sino en el comportamiento de los usuarios, que en este caso se trataba de la empresa Tinguiririca Energía, la cual contaba con autorización de uso del agua “de pasada”; esto hace alusión a que la cantidad de agua que ingresaba para su proceso debía retornar a la fuente sin retención de la misma; sin embargo, la empresa estaba almacenando grandes cantidades del recurso en épocas de sequía, lo cual tenía consecuencias aguas abajo y ocasionaba inicialmente una reducción considerable del caudal y luego una liberación de golpe de la fuente, por ende se estaba viendo afectado el caudal ecológico y el derecho al agua de los agricultores aguas abajo.

En cuestión de usuarios, suele concedérsele menor importancia a los grupos étnicos y campesinos, dado que los territorios ya cuentan con sus usos consuetudinarios y estos no reciben la protección adecuada; es así como se priorizan las actividades económicas como la minería y el riego sobre el bienestar comunitario y los usos que se encontraban establecidos; además, es de destacar que estos territorios sostienen un equilibrio proporcionado por las prácticas ejercidas en la comunidad; este equilibrio, tiende a verse afectado por los nuevos usos que se le dan al recurso hídrico. (16)

5.1.3.3 Conflictos intergeneracionales

Estos conflictos por el agua son de especial importancia dado que su existencia radica en la importancia de generar un uso del recurso teniendo en

cuenta cómo este puede afectar las generaciones futuras, es decir, que estos conflictos se presentan en los casos en que no se garantiza la sostenibilidad del caudal en el tiempo. Aquí se plasma un ejemplo del hecho ocurrido en la frontera entre Chile y Argentina en un emprendimiento de minería a cielo abierto; este proyecto avanzaba con normalidad, sin embargo, en 2010 Argentina emitió una ley federal en donde se establecían las normas mínimas de protección de glaciares y áreas peri glaciares en toda la nación, en donde se hacía una prohibición para el desarrollo de actividades mineras en estas zonas. Esta decisión del Estado se hace con el objetivo de proteger los glaciares para su conservación y disfrute de las generaciones futuras. (16)

5.1.4 Permisos ambientales asociados al recurso hídrico a nivel rural

5.1.4.1 Concesiones de agua

Silvia Corrales emitió en el 2015 un informe sobre concesiones de agua abordando los criterios de equidad y eficiencia; esta investigación tuvo en cuenta los procesos adelantados en asignación del recurso por 3 corporaciones autónomas regionales que fueron: La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC, la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC y la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER. (17)

En los resultados emitidos en este informe la autora señala que la normatividad no contempla explícitamente los criterios de equidad y eficiencia, lo cual se vuelve tedioso a la hora de otorgar las concesiones, debido a que las leyes en el país indican que estos permisos deben pasar por unos filtros a fin de garantizar que aquellas actividades priorizadas tengan el nivel de importancia que se requiere; sin embargo, al no tener un instrumento o indicaciones puntuales para el otorgamiento según la clase de actividad, las corporaciones tienden a darle un manejo específico según su criterio propio; es así como en la mayoría de ocasiones

lo que se obtiene, es que los usuarios reciben el permiso según el orden en que llegan las solicitudes a las corporaciones. Esto abre un panorama complejo, donde se evidencia que no siempre hay equidad entre los usuarios, dado que no se está teniendo en cuenta los usos prioritarios de las fuentes hídricas. (17)

5.1.4.2 Permiso de vertimiento

En materia de vertimientos, Colombia ha atravesado diversos procesos en pro de proteger la estabilidad económica de los sectores productivos y el bienestar medio ambiental que requiere el recurso hídrico, así lo manifiesta Beatriz Mendía de la Universidad de Zaragoza y María García de la Universidad Externado de Colombia en un informe sobre el derecho al agua en el país. Colombia tiene un fuerte en normatividad de vertimientos, la cual con el paso del tiempo ha ido incrementado su poder y exigencia en pro de proteger las fuentes hídricas y a su vez garantizar que las actividades económicas puedan ser desarrolladas siempre y cuando se esté dando el debido cumplimiento que exige la ley. A través de los años y con los avances normativos, las autoras evidencian que dicha situación puede traer oportunidades que pueden ser aprovechadas y a su vez también pueden percibirse debilidades que tendrían influencia en el marco de cumplimiento de las normas. (18)

Una de las oportunidades como ejemplo de voluntad y compromiso es la Política Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico PNGIRH, la cual evidencia una necesidad inminente de realizar acciones que conlleven al mejoramiento de las condiciones de las fuentes hídricas, cuya presión es cada vez mayor, y de esta manera ayudar a disminuir la contaminación de estas; para ello, la política define algunas estrategias para poder lograrlo. (18)

Algunas debilidades de los permisos de vertimientos podrían identificarse como amenazas para el cumplimiento óptimo de dicho proceso, ejemplo de esto es

la falta de educación en las comunidades, principalmente de las áreas rurales, donde se hacen diversas prácticas en materia de saneamiento básico que por lo regular afectan al ambiente, si bien el objetivo de un permiso de vertimiento es disminuir la carga contaminante de una fuente hídrica, no se puede desconocer que otras actividades afectan el recurso aunque el nivel de cumplimiento del vertimiento sea el correcto; este es el caso de la disposición de residuos sólidos a las ríos y quebradas, cuyo impacto es bastante significativo. (18)

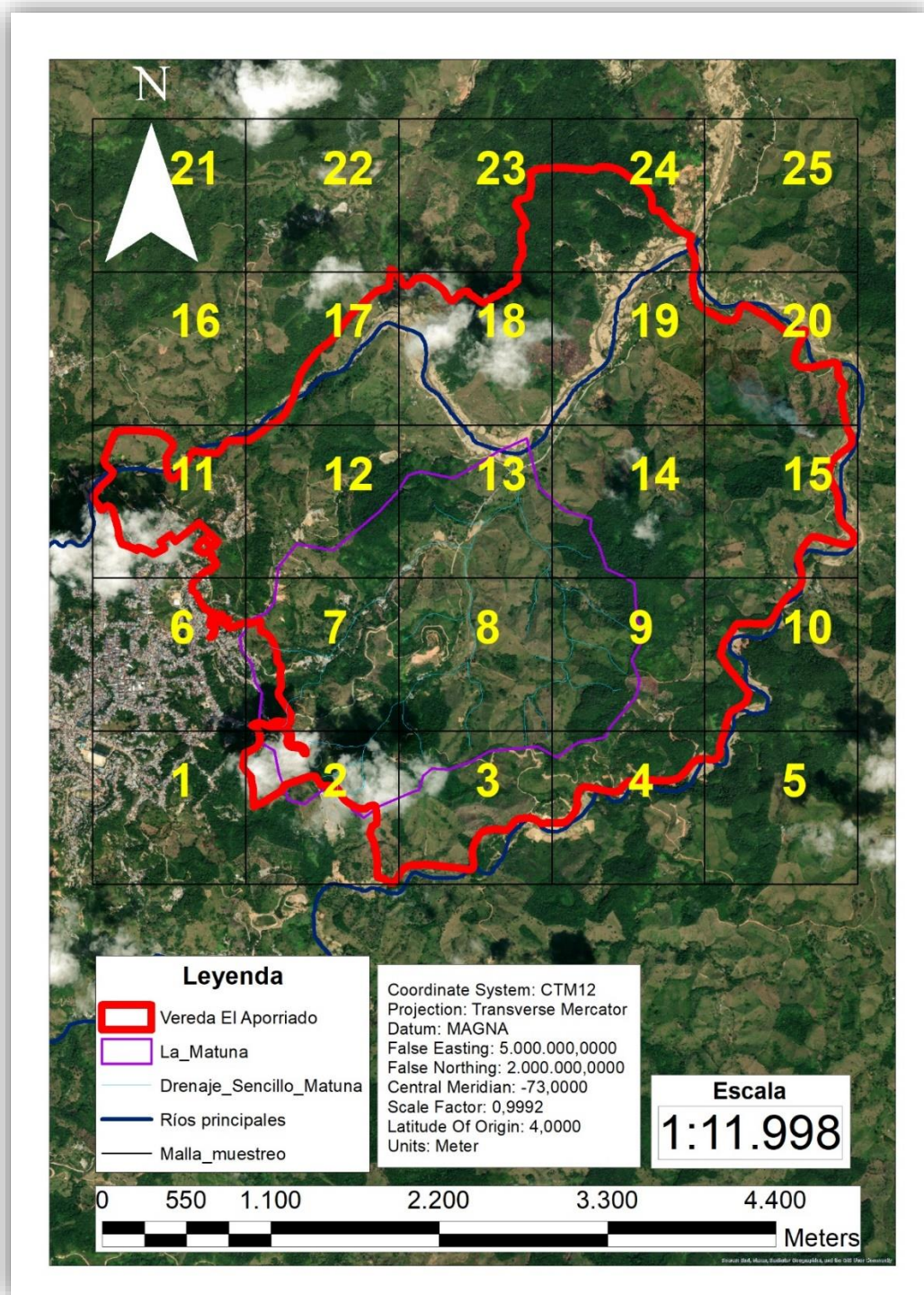
5.2 Marco contextual

5.2.1 Ubicación área de estudio

5.2.1.1 Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra ubicado en la vereda El Aporriado, esta vereda se encuentra en el nororiente del municipio de Segovia Antioquia; este cuenta con una extensión de 15.577 km², allí se encuentran ubicadas aproximadamente 60 viviendas, de las cuales solo 30 se abastecen de la presa de derivación instalada en la quebrada Matuna. Es de destacar, que este sistema de captación le proporciona agua a más de 100 personas entre Segovia y Remedios.

Este lugar se caracteriza por su clima cálido y por ser la zona de grandes empresas dedicadas a la explotación minera; aunque la vereda se encuentra alejada del área urbana, allí se encuentra ubicada una escuela, la cual le proporciona educación primaria aproximadamente a 45 niños del sector. Para mayor detalle en la **Figura 1** se observa la ubicación geográfica de la microcuenca Matuna hasta su desembocadura en la quebrada La Cianurada.

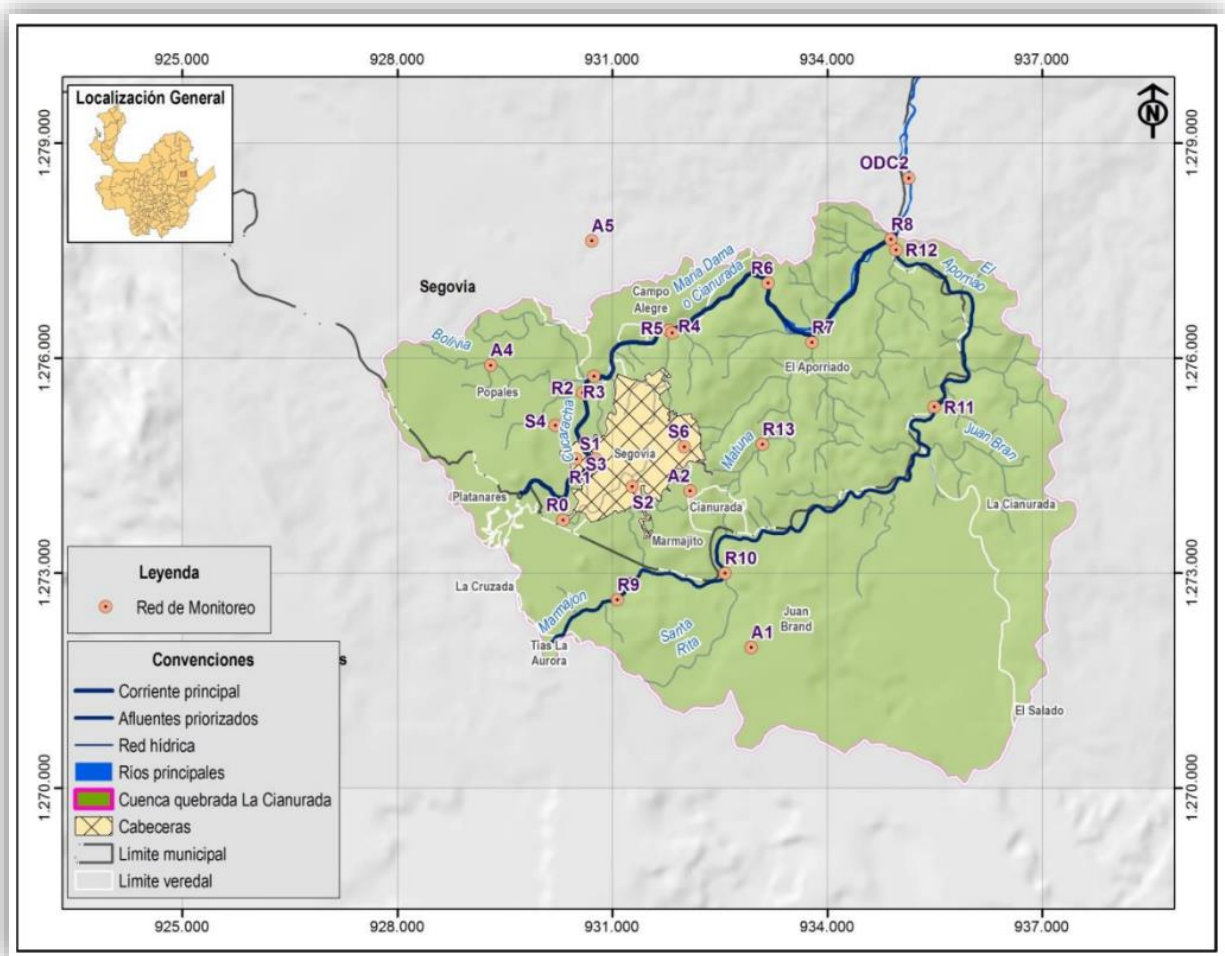
Figura 1. Mapa ubicación área de estudio

Nota: Desarrollado a partir de información geográfica proveniente del IGAC (59)

Junto con la quebrada Bolivia, la quebrada Matuna es uno de los dos afluentes principales de la quebrada La Cianurada, la cual, al ser de gran importancia ambiental para el municipio, tiene diversos puntos de monitoreo en su recorrido; específicamente en Matuna se encuentran dos de estos, los cuales se pueden observar en la

Figura 2. (7)

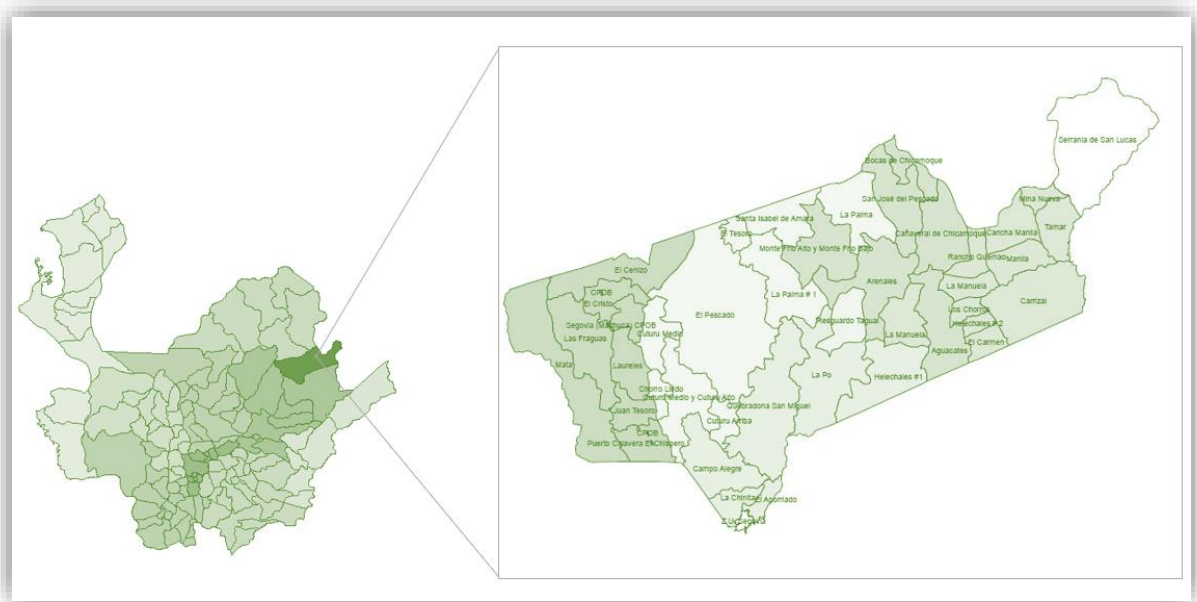
Figura 2. Sitios de red de monitoreo de calidad del agua en la cuenca de la quebrada La Cianurada, según Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Quebrada La Cianurada, Medellín, 2016



Nota: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. Plan de ordenamiento del recurso hídrico – Quebrada La Cianurada [Internet] [Consultado: 18 de abril de 2022] Disponible en: <https://cta.org.co/biblionet/plan-de-ordenamiento-del-recurso-hidrico-quebrada-la-cianurada/>

El municipio de Segovia está situado a 7°04'28 Norte y a 74°41'56" Oeste (WGS 84), en el departamento de Antioquia Colombia, cuenta con una población aproximada de 37.900 habitantes (2018) y su cabecera urbana está ubicada a una altura de 650 msnm. Este municipio cuenta únicamente con un corregimiento llamado Fraguas y tiene una extensión rural de 1.225,4 km². En la **Figura 3** se puede observar la división cartográfica del municipio (19)

Figura 3. División cartográfica del municipio de Segovia



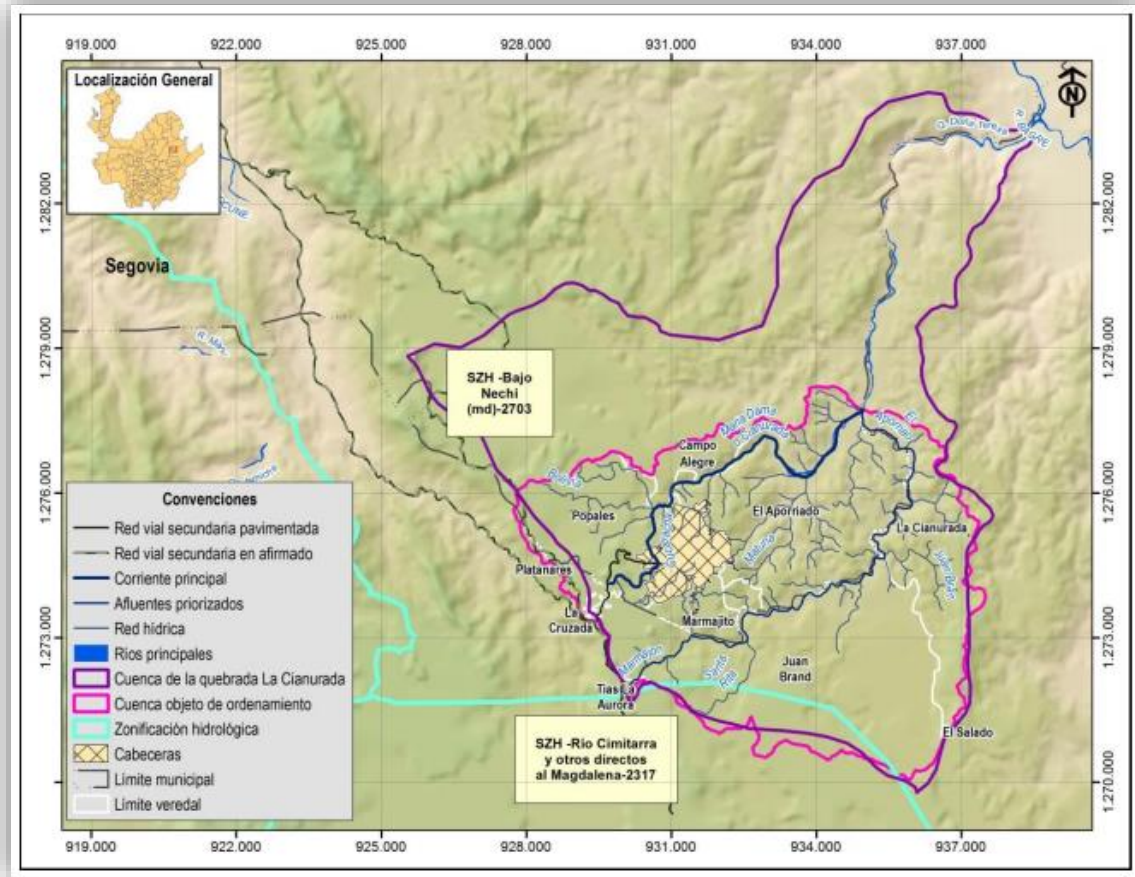
Nota: Desarrollado a partir de información geográfica proveniente del IGAC (59)

5.2.1.2 Ubicación hidrográfica

La microcuenca Matuna, hidrográficamente se ubica dentro de la cuenca de la quebrada La Cianurada del municipio de Segovia la cual es tributaria del río Bagre, ver

Figura 4. La quebrada La Cianurada es también llamada María Dama, y cruza en el municipio de Segovia por el casco urbano y las veredas Campo Alegre y El Aporriado. (7).

Figura 4. Mapa localización general de la zona de estudio perteneciente a la cuenca de la quebrada La Cianurada, según Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Quebrada La Cianurada, Medellín, 2016.



Nota: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. Plan de ordenamiento del recurso hídrico – Quebrada La Cianurada [Internet] [Consultado: 18 de abril de 2022] Disponible en: <https://cta.org.co/biblionet/plan-de-ordenamiento-del-recurso-hidrico-quebrada-la-cianurada/>

5.3 Marco Legal

A continuación, se presenta la **Tabla 1** con la normatividad aplicable a este trabajo de investigación.

Tabla 1. Marco Legal

Norma	Número	Año	Alcance
Constitución Política		1991	Por medio de ella, se garantizan los derechos, así como se explicitan los deberes, las libertades y los límites del individuo consigo mismo y con los demás. (20)
Ley	9	1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias. (21)
Ley	373	1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. (22)
Ley	1581	2012	Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. (23)
Decreto	1575	2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. (24)
Decreto	3930	2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. (25)
Decreto	2667	2012	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones. (26)

Norma	Número	Año	Alcance
Decreto	1076	2015	Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible (27)
Decreto	0330	2017	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009. (53)
Resolución	8430	1993	Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. (28)
Resolución	2115	2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. (29)
Resolución	631	2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. (30)
Resolución	699	2021	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales Domésticas Tratadas al suelo, y se dictan otras disposiciones. (31)
Resolución	8430	1993	Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. (60)

6 Reflexión ética

Con base en la resolución 8430 de 1993 y sus consideraciones éticas allí planteadas, esta investigación se desarrolló con un riesgo mínimo, y se realizó con aquellas personas que por aceptación voluntaria participaron de este proyecto, para ello se implementó un consentimiento informado por escrito, el cual garantiza el cumplimiento de lo anterior mencionado. (60)

Este proyecto no tuvo en su desarrollo riesgos biológicos, dado que lo que se realizó fueron evaluaciones de aspectos y componentes específicos mediante variables estadísticas y de observación.

Al desarrollar este proyecto los encuestadores se vieron expuestos en su seguridad física, debido a los problemas sociales y conflictos de orden público del área de estudio, por lo cual como medida se expuso la propuesta al presidente de la junta de acción comunal de la vereda y luego se le comunicó a la comunidad lo que se pretendía hacer en el sector; además, en los recorridos los encuestadores usaron la identificación que les proporcionó la Universidad de Antioquia como estudiantes mientras realizaban su labor.

Este trabajo de grado trajo beneficios a la comunidad, dado que se pudo conocer un prediagnóstico ambiental de la situación real en que se encuentra la microcuenca Matuna, a partir de este informe la comunidad puede comenzar tramites con la autoridad ambiental, y esta última podrá tomar los resultados de la presente investigación como insumo para futuros procesos de diagnóstico y gestión del recurso hídrico en el sector.

Los datos recolectados en campo de los encuestados son protegidos bajo la ley estatutaria 1581 de 2012, dichos datos reposan en una base de datos, la cual

fue analizada por los encuestadores, cabe destacar que esto se realizó mediante la autorización de los participantes expresada en el consentimiento informado.

Por último, los resultados obtenidos en este trabajo son divulgados de forma física y electrónica, y si la Universidad de Antioquia lo aprueba, serán entregados a su repositorio.

7 Metodología

7.1 Enfoque de diseño

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados se tomó un enfoque de diseño de investigación empírico - analítico, que permite valerse de métodos cuantitativos para el logro de cada objetivo propuesto.

Este método o enfoque de investigación se basa en la obtención del conocimiento mediante la experiencia. Este se vale de dos (2) métodos, el primero es de carácter estadístico y puede suministrar o brindar una información acertada, es llamado método cuantitativo. Así mismo el segundo método (cualitativo) busca mostrar esas características que se pueden encontrar implícitas en los detalles. (32)

Es importante mencionar que la investigación empírico – analítica se considera como una de las más exactas porque incluye todos los aspectos del problema planteado. Cabe resaltar que este enfoque o método de diseño dependerá del tipo de investigación y de la posición tomada por el investigador, respecto al objeto de estudio. (32)

7.2 Tipo de estudio

7.2.1 Estudio descriptivo

Este caso de estudio es de carácter descriptivo ya que su objetivo es medir, evaluar aspectos y componentes específicos, mediante variables estadísticas y de observación, en este caso enmarcados en los objetivos del trabajo investigativo, para reconocer e identificar el estado actual frente al uso del recurso hídrico y

vertimientos de la microcuenca Matuna en la vereda El Aporriado, en el municipio de Segovia Antioquia. (33)

7.3 Población, muestra y muestreo

7.3.1 Población objeto de estudio

Para el desarrollo de esta investigación y el cumplimiento de cada objetivo propuesto se tomó como población los habitantes de la vereda El Aporriado que se abastecen de la microcuenca Matuna del municipio de Segovia Antioquia.

La información obtenida en esta población de estudio se tomó en cuenta para el desarrollo de todos los objetivos plantados dentro de este trabajo investigativo.

7.3.2 Unidad muestral

Viviendas de la vereda El Aporriado, que se abastecen de la microcuenca Matuna del municipio de Segovia Antioquia.

7.3.3 Criterios de inclusión

- Personas naturales que se abastecen de la Microcuenca Matuna en la vereda El Aporriado del municipio de Segovia.
- Personas jurídicas que se abastecen de la Microcuenca Matuna en la vereda El Aporriado del municipio de Segovia.

7.3.4 Criterios de exclusión

- Personas naturales que no se abastecen de la Microcuenca Matuna en la vereda El Aporriado del municipio de Segovia.

- Personas jurídicas que no se abastecen de la Microcuenca Matuna en la vereda El Aporriado del municipio de Segovia.

7.3.5 Tipo de muestreo

Esta investigación se realizó por medio del muestreo por conveniencia, ya que las viviendas para la aplicación del instrumento enmarcado en los objetivos fueron escogidas por conveniencia y de manera intencional.

7.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Dentro del desarrollo de las actividades para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se llevaron a cabo dos (2) etapas: planificación y aplicación del instrumento en campo.

7.4.1 Planificación

En esta etapa se llevó a cabo el reconocimiento del área de estudio, donde se identificó su zona de influencia, la comunidad beneficiaria y sus dinámicas de población. Además, se acordó inicialmente una reunión con el presidente de la junta de acción comunal para coordinar una visita para realizar un primer acercamiento con la comunidad, así los encuestados pudieron presentarse y realizar una prueba piloto para verificar el diseño del instrumento de recolección de datos y poder realizar los ajustes pertinentes a este; también se realizó un recorrido hasta el sitio de captación de agua, la cual se realiza por medio de una presa de derivación y se realizaron aforos de caudal por el método de flotador. Una vez realizados los ajustes al instrumento y con la validación del asesor, se procedió a acordar con el presidente de la junta de acción comunal las fechas para la realización de las visitas a campo.

7.4.2 Aplicación del instrumento en campo

Al llegar a cada vivienda los encuestadores se presentaban, se les explicaba a las personas en qué consistía la visita y su participación en el ejercicio de investigación, quienes aceptaban, se les presentaba el consentimiento informado de manera hetero aplicada, como constancia de su voluntad; al final de este documento firmaba tanto el encuestador como el encuestado, y ambas partes quedaban con copia de este acuerdo.

Acto seguido se comenzaba a diligenciar la encuesta con los datos que emitía el encuestado, se realizaba un aforo volumétrico en cada vivienda, lo cual arrojaba un indicador de presión de servicio, se tomaba la ubicación geográfica de la vivienda y el sitio de disposición final de las aguas residuales, y se realizaba un registro fotográfico. Cabe destacar que el consentimiento informado contaba con un apartado en donde se le pedía autorización a la persona para realizar estas dos últimas actividades, dado que cabía la posibilidad de que hubiera personas dispuestas a participar de la encuesta sin proporcionar registros fotográficos y de localización.

7.4.3 Categorías del instrumento

En el **Cuadro 1**, se puede observar las categorías que se tuvieron en cuenta para la aplicación del instrumento.

Cuadro 1. Categorías del instrumento aplicado en campo

Categorías
Código de encuesta
Información del encuestado
Información del Predio
Información usos del agua
Información abastecimiento (datos en la captación)
Información de vertimientos
Conflictos socioambientales
Observaciones finales

*Nota * cada categoría comprende diferentes criterios*

7.5 Procedimientos de recolección de datos

Para el cumplimiento de los objetivos se realizó un instrumento de encuesta elaborado por medio del aplicativo KoboToolbox (**ver anexo 1**. Instrumento digital en formato pdf). Este aplicativo permitía su ejecución sin señal de internet o datos, lo cual era una gran ventaja dado que el área de estudio no posee cobertura para señal de teléfono.

Para llevar control y orden sobre la información, se crearon códigos de encuesta, de captación y de vertimiento. Cada encuestador poseía un conjunto de dichos códigos para ser asignados a las viviendas visitadas, esto permitió identificar de una forma más eficaz las encuestas y sus respectivos datos.

7.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La información recolectada era procesada sin conexión a internet; sin embargo, después de cada visita a campo, se realizaba una verificación a las encuestas para suprimir errores y luego eran subidos a la nube, estos podían visualizarse a través de la plataforma KoboToolbox. Una vez finalizado el proceso de recolección de datos se procedió a descargar la base de datos en formato xls, el cual era generado por el mismo aplicativo. Es de destacar que esta plataforma generó gráficas y estadísticas al tiempo en que se iba nutriendo de nueva información; esto permitió comprender mejor los datos y aprovechar la información de manera eficiente.

Para la información cartográfica se su utilizaron las planchas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, y a partir de esta información se comenzó a trabajar en el *software* Arcgis.

8 Resultados

8.1 Línea Base microcuenca Matuna

En esta se presenta los resultados de las problemáticas encontradas en campo, con el fin de brindar una correcta descripción de la situación, socioeconómica ambiental y de los conflictos que rodea la microcuenca.

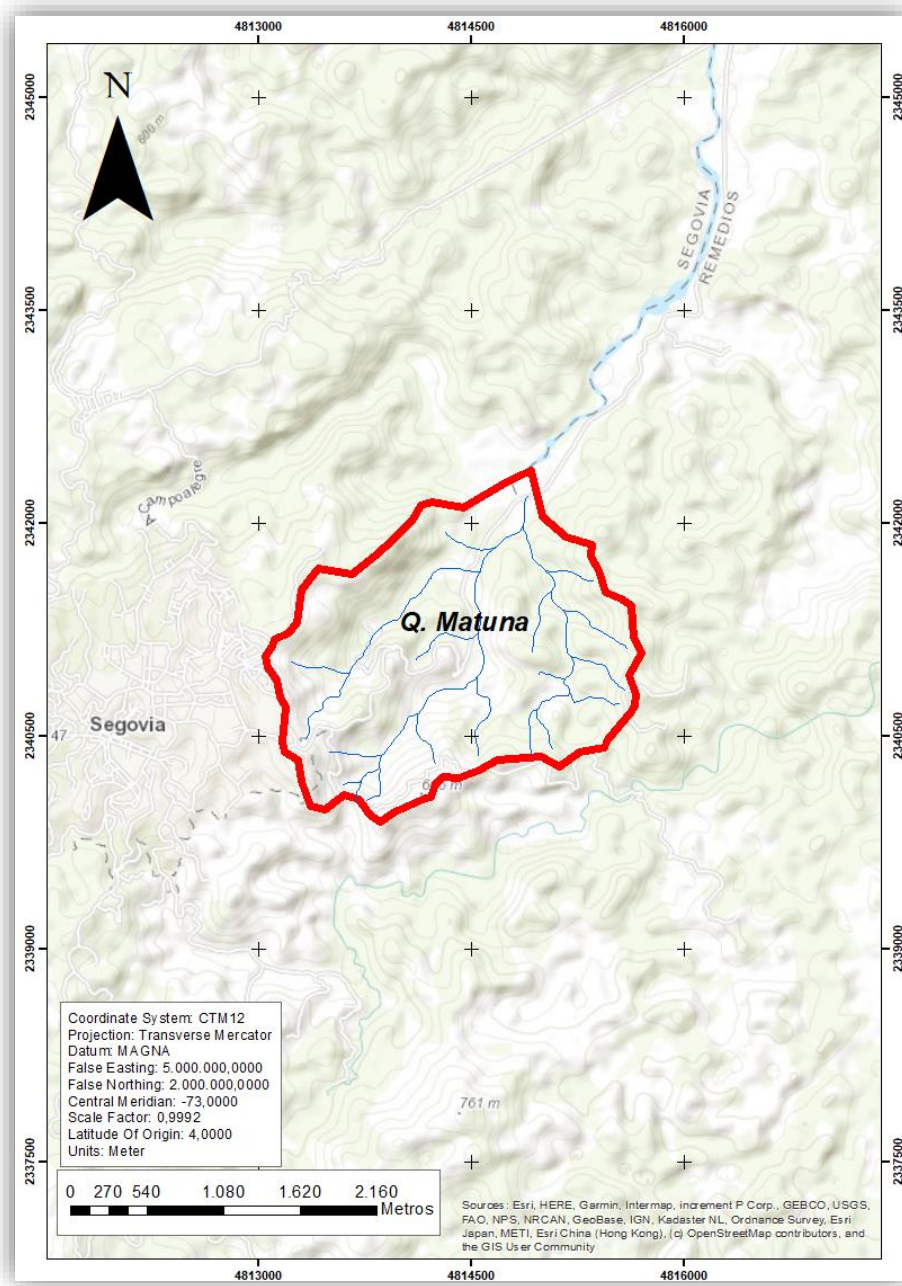
Para la obtención de la información, se realizó una serie de preguntas en campo y a fuentes secundarias que nos permitió realizar una descripción socioeconómica y ambiental e identificar conflictos en la comunidad que rodea la microcuenca Matuna; esta información ayudó al reconocimiento de los usos de agua y vertimientos de la microcuenca.

8.2.1 Descripción territorial de la microcuenca

La Microcuenca Matuna, se encuentra ubicada dentro del departamento de Antioquia, en el área rural del municipio de Segovia, esta microcuenca mide aproximadamente 535,391 ha cálculo realizado en el programa ArcGIS. Matuna se localiza en la zona oriental de la vereda El Aporriado, sobre la vía que comunica a la cabecera urbana con veredas como Quebradona y La Po. (51)

8.1.1 Red Hídrica de la microcuenca Matuna

La microcuenca Matuna tributa la cuenca la Cianurada; que es la cuenca principal de los municipios de Segovia y Remedios. Dicha fuente hídrica también llamada Vera, desemboca a la cuenca la Cianurada a la altura del sector Matuna y aporta un caudal base del 8,5%. (36) ver **Figura 5**.

Figura 5. Red Hídrica microcuenca Matuna

Nota: Desarrollado a partir de información geográfica proveniente del IGAC (59

8.1.2 Componente institucional

El acompañamiento que recibe esta comunidad desde la institucionalidad es mediante proyectos de seguridad alimentaria por medio de huertas ecológicas caseras, acompañamiento de asistencias técnicas para fortalecer el trabajo en el campo y algunos mejoramientos eléctricos para brindar el derecho al acceso a la energía. Esta comunidad recibe asistencia y acompañamiento de gestores sociales, acompañamiento al adulto mayor, visitas de salud pública y otras atenciones que ofrece el gobierno de Segovia para beneficio y desarrollo de la comunidad al menos una vez por semestre¹.

8.1.3 Componente poblacional

Mediante el instrumento de recolección se pudo identificar que en el área de estudio habitan de forma permanente 87 personas, las cuales habitan este sector desde un tiempo estimado de 1 a 30 años; la encuesta arrojó que los fines de semana pueden llegar a este sector hasta 64 personas y en tiempo de vacaciones hasta 39 personas, para un total de 190 habitantes aproximadamente. Es de destacar que el total de habitantes del sector rural en la vereda El Aporriado es de 700 personas según el PBOT del municipio de Segovia, en su versión del 2022.

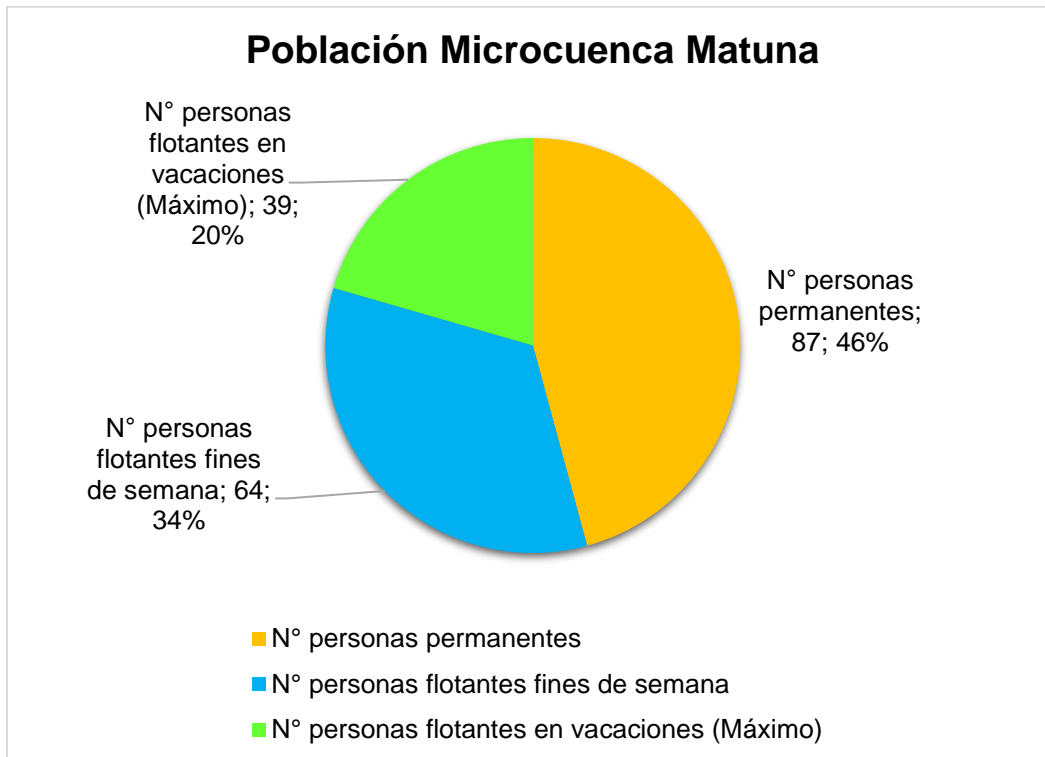
La distribución de la población se puede observar en la **Figura 6**, donde:

- El 46% de la población corresponde a las personas permanentes.
- El 34% de la población corresponde a las personas flotantes de los fines de semana.

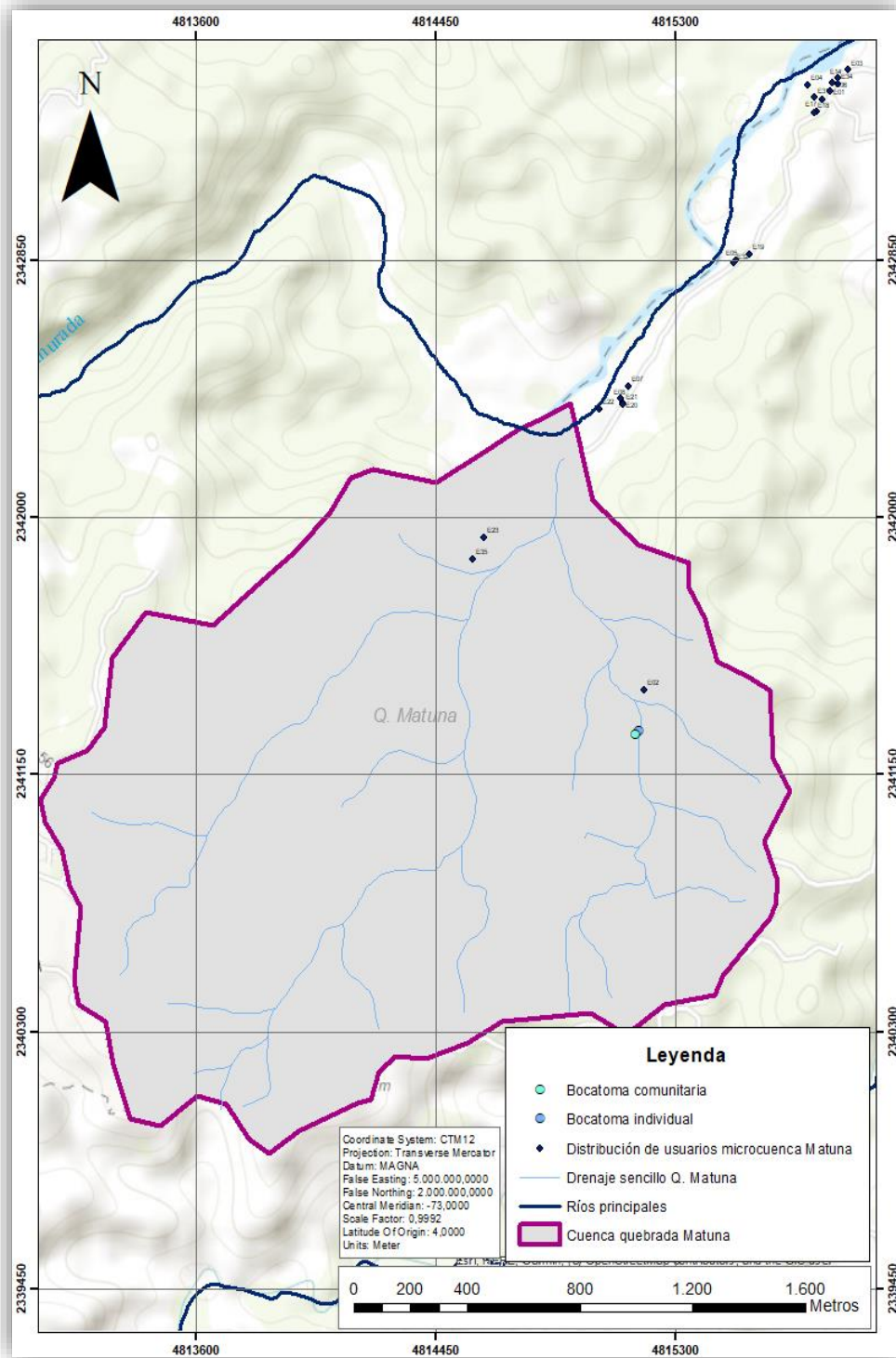
¹ Comunicación verbal Fernando Gómez, Secretaría de Minas y Desarrollo Económico 17 de marzo de 2023.

- El 20% de la población corresponde a las personas flotantes en temporada de vacaciones.

Figura 6. Población Microcuenca Matuna



En la **Figura 7**, se puede observar la ubicación geográfica de los usuarios según la encuesta, es de destacar que al momento de aplicar la encuesta se tuvieron en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, que dan como resultado la intervención solo a aquellos usuarios que se abastecían de la microcuenca Matuna.

Figura 7. Ubicación geográfica de usuarios

Nota: Desarrollado a partir de información geográfica proveniente del IGAC (59)

Debido al incremento de actividades mineras, al sector suelen llegar personas por periodos cortos de tiempo y organizan campamentos provisionales como se puede observar en la **Figura 8**. Es de destacar que estos asentamientos se abastecen de la microcuenca Matuna y se encuentran dentro del área de estudio.

Figura 8. Asentamientos provisionales cercanos a la comunidad.



Se identificaron aproximadamente 15 casas tipo “cambuches”, las cuales hacen presencia dentro de la comunidad, estos cambuches se construyen para que las personas que ejercen la minería se hospeden provisionalmente; estas viviendas no cuentan con sistemas para disposición de aguas residuales, ni servicios sanitarios, ni tuberías de suministro de agua, por lo que estas personas con una manguera se abastecen de agua de la microcuenca Matuna y de fuentes pequeñas cercanas. Ver **Figura 9**

Figura 9. Asentamientos provisionales



8.1.4 Componente Socioeconómico

Se observó en campo que la comunidad de Matuna no cuenta con un espacio de infraestructura para atención en salud, no cuenta con servicios de alcantarillado o tratamientos de aguas residuales, tampoco cuentan con espacios idóneos para la recreación y libre esparcimiento, no cuentan con un acueducto veredal organizado ni reglamentado, no cuentan con centros religiosos; ahora bien, cuentan con una infraestructura educativa, un salón de participación comunitaria para la junta de acción comunal según la líder de la junta de acción comunal, se abastecen de una bocatoma comunitaria con su respectiva aducción hasta sus casas.

Estas familias pertenecientes a esta comunidad cuentan con una propiedad donde pueden subsistir con sus familias; se estableció en la encuesta realizada que

1 persona cuenta con posesión, 5 personas en condición arrendadas y 14 personas son propietarias de la casa. De las 20 personas encuestadas solo hay 1 persona jurídica dueña del estadero Matuna. Asimismo, se pudo definir por medio de observación directa que la mayoría de las casas carecen de comodidades o equipamientos básicos con los que cuenta un hogar tradicional, algunas casas están formadas por madera o plástico, piso de tierra, servicios sanitarios precarios; sin embargo, hay otras donde los habitantes cuentan con casas tradicionales en mampostería con piso de cemento y otras características que pueden brindar un poco más de calidad de vida a las personas.

Se hizo revisión del acuerdo 036 de 2002 , por el cual se adopta el PBOT del municipio de Segovia; se hizo el enfoque en la revisión del componente rural donde están establecidas políticas, objetivos y estrategias, que conforman unos factores como lo son usos del suelo, sistemas viales de transporte, programas de vivienda de interés social, espacio público, equipamientos colectivos, áreas de conservación y preservación del territorio, normas del medio ambiente planes parciales; por lo que puede verse que esta comunidad está siendo considerada para proyectos a futuro en los aspectos mencionados anteriormente. Ver **Figura 10 A**, casa tradicional en mampostería. Ver **Figura 10 B**, casa en material madera.

Figura 10. Viviendas características del sector



8.1.4.1 Educación

En el sector Matuna se encuentra una infraestructura educativa llamada escuela rural El Aporriado; cuenta con 1 profesor y 22 estudiantes que cursan la escuela primaria, estos estudiantes se benefician con el programa de alimentación escolar (PAE), cuenta con 3 baños, con cultura de separación de residuos sólidos, el agua para abastecimiento es captada de una fuente sin nombre, el agua que captan es cruda, las aguas domesticas no tienen ningún tratamiento y sus aguas se disponen directamente a la quebrada El Aporriado. ²

El municipio de Segovia por medio de programas de fortalecimiento y proyectos enfocados a la accesibilidad de la educación cuenta con una política pública de educación rural, la cual buscar integrar la educación con el desarrollo

² Comunicación verbal, Kelly Cadavid, Líder de la Junta de Acción Comunal El Aporriado, 10 de noviembre de 2022.

productivo, aporta de manera positiva a las condiciones de la educación en el área rural, esto les permite mejorar las condiciones, el acceso y la calidad de educación rural en su etapa de formación primaria y brindando espacios formativos a la comunidad en general.(19) Ver **Figura 11**

Figura 11. Escuela El Aporriado



8.1.4.2 Salud

Como se mencionó con anterioridad, esta comunidad no cuenta con una infraestructura para la atención en salud, sin embargo, cuentan con asistencias en salud, se benefician de programas de salud pública, donde reciben acompañamiento por parte del municipio con jornadas de atención integral en

servicios de salud cada 3 meses con prioridad de atención a niños, madres gestantes, adultos mayores y población vulnerable³.

8.1.4.3 Economía

La economía que se desarrolla en este sector de Matuna es principalmente la minería; por otro lado, según el Plan Agropecuario Municipal de Segovia, se encontró que en la vereda El Aporriado cuentan con 203 predios catastrales, 35 son productivos, los cuales corresponden a un 17,2% de productividad; las áreas destinadas a producción agrícola en la vereda El Aporriado se pueden evidenciar en la **Tabla 2.** (50)

Tabla 2. Áreas destinadas a producción agrícola

Producto	Total (hectáreas)
Aguacate	0,50
Cacao	12,25
Cítricos	0,404
Guanábana	0,10
Hortalizas	0,10
Maíz	0,30
Pastos	1,50
Piña	0,20
Plátano	22,05
Yuca	3,60
Total	41,00

Tomado de: Plan agropecuario del municipio de Segovia, 2021. (50)

³ Comunicación verbal Fernando Gómez secretario de minas y desarrollo económico, 17 03 2023

8.1.4.4 Producción pecuaria

A continuación, se presenta el inventario del comportamiento de la producción pecuaria en la vereda El Aporriado según el plan agropecuario del municipio de Segovia. Ver

Tabla 3

Tabla 3. *Producción pecuaria vereda El Aporriado*

Producción pecuaria	Total
Inventario de porcinos	95
Inventario de aves de postura	841
Inventario de aves de engorde	495
Inventario de bovinos	9
Inventario de equinos	43
Número de Espejo de agua	2.514
Producción mensual en toneladas	1,73
Producción diaria de leche (L)	543

Tomado de: Plan agropecuario municipio de Segovia, 2021. (50)

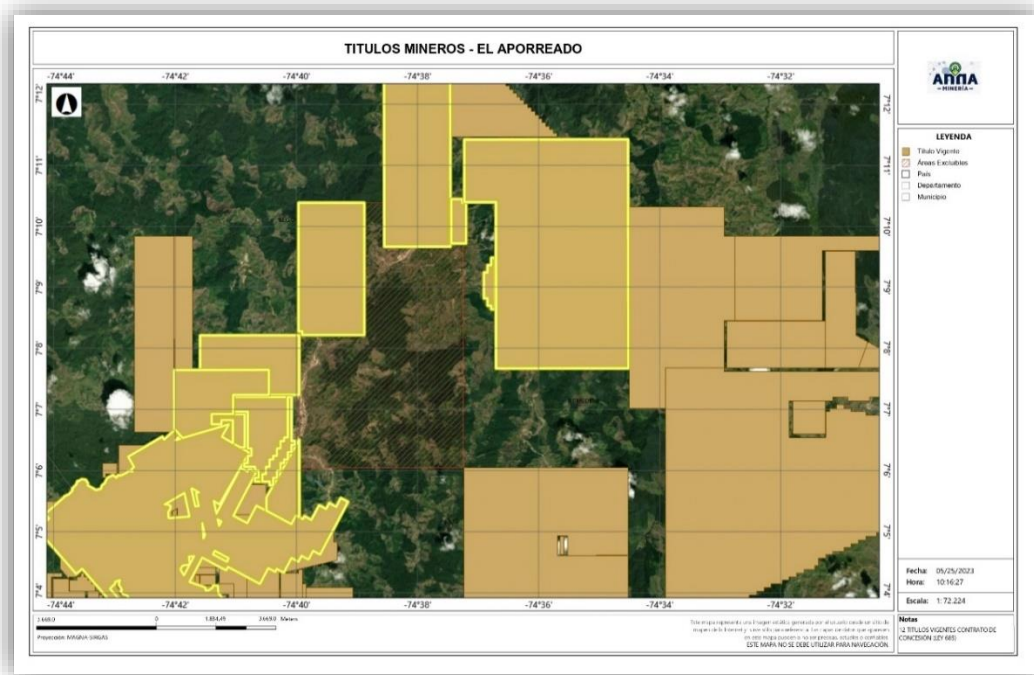
8.1.4.5 Economía de explotación minera

Dentro de las personas encuestas se determinó que 15 de las 20 personas se dedican a la minería en diferentes actividades como barequeros, chatarreros, maquinaria amarilla, entre otras.

En el Alma Minera de Colombia ANNA, la plataforma que integra la información minero ambiental, se registran 12 títulos vigentes de pequeña y

mediana minería; dentro de esos hay 1 con licencia de exploración, 1 con reconocimiento de propiedad y 10 con contrato de concesión; los minerales que se evidencian en las concesiones son; minerales de oro y sus concentrados, minerales de plata y sus concentrados, arenas, arcillas, arcillosas, arenas feldespáticas, arenas industriales, anhidrita, antracita. Esta información se puede observar en la **Figura 12** y más específicamente en la

Figura 12. Mapa de títulos mineros vereda el Aporriado



Nota: Tomado de Geocortex Viewer for HTML5 [Internet]. Gov.co. [citado el 29 de mayo de 2023].

Disponible

en:

<https://annamineria.anm.gov.co/Html5Viewer/index.html?viewer=SIGMExt&locale=es-CO&appAcronym=sigm9>

Tabla 4. Títulos mineros

Título	Solicitantes_O_Titulares	Etapas
H6700005	(46914) Carlos Pérez Moreno, (47246) Juan Guillermo Pérez Moreno	Explotación
R140011	(27399) Aris Mining Segovia	Explotación
H6013005	(21405) Grupo Mineros Del Caribe S.A.S.	Explotación
Sh2-08002x	(15588) Blanca Stella Frias Osorio	Exploración
T1154005	(15126) Luis Carlos Restrepo Cardeño	Explotación
Se9-13331	(59458) Carolina Herrera Velasquez	Exploración
H6012005	(13847) Alba Ines Gaviria Valencia, (12833) Fidelina Robles Morales, (21405) Grupo Mineros Del Caribe S.A.S.	Explotación
Pla-11251	(35200) Ángel Gold S.A.S	Exploración
Jje-08048x	(59517) Malbec Inversiones Sas	Exploración
Sh2-08001	(15588) Blanca Stella Frías Osorio	Exploración
SID-09152X	(15588) BLANCA STELLA FRIAS OSORIO	Exploración
L4568005	(33268) SOCIEDAD QUINBAYA S.O.M	Exploración

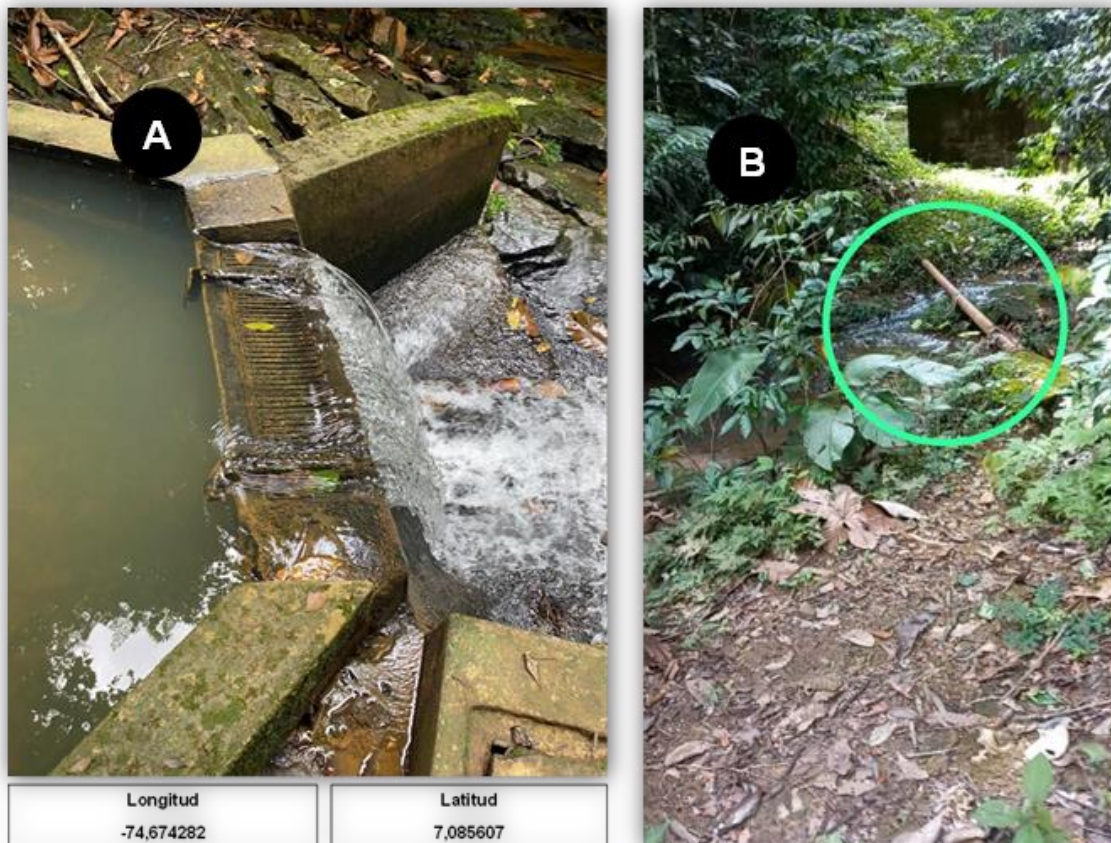
8.1.5 Saneamiento Básico

Las comunidades asentadas en Matuna carecen de algunos servicios públicos a los cuales por ley tienen derecho, como lo son los servicios públicos domiciliarios; por ejemplo, abastecimiento básico de agua potable y calidad de agua; tampoco tienen permiso de ocupación de cause, sin embargo se cuenta con servidumbre; de las 20 personas todas respondieron que no tienen manejo de vertimientos, por lo que se concluye que faltan sistemas de tratamiento de aguas residuales como pozos sépticos; no cuentan con manejo integral de residuos sólidos ya que no hay ruta selectiva en el municipio, pero sí con la ruta recolectora de residuos sólidos la cual hace el recorrido los miércoles de cada semana. Ver **Cuadro 2.**

El sistema de abastecimiento comunitario está conformado por una Bocatoma con una estructura de presa de derivación con rejilla, la cual se puede observar en la **Figura 13** segmento A; también cuenta con un tanque de almacenamiento de agua con medidas de 3.60 m de ancho y 5.50 m de largo y una profundidad de 2.25 m.

En la **Figura 13** segmento B se puede observar el tubo de aducción de 8" en un tramo aproximado de 2 km, luego se reduce a tubería de 4" hasta el estadero Matuna, donde se reduce a tubería de PVC de diámetro de 2" donde cada vivienda tiene su propia acometida de agua.

Figura 13. Estructura de captación y tubo de aducción









8.1.5.1 Descripción de los vertimientos

En campo se pudo registrar evidencia fotográfica de 10 vertimientos de los cuales 6 vierten a un arroyo y los otros 4 vierten al suelo; a los otros 10 vertimientos que no se le pudo tomar evidencia fotográfica, ya que quedaban alejados y de difícil acceso, sin embargo, los usuarios manifestaban que llegaba directamente a la fuente. Se encontró que había contaminación por residuos sólidos, contaminación al suelo, también fuertes olores y estancamientos de agua residuales.

En el **Cuadro 2** se puede observar la evidencia fotográfica de los vertimientos encontrados en campo

Cuadro 2. Evidencia fotográfica de vertimientos de aguas residuales domésticas

Vertimientos residenciales comunidad Matuna	
Vertimientos al suelo	Vertimientos al agua
	
A: vertimiento al suelo con presencia de residuos sólidos	B: vertimiento al suelo con aguas represadas

	
C: vertimiento al suelo, malos olores	D: vertimiento al agua, se evidencia aguas estancadas
	
E: vertimiento al suelo con dirección a fuente hídrica	F: vertimiento al suelo con presencia de vectores, malos olores y color oscuro
	
G: vertimiento al suelo con agua estancada y presencia de malos olores	H: vertimiento con presencia de residuos sólidos, malos olores y color oscuro

	
I: Se evidencia vertimiento a una cuneta con presencia de residuos sólidos.	J: vertimiento con agua represada, malos olores.

8.1.6 Descripción ambiental

Durante el recorrido que se hizo en la microcuenca de abastecimiento se pudieron observar algunas problemáticas socioeconómicas y ambientales como, por ejemplo, tala de árboles, contaminación del agua y suelo, actividades de minería a cielo abierto y presencia de grupos al margen de la ley que traen consigo unos impactos negativos al territorio **Cuadro 3**. Por medio de ortofotos también se logran evidenciar los impactos ambientales en esta zona véase en **Figura 14**.

Cuadro 3. Problemáticas socioeconómicas y ambientales encontrados

Problemáticas socioeconómicas y ambientales encontrados					
#	Conflicto	Ubicación	Causas	Efectos	Posible manejo
1	Contaminación hídrica	Dentro de la microcuenca	Actividades económicas como la minería y ganadería	Daño a los ecosistemas acuáticos	Sistema de tratamiento de agua
2	Mal manejo de aguas residuales	zona residencial del área de estudio	Falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales	Proliferación de vectores, malos olores, cargas contaminantes a las fuentes hídricas, contaminación del suelo.	Programas de pozos sépticos rurales
3	Presión sobre fuentes hídricas	Sector el puente y a su alrededor	Aumento de población flotante	Agotamiento del recurso hídrico	Legalización de captaciones de agua
4	Inadecuado manejo de residuos sólidos	Zona residencial del área de estudio	Desconocimiento de manejo de residuos y falta de rutas selectivas	Contaminación visual, proliferación de plagas, aumento de la vida útil del relleno sanitario.	Educación ambiental para el manejo de residuos sólidos
5	Contaminación al suelo	En una parte importante de la vereda	Desarrollo de actividades económicas como la minería y la ganadería	Daño a los ecosistemas, disminución de fauna.	Socialización de prácticas ambientales sostenibles
6	Falta de reglamentación de la fuente abastecedora	Junta de Acción Comunal y CAR	Falta de apoyo de entes gubernamentales	No hay control en el recurso hídrico	Acompañamiento de las corporaciones ambientales y entes gubernamentales
7	Falta de educación ambiental	Vereda general en	Poca asistencia con proyectos de educación ambiental	Malas prácticas ambientales	Acompañamiento y capacitaciones ambientales a líderes sociales y comunidad en general
8	Explotación de minería ilegal	Varios sectores de la vereda El Aporriado	Inexistencia de control gubernamental	Daño a los recursos naturales	Legalización de actividades mineras
9	Erosión del suelo	vereda en general	existencia de minería y deforestación	disminución de las propiedades naturales de los suelos	Reforestación
10	Uso indiscriminado de maquinaria amarilla	Vereda general en	Falta de regulación por entes gubernamentales	Daño a los recursos naturales	Regulación de maquinaria

Se identificaron algunos impactos ambientales dentro de este territorio y se pueden representar los puntos más vulnerables mediante una ortofoto **Figura 14**. Dentro de estos impactos se mencionan los siguientes:

- A) Contaminación al suelo
- B) Descapote suelo
- C) Mal manejo de aguas residuales
- D) Desplazamiento de fauna
- E) Explotación ilegal de minerales
- F) Contaminación hídrica

Figura 14. Ortofoto de impactos ambientales



Nota: Desarrollado a partir de información geográfica proveniente del IGAC (59)

8.2 Oferta y demanda hídrica

8.2.1 Oferta hídrica

En las visitas a campo se pudo realizar el recorrido por la Matuna y así poder llegar al sitio donde se realiza la captación del líquido vital; además, se avanzó más en el terreno aguas arriba y así se pudo realizar una medición del caudal en días soleados; el método que se utilizó fue por medio de flotador. Para el desarrollo de la metodología en temporada lluviosa se realizó la medición del ancho de dos tramos de la fuente, este segmento fue dividido en 4 partes a las cuales se les verificó la profundidad; luego se procedió a cronometrar el tiempo que tardaba el flotador en recorrer 3 metros desde la sección inicial; la recolección de estos datos permitió hallar el caudal disponible de la fuente para el día 11 de diciembre de 2022; para la temporada seca se realizó el mismo proceso el día 5 de enero de 2023. Es así como se pudo establecer que el caudal disponible en temporada seca es de **18 L/s** y en temporada lluviosa es de **23 L/s**.

En la **Figura 15** se puede observar el proceso en campo para la medición del caudal de la fuente.

Figura 15. Aforo con flotador

8.2.1.1 Caudal Medio

La determinación del caudal medio se puede realizar estimando el porcentaje de pérdidas. Con base en este se definió el factor de escurrimiento, que al ser multiplicado por la precipitación media permite evaluar el escurrimiento promedio. El escurrimiento promedio multiplicado por el área de drenaje de la cuenca determina la descarga promedio plurianual en el sitio de interés.

En la **Tabla 5** se presenta los resultados de esta metodología.

Tabla 5. Resumen caudal Medio

FUENTE	P (mm/año)	A (km ²)	Factor de escurrimiento C	Q medio (m ³ /s)	Q medio L/s
Matuna	2722,7	0,61	0,50	0,0263	26,3

Es importante resaltar que el porcentaje de pérdidas se tomó de 50% teniendo en consideración que este fue el valor estimado por Integral en el proyecto de acueducto de Concordia (55) y que igualmente se ha comprobado para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (56).

8.2.1.2 Caudal mínimo medio

En una cuenca, en verano, a medida que avanza el tiempo, el caudal en la fuente disminuye. Este descenso será mayor o menor, en función de la intensidad del verano.

Para realizar el cálculo de estos caudales se usaron las ecuaciones de regionalización planteadas por Vélez, Smith, Pérez, Franco, y Bolaños (56), para todo el departamento de Antioquia.

$$\mathbf{Q \text{ min. Medio} = 10^{-5.155} * A^{0.942} * P^{1.025}}$$

$$\mathbf{R = 0.974}$$

$$\mathbf{Desviación Estándar = 10^{-5.464} * A^{0.997} * S^{0.218} * P^{0.894}}$$

$$\mathbf{R = 0.974}$$

A = área de la cuenca en km².

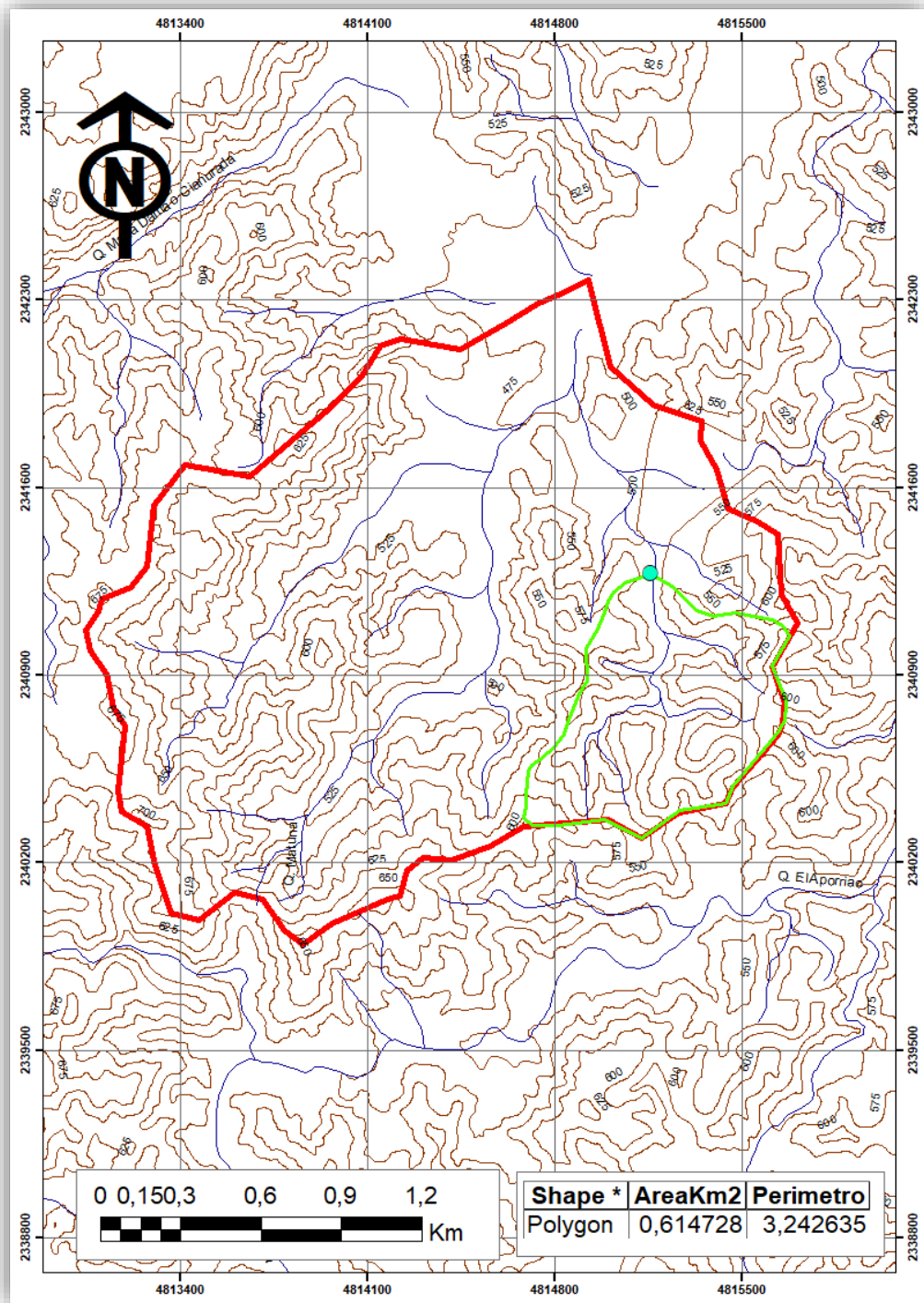
P = precipitación media multianual en mm/año.

S = pendiente en %.

R = coeficiente de correlación.

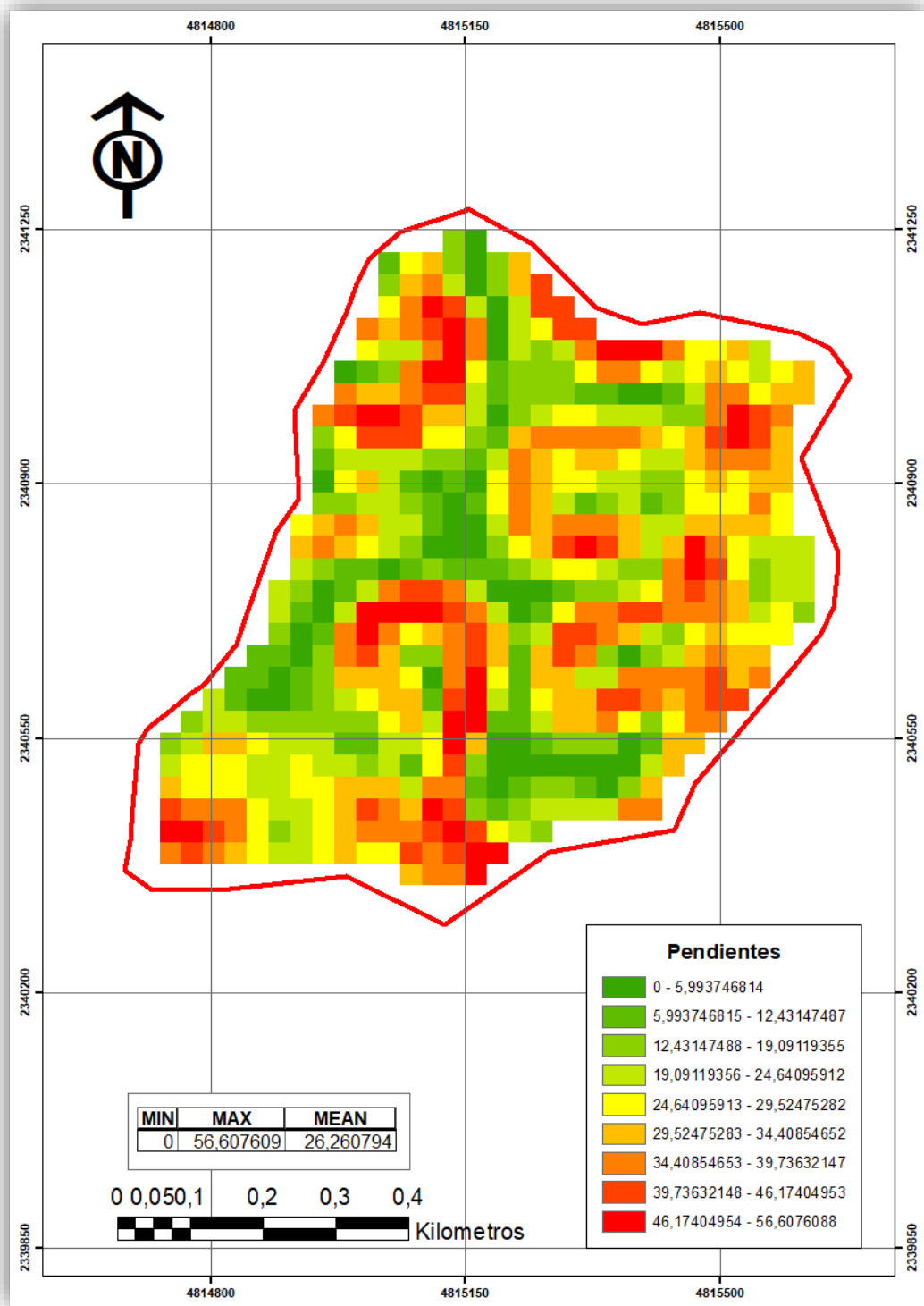
El área **Figura 16** y la pendiente **Figura 17** de la microcuenca desde el punto de captación se halló mediante sistemas de información geográfica, se descargó

una plancha cartográfica del geoportal oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, dicha plancha es la Hoja 117IIB, la cual cubre parcialmente los municipios de Segovia y Remedios y su escala es 1:25.000.

Figura 16. Delimitación del área de la microcuenca de captación (en verde)

Nota: Desarrollado a partir de información geográfica proveniente del IGAC (59)

Figura 17. Mapa de pendientes



Nota: Desarrollado a partir de información geográfica proveniente del IGAC (59)

Reemplazamos:

$$A = 0.61 \text{ km}^2$$

$$P = 2722.7 \text{ mm/año.}$$

$$S = 26 \%$$

$$R = 0.974.$$

$$\mathbf{Q \text{ min. Medio}} = 10^{-5.155} * 0.61^{0.942} * 2722.7^{1.025}$$

$$\mathbf{Q \text{ min. Medio}} = 0.0146 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\mathbf{Q \text{ min. Medio en L/s}} = 0.0146 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 1000 \text{ litros} = 14,6 \text{ L/s}$$

$$\mathbf{Desviación Estándar} = 10^{-5.464} * 0.61^{0.997} * 0.26^{0.218} * 2722.7^{0.894}$$

$$\mathbf{Desviación Estándar} = 0.0018 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\mathbf{Desviación Estándar en L/s} = 0.0018 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 1000 \text{ litros} = 1,8 \text{ L/s}$$

Tabla 6. Resumen información Qmin

FUENTE	P (mm/año)	A (km ²)	S Pendiente	Q mín. medio (L/s)	Desv. Estándar (L/s)
Matuna	2722,7	0,61	0,26	14,6	1,8

- Caudal mínimo para 4 periodos de retorno (2.33, 5, 10, 20 años).

Para la distribución de Gumbel, el factor de frecuencia k se puede estimar como:

$$k = \frac{-\sqrt{6}}{\pi} \left(0.5772 + \ln \left(\ln \left(\frac{tr}{tr-1} \right) \right) \right)$$

QTR = Caudal mínimo para un tiempo de retorno, en L/s

m = media estimada anual de caudales mínimos, en L/s

s = desviación estándar estimada anual, en L/s

k = factor de frecuencia

$$k = \frac{-\sqrt{6}}{\pi} (0.5772 + \ln (\ln (\frac{2.33}{2.33-1}))) = 0.001$$

$$k = \frac{-\sqrt{6}}{\pi} (0.5772 + \ln (\ln (\frac{5}{5-1}))) = 0.719$$

$$k = \frac{-\sqrt{6}}{\pi} (0.5772 + \ln (\ln (\frac{10}{10-1}))) = 1.305$$

$$k = \frac{-\sqrt{6}}{\pi} (0.5772 + \ln (\ln (\frac{20}{20-1}))) = 1.866$$

En la **Tabla 7** se puede observar el resumen de frecuencias de periodos de retorno.

Tabla 7. Resumen de factores de frecuencia para cada periodo de retorno

TR (Años)	2.33	5	10	20
k	0.001	0.719	1.305	1.866

$$QTR = m - k * s$$

$$QTR \text{ 2.33 años} = 14.6 - 0.001 * 1.8$$

$$QTR \text{ 2.33} = 14.6 \text{ L/s}$$

$$QTR \text{ 5 años} = 14.6 - 0.719 * 1.8$$

$$QTR \text{ 5} = 13.3 \text{ L/s}$$

$$QTR\ 10\ años = 14.6 - 1.305 * 1.8$$

$$QTR\ 2.33 = 12.2\ L/s$$

$$QTR\ 20\ años = 14.6 - 1.866 * 1.8$$

$$QTR\ 2.33 = 11.1\ L/s$$

Tabla 8. Resumen de caudales mínimos según el tiempo de retorno (distribución Gumbel)

Quebrada Matuna	
T. de retorno	GUMBEL
años	Q mín. (L/s)
2,33	14,6
5	13,3
10	12,2
20	11,1

- Para la distribución normal, el factor de frecuencia k se puede estimar como:

$$F_u(k) = 1 - 1/Tr$$

Con el valor de la ecuación anterior en la **Tabla 9** se obtiene el factor de frecuencia (k).

Ejemplo:

Tiempo de retorno 2.33 años

$$F_u(k) = 1 - 1/2.33 = 0.570$$

$$K = 0.108$$

Tabla 9. Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar

z	0	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986

$$QTR = m - k * s$$

$$QTR \text{ 2.33 años} = 14.6 - 0.108 * 1.8$$

$$QTR \text{ 2.33} = 14.2 \text{ L/s}$$

$$QTR \text{ 5 años} = 14.6 - 0.804 * 1.8$$

$$QTR \text{ 5} = 13.0 \text{ L/s}$$

$$QTR \text{ 10 años} = 14.6 - 1.208 * 1.8$$

$$QTR \text{ 2.33} = 12.2 \text{ L/s}$$

$$QTR \text{ 10 años} = 14.6 - 1.6045 * 1.8$$

$$QTR \text{ 2.33} = 11.5 \text{ L/s}$$

En la **Tabla 10** se puede observar el resumen del tiempo de retorno normal.

Tabla 10. Resumen de caudales mínimos según el tiempo de retorno (distribución Normal)

Quebrada Matuna	
T. de retorno	NORMAL
años	Q mín. (L/s)
2,33	14,2
5	13,0
10	12,2
20	11,5

8.2.2 Demanda hídrica

8.2.2.1 Aforos en las viviendas

En el instrumento de recolección de información utilizado se destinó un apartado para hacer un aforo en una de las llaves de abastecimiento y con ello tener una idea de la presión de servicio que tenía cada vivienda, teniendo en cuenta aquellas que participaron de la encuesta; con la debida autorización de cada encuestado se procedió a realizar el aforo de caudal por método volumétrico, donde se tomaba un registro cronometrado del tiempo que tardaba un recipiente en recibir 3 litros de agua.

El desenlace de esta operación nos dio como resultado la cantidad de litros por segundo que estaba tomando cada uno de los usuarios encuestados en el momento en que se realizó su respectiva visita. Como dato de referencia, si el caudal en la llave está alrededor de 0.2 L/s, ello significa que la vivienda tiene una buena presión de servicio. En la **Tabla 11** se puede observar la información recolectada en el aforo de cada usuario, para esto se utilizó la siguiente fórmula de caudal:

$$Q=V/t$$

Siendo:

Q: caudal (L/s)

V: volumen (L)

t: tiempo (s)

Tabla 11. Caudal aforado

Código de la encuesta	Caudal aforado L/s
E01	0,14
E02	4
E03	0,14
E04	0,14
E05	0,19
E06	0,043
E07	0,19
E08	0,36
E14	0,16
E16	0,18
E17	0,11
E18	0,07
E19	0,07
E20	0,33
E21	0,03
E22	0,09
E23	0,11
E32	0,17
E34	0,16
E35	0,098

Es de destacar que de los 20 encuestados, 19 de ellos se abastecían de una bocatoma comunitaria a través de una presa de derivación que se encuentra en la zona boscosa de la vereda El Aporriado, la estructura de captación se puede observar en la **Figura 13**. Solo 1 usuario se abastece de una bocatoma individual, a la cual se le hizo un aforo volumétrico que dio como resultado 4 L/s, esta estructura es también una presa de derivación, la cual se encuentra aguas abajo de la bocatoma comunitaria, y su caudal es utilizado para el sostenimiento y mantenimiento de tres estanques de peces; esta estructura se puede observar en la **Figura 18**.

Figura 18. Bocatoma individual, presa de derivación para estanques de peces



Longitud x

-74,674191

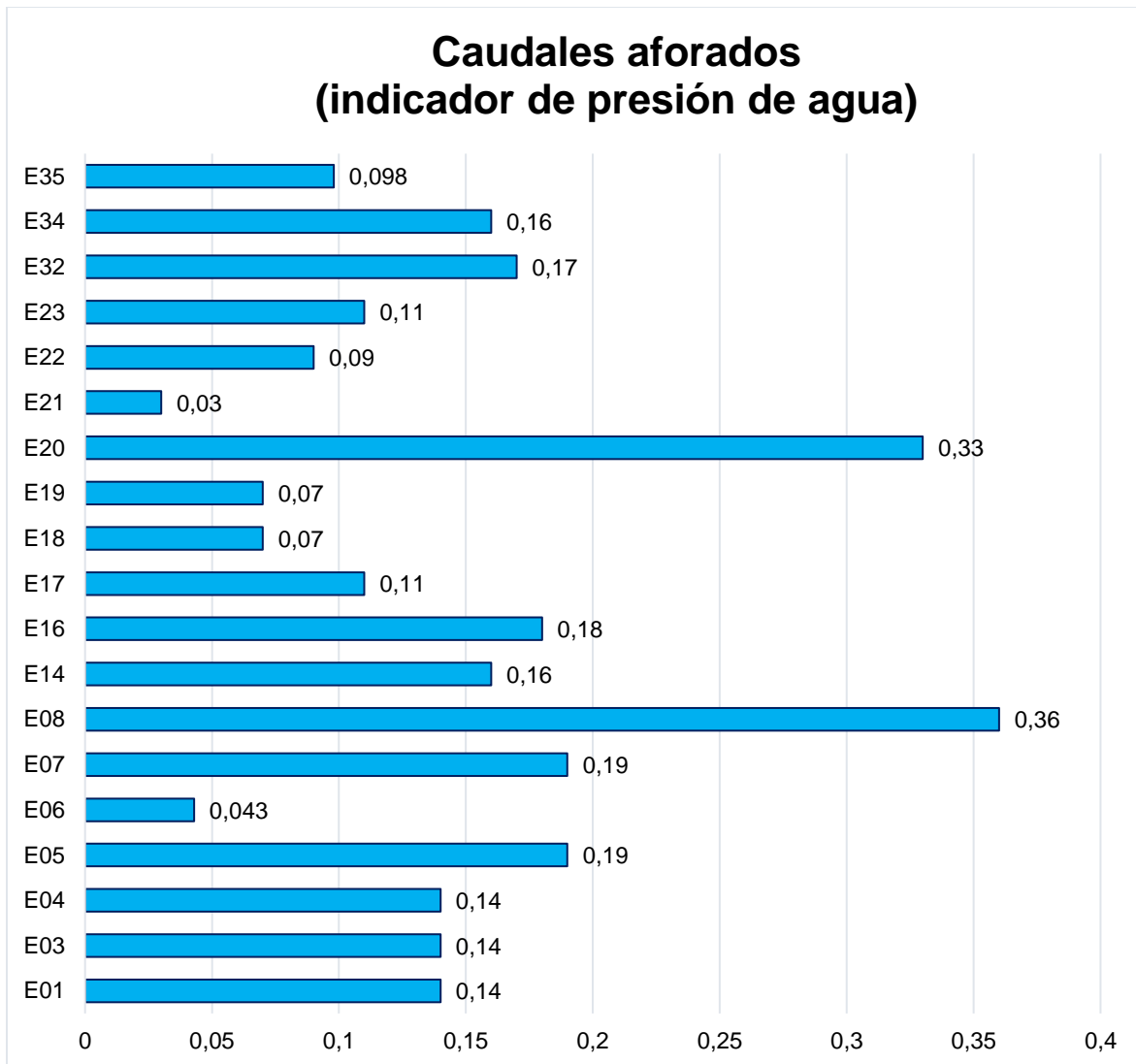
Latitud y

7,085732

En la **Tabla 11** y en la **Figura 19** se puede observar que el usuario con mayor caudal en tubería suministrada por la bocatoma comunitaria es el de la encuesta

E08 con 0,36 L/s, y el usuario con menor cantidad es el E21 con 0,03 L/s. Por otra parte, el usuario que mayor cantidad de agua recibe es el E02, con 4 L/s; el suministro de esta persona proviene de una bocatoma individual.

Figura 19. Caudales aforados (indicador de presión de agua) en viviendas que se abastecen de la bocatoma comunitaria.



8.2.2.2 Cálculo de caudal o demanda necesaria para la población vereda El Aporriado

Proyección población vereda El Aporriado

Teniendo en cuenta que los métodos planteados por el RAS 2017 para realizar una proyección de la población toma en cuenta los censos realizados por el Estado Colombiano, y para esta vereda en específico no se cuenta con dicha información.

Para estimar una población de diseño, proyectada a un período de 25 años (RAS, 2017), se realizó una proyección poblacional considerando un crecimiento del 3% al 5% por cada año según datos entregados por oficina de planeación de la administración municipal de Segovia, dado que realizar un censo por cada año implica un costo muy alto para el municipio; se consideró el crecimiento de 3%. Además, se tomó como base 700 habitantes de la vereda El Aporriado según el diagnóstico del PBOT del municipio de Segovia en el año 2022.

Se proyectó la población con la fórmula de crecimiento del método geométrico. Es importante mencionar que la población se proyectó a 25 años según el RAS 2017 (53).

$$Pp = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

Pp: población proyectada

Po: población inicial

r: tasa de crecimiento anual (%)

n: número de años proyectados

$$Pp = 700 * (1 + 0.03)^{25}$$

$$Pp = 1465 \text{ habitantes}$$

- **Ajuste población 2023 (población flotante 10%)**

A conveniencia se estima una población flotante equivalente al 10% de la población proyectada, teniendo en cuenta las actividades turísticas, comerciales, industriales y agropecuarias.

$$Pf = 10\% Pob$$

$$Pf = 0,1 * 1465 = \mathbf{146}$$

$$Población\ total = Población\ proyectada + Población\ Flotante$$

$$Población\ total = \mathbf{1611\ hab}$$

- **Dotación neta**

La dotación neta hace referencia a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas.

El RAS 2017 presenta una dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar en la zona atendida (53) Ver **Figura 20**

Figura 20. Dotación neta máxima RAS 2017

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Nota Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Resolución 330 de 2017, Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. Diario Oficial, 50.267 (Jun. 17 2017).*

Para la vereda El Aporriado la dotación neta según el RAS 2017 sería de **140 L/HAB*DÍA**

En la **Tabla 12** se puede observar el resumen de información del cálculo de demanda.

Tabla 12. Resumen información cálculo demanda

Población 2047	1611	Hab
Altitud	570	msnm
Dotación Neta	140	L/hab/día

- **Porcentaje de pérdidas**

Se trabajará con el porcentaje de pérdidas máximas propuesta por el RAS 2017 (53), que en este caso es del **25%**, considerando que es una comunidad con condiciones precarias para organizar y construir un sistema de buena calidad; es decir, que existiría la posibilidad de muchos daños y fugas de agua.

- **Dotación Bruta**

Según el RAS la dotación bruta se calcula como:

$$Dbruta = \frac{dneta}{1 - \% P}$$

$$Dbruta = \frac{140}{1 - 0,25} = 139,75 \text{ L/hab/día}$$

- **Caudal medio diario (Qmd)**

$$Qmd = \frac{Población * Dbruta}{86400}$$

$$Qmd = \frac{1611 * 139,75}{86400} = 2,6 \text{ L/s}$$

- **Caudal máximo diario (QMD)**

Este corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas en un periodo de un año (53). Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMD = Qmd * k1$$

El RAS 2017 dice que “para poblaciones menores o iguales de 12.500 habitantes el periodo de diseño, en ningún caso el factor k1 será superior a 1.3” (53).

$$QMD = 2,6 * 1,3 = 3,3 \text{ L/s}$$

8.2.2.3 Usos del agua

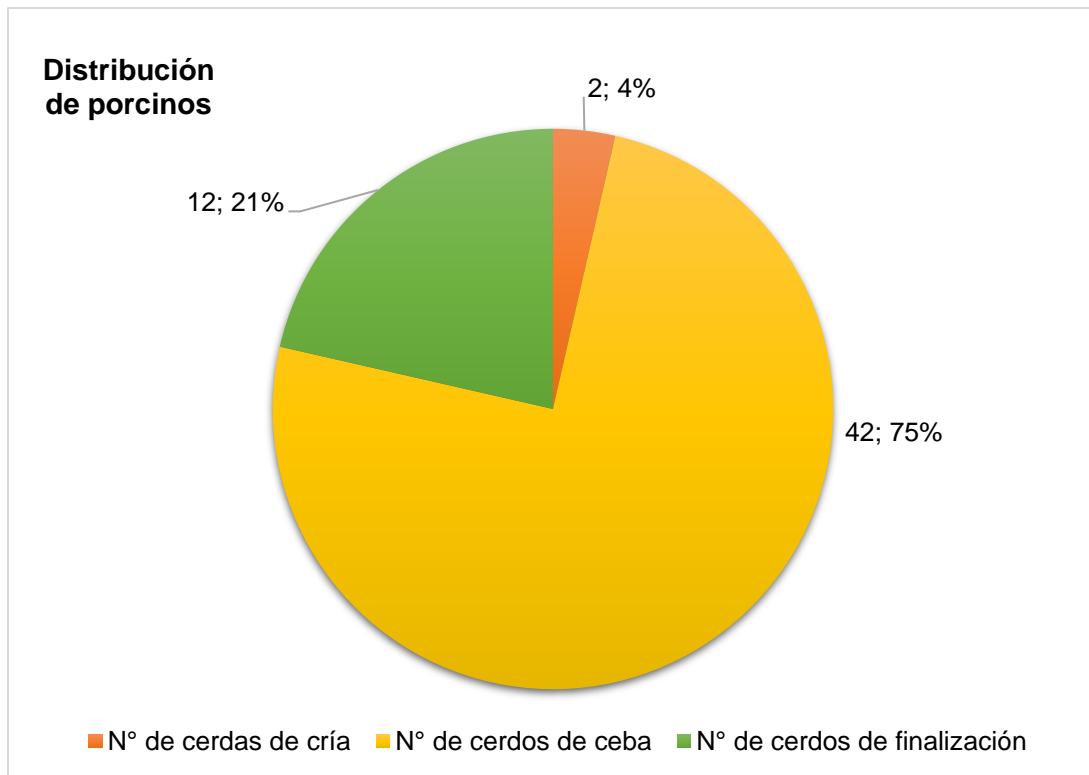
Según los datos que arrojó el instrumento de recolección de información, se pudo obtener que al agua se le dan los siguientes usos:

- **Uso pecuario – Porcinos**

Para la etapa de ceba, 2 usuarios reportaron que tenían de este tipo de cerdo, lo cual arrojó un total de 42 ejemplares el área de estudio; en cuanto a la etapa de finalización, solo un usuario realizó el reporte, para un total de 12 cerdos.

El total de cerdos reportados fue de 56, y su distribución se puede observar en la **Figura 21**, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

- El 75% equivalente a 42 cerdos, son ejemplares de ceba.
- El 21% equivalente a 12 cerdos, son ejemplares de finalización.
- El 4% equivalente a 2 cerdas, son ejemplares de cría.

Figura 21. Distribución de porcinos

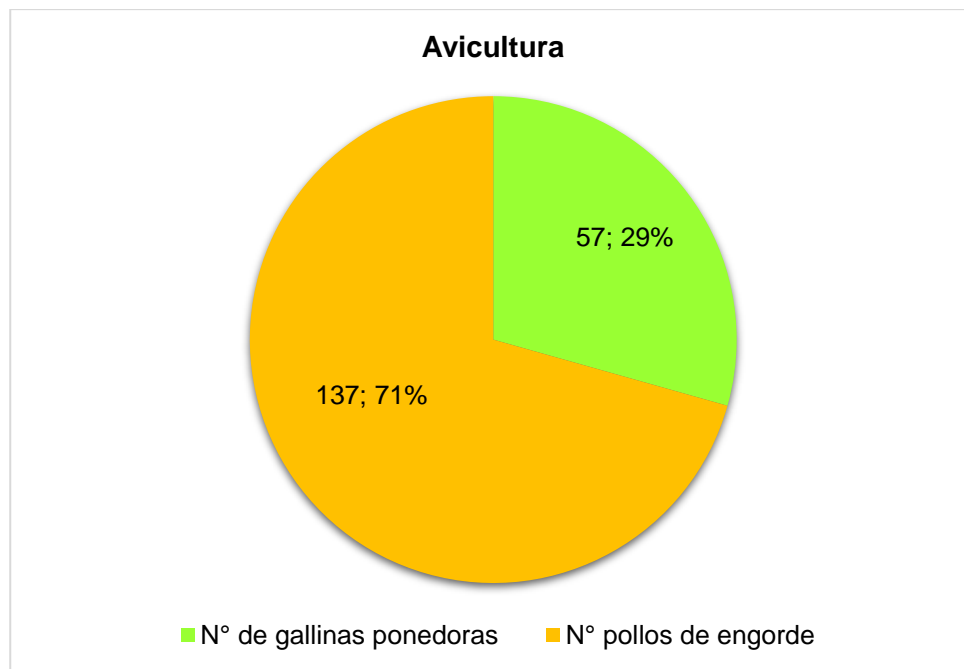
- **Uso pecuario – Avicultura**

En el municipio de Segovia, se trabaja con carne de diversas aves como lo son los pollos, patos, piscos, codorniz, entre otros; sin embargo, en las visitas realizadas solo se observaron pollos de engorde, de los cuales se obtuvieron un total de 137 ejemplares, la cantidad y distribución de estos se puede observar en la **Figura 22**, de la cual se puede inferir lo siguiente:

- El 71% correspondiente a 137 ejemplares, corresponde a animales de engorde, que en este caso son pollos, los cuales fueron reportados por 9 de los encuestados.

- El 29% correspondiente a 57 ejemplares, corresponde a animales ponedores, que en este caso son gallinas, las cuales fueron reportadas por 3 de los encuestados.

Figura 22. Avicultura



- **Uso pecuario – Bovinos**

La encuesta arrojó que en esta área se cuenta con un total de 10 vacas de potrero, las cuales fueron registradas por 1 solo usuario.

- **Uso pecuario – Equino**

En este caso solo un usuario reportó tener caballos, más estos no son usados para trabajar sino para paseo y disfrute de sus dueños, de estos se encontraron 10 ejemplares.

- **Uso para acuicultura**

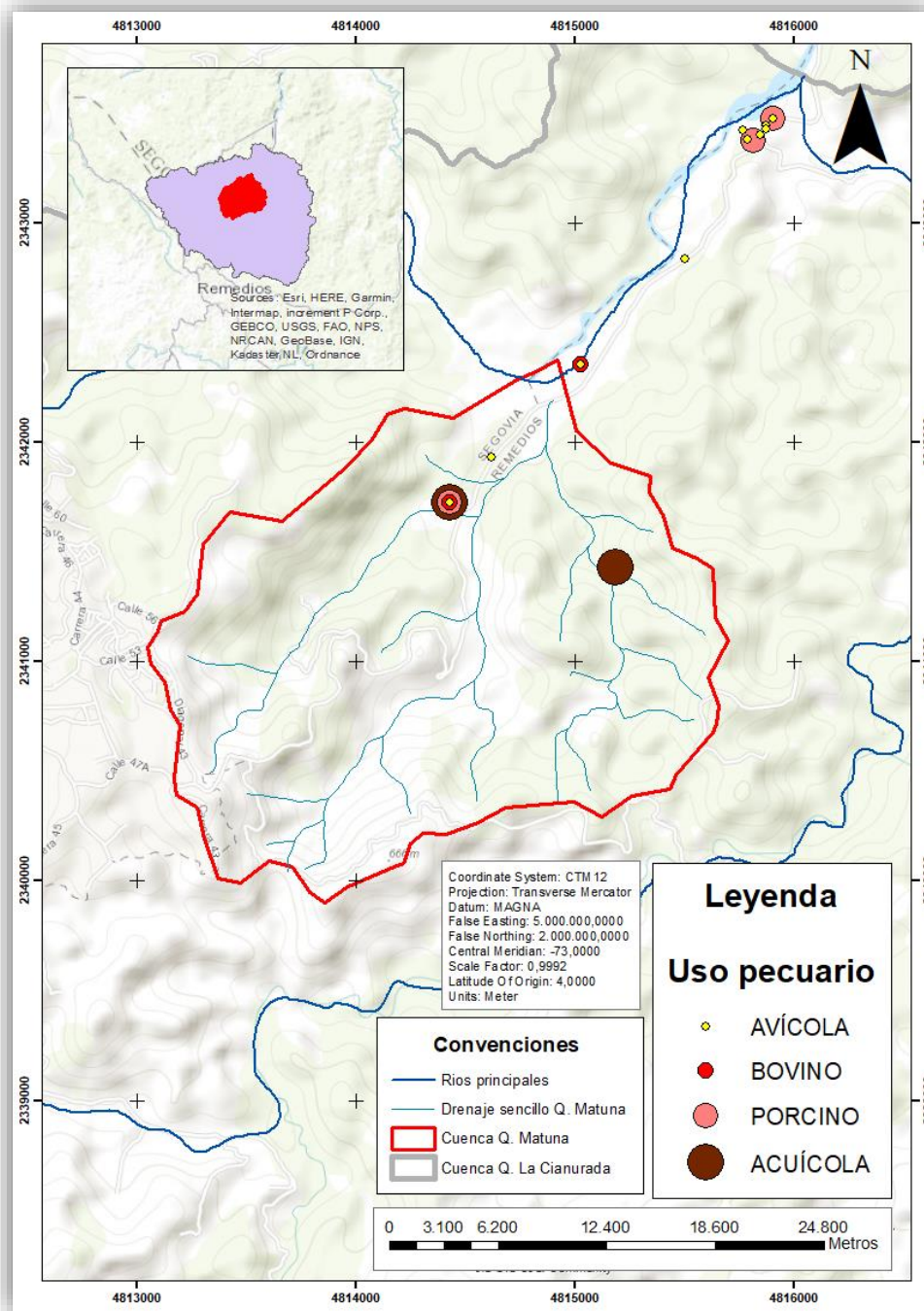
Solamente un usuario le da este tipo de uso al recurso, esta persona cuenta con 3 estanques donde alberga aproximadamente 2.000 ejemplares de tilapia y cachama, es de destacar que este usuario cuenta con una bocatoma individual, la cual se encuentra aguas abajo de la bocatoma comunitaria.

- **Caninos (se incluyen gatos)**

En el sector se encontró que 7 de los encuestados tenían presencia en sus predios de gatos y/o perros, para un total de 21 en toda el área de estudio.

La ubicación geográfica de los usos pecuarios mencionados anteriormente se puede observar en la **Figura 23**.

Figura 23. Ubicación geográfica de usos pecuarios



Nota: Desarrollado a partir de información geográfica proveniente del IGAC (59)

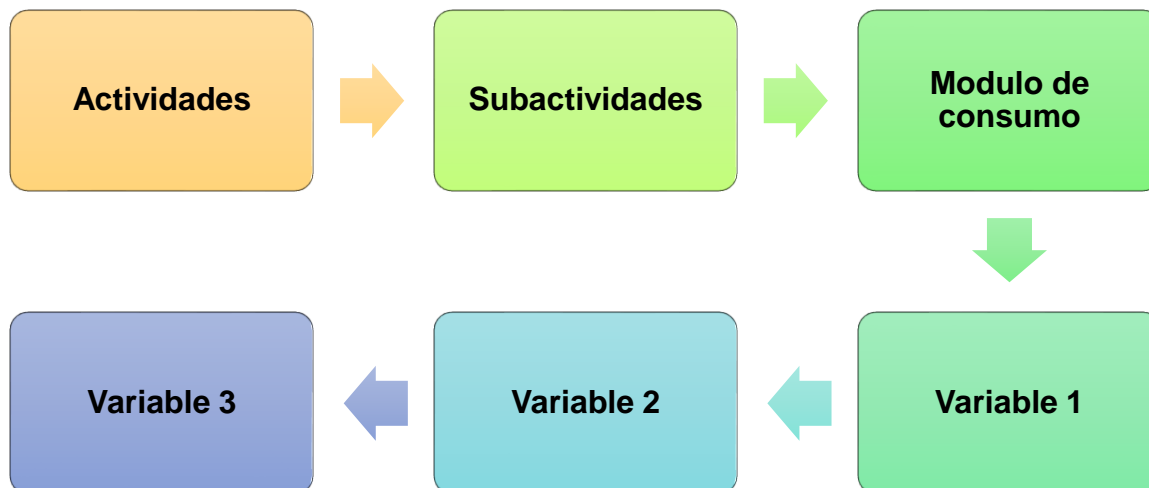
8.2.2.4 Módulos de consumo

Se realizó el cálculo de los módulos de consumo para los distintos usos que fueron identificados, la metodología que se utilizó para la obtención de los datos fue la siguiente:

1. Se hizo una revisión de los lineamientos para la implementación de del registro de usuarios del recurso hídrico ⁴
2. Se identificaron los tipos de usos que poseen las Corporaciones Autónomas Regionales, haciendo énfasis en la que cobija el territorio que es Corantioquia.
3. Se identificaron las variables necesarias para realizar el cálculo de los módulos
4. Por último, se creó una matriz en la herramienta Excel de Microsoft Office, y se cotejaron los cálculos de módulos con los datos tomados del instrumento de recolección.

Para el caso de Corantioquia, se hace una división de los usos por actividades, dentro de estas se extraen las subactividades, se verifica el módulo de consumo y por último se desprende 3 variables como se puede observar en **Figura 24**. A partir de las variables establecidas en los módulos de consumo y las 3 variables restantes se determina el resultado de dichos módulos de consumo, los cuales se expresan en litros/uso/segundo. El proceso para la obtención de datos se realizó mediante la multiplicación de las 3 variables según las actividades y subactividades.

⁴ Comunicación escrita de Andrés Camilo Gómez Hoyos, Asesor de trabajo de grado 3, Medellín, 10 de abril de 2023.

Figura 24. Proceso de módulos de consumo Corantioquia

- **Módulo de consumo para uso pecuario**

Según los lineamientos de Corantioquia, el uso pecuario tiene las siguientes divisiones que se identificaron en el área de estudio:

- Bovinos
- Equinos
- Porcinos
- Avícola
- Caninos

Al aplicar los datos provenientes de los lineamientos, nos dio como resultado los datos de la **Tabla 13**.

Tabla 13. Módulos de consumo

Código de la encuesta	Variable 1	Variable 2	Variable 3	Total
	Número de animales	Módulo de consumo (dotación)		Consumo/viv
Bovinos		L/bov/día	L/bov/s	L/s
E22	20	73	0,000844907	0,0169
Equino		L/equi/día	L/equi/s	L/s
E22	10	52	0,0006019	0,0060
Porcino cría		L/porc/día	L/porc/s	L/s
E16	2	28	0,0003241	0,00065
Porcino finalización		L/porc/día	L/porc/s	L/s
E16	12	30	0,0003472	0,004166
Porcino de ceba		L/porc/día	L/porc/s	L/s
E03	2	17	0,0001968	0,00039
E35	40	17	0,0001968	0,00787
Avícolas ponedoras		L/aví/día	L/aví/s	L/s
E04	10	0,28	0,0000032	0,000032
E23	30	0,28	0,0000032	0,000096
E35	17	0,28	0,0000032	0,000054
Avícolas de engorde		L/aví/día	L/aví/s	L/s
E01	15	0,28	0,0000032	0,000048
E03	10	0,28	0,0000032	0,000032
E04	5	0,28	0,0000032	0,000016
E14	10	0,28	0,0000032	0,000032
E17	7	0,28	0,0000032	0,000022
E22	20	0,28	0,0000032	0,000064
E23	10	0,28	0,0000032	0,000032
E32	20	0,28	0,0000032	0,000064
E34	40	0,28	0,0000032	0,000128
Caninos		L/can/día	L/can/s	L/s
E06	3	50	0,0005787	0,0017
E14	2	50	0,0005787	0,0012
E17	4	50	0,0005787	0,0023
E18	1	50	0,0005787	0,0006
E22	7	50	0,0005787	0,0041
E32	3	50	0,0005787	0,0017
E35	1	50	0,0005787	0,0006
Total de consumo pecuario para los 190 habitantes (incluyendo población flotante)				0,0488

8.3 Conflictos Socioambientales

Para lograr identificar los conflictos que se desencadenan en la comunidad de la vereda El Aporriado y que tienen relación directa con la microcuenca Matuna, fue necesario realizar un reconocimiento del entorno, contemplando varios contextos como; la economía, la cultura, el ambiente natural y el acompañamiento institucional de este territorio, y se logró gracias al acercamiento con la líder de la junta de acción comunal, la comunidad misma en el desarrollo de la encuesta que se les realizó mediante el acercamiento con personas que son actores claves en la comunidad como docentes de la escuela que hacen presencia en esta comunidad, personas que ejercen actividades económicas como la minería, ganadería, piscicultura y otras actividades, también, el acompañamiento de la gestora social de una fundación con la cual se hizo un acercamiento clave, quien hizo un aporte significativo a esta recolección de información.

El acercamiento en campo nos permitió conocer las dinámicas de este territorio, identificar conflictos socioambientales como la minería a cielo abierto y los impactos ambientales que trae consigo, como lo son el daño al suelo, el desplazamiento de fauna, la tala de árboles, la presión sobre las fuentes hídricas y en algunos casos los desplazamientos forzados de las comunidades; asimismo dejan pocas alternativas de desarrollo del territorio; estos factores permitieron reconocer y analizar este entorno mediante la identificación de las problemáticas que lleva consigo. Sin embargo, este mismo acercamiento permitió, también, identificar las oportunidades que tiene la comunidad de la vereda El Aporriado ya que se evidenció que esta comunidad conoce otras alternativas de trabajo que les permite desarrollarse y vivir económicamente de actividades pecuarias como la piscicultura, la crianza de animales, y otras actividades económicas que logran utilizar a su favor.

Mediante la recolección de información la comunidad manifestó la existencia de algunos conflictos:

- Conflictos entre usuarios
- Conflictos por contaminación a fuentes hídricas por aguas residuales
- Conflictos por contaminación al recurso hídrico por explotación minera

A pesar de esto, no se puede ser ajeno a que la comunidad muchas veces se beneficia realizando actividades de barequeo para su jornal y pueden llevar alimentos a sus hogares, pasando la minería de ser un conflicto a ser una fuente económica y de sustento para esta comunidad.

Se identificó que en la microcuenca Matuna, hay construida una estructura de una bocatoma comunitaria, como ya se ha anotado, con líneas de distribución que abastecen la comunidad; dentro de nuestra herramienta de recolección de información las personas manifestaron que se presentaban conflictos entre usuarios, que se evidenciaron por medio de observación directa; se pudo determinar que los conflictos que se pueden presentar se deben a la no distribución por partes iguales entre usuarios, ya que las personas que están más cercanas de la microcuenca tienen más acceso al recurso, mientras que las personas que están más alejadas pueden llegar a presentar escasez de agua o disminución en los caudales.

Los vertimientos también representan un conflicto ambiental ya que esta comunidad no cuenta con sistemas de tratamiento de aguas residuales como pozos sépticos o cualquier otro sistema de tratamiento, y disponen estas cargas contaminantes a un cuerpo de agua o al suelo.

Dentro de la encuesta se obtuvo que 1 persona dispone las aguas residuales a una fuente hídrica y que 19 personas disponen sus aguas residuales al suelo; esto representa un conflicto ambiental ya que se generan impactos al recurso agua y al suelo.

En conclusión, 9 personas reportaron que se habían presentado conflictos, esta información se puede observar a detalle en la **Figura 25** donde:

- El 45% de los conflictos se presentan entre usuarios
- El 22% de los conflictos corresponde a contaminación por aguas residuales
- Otro 22% se da por conflictos relacionados con el sector minero
- El 11% corresponde a otras fuentes.

Figura 25. Conflictos asociados al recurso hídrico



8.4 Nivel de cumplimiento de los permisos ambientales de concesión de aguas y de vertimientos

Luego de una búsqueda estructurada en la plataforma sistema de Información de Recursos Naturales e-Sirena de Corantioquia, el PORH de la quebrada La Cianurada y el instrumento de recolección de información ejecutado en campo, se compiló información sobre las concesiones y vertimientos que se encuentran dentro del área de estudio y la vereda el Aporriado.

8.4.1 Usuarios concesionados Corantioquia

Se identificó que, a la fecha del 17 de mayo del 2023, dentro del área de la microcuenca Matuna solo se contaba con un permiso de concesión de agua para una empresa de explotación minera, en la **Tabla 14** se muestra la información correspondiente.

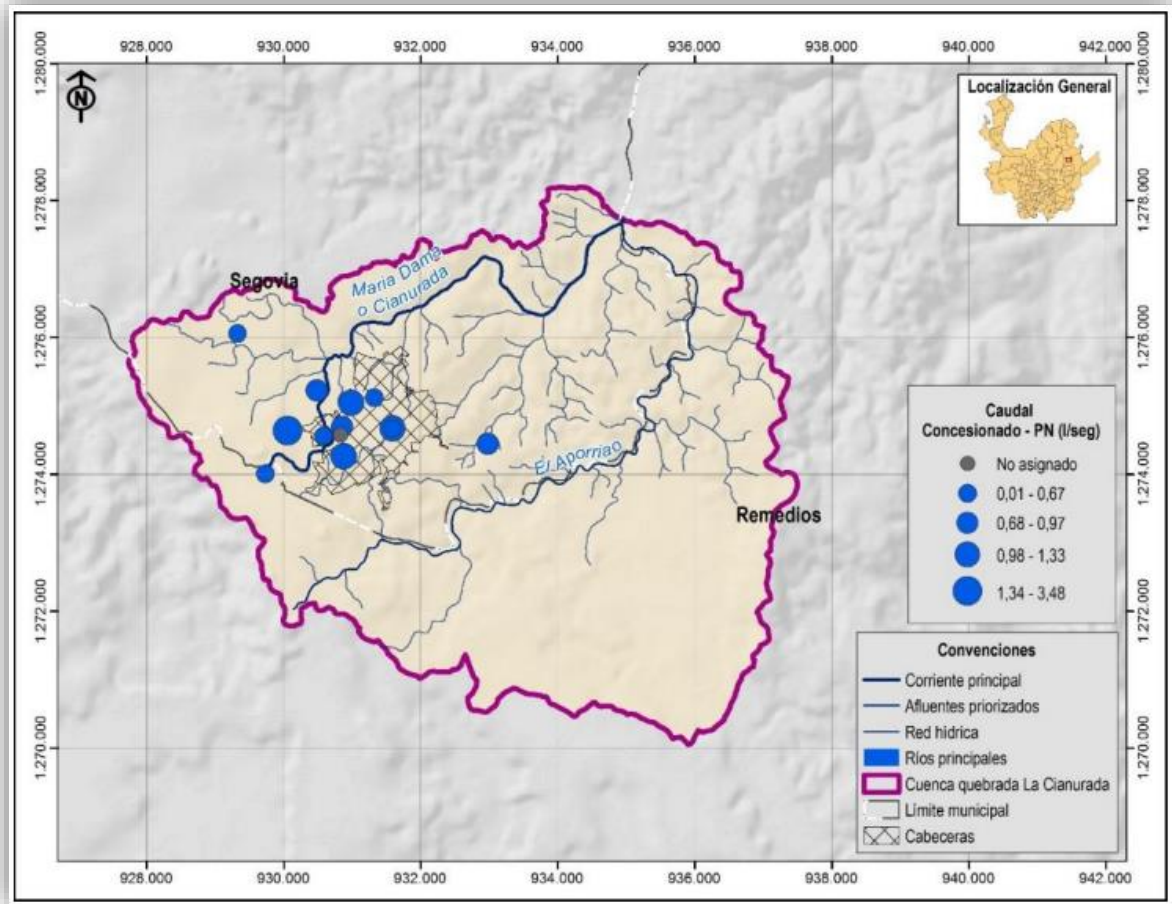
Tabla 14. *Usuarios concesionados*

#	Expediente	Estado	Solicitante	Usos	X	Y
1	ZF3-2022-36	Vigente	Blue Gold S.A.S.	Doméstico e industrial	933481	1276450

Para la microcuenca no se encuentra evidencia de ningún otro usuario activo con permisos de concesiones de agua; sin embargo, en el **Anexo 2**, el cual se encuentra al final de este documento, se muestra un histórico de los permisos de concesión de aguas otorgados por Corantioquia para la vereda El Aporriado.

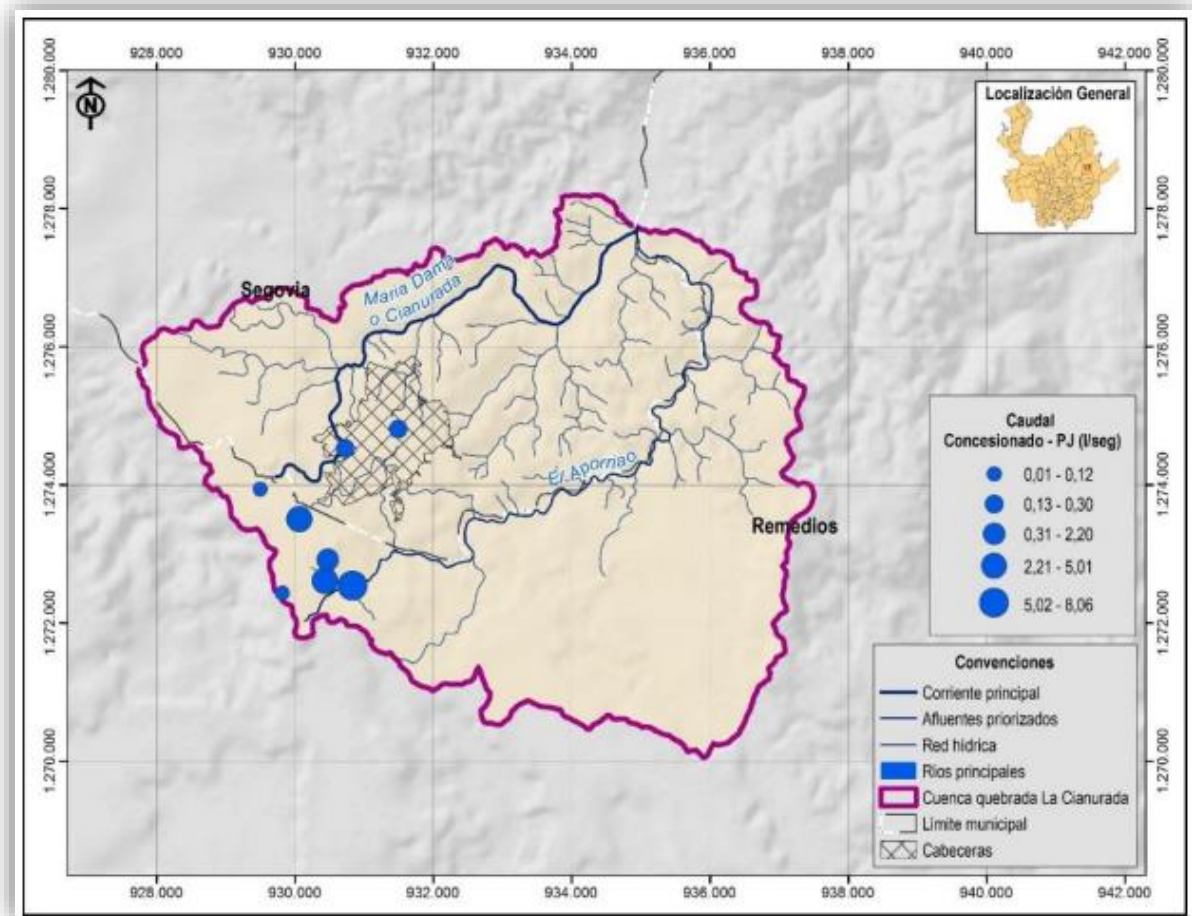
En la **Figura 26** y la **Figura 27** se presenta la ubicación espacial de las concesiones de agua planteadas por el PORH de la quebrada La Cianurada para personas naturales y jurídicas, solo para las concesiones que se encontraban vigentes al momento de realizar la revisión en el e-Sirena

Figura 26. Distribución de las concesiones de agua para personas naturales en la cuenca de la quebrada La Cianurada, según Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Quebrada La Cianurada, Medellín, 2016.



Nota: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. Plan de ordenamiento del recurso hídrico – Quebrada La Cianurada [Internet] [Consultado: 18 de abril de 2022] Disponible en: <https://cta.org.co/biblionet/plan-de-ordenamiento-del-recurso-hidrico-quebrada-la-cianurada/>

Figura 27. Distribución de las concesiones de agua para personas jurídicas en la cuenca de la quebrada La Cianurada, según Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Quebrada La Cianurada, Medellín, 2016.



Nota: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. Plan de ordenamiento del recurso hídrico – Quebrada La Cianurada [Internet] [Consultado: 18 de abril de 2022] Disponible en: <https://cta.org.co/biblionet/plan-de-ordenamiento-del-recurso-hidrico-quebrada-la-cianurada/>

8.4.2 Usuarios con permisos de vertimientos según Corantioquia

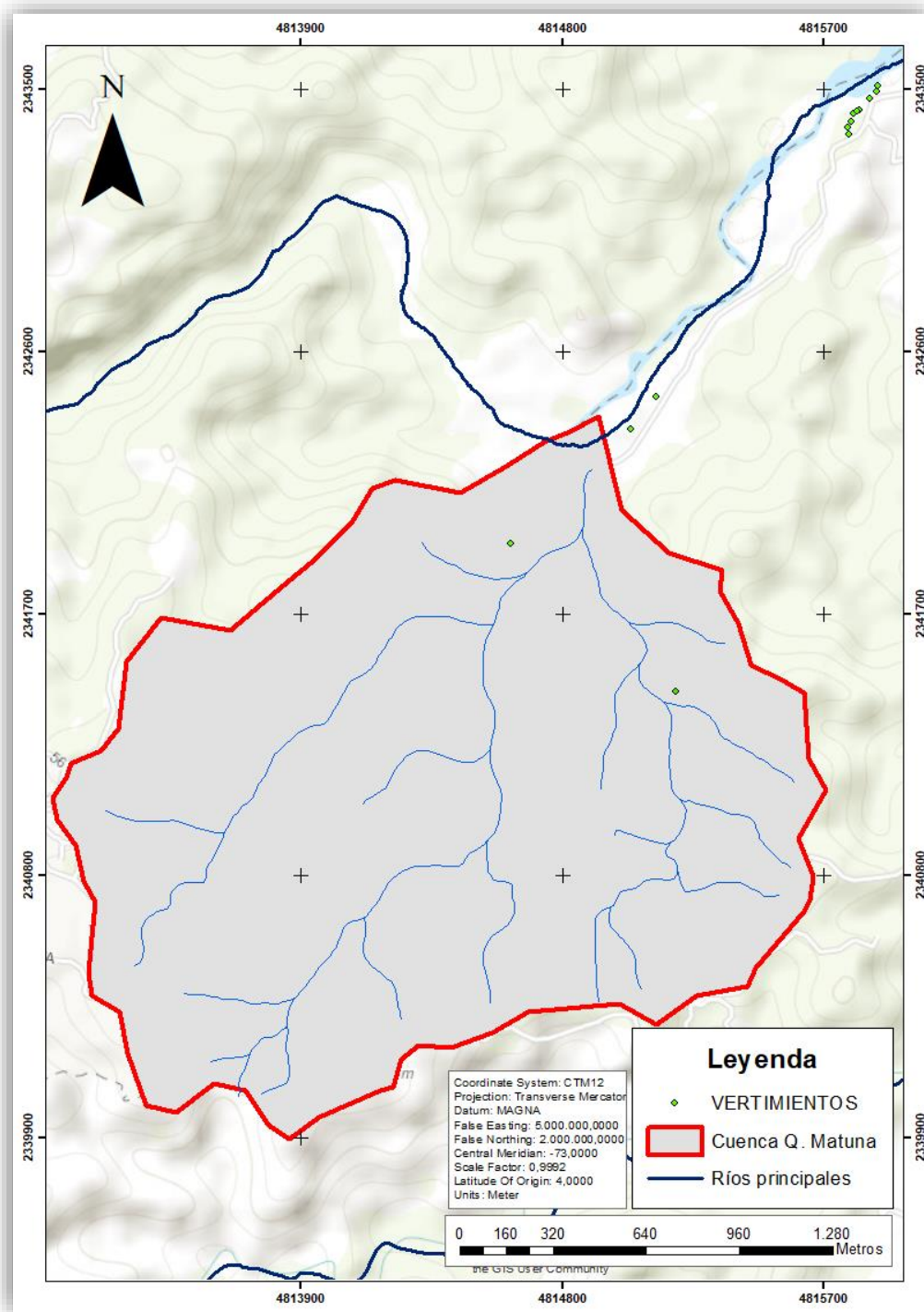
Por su parte, se determinó según el instrumento de recolección en campo que los usuarios pertenecientes a la microcuenca Matuna no cuentan con permisos de vertimientos, sin embargo, según la información entregada por Corantioquia presenta un permiso de vertimientos en la microcuenca, en la **Tabla 15** se muestra la información correspondiente. Es de destacar que, por políticas de la empresa minera, no fue posible que nos atendieran para aplicar la encuesta.

Tabla 15. Usuarios con permiso de vertimiento

#	Expediente	Estado	Solicitante	Usos	X	Y
1	ZF3-2022-36	Vigente	Blue Gold S.A.S.	Doméstico e industrial	933414	1275566

De la misma manera que se presenta el histórico de permisos de concesiones en el **Anexo 3** (ir al final del documento) se muestra un histórico de los permisos de vertimientos de la vereda El Aporriado en toda su extensión.

En la **Figura 28** se presenta la ubicación espacial de los vertimientos que se lograron ubicar con el instrumento de recolección de información utilizado para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, no fue posible ubicar todos los vertimientos debido a que las descargas de agua residual se encontraban en zonas con riesgo de hundimiento.

Figura 28. Distribución usuarios vertimientos

Nota: Desarrollado a partir de información geográfica proveniente del IGAC (59)

9 Análisis de resultados

A partir de los resultados encontrados, de la información consultada relacionada con el área de estudio y con la temática de este trabajo, en este aparte de texto se plantea la discusión discriminada por las temáticas: línea base, oferta y demanda, conflictos ambientales y los niveles de cumplimiento de los permisos ambientales.

9.1 Línea base

La minería y sus diferentes actividades extractivas aportan significativamente al desarrollo económico del municipio, en la vereda El Aporriado se puede evidenciar una alta concentración de estas actividades, principalmente las accionadas a cielo abierto y las desarrolladas por los mineros de subsistencia.

En el diagnóstico del PBOT del municipio de Segovia del año 2022, no se hace referencia específicamente a la minería ilegal o informal, ni minería de subsistencia; sin embargo se puede inferir que la minería ilegal es aquella actividad de explotación minera donde tiene influencia grupos al margen de la ley, la minería informal es aquella que no cuenta con los permisos o trámites correspondientes para ejercer dicha actividad y la minería de subsistencia se reconoce en el territorio como aquella que ejercen algunas personas para subsistir y su actividad se clasifica como barequeros y chatarreros, muchas veces ejercen su actividad dentro de la minería ilegal e informal. En el sector Matuna de la vereda El Aporriado se desarrollan los tres tipos de minería, sin embargo, la población del municipio en general se muestra susceptible frente a este tema, lo cual se ve reflejado en la poca información que se encuentra sobre este, dado que las personas prefieren omitir este tipo de información principalmente por temor a que se vea afectado su sustento.

Existen unos impactos ambientales que rodean la microcuenca, dentro de esos impactos se pueden enumerar algunos como; deforestación, presión sobre las fuentes hídricas, daño al suelo, desplazamiento de fauna. y se puede decir que la principal causa de estos impactos es la minería ilegal ya que alguna de las personas que realizan la actividad minera no cuentan con permisos legales, sino que desarrollan la actividad en acuerdo con grupos al margen de la ley que no llevan control sobre los recursos naturales que se encuentran en este territorio y no le brindan importancia al cuidado del agua y el suelo, la protección de la fauna, entre otros aspectos ambientales que son de primordial importancia; estos grupos poblacionales desarrollan un interés en extraer el mineral para su beneficio sin hacer ningún tipo de compensación ni protección al medio ambiente.

La presencia de la minería en la vereda El Aporriado es una amenaza frente al recurso hídrico ya que la presión que se hace sobre las fuentes hídricas es muy grande y evidente, y trae consigo en un futuro un posible desabastecimiento de agua en sus comunidades.

La minería en cuanto a la dinámica social es un poco controversial ya que en sus territorios ejercen esas actividades mineras ilegales, pero las personas de la comunidad participan de estas actividades mediante el ejercicio de la minería de subsistencia para poder conseguir sus alimentos y poder sobrevivir con sus familias por medio de una entrada económica; se vuelve complicado para ellos señalar la minería como la causa de los daños ambientales porque ellos lo ven como una forma de estabilidad económica convirtiéndose así el conflicto armado con injerencia en la minería; un panorama que tiende a verse cada vez con más normalidad, lo cual ocasiona que la comunidad se adapte a vivir rodeada de violencia.

Para contrarrestar los conflictos que se presentan en esta zona, es importante destacar la presencia de la escuela en esta comunidad, la cual cuenta

con una infraestructura recién restaurada, ya que una empresa minera legal de influencia en la zona en compañía de la Alcaldía aportó al acondicionamiento de infraestructura, cambio del techo, encerramiento de la escuela, arreglo de paredes y unidades sanitarias entre otros arreglos; sin embargo todavía es necesario aportar un sistema de tratamiento de aguas residuales y brindar agua potable a esta comunidad educativa. (46)

Esta institución acoge un promedio de 22 niños entre las veredas El Aporriado del municipio de Segovia y La Cianurada del municipio de Remedios; de esta última se pudo evidenciar que existe una mayor cantidad de estudiantes ya que dicha institución es la más cercana. Esta escuela no cuenta con educación secundaria, por ello desde la administración municipal se brinda transporte hacia el casco urbano del municipio. La educación es un factor social de alta importancia en la vereda ya que esta mejora la calidad de vida de las personas, y les brinda la oportunidad de aprender y formarse académicamente⁵.

Por otro lado, según el PBOT el área rural del municipio de Segovia, tiene un déficit en cuanto a prestación de servicios por la forma nómada de ocupación del territorio, se encontró que en la vereda El Aporriado hay un servicio de acueducto veredal que cuenta con bocatoma, tanque de almacenamiento y distribución, administrado por la junta de acción comunal de la vereda. En la visita a campo se encontró la misma situación, una infraestructura conformada por los aspectos mencionados con anterioridad.

⁵ Comunicación informal, Lili Johana Serna, Coordinación del Sistema de Matrícula, Administración municipal de Segovia, Antioquia, 13 de mayo de 2023

En lo referente a los vertimientos, este tema influye no solamente en la calidad de vida de la comunidad sino también en la calidad de su entorno, estos vertimientos pueden convertirse en un tema de importancia en salud ambiental si no se le da el manejo adecuado.

En el PBOT del municipio de Segovia, en su versión del 2022, no se encontraron datos específicos de veredas o viviendas en el área rural que cuenten con sistemas de tratamiento de aguas residuales y no hay un dato claro del sitio de descarga al suelo o fuente, lo cual implica que en el resto del municipio no se cuenta con información clara de la cantidad y calidad de los vertimientos.

En cuanto al manejo de los residuos sólidos es necesario más acompañamiento en la recolección de residuos en la vereda ya que hay algunas personas que realizan quema de los residuos; esto quiere decir que no es suficiente un solo día para la recolección de estos.

En temas de energía eléctrica para la vereda se cuenta con una cobertura del 90%, lo cual permite el desarrollo económico en el territorio; frente a la prestación de gas natural para uso doméstico, en la vereda no se cuenta con una red que brinde este servicio, se toman como principal fuente de energía para la preparación de alimentos las pipetas de gas propano.

Conocer las dinámicas del territorio permite tener una mirada más amplia de la situación de la comunidad de la vereda El Aporriado y se da paso a una planificación y a una adecuada gestión en el tiempo.

9.2 Oferta y demanda hídrica

Comparado el caudal medio estimado en la oferta con los aforos realizados en campo, puede observarse que en el primer aforo que dio como resultado 23 L/s, el caudal medio observado es muy cercano al caudal medio estimado

Los aforos se realizaron terminada la temporada de lluvias que se da típicamente en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Los caudales de ambos aforos son caudales de base, es decir, son caudales que provienen del medio subterráneo, que drenan de los acuíferos.

La reducción del caudal en el aforo dos, que dio como resultado 18 L/s, tiene sentido considerando que entre diciembre y enero no hubo lluvias o las hubo muy pocas, por lo tanto, no hubo recarga del acuífero y este se fue agotando con el tiempo. En este caso el término agotando no se refiere a que se esté reduciendo hacia cero, sino que hay una disminución.

El caudal mínimo medio es prácticamente el medio de los mínimos mensuales. Al estimar también la desviación estándar con fórmulas empíricas, se han podido obtener caudales mínimos asociados a diferentes periodos de retorno; un caudal mínimo de interés es del periodo de retorno de 20 años que es el mismo Q95.

Teniendo en cuenta que el consumo pecuario para 20 viviendas, es decir, para un total de 190 personas (incluida la población flotante) el consumo es de 0,0488 L/s como caudal medio, para la población de diseño este caudal medio pecuario sería de 0,3873 L/s, y el QMD pecuario sería este valor afectado por el K1 de 1,3.

El RAS 2017 en el artículo 49 estipula que para el cálculo del caudal correspondiente al 95% se debe tener en cuenta el caudal ecológico de la fuente; al no contar con este dato de la microcuenca Matuna, se tomó el criterio del RAS 2000 para realizar dicho análisis.

El RAS 2000 en el artículo B.3.3.2.5, refiriéndose a cantidad de caudal mínimo, dice: "En todos los casos, el caudal correspondiente al 95% de tiempo de excedencia en la curva de duración de caudales diarios, Q95, debe ser superior a dos veces el caudal medio diario si la captación se realiza por gravedad" (58)

Teniendo en cuenta esta indicación en la **Tabla 16** puede verse que se cumple que el Q95 es mayor que 2Qmd. Esto quiere decir que la fuente tiene suficiente oferta hídrica frente a la demanda de la población y los usos pecuarios del área de estudio.

Tabla 16. *Tabla de caudales para uso doméstico y pecuario*

Qmd	2Qmd total	Q95	¿La fuente es suficiente?
2,9257	5,8515	11,1	Si

Con todo lo anterior, se concluye que la microcuenca Matuna tiene suficiente oferta hídrica para responder ante la demanda que se genera en este sector, al menos para un período de diseño de 25 años.

9.3 Demanda hídrica según módulos de consumo de Corantioquia

Corantioquia establece que el uso para consumo humano y domestico debe ser visto con criterios de ahorro y uso eficiente; para esto se debe tener en cuenta los módulos de consumo establecidos según su jurisdicción. Estos módulos permiten identificar la demanda requerida para un sector específico, aquí se incluyen las actividades económicas que se desarrollan y como se podrían comportar a largo plazo, a fin de conocer si su implementación tiende a afectar la fuente en cuestión, o si la operabilidad de estas actividades puede desarrollarse con normalidad. En los casos en los que se identifican factores negativos sobre el recurso, se comienzan a desarrollar e implementar métodos o estrategias que permitan establecer un balance entre el bienestar de la fuente y la continuidad de las actividades económicas.

La cultura del municipio ha desarrollado en la comunidad malas prácticas que conllevan a que el recurso no sea gestionado de la manera adecuada por los habitantes, si bien es cierto que por parte de las entidades públicas y privadas han desarrollado mecanismos y estrategias referente a la seguridad hídrica.

De acuerdo con la última actualización del Plan Nacional de Desarrollo del país, se establecen unos lineamientos según la política de gestión comunitaria del agua y el saneamiento básico; de los más relevantes se rescata que aquellos usuarios que para su consumo no requieren una cantidad superior a 1l/s, no deben tramitar permiso de concesión de aguas, pero deben realizar una inscripción como Usuarios del Recurso Hídrico, como comunidad del área rural deben garantizar que el agua solamente es utilizada para la subsistencia de las familias. En los casos en que el consumo requerido es de 1 a 4 l/s para comunidades organizadas no se les impondrá el requisito de PUEAA ni la autorización sanitaria para el trámite de la concesión. Es de destacar la importancia de esta información, debido a que apoya a las comunidades rurales y les otorga beneficios según la cantidad de agua requerida y la organización poblacional (37).

A nivel rural, Segovia cuenta con cobertura de acueducto solamente del 69,09%; la vereda El Aporriado hace parte de las 15 veredas que tiene el municipio sin estructuras adecuadas y certificadas para la captación, tratamiento y reparto del recurso hídrico. Sin embargo, en esta vereda se cuenta con una bocatoma comunitaria administrada por la Junta de Acción Comunal, esta estructura no ha aprobado la evaluación del Índice de Riesgo para Calidad de Agua Potable IRCA, y arroja como resultado que esta agua es inviable para el consumo humano, no tener tratamiento previo a su consumo trae como consecuencia el incremento del riesgo de que se presenten eventos en salud en la comunidad, lo cual conlleva a una disminución en la calidad de vida de quienes viven allí (47).

Para efectuar un mayor control y manejo integral de las fuentes hídricas, se viene trabajando en el país el tema de las concesiones y los planes de ordenamiento del recurso hídrico; en la vereda El Aporriado se cuenta con varios permisos de concesión, sin embargo, en el área de estudio se le da uso residencial y pecuario al agua; la toman de la quebrada Matuna a través de una estructura de captación de agua la cual no cuenta con permiso emitido por Corantioquia, es de destacar que en esta área se encuentra una empresa minera que también cuenta con concesión, no fue posible aplicar el instrumento de recolección, pero se logró obtener la información del aplicativo E-Sirena de Corantioquia ⁷.

El proceso de reglamentación de la Microcuenca El Silencio en el municipio de Ocaña – Norte de Santander, creó la necesidad inminente de determinar la demanda hídrica de este cuerpo de agua, debido a que el uso doméstico debe estar en el primer nivel de prioridad al momento de ordenar el recurso, el desconocer esta información ocasiona que los usos de aprovechamiento del recurso hídrico tengan mayor acceso a la fuente en cantidad (38); el uso residencial que se da en la Microcuenca Matuna no aparece en los registros de concesiones, sin embargo, la Junta de Acción Comunal de la vereda El Aporriado manifestó que se ha iniciado el proceso, mas no se ha logrado entregar la petición a la Territorial Zenufana.

Dado en que en el área de estudio hay presencia minera de socavón y a cielo abierto, esto puede llegar a afectar la oferta de la Microcuenca Matuna, debido a que dicha actividad económica cuenta en la actualidad con permisos de concesión de agua, como lo es el caso de la Aris Mining y Blue Gold S.A.S ⁶ y no se cuenta con registro legal de uso doméstico, es así como al momento de otorgar las concesiones de agua en este sector no se estaría teniendo en cuenta dicho uso, al cual se le debería priorizar principalmente; esta situación trae afecciones colaterales dado que esto trae consigo un manejo indiscriminado del recurso y una inminente disminución en el caudal ecológico, necesario para la subsistencia de los ecosistemas y comunidades aguas abajo de las captaciones.

9.4 Conflictos Socioambientales

Los conflictos que se presentan en el área de estudio están determinados principalmente por novedades entre los usuarios, la causa que más incide es la falta de presión hidráulica del recurso cuando llega a las viviendas; los encuestados manifiestan que los hogares más lejanos de la bocatoma comunitaria les llegan menos cantidad de caudal y algunos vecinos no le dan control al recurso y lo desperdician.

Seguido de este conflicto, se encuentran los casos derivados de las actividades mineras, las cuales en su desarrollo dejan grandes afectaciones al medio ambiente y las comunidades; esta actividad económica desarrolla conflictos intergeneracionales, debido a que los impactos ambientales que se generan no garantizan la sostenibilidad en el tiempo de los recursos afectados. En el caso de

⁶ Mensaje electrónico de Zenufana. Territorial de Corantioquia, Vegachí, 25 de mayo de 2023.

Segovia, este municipio se ha destacado a lo largo de la historia por realizar explotaciones mineras, por lo tanto, se necesita implementar una reforma a estas actividades o tener un control más profundo y utilizar nuevas metodologías de extracción que permitan el desarrollo de las comunidades minimizando las afectaciones al medio ambiente.

9.5 Nivel de cumplimiento de los permisos ambientales de concesión de aguas y vertimientos

9.5.1 Concesiones

Se pudo evidenciar que dentro del área de estudio no se encuentran permisos de concesiones de agua para uso doméstico ni de subsistencia; a pesar de esto, en el proceso investigativo se encontró la presencia de un trámite legal para minería, dicha situación conlleva a que el derecho que posee la comunidad al agua se vea vulnerado, debido a que al momento de la autoridad ambiental conceder estos permisos no se estaría priorizando el bien común sobre el particular, el no tramitarse el permiso de concesión para la captación de agua de la vereda trae como consecuencia este hecho.

En la actualidad existen personas que son usuarias de la microcuenca Matuna que dejan en evidencia que, a pesar de existir y ejercer presión en el recurso, en el sistema de la Corporación Autónoma no se encuentran registrados y esto representa una problemática para el territorio. Es necesario que las personas que se encuentran haciendo uso del recurso hídrico en la microcuenca se legalicen, y permitir así ejercer un control y establecer un orden de prioridad para este recurso.

Es difícil hablar de equidad y eficiencia en un país que presenta innumerables retos sociales por resolver para mejorar la calidad de las comunidades; sin embargo, Colombia tiene una gran fortaleza en materia de normatividad que ampara la asignación del agua, sin embargo cuando se analiza en campo, se puede observar que el proceso presenta algunas falencias; de acuerdo a la legislación ambiental, las concesiones deben ser entregadas teniendo en cuenta el uso prioritario de las aguas y la importancia que tiene dicho uso, a fin de priorizar el bien común sobre el particular; a pesar de esto, la mayoría de veces estos permisos son entregados

teniendo en cuenta el orden de llegada de las solicitudes y no los criterios antes mencionados.

También se puede observar que aquellos usuarios que poseen mayor poder político y económico son quienes logran disfrutar de la titularidad de estos permisos, y generan una situación de alta desigualdad entre quienes llegan a presentar estas solicitudes; al ser las fuentes hídricas un recurso limitado, esta situación da paso a los conflictos sociales entre los actores involucrados. En la medida de lo posible se debe garantizar que todos los seres que se benefician del recurso hídrico puedan contar con el acceso adecuado a este, en este aspecto se incluye la flora y la fauna que coexiste en el mismo ecosistema junto con los humanos.

Se puede apreciar que hay situaciones en donde las personas saben que requieren del permiso de concesión de agua, pero desconocen el proceso para aplicar al otorgamiento de dicho permiso; sin embargo, los usuarios más grandes poseen herramientas que les permiten presentar los requerimientos solicitados por las autoridades ambientales, y dejan en desventaja a una parte de los actores involucrados.

Contar con el permiso de concesión no garantiza que se cuente con el acceso al recurso, a veces las comunidades conocen la necesidad de tramitar este permiso, pero al volverse este hecho una obligación con la autoridad ambiental la cual requiere de un pago periódico, que aunque sea mínimo, entra a convertirse quizás en un gasto bastante grande para quienes no pueden costearlo; esto ocasiona que algunas personas tomen el líquido que consideran necesario para subsistir sin ejercer ningún tipo de control sobre este.

Roa M, realiza también un análisis de la situación en los países Andinos incluyendo el criterio de sostenibilidad, allí se especifica que este criterio y los expuestos anteriormente no son compatibles entre ellos mismos, dado que la

realidad que se ve en campo no permite que estos coexistan a menos que uno o más de ellos sea sacrificado, haciendo la introducción del agua como un bien de carácter económico (42).

El proceso de asignación del recurso se vuelve complejo al intentar priorizar el bien común sobre el particular, y teniendo en cuenta que en los Andes los periodos de precipitación son variables; cuando el recurso escasea se abre una brecha a los conflictos, dado que no todos podrán gozar de las fuentes hídricas en las mismas medidas a menos que se proporcionen soluciones estratégicas que permitan que el agua pueda ser gozada de manera equitativa y se garantice su sostenibilidad a través del tiempo.

Los criterios de equidad, eficiencia y sostenibilidad no se encuentran definidos en la normatividad; sin embargo, la reglamentación que ya se encuentra establecida da respuesta a algunas de las incógnitas que surgen alrededor de este tema, más estas definiciones no se encuentran completamente claras, lo cual tiende a dejar vacíos y dudas de estas políticas como ocurre con los vertimientos y la gestión del recurso hídrico.

En torno a la asignación del agua se siguen presentando conflictos y podría ocurrir que estos incrementen con el pasar del tiempo en términos de equidad y eficiencia, dado que el recurso se le debe analizar desde dos perspectivas contrarias, la primera expone el agua como un recurso para el bienestar común y como un derecho fundamental para la vida, y la segunda presenta el recurso como un bien económico, el cual toma demasiada importancia para el avance innovación y desarrollo del área andina. También La Contraloría realizó una verificación a las corporaciones autónomas regionales donde se evidenció que estos organismos no disponen de bases de datos actualizadas sobre los usuarios activos, los usos del agua y los vertimientos, lo cual tiene una incidencia en el desconocimiento del estado actual frente a la calidad del recurso hídrico en el país (43).

9.5.2 Vertimientos

Los vertimientos que se realizan en la zona de estudio van directamente a las fuentes hídricas aledañas o al suelo, es de destacar que estas descargas no se realizan con tratamiento previo, lo cual tiende a incidir de manera negativa en la calidad de los suelos y las fuentes receptoras; además, se está poniendo en peligro la subsistencia de los ecosistemas acuáticos y las especies que están beneficiando de este caudal.

Setuáin y García, expresan que a pesar de que Colombia es un país rico en cuanto a la gran oferta de recurso hídrico que posee en su extensión, este no es conservado de la manera esperada debido a la gran carga contaminante que llega a estos, gran parte de las aguas residuales que llegan a los cuerpos de agua no ha pasado por tratamientos previos, ocasionando que la calidad del recurso se vea comprometida de manera directa (18).

Los permisos de vertimiento están diseñados para la protección del recurso hídrico en todo el país, es así como las autoridades ambientales tienen el deber de ejercer inspección, vigilancia y control sobre aquellos tramites que llegan a las corporaciones, a su vez los usuarios están en la obligación de permitir a las autoridades realizar un control periódico de estas operaciones, teniendo en cuenta que estos permisos son emitidos de manera temporal por un periodo no mayor a 10 años, pero con estudios previos, estos pueden ser renovados; cabe destacar que si la actividad económica sigue siendo la misma, el permiso solo será sometido a verificación de cumplimiento de la norma ambiental (18).

En Colombia se destacan factores positivos que se desarrollan alrededor del tema de vertimientos como lo es el compromiso ambiental al crear La Política Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, esta política permitió reunir en un solo documento una gran cantidad de información relevante e importante

sobre la situación del país, además de que se plantea la organización de los cuerpos de agua en un horizonte de 12 años. Esta política deja un mensaje claro sobre la necesidad de mejorar la calidad del recurso hídrico, para lo cual establece estrategias que permiten minimizar la contaminación de los cuerpos de agua (17).

A su vez también resaltan factores negativos en torno al recurso hídrico, entre ellos resalta principalmente la falta de concienciación de las comunidades, donde aquellos actos del día a día tienden a afectar los cuerpos de agua; esto ocurre en su mayoría por la cultura de la población, es por ello que se hace necesario incrementar las labores encaminadas en educación ambiental, debido a que estas situaciones también afectan los ríos y quebradas, un ejemplo de esto se da cuando las personas realizan la disposición final de los residuos sólidos en los cauces (41)

La mayoría de la población incurre en estos malos hábitos debido a que gran parte de las comunidades permanece ajena a la gestión hídrica, pocas personas se preocupan por lo que ocurre con sus vertimientos, o la manera en que estos pueden llegar a afectar el medio ambiente; es por ello que estos hábitos con el pasar del tiempo se han hecho parte de la cultura del país; en este punto nace la necesidad de trabajar arduamente en la educación ambiental a fin de mejorar la calidad del recurso hídrico.

La normatividad colombiana en este tema se fundamenta en la capacidad receptora que poseen los cuerpos de agua para diluir el contaminante que se encuentra recibiendo, con base en este concepto se emitió la jerarquía de leyes relacionadas al control y manejo de vertimientos; es así como la capacidad de asimilación de la carga contaminante se vuelve el criterio de evaluación para calificar la manera en que se deteriora o no la calidad del recurso.

Tener un permiso de vertimiento hace alusión a que se está garantizando que el contaminante que se está entregando a determinada fuente hídrica está

pasando por un previo proceso de tratamiento a fin de disminuir la carga contaminante que transporta el agua residual, y garantiza que el recurso cuenta con la suficiente capacidad de dilución de dicho contaminante a fin de afectar lo menos posible el ecosistema que subsiste con base en el caudal en cuestión.

Aquí radica el motivo por el cual es tan difícil pasar del texto a la aplicabilidad en campo, y es que el origen de los vertimientos en ocasiones suele ser complejo en su manejo, y la realidad de las comunidades tiene una gran incidencia en estos eventos. Ejemplo de esto, es el caso de la quebrada La García en la ciudad de Medellín, donde se presentan asentamientos humanos en las zonas de retiro de esta fuente; esto ha ocurrido por los desplazamientos de familias desde las áreas rurales del país hacia la ciudad en búsqueda de mejores oportunidades (44).

Estos asentamientos incrementan la probabilidad de la ocurrencia de desastres y emergencias, debido a que estas personas están poniendo en riesgo su vida al habitar de manera permanente en estas áreas de retiro, a su vez, inciden en la calidad de la quebrada, debido a que estas personas no tienen más zonas a donde dirigir sus aguas residuales, por lo cual optan por disponerlas en la quebrada, cabe destacar que estos vertimientos se realizan de manera directa sin ningún tratamiento previo.

Es importante mencionar que se presentaron diferentes limitaciones en el transcurso de la búsqueda de información de usuarios que cuentan con concesión de aguas y vertimientos en la microcuenca Matuna y la vereda El Aporriado, dichas limitaciones se describen a continuación:

- Existen muy pocos registros de información en e-Sirena los cuales no se encuentran completos y actualizados.
- La microcuenca Matuna no cuenta con un censo exhaustivo que contenga todos y cada uno de los usuarios que hacen uso del recurso hídrico.

- Aunque la georreferenciación de las fuentes donde se encuentran las concesiones se indica en el e-Sirena, dicha georreferenciación está definida para el predio y no para la fuente.

10 Conclusiones

Objetivo 1

- La construcción de la apertura de una línea base permite ver un panorama más completo en cuanto a los factores que rodean la microcuenca teniendo en cuenta los usos que se le dan a las fuentes hídricas, de tal manera que se puedan generar estrategias a partir de los resultados sobre mejoras en la gestión del recurso hídrico.
- El prediagnóstico ambiental deja una valiosa herramienta para futuros procesos ambientales que se puedan desarrollar en torno a la microcuenca Matuna, dado que este trabajo ilustra la actual realidad que se presenta en la comunidad que se abastece de dicha fuente y se puede establecer como una base para comenzar dichos procesos.

Objetivo 2

- La importancia de estimar la oferta del recurso hídrico en esta microcuenca se centra en la posibilidad de poder gestionar, planificar e intervenir un territorio, y permite proyectarla en el tiempo para conocer si el recurso tiene la capacidad de suplir el crecimiento de las actividades económicas y el nivel poblacional.
- La educación ambiental es un tema que cobra demasiada importancia si se quiere realizar una adecuada gestión hídrica, debido a que gran parte de la población normaliza aquellas situaciones que afectan el medio ambiente y las vuelven parte de su cultura, de esta manera se transfieren las mismas creencias de generación a generación y no se toma

conciencia de las consecuencias que trae estos actos; por ello, la educación se convierte en una estrategia para generar conciencia en los pobladores y ayudar a que estos se apropien de las acciones de conservación de sus comunidades.

- Es posible que en un futuro la oferta hídrica de la microcuenca Matuna se vea afectada si no se toman medidas de control que regulen el impacto que generan las actividades mineras de la vereda El Aporriado, debido a que la población de este lugar tiende a crecer de la mano con la extensión de los proyectos mineros; esto ocasiona que cada vez sea vea más afectada la microcuenca por la intervención directa en las fuentes y los vertimientos que se realizan a las mismas.

Objetivo 3

- Identificar la actual situación en la vereda en materia de conflictos socioambientales permite comprender las vivencias de la comunidad y como se desarrollan las dinámicas sociales en este entorno; dentro de la comunidad se han implementado estrategias para resolver conflictos asociados al recurso agua, como los que se generan entre usuarios; sin embargo, para los conflictos intergeneracionales, los cuales fueron identificados por observación en campo, su manejo tiende a volverse un tema complejo debido a que la minería es el sustento principal del municipio, y su explotación no garantiza la sostenibilidad del recurso agua en el tiempo.

Objetivo 4

-
- Hay una necesidad en la población rural que podría ser cubierta si se comienza a realizar políticas públicas de cuidado y preservación de fuentes hídricas, dado que el área rural del municipio no cuenta con sistemas de tratamiento para el agua de consumo humano, ni para las aguas residuales; además de esto, se debe replantear actividades económicas como la minería que afecta las microcuencas que dejan en vilo a las comunidades y representan un conflicto para estas.
 - Tramitar los permisos ambientales ayuda a tener una adecuada gestión del recurso hídrico, dado que esto permite alimentar las bases de datos de la autoridad ambiental; estos registros son de gran ayuda al momento de conceder permisos a nuevos tramites, dado que los actuales serán tenidos en cuenta a fin de no ejercer presión sobre las fuentes y conservar el caudal suficiente y necesario para los ecosistemas y comunidades que se benefician aguas abajo de los puntos de captación y vertimientos. Estar legalizados es estar protegidos frente a nuevos usuarios aguas arriba del punto de captación, los cuales pueden disminuir la oferta hídrica del legalizado, y se tendría cómo defender legalmente el derecho adquirido.

11 Recomendaciones

Este trabajo recomienda tener en cuenta para futuros procesos de investigación las siguientes pautas según los objetivos planteados:

Objetivo 1

- Fortalecer el acompañamiento a los líderes sociales en temas ambientales y conservación del recurso hídrico.
- Tener en cuenta la opinión de la comunidad, dado que son los pobladores quienes tienen el verdadero conocimiento del sector, y que se encuentran más familiarizados con la dinámica del territorio.
- Articular acciones entre gobierno, instituciones y comunidad para una adecuada gestión de la seguridad hídrica.

Objetivo 2

- Es necesario implementar estrategias que permitan disminuir la carga contaminante que se está entregando, por ello se crea la necesidad de que se involucren actores gubernamentales a fin de instalar sistemas de tratamiento de aguas residuales, y a su vez incidir en la educación ambiental de la comunidad, dado que algunas personas no dimensionan el daño ambiental y esta situación tiende a volverse paisaje.

Objetivo 3

-
- Investigar la incidencia que tiene la carga contaminante depositada en los cuerpos de agua en la calidad y subsistencia de los ecosistemas y comunidades aguas abajo de los puntos de vertimiento.
 - Es necesario que como comunidad se analice el valor que tiene en el día a día poder contar con acceso al agua, poder gestionarla desde el hogar y tener en cuenta que en muchos sitios no se puede gozar de este recurso en abundancia como ocurre en este sector.
 - Se podrían articular acciones de promoción en torno al cuidado del recurso hídrico, dado que las comunidades conservan creencias fundamentadas en el poco acceso a la información, poder llevar el conocimiento a las zonas rurales es garantizar que el mensaje es difundido en la totalidad del territorio, dado que al ser zonas de difícil acceso son un poco olvidadas por las administraciones municipales.

Objetivo 4

- Adelantar actividades de campo de manera más detallada que permitan la identificación de usuarios que captan el recurso hídrico de manera ilegal.
- Solicitar a la Corporación Autónoma Regional un monitoreo constante a la fuente hídrica que garantice la adecuada gestión del recurso.
- . Es necesario que las entidades locales se involucren en este tema de educación ambiental, dado que por cultura las personas tienden a usar indiscriminadamente el recurso sin pensar en cómo se verá afectado el medio más adelante, o como estas acciones afectaran las generaciones

futuras si no se comienza a trabajar bajo el concepto de sostenibilidad ambiental.

12 Observaciones

1. Poca información sobre el área rural del municipio de Segovia, en este caso, fue muy complejo encontrar información sobre las dinámicas de población y situación actual de la vereda El Aporriado.
2. En el pensum de la carrera de Administración Ambiental y Sanitaria no se incluye una asignatura sobre hidrología, lo cual dificultó poder estimar la oferta y demanda hídrica de la microcuenca Matuna.
3. Es importante resaltar que a esta comunidad llegan constantemente personas foráneas a ejercer la minería y se quedan establecidas allí por temporadas, dichas personas construyen campamentos improvisados, sin embargo, estas personas en algunas ocasiones se abastecen de una fuente diferente a la Matuna.
4. Para la estimación de la oferta se necesitaron unos datos como información meteorológica, temperatura, precipitación media y evapotranspiración ya que las estaciones meteorológicas quedan retiradas de la Matuna lo cual dificulta la obtención de información precisa.

13 Referencias

1. Duque Salgado N. Planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano de los municipios de San Pedro de los Milagros y Segovia. [Internet] [Consultado 13 May 2022] Disponible en: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/26057/1/DuqueNatali_2022_PlanesContingenciaSuministro.pdf
2. Hospital Chapinero. Diagnostico Local con Participación Social. [Internet]. [Consultado 15 Jul 2023] Disponible en <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20ASIS/TEUSAQUILLO.pdf>
3. Álvarez Moreno G. Estilos de vida campesinos: Aproximación desde el Semillero de Investigación Socioambiental en la escuela [Internet] Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional; 2021 [Consultado 15 Abr 2022] Disponible en: <https://bit.ly/3OlzY7a>
4. Sabogal A. Distribución del agua en el Perú desde una perspectiva de cuenca. DEBATES [Internet]. 1abr.2009 [consultado 15 Abr 2022];(34). Disponible en <https://bit.ly/3JR8yTM>
5. Corantioquia. Aunar esfuerzos con la universidad de Antioquia para ejecutar el convenio 040–cov2012–226 sobre la reglamentación de los usos del agua y de los vertimientos, en la quebrada la Valeria del municipio de caldas y en la quebrada el salado, del municipio de Girardota, en el marco de la comisión conjunta de la implementación del plan de ordenamiento del recurso hídrico-PORH del río Aburrá – Medellín [Internet] [Consultado 15 Abr 2022] Disponible en:

https://www.metropol.gov.co/Documentos_SalaPrensa/presentaciones/REG LAMENTACION%20Q.%20La%20Valeria%20y%20Q.%20EI%20Salado_VF.pdf

6. Área Metropolitana del Valle de Aburrá: PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO - PORH DIAGNOSTICO [Internet]. [Consultado 15 Abr 2022] Disponible en <https://bit.ly/3vG5oNR>
7. Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. Plan de ordenamiento del recurso hídrico – Quebrada La Cianurada [Internet] [Consultado: 15 de abril de 2021] Disponible en: <https://cta.org.co/biblionet/plan-de-ordenamiento-del-recurso-hidrico-quebrada-la-cianurada/>
8. Espinosa Pujol T. Manejo del agua en la minería artesanal y de pequeña escala de oro en el municipio de Segovia Antioquia [Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de Magister en Ingeniería de Recursos Minerales] Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
9. Minambiente [Internet] Bogotá [Consultado 2022 jun 20] Disponible en: <https://bit.ly/3zR7Nso>
10. Tejada Cano M. Gestión integral de la cuenca del Río Cotahuasi, Arequipa. En: Gestión integral de microcuencas Andinas; Arequipa 2003 Abr 7-25 [Internet] Arequipa: Asociación especializada para el desarrollo sostenible; 2003: 11-12. [Consultado: 07 de jun de 2022] Disponible en: <https://bit.ly/3GXNWJL>

11. Medina Mendoza R. Instrumentación de prácticas de conservación de microcuencas [Internet] [Consultado 2022 Jun 07] Disponible en: <https://bit.ly/397pwkl>
12. Casillas González Juan. Congreso Nacional y reunión mesoamericana de manejo de cuencas hidrográficas componente temático: fortalecimiento de capacidades locales e institucionales en el manejo integral de cuencas [Internet] [Consultado 2022 jun 20] Disponible en: <https://www.agua.org.mx/wp-content/uploads/2009/02/juan%20antonio%20casillas.pdf>
13. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Manual para la realización de aforos de caudal en fuentes superficiales de agua [Internet] [Consultado 2022 jun 20] Disponible en: <https://bit.ly/3zUQarN>
14. Zuluaga Duque L. Simulador piloto de la oferta y la demanda hídrica en una microcuenca rural para la validación de metodologías y la evaluación de políticas de manejo sostenible del recurso agua [Internet] Medellín: Universidad Nacional de Colombia; 2011 [Consultado 2022 Jun 08] Disponible en: <https://acortar.link/rHWfll>
15. Paredes Cuervo D, Sabas R. ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO BARBAS. Scientia Et Technica [Internet]. 2009; XV (42):405-410. [Consultado 16 sep de 2022] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84916714075>
16. Martín L, Módulota Justo J. Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe. [Internet] [Consultado: 13 may de 2022] Disponible en: https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/analisis_prevention_y_r

esolucion_de_conflictos_por_el_agua_en_america_latina_y_el_caribe_se_riega_no_circular.pdf

17. Corrales S. Las concesiones de agua: una revisión con criterios de equidad y eficiencia. [Consultado: 15 may de 2021] Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/9077/CB-0530156.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Setuáin Mendiá B, García Pachón M. Reflexiones derecho al agua. [Internet] [Consultado 8 Jun 2022] Disponible en: <https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/handle/001/2308/MKA-spa-2016-Vertimientos?sequence=1>
19. Alcaldía Segovia Antioquia. [Internet] Segovia: Ministerio TIC. [Consultado: 15 de abril de 2021] Disponible en: <http://www.segovia-antioquia.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
20. Colombia. Constitución Política de Colombia. Por medio de ella, se garantizan los derechos, así como se explicitan los deberes, las libertades y los límites del individuo consigo mismo y con los demás. 1991
21. Colombia. Ministerio de Salud. Ley 9 de 1979 por la cual se dictan medidas sanitarias. Diario Oficial No. 35308 (jul. 6 1979)
22. Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico. Ley 373 de 1997, por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Diario Oficial No. 43.058 (jun. 11 1997)
23. Colombia. Ministerio de Justicia y Derecho, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Comercio Industria y Turismo, Ministerio de

Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Ley 1581 de 2012, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Diario Oficial 48587 (Oct 18 2012).

24. Colombia. Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 1575 de 2007, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Diario Oficial 46623 (May 9 de 2007)

25. Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 3930 de 2010, por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 47873 (Oct 25 2010)

26. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 2667 de 2012, por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones. Diario Oficial 48651 (Dic 21 2012)

27. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1076 de 2015, por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. Diario Oficial 49523 (May 26 2015)

28. Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Diario Oficial 49427 (Oct 4 1993)

29. Colombia. Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115 de 2007, por medio de la

cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Diario Oficial No. 46.679 (Jul 4 2007)

30. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 631 de 2015, por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 49.486 (Abr 18 2015)
31. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 699 de 2021, por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales Domésticas Tratadas al suelo, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 51.727 (Jul 6 2021)
32. Investigación en Ciencias Sociales en el siglo XXI [Internet] [Consultado 2022 jun 10] Disponible en: <https://sites.google.com/site/investigacioncsociales/system/app/pages/sitemap/hierarchy>
33. Veiga de Cabo J, Fuente Díez E, Zimmermann Verdejo M. Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. Med. segur. trab. [Internet]. 2008 Mar [Consultado 2022 Jun 09]; 54(210): 81-88. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465546X2008000100011&lng=es
34. Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Caracterización de la abundancia, diversidad y

estructura de las poblaciones y comunidades de plantas leñosas en el área de influencia del proyecto “ordenación forestal sostenible para la zona productora de los bosques del norte y nordeste del departamento de Antioquia”. [Internet] [Consultado: 15 de abril de 2021] Disponible en: <https://bit.ly/38f00ta>

35. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Guía metodológica 1. Elementos poblacionales básicos para la planeación. [Internet] [Consultado: 14 de mayo de 2023] Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/ELEMENTOS%20POBLACIONALES%20-%20MVCT.pdf>
36. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico La Cianurada – Fase Prospectiva. [Internet] [Consultado: 27 de mayo de 2023] Disponible en: https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/AGUA/AIRNR_CV_1412_114_2014_CIANURADA_PROSPECTIVA.pdf
37. Plan Nacional de Desarrollo. [Internet] [Consultado: 11 de junio de 2023] Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/2023-05-05-texto-conciliado-PND.pdf>
38. Determinación de la oferta y demanda hídrica de la microcuenca El Silencio localizada en el corregimiento de Otare del municipio de Ocaña en apoyo para su reglamentación. [Internet] [Consultado: 26 de mayo de 2023] Disponible en: <http://repositorio.ufpso.edu.co/xmlui/handle/123456789/1182>

-
39. Planificación del recurso hídrico en América Latina y el Caribe. [Internet] [Consultado: 27 de mayo de 2023] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835674>
40. Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. Informe final Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) quebrada La Cianurada, fase I declaratoria, fase II diagnóstico [Internet] [Consultado: 15 enero 2021] Disponible en: https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/AGUA/AIRNR_CV_1412_114_2014_CIANURADA_DIAGNOSTICO.pdf
41. Londoño Pérez R, Parra Martínez Y. Manejo de vertimientos y desechos en Colombia. Una visión general [Consultado 04 de mayo de 2023] Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1050&context=ep>
42. Roa García M. Equidad, eficiencia y escala en la asignación de agua en los países Andinos: ¿sinergia o conflicto? [Consultado 7 de mayo de 2023]. Disponible en: https://link.landfood.ubc.ca/ACCCR/publicaciones/MCRoa_EES_Agua2013.pdf
43. Montoya Domínguez E, Rojas Robles R. Normatividad del agua en Colombia ¿Democratización o privatización? [Consultado 14 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3217/321767977011/321767977011.pdf>
44. Orozco Restrepo J. Impactos Ambientales sobre La Quebrada La García (Municipio de Bello, Antioquia) como consecuencia de la ocupación de las zonas de retiro y los vertimientos de aguas residuales del sistema de

alcantarillado [Internet] Medellín: Universidad de Antioquia. [Consultado 3 mayo 2023] Disponible en: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/14819/1/OrozcoJuan_2020_ImpactosAmbientalesQuebrada.pdf

45. Departamento Nacional de Planeación -DNP- y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE

46. Segovia M. Estructura PBOT - Acuerdo 036 de 2002 [Internet]. Gov.co. [citado el 29 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.antioquiadatos.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/Fichas-municipales-estadisticas/SR04%20-%20NORDESTE/05736%20-%20Segovia.pdf>

47. Fortalecimiento de planes programas y proyectos enfocados en la accesibilidad calidad y cobertura educativa del municipio de Segovia Segovia [Internet]. Gov.co. [citado el 29 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.segovia-antioquia.gov.co/proyectos-en-ejecucion/fortalecimiento-de-planes-programas-y-proyectos-enfocados>

48. FORTALECIMIENTO DE LAS ACCIONES DEL PLAN DE ACCIÓN EN SALUD Y EL PLAN DE INTERVENCIONES COLECTIVAS PARA LA PROMOCIÓN DE LA SALUD, LA PREVENCIÓN DE LA [Internet]. Gov.co. [citado el 29 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.segovia-antioquia.gov.co/proyectos-en-ejecucion/fortalecimiento-de-las-acciones-del-plan-de-accion-en>

-
49. ACUERDO 02 DE 28 DE FEBRERO DE 2017 [Internet]. Gov.co. [citado el 29 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.segovia-antioquia.gov.co/normatividad/acuerdo-02-de-28-de-febrero-de-2017>
50. PLAN AGROPECUARIO MUNICIPAL - PAM [Internet]. Gov.co. [citado el 29 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.segovia-antioquia.gov.co/planes/plan-agropecuariomunicipal--pam>
51. PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL [Internet]. Gov.co. [citado el 30 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.segovia-antioquia.gov.co/planes/plan-basico-de-ordenamiento-territorial> 51
52. Geocortex Viewer for HTML5 [Internet]. Gov.co. [citado el 29 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://annamineria.anm.gov.co/Html5Viewer/index.html?viewer=SIGMEXT&locale=es-CO&appAcronym=sigm9>
53. Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Resolución 330 de 2017, Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. Diario Oficial, 50.267 (Jun. 17 2017).
54. Vélez Otálvaro, M, Smith Quintero, R, Pérez Sepúlveda, C, Franco Cardona, C, Bolaños Arias, H Aplicación de algunas técnicas al diseño hidrológico con información Minas. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Posgrado en Recursos Hidráulicos escasa. [Internet]. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Facultad de; 1995 [citado: 2023, julio] Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín Facultad de Minas Escuela de Geociencias y Medio Ambiente.

-
55. Integral S.A. Asesoría para el Mejoramiento del Abastecimiento del Acueducto de Concordia. ACUANTIOQUIA. Marzo de 1985.
56. Universidad de Antioquia, Integral S.A. Estudio de zonas de recarga y acuíferos del valle de aburra [Internet] [Consultado 2023 jul 12] Disponible en https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/agua/airnr_cn_2420_2000.pdf
57. Corantioquia. Inventario hídrico del municipio de concordia [Internet] [Consultado 2023 jul 12] Disponible en https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/AGUA/AIRNR_CN_2666_2000.pdf
58. Ministerio de Desarrollo Económico. Resolución 1096 del 2000, por la cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS. Diario Oficial, 44.242 (Nov 17 2000).
59. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. [Consultado 2023 jul 20] Disponible en: de <https://www.igac.gov.co/>
60. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. (Oct 04 1993).

Anexos

Anexo 1. Instrumento digital en formato PDF

El formato del instrumento de recolección de información utilizado para desarrollar el trabajo en campo se adjunta a este archivo en formato pdf.

Anexo 2. Histórico de permisos de concesión de aguas otorgados por Corantioquia para la Vereda El Aporriado

#	Expediente	Estado	Solicitante	Usos	X	Y
1	ZF1-2005-56	Archivado	Asociación Mutual De Mineros Cogote	Industrial	971214	1318712
2	ZF1-2005-56	Archivado	Asociación Mutual De Mineros Cogote	Doméstico	971214	1318712
3	ZF1-2005-56	Archivado	Asociación Mutual De Mineros Cogote	Doméstico	971214	1318712
4	ZF1-2005-56	Archivado	Asociación Mutual De Mineros Cogote	Doméstico	971214	1318712
5	ZF1-2005-56	Archivado	Asociación Mutual De Mineros Cogote	Industrial	971214	1318712

6	ZF1-2005-56	Archivado	Asociación Mutual De Mineros Cogote	Industrial	971214	1318712
7	ZF1-2007-22	Activo	Aris Mining Segovia	Minería	971214	1318712
8	ZF1-2007-22	Activo	Aris Mining Segovia	Doméstico	971214	1318712
9	ZF1-2007-9	Archivado	Aris Mining Segovia	Doméstico	932908	1276176
10	ZF1-2011-20	Archivado	Aris Mining Segovia	Minería	No hay registro	No hay registro
11	ZF1-2011-43	Archivado	Aris Mining Segovia	Industrial	No hay registro	No hay registro
12	ZF1-2012-3	Archivado	Remedios Gold SAS	Minería	933243	1273582
13	ZF1-2012-34	Archivado	Aris Mining Segovia	Minería	No hay registro	No hay registro
14	ZF1-2012-35	Archivado	Aris Mining Segovia	Minería	No hay registro	No hay registro
15	ZF1-2012-7	Archivado	Remedios Gold SAS	Minería	933845	1273920
16	ZF1-2018- 905	Archivado	Aris Mining Segovia	Minería	932612	1275373

Anexo 3. Histórico de permisos de vertimientos otorgados por Corantioquia para la vereda El Aporriado

#	Expediente	Estado	Usuarios	Usos	X	Y
1	ZF7-2003-13	Archivado	Asociación Mutual De Mineros Cogote	Minería	1274926	932542
2	ZF7-2003-13	Archivado	Asociación Mutual De Mineros Cogote	Minería	1274926	932542
3	ZF7-2003-13	Archivado	Asociación Mutual De Mineros Cogote	Minería	1274926	932542
4	ZF7-2003-13	Archivado	Asociación Mutual De Mineros Cogote	Minería	1274926	932542
5	ZF7-2011-26	Archivado	Grupo Mineros Del Caribe S.A.S.	Minería	No hay registro	No hay registro
6	ZF7-2011-26	Archivado	Grupo Mineros Del Caribe S.A.S.	Minería	No hay registro	No hay registro
7	ZF7-2011-26	Archivado	Grupo Mineros Del Caribe S.A.S.	Minería	No hay registro	No hay registro
8	ZF7-2011-26	Archivado	Grupo Mineros Del Caribe S.A.S.	Minería	No hay registro	No hay registro

9	ZF7-2017- 686	Activo	Aris Mining Segovia	Doméstico	No hay registro	No hay registro
10	ZF7-2017- 686	Activo	Aris Mining Segovia	Doméstico	No hay registro	No hay registro
11	ZF7-2017- 686	Activo	Aris Mining Segovia	Doméstico	No hay registro	No hay registro
12	ZF7-2017- 686	Activo	Aris Mining Segovia	Doméstico	No hay registro	No hay registro
13	ZF7-2017- 686	Activo	Aris Mining Segovia	Doméstico	No hay registro	No hay registro

Anexo 4. Matriz del instrumento de recolección de información de datos diligenciado

Adjunto a este archivo como anexo 4 se presenta Matriz del instrumento de recolección de información de datos diligenciado.