



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Caracterización de las condiciones de saneamiento ambiental y morbilidad sentida de la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa y la calidad de sus nacimientos de agua para el año 2021.

**Jessica Ramírez Santa
Manuela Sosa Hernández**

**Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública Héctor Abad Gómez
Medellín, Colombia
2022**





Caracterización de las condiciones de saneamiento ambiental y morbilidad sentida de la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa y la calidad de sus nacimientos de agua para el año 2021.

Jessica Ramírez Santa
Manuela Sosa Hernández

Trabajo de grado para optar al título de Administrador en Salud con énfasis en Gestión Sanitaria y Ambiental

Asesor
Javier Antonio Cobaleda Rúa
Docente Facultad Nacional de Salud Pública

Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública Héctor Abad Gómez
Administración Ambiental y Sanitaria
Medellín
2022

Cita	Ramírez Santa y Sosa Hernández (1)	
Referencia	(1)	Ramírez Santa J, Sosa Hernández M. Caracterización de las condiciones de saneamiento ambiental y morbilidad sentida de la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa y la calidad de sus nacimientos de agua para el año 2021. [Trabajo de grado profesional]. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia; 2022.
Estilo Vancouver/ICMJE (2018)		



Biblioteca Salud Pública

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: José Pablo Escobar Vasco

Jefe departamento: Mónica Lucía Jaramillo Gallego

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A las familias Sosa Hernández y Ramírez Santa por su amor, sus consejos y por ser la mayor razón para culminar la carrera profesional.

Y a la comunidad del sector la carrilera de la Vereda Yarumito por hacer posible el desarrollo de esta investigación.

Agradecimientos

Primeramente a Dios por darnos la vida y por las bendiciones recibidas, a nuestros padres por su apoyo incondicional y habernos educado para enfrentar los desafíos de la vida y a nuestros amigos y compañeros por compartir con nosotras durante nuestro proceso profesional.

Al asesor Javier Antonio Cobaleda Rúa por su paciencia, dedicación y acompañamiento en el desarrollo de la investigación.

A nuestra Universidad de Antioquia y a los docentes de la Facultad Nacional de Salud Pública por habernos formado e instruido durante todo este tiempo como profesionales íntegros, críticos y con valores que aportar a la sociedad.

Finalmente, resaltamos el apoyo de la comunidad de la vereda Yarumito y les agradecemos infinitamente ya que fueron quienes permitieron la realización de esta investigación.

Tabla de contenido

1. Introducción	15
2. Planteamiento del problema	17
3. Objetivo General	23
3.1 Objetivos Específicos	23
4. Justificación	24
5. Marcos de Referencia	27
5.1 Marco conceptual	27
5.2 Marco referencial.....	29
5.3 Marco Normativo	32
5.4 Marco Territorial	34
5.4.1 Características físicas y ambientales.....	35
5.4.2 Características socioeconómicas.....	36
6. Metodología.....	39
6.1 Tipo de investigación.....	39
6.2 Población y muestra	39
6.2.1 Población de referencia.	39
6.2.2 Población Objetivo.....	39
6.3 Unidad de análisis	39
6.4 Procedimiento de recolección de la información por componente	40
6.4.1 Criterios generales para la ejecución del proyecto de investigación.....	41
6.4.2 Censo inicial.....	42
6.5 Componente ambiental.	43
6.5.1 Características fisicoquímicas y microbiológicas de los afluentes.	43
6.5.1.1 Protocolo de la muestra	44

6.5.2	Potenciales fuentes de contaminación de los afluentes.....	45
6.5.3	Observación directa de las condiciones de saneamiento ambiental del sector la carrilera.	46
6.6	Componente comunitario	46
6.6.1	Muestra.....	46
6.6.2	Encuesta de condiciones de saneamiento ambiental, calidad del agua y morbilidad sentida.....	47
6.6.2.1	Realización de las encuestas.....	47
6.6.2.2	Análisis de la información.....	49
7.	Consideraciones éticas.....	50
8.	Resultados.....	54
8.1	Contexto sector La Carrilera.....	54
8.1.1	Aspectos socioeconómicos.....	56
8.1.2	Infraestructura.....	56
8.1.3	Servicios básicos	57
8.2	Componente ambiental. Objetivo 1: Descripción de las características fisicoquímicas y microbiológicas de los nacimientos que abastecen a la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa.....	58
8.2.1	Generalidades.....	58
8.2.2	Características In Situ.....	58
8.2.3	Características fisicoquímicas y microbiológicas:	59
8.3	Componente ambiental. Objetivo 2: Potenciales fuentes de contaminación de las fuentes de agua del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa.	
	62	
8.3.1	Quebrada El Remolino.....	65
8.3.2	Nacimiento de agua El Algarrobo	72
8.3.3	Quebrada Servidumbre la Fontana.....	74
8.3.4	Quebrada Yarumito.....	77

8.3.5	Quebrada Sin Nombre.....	80
8.4	Componente ambiental. Objetivo 3: Observación directa condiciones de saneamiento ambiental de la comunidad del sector La Carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa.....	83
8.4.1	Sistemas de abastecimiento rural por cada fuente de agua.....	83
8.4.2	Manejo de agua residuales en el sector la carrilera.....	97
8.4.3	Manejo de residuos sólidos.....	101
8.4.4	Componente comunitario. Objetivo 3: Encuesta condiciones de saneamiento ambiental y calidad percibida de los afluentes de la comunidad del Sector La Carrilera de la Vereda Yarumito del municipio de Barbosa.....	105
8.4.4.1	Realización de la encuesta.....	105
8.4.4.2	Abastecimiento y calidad del agua.....	110
8.4.4.3	Saneamiento e higiene.....	115
8.5	Componente comunitario. Objetivo 4: Indagación de la morbilidad sentida de los habitantes de la comunidad informal de la vereda Yarumito respecto a las condiciones de saneamiento ambiental de los nacimientos.....	119
9.	Discusión.....	124
10.	Conclusiones.....	134
11.	Recomendaciones.....	137
12.	Limitaciones.....	140
13.	Referencias.....	141

Lista de Tablas

Tabla 1. Técnicas de recolección de la información por componente.....	40
Tabla 2. Resultados de los parámetros In Situ (n=5) de las quebradas que abastecen el sector la carrilera de la vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	58
Tabla 3. Resultados de las características fisicoquímicas y microbiológicas analizadas por el laboratorio de las quebradas que abastecen el sector la carrilera de la vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	60
Tabla 4. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA Resolución 2115 de 2007.	61
Tabla 5. Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano por muestra.	61
Tabla 6. Características del sistema de abastecimiento rural de agua para consumo, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	92
Tabla 7. Proporción de aguas residuales con relación a las actividades identificadas, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	98
Tabla 8. Estructuras y sistemas para el manejo y tratamiento del agua residual, sector de La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	100
Tabla 9. Características de los residuos sólidos identificados, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	102
Tabla 10. Manejo de los residuos sólidos generados, sector La Carrilera (n=53), Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	103
Tabla 11. Rangos de edad según sexo, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	107
Tabla 12. Frecuencia y duración de los síntomas de las enfermedades según la encuesta de morbilidad sentida, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	121
Tabla 13. Principales enfermedades presentadas en cada fuente de abastecimiento del sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	123

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación del municipio de Barbosa en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.....	35
Figura 2. Mapa de aldeas municipio de Barbosa.....	38
Figura 3. Ubicación Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	54
Figura 4. Distancia de vereda Yarumito de la cabecera municipal, Barbosa, 2021.....	55
Figura 5. Área de estudio vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	55
Figura 6. Distribución de las viviendas del sector la carrilera de la Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	56
Figura 7. Cuerpos de agua del sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021..	62
Figura 8. Doble calzada Barbosa- Puerto Berrio, sector la carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	63
Figura 9. Factores de riesgos hallados en los sistemas de captación para la calidad del agua de las quebradas del sector la carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	64
Figura 10. Vegetación y característica del agua de la Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	65
Figura 11. Actividades contaminantes a 300 metros aguas arriba de la captación del agua de la Quebrada Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	66
Figura 12. Erosión natural del suelo Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa 2021.....	68
Figura 13. Georreferenciación de fincas cercanas y residuos aguas arriba del punto de captación, Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	69
Figura 14. Residuos Sólidos de la doble calzada Barbosa – Puerto Berrio, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	70
Figura 15. Asentamiento de habitantes de calle, Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	70
Figura 16. Transporte de hidrocarburos empresa Transmetano, Quebrada el Remolino, Barbosa, 2021.....	71
Figura 17. Tala de árboles y construcción de viviendas, Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	71

Figura 18. Zona del Nacimiento de la quebrada el Algarrobo, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	72
Figura 19. Desechos orgánicos en el nacimiento el Algarrobo, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	73
Figura 20. Características físicas del área de la Quebrada Servidumbre la Fontana, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	74
Figura 21. Presencia de estiércol bovino fresco y viejo, Quebrada Servidumbre la Fontana, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	75
Figura 22. Vías con arrastre de residuos hacia la Quebrada Servidumbre la Fontana, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	76
Figura 23. Pozo séptico cercano a la Quebrada Servidumbre la Fontana, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	76
Figura 24. Mapa de la Quebrada Yarumito y el punto de división, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	77
Figura 25. Vegetación y divisiones norte y sur aguas abajo de la Quebrada Yarumito, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	78
Figura 26. Doble calzada Barbosa- Pradera, sobre la Quebrada Yarumito, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	79
Figura 27. Granja avícola y tratamiento de agua residuales, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	79
Figura 28. Vegetación y características nacimiento de la Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	80
Figura 29. Punto de vertimiento fincas de recreo de la parcelación Yarumito, Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	81
Figura 30. Vertimiento aguas arriba del nacimiento de la Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	82
Figura 31. Características de la parte media y baja de la Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	82
Figura 32. Cultivo de caña de azúcar, potrero utilizado para ganadería y ubicación de pozo séptico, Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	83
Figura 33. Captaciones realizadas en los diferentes cuerpos de agua, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	84

Figura 34. Sistema de captación Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	85
Figura 35. Captación y almacenamiento Nacimiento el Algarrobo, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	86
Figura 36. Sistema de abastecimiento Quebrada Servidumbre la Fontana, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	88
Figura 37. Punto de captación de ambas divisiones aguas abajo de la Quebrada Yarumito, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	89
Figura 38. Captación y tanques de almacenamiento Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	91
Figura 39. Ubicación de las viviendas respecto a los puntos de recolección de basuras, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	104
Figura 40. Tres principales formas de manejo de los residuos, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	104
Figura 41. Ubicación de las viviendas del sector la carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	106
Figura 42. Ingresos mensuales de los habitantes del sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	108
Figura 43. Tipo de población que habita en las viviendas encuestadas (n= 69), sector La Carrilera, la vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	109
Figura 44. Abastecimiento en temporadas de lluvia y verano, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	110
Figura 45. Alternativas para el abastecimiento de agua, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	111
Figura 46. Horas sin disponibilidad al agua, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	112
Figura 47. Percepción de la calidad del agua por quebrada, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	113
Figura 48. Contaminantes mencionados en la encuesta por quebrada (n=69), sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	114
Figura 49. Técnicas de purificación del agua, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	115

Figura 50. Destino final de los vertimientos, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	116
Figura 51. Manejo de residuos sanitarios (n= 45) y ordinarios (n=51) por los encuestados, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	116
Figura 52. Principales problemáticas relacionadas con las basuras (n= 31), sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	117
Figura 53. Priorización del lavado de manos según la encuesta, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	118
Figura 54. Principales causas de morbilidad de las viviendas del sector la carrilera (n= 188), vereda Yarumito, Barbosa, 2021.....	119
Figura 55. Características visibles del agua en temporada de invierno en el sector la carrilera de la vereda Yarumito, Barbosa, 2021.	130

Siglas, acrónimos y abreviaturas

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización de las Naciones Unidas

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UNICEF: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

ECV: Encuesta Nacional de Calidad de Vida

INCA: Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano

IRCA: Índice de Riesgo de la Calidad del Agua

EDA: Enfermedad Diarreica Aguda

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

JAC: Junta de Acción Comunal

Resumen

El objetivo del trabajo consistió en caracterizar las condiciones saneamiento ambiental y morbilidad sentida de una comunidad rural en el municipio de Barbosa. Se realizó un estudio exploratorio de corte transversal para la recolección primaria de la información en la comunidad; se obtuvo mediante encuestas donde se determinó la calidad del agua, abastecimiento, saneamiento y la salud de la población. Además, se recolectaron 5 muestras de agua que dieron cuenta de la presencia de contaminantes en el agua de consumo y se consignó en fichas de observación las condiciones perceptibles del saneamiento ambiental del sector. Los resultados obtenidos, evidenciaron la precariedad de las condiciones de saneamiento ambiental, reflejados en la presencia de alto contenido de patógenos en el agua cruda, la dificultad en el acceso al agua limpia y el manejo de residuos sólidos y la falta de sistemas para el tratamiento de aguas tanto potable y residual. Ciertamente, estas condiciones han afectado la salud de la población con la presencia de enfermedades del tracto digestivo, afecciones respiratorias y diversidad de síntomas como cefaleas, fiebre y problemas en la piel. Con esta investigación se busca aportar a las entidades territoriales y la comunidad científica en la búsqueda de soluciones eficaces para disminuir las problemáticas halladas en las comunidades informales con un acompañamiento cercano en educación y estrategias de mejoramiento de la calidad de vida.

Palabras Clave: Saneamiento ambiental, morbilidad , asentamiento rural, comunidad pequeña, calidad del agua.

Abstract

The main objective of the investigation was to characterize the environmental sanitation conditions and perceived morbidity in a rural community of the municipality of Barbosa. A cross-sectional study was carried out for the data collection of primary information of the community; it was obtained through surveys where, water quality and supply, sanitation and health were determined. In addition, five water samples were taken that gave an account of contaminants in the drinking water; and the perceptible conditions of environmental sanitation of the zone were listed on observation sheets. The results obtained revealed the precariousness of the environmental sanitation conditions, reflected in the presence of high pathogen content in the raw water, the difficulty in accessing clean water, the urban wastes management, and the lack of systems for the treatment of both drinking and wastewater. Certainly, these conditions have affected the health of the population with the presence of digestive tract diseases, respiratory diseases and a variety of symptoms such as headaches, fever and skin problems. This research seeks to contribute valuable data to the territorial entities and the scientific community in the search for effective solutions to reduce the problems found in the informal communities with a close accompaniment in education and strategies to improve the quality of life.

Keywords: Environmental sanitation, morbidity, rural settlement, small community, water quality.

1. Introducción

Las condiciones inadecuadas de acceso a agua potable y saneamiento básico es un problema preocupante a nivel mundial ya que las personas que carecen de estos servicios están más expuestas a la transmisión de enfermedades, como la enfermedad diarreica aguda, gran preocupación para la salud pública y causante de una alta mortalidad principalmente en niños menores de 5 años. Según la Organización Mundial de la Salud más de 1.800.000 muertes al año se dan por la falta de acceso a agua, saneamiento e higiene de manera segura (1) (2). Adicionalmente, estas condiciones contribuyen a la aparición de enfermedades tropicales desatendidas y la desnutrición (1).

Existen más de 6.400 millones de personas en el mundo que no tienen acceso a estos servicios (2). Dada la importancia que tienen para la salud y la vida digna de las personas son considerados un derecho humano fundamental y se encuentran dentro de varias normas y directrices como lo son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con el fin de que se realicen cada vez más esfuerzos para garantizar el acceso de agua potable y saneamiento seguro en las poblaciones (2).

Estos problemas de acceso son más marcados en zonas rurales. En Colombia se evidencia una gran diferencia en las coberturas de estos servicios entre zonas urbanas, con 97,5% en acueducto y 93,1% en alcantarillado y en zonas rurales con el 63% y 16,8% respectivamente; así mismo, mayor deficiencia en la calidad del agua que brindan los prestadores del servicio en estas últimas, con un índice de riesgo alto correspondiente a un agua no apta consumo humano (3)

Dentro de ciertas comunidades rurales existen grupos en situación de mayor vulnerabilidad como los asentamientos informales, los cuales están desprovistas de servicios básicos y se caracteriza por su condición de pobreza extrema, viviendas en zonas de alto riesgo y conformados por población flotante con alta inestabilidad social por su condición de desplazamiento. Estas poblaciones son comúnmente invisibilizadas por el Estado y están expuestas más constantemente al desalojo, las enfermedades, la violencia y los riesgos ambientales que afectan la salud(4).

Dado lo anterior, se decidió realizar una investigación exploratoria de corte transversal acerca de las condiciones de saneamiento ambiental y morbilidad sentida en el asentamiento informal del sector la carrilera de la vereda Yarumito en el municipio de Barbosa Antioquia para el año 2021. La investigación planteada en este documento se realizó con el fin de contribuir en la búsqueda de soluciones que mejoren las condiciones de vida y de salud de los asentamientos informales y las comunidades rurales, aportar conocimientos en los vínculos entre el agua, el saneamiento y la salud pública, además de brindar un acercamiento al contexto y la realidad de las condiciones de vida de los asentamientos informales los cuáles han sido poco estudiados. Para lograr el objetivo de la investigación se realizaron encuestas relacionadas con el saneamiento ambiental y morbilidad sentida, se tomó registro fotográfico y las observaciones pertinentes a través de fichas de observación y se recolectaron muestras de agua superficial para evaluar la calidad del agua de consumo en la comunidad. Con los resultados obtenidos se puede concluir que las condiciones de saneamiento ambiental de la comunidad son precarias debido a la deficiencia de servicios básicos generando problemas de salud.

2. Planteamiento del problema

El problema de la mala calidad del agua es una condición persistente alrededor del mundo (5). Partiendo por la afectación de las fuentes superficiales que alteran su calidad y disponibilidad. Esto junto a condiciones deficientes de saneamiento genera enfermedades que se propagan y se transmiten fácilmente entre las comunidades (6). Lo anterior, relacionado con factores sociales que aumentan significativamente la morbimortalidad en diferentes grupos poblacionales y terminan por afectar la calidad de vida y el desarrollo de la población, situación que es más marcada en las comunidades rurales (6). Por ende, si se garantiza la calidad del agua se promueve el bienestar de la naturaleza y de las personas también, la salud al disminuir las enfermedades y lograr la reducción de la pobreza (5).

Los cuerpos de agua se ven afectados por diferentes factores que conllevan a su contaminación (7). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el crecimiento poblacional es un factor significativo que, junto con el cambio climático aumenta la demanda de agua en las actividades domésticas y productoras de bienes, como agrícolas, industriales y mineras (8). Estas actividades conllevan a la generación de subproductos que contaminan el agua por la inadecuada disposición de los residuos sólidos y líquidos. Como consecuencia se aumentan los porcentajes de materia orgánica, nitrógeno y fósforo causando la eutroficación de los cuerpos de agua; hay presencia de microorganismos patógenos, metales pesados, hidrocarburos, agroquímicos que llevan a la alteración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos disminuyendo considerablemente los beneficios del agua (9).

Las condiciones deficientes de saneamiento y acceso a agua potable propagan enfermedades con mayor rapidez ya que el agua posee un gran potencial de contagiar simultáneamente a una comunidad expuesta (10). De 133 enfermedades consideradas por la Organización Mundial de la salud (OMS), 101 tiene vínculos significativos con el ambiente, entre las que, las principales enfermedades asociadas con el agua fueron las enfermedades diarreicas, infecciones por nematodos intestinales, infección por tracoma

(Chlamydia), esquistosomiasis, la filariasis linfática y dengue (11), las cuales se presentan con mayor frecuencia en países de ingresos bajos y medios. Además, la UNICEF identificó que la falta de acceso al recurso hídrico es una de las mayores causas de desnutrición en niños ya que las reiteradas enfermedades diarreicas impiden un desarrollo físico y cognitivo normal y repercute en el estado nutricional ya que reduce el apetito y la absorción intestinal de nutrientes (12) .

Estas enfermedades son una de las causas de morbimortalidad en el mundo. Según un reporte de las Naciones Unidas y la UNICEF para el 2020, 2000 millones de personas carecen de agua potable segura en el mundo, 3600 millones de personas carecen de servicio de saneamiento seguro y 494 millones aún practican la defecación al aire libre, de las cuáles el 18% son de África subsahariana, 15% de Oceanía y el 12% de Asia sur y central. La situación es aún más marcada en las zonas rurales donde a nivel mundial el 34% de la población que vive en estas zonas carece de servicios de saneamiento y el 20% de agua potable, se evidencia además una brecha respecto a las zonas urbanas donde las coberturas de los servicios son mucho mayores(13) . Para América Latina y el Caribe, aunque es la región que posee la mayor disponibilidad de agua dulce en el mundo, se tenía que para 2020 solo el 53% de la población de las zonas rurales tenía acceso a agua potable gestionada de manera segura, solo el 19% contaba con alcantarillado y el 6% practicaban la defecación al aire libre, mientras que en el área urbana la cobertura de agua potable segura es del 81% y de alcantarillado del 78% (13).

El estudio de Carga Global de Enfermedades, Lesiones y Factores de Riesgo (GBD) realizado por Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) de la Universidad de Washington en 2017, mostró que aunque se ha presentado una considerable reducción en las muertes asociadas al agua no potable (18 % entre 2007 y 2017) y al saneamiento (30.2 % en el mismo periodo) estos continúan entre los principales factores de riesgo para la salud en el mundo (14). Para 2017 se estimaron más de 1 millón de muertes por enfermedad diarreica ocupando el 5 lugar en la mortalidad mundial, clasificación basada en AVPP (años de vida perdidos) en todas las edades (15) y la segunda causa de

morbimortalidad en niños menores de 5 años, en quienes se estima 1,5 millones de muertes al año (16) .

Es importante tener en cuenta el evidente rezago en el acceso al servicio de saneamiento respecto al acceso de agua potable. Las deficiencias en el saneamiento básico empeoran la calidad del agua y reflejan otros problemas como la pobreza, las inequidades sociales, en salud y la falta de planeación en la materia, que afecta principalmente a niños y a mujeres de comunidades pobres ya que constituye un obstáculo para la asistencia y rendimiento escolar, para la higiene y salud materna de las mujeres y el cuidado neonatal (16). Tanto el agua potable y el saneamiento básico son un derecho humano fundamental y son servicios complementarios pues, es indispensable el adecuado saneamiento para mejorar la calidad del agua e impactar positivamente la salud ambiental (10).

Para Colombia la situación no es muy alentadora, por las inequidades presentes en la cobertura de servicios y la contaminación de las fuentes hídricas que aumentan las enfermedades evitables. Las cifras de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) de 2020 reportó que en la zona rural sólo el 63% de los hogares tienen acceso a acueducto y un 16% a alcantarillado. En el caso del departamento de Antioquia, para el año 2020 el 73% de la población rural tenía acceso a acueducto y el 28% a alcantarillado frente al 99% y 96% en la zona urbana (17).

Respecto a la calidad del agua, según el Informe Nacional de Calidad del Agua para consumo humano (INCA) 2020, el Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA) nacional fue de 8.56% correspondiente a un riesgo bajo, en la zona urbana se reportó un riesgo bajo y en la zona rural un riesgo alto correspondiendo a un agua no apta para el consumo humano. Para el departamento de Antioquia según el ICA, del avance del Estudio Nacional de Agua fue uno de los que generó mayor carga contaminante doméstica, mayor uso de plaguicidas por encima del 50% y con la mayor demanda de agua a nivel departamental en el 2016, por otro lado, según el INCA 2020 el IRCA del departamento correspondió a un riesgo bajo con un valor de 5,64% siendo una reducción considerable

respecto a años anteriores, en la zona urbana el índice presentó un nivel sin riesgo y en la rural un riesgo bajo (18,19)

Aunque si existe un mejoramiento en el IRCA aún predominan en el país la EDA, la Infección Respiratoria Aguda Baja (IRAB) y se generan más de 1200 muertes debido a la carencia de agua potable y saneamiento representando una tasa de 70,31 por cada 100.000 habitantes (20). Si se invierte en solucionar los problemas de acceso y calidad del agua se podrían evitar el 71% de las muertes y 68% de los Años de Vida Saludable (AVISA) perdidos a causa de la EDA (20). Para el 2^{do} semestre de 2019 Antioquia fue uno de los Departamentos que notificó un mayor número de casos de fiebre tifoidea y paratifoidea, que predominó en zonas de deficiente acceso a agua potable y saneamiento (21). La preocupación por los anteriores asuntos y otros problemas de salud ambiental ha llevado a pensar en políticas y estrategias para solucionar estas problemáticas en Colombia como el Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021, el CONPES 3550 de 2008, la Política Integral de Salud Ambiental (PISA) (20) .

Cabe destacar que, estas problemáticas son más marcadas a nivel rural. En este sentido, varios autores han hablado de las problemáticas y los retos que se presentan a nivel rural respecto al acceso a los servicios de agua potable y saneamiento: Javier Orlando Moreno mencionaba en un artículo que los tres principales retos que enfrenta el desarrollo de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en las zonas rurales son la informalidad en la prestación del servicio, planeación y financiación de las inversiones y la oferta hídrica para abastecer los sistemas de acueducto (22). Por otro lado, William Carrasco identificó el inadecuado marco normativo, información deficiente, débil capacidad de los entes territoriales, participación de la comunidad en los proyectos y la infraestructura inadecuada como los principales problemas y retos que enfrenta este sector (23) .

Esta problemática rural se agudiza para algunas comunidades por la informalidad de sus asentamientos, situación que se da debido a factores como el crecimiento poblacional, la migración, los desplazamientos, falta de planeación urbanística, vulnerabilidad económica, falta de oportunidades de acceso a una vivienda y los desastres naturales (4)

Estos asentamientos generalmente son excluidos de las bases de datos oficiales precisamente por su condición de informales o ilegales, hay poca intervención del Estado y por ende tienen menos posibilidades de acceder a los servicios de agua potable, saneamiento, recolección de residuos y energía eléctrica; tienen muchas más desventajas por su ubicación geográfica, la deficiente gobernanza, limitado acceso a las tierras, sus condiciones de vida precarias, la exclusión social y económica, la carencia de una vivienda digna y su alta vulnerabilidad. La mayoría de las veces estas zonas son de conservación ambiental o de alto riesgo, lo que para el caso de Colombia se prohíbe la inversión y servicios públicos en asentamientos ilegales (4,6).

De lo anterior, el municipio de Barbosa Antioquia tiene una población mayoritariamente rural (56,65% de la población total) y es el único municipio del valle de Aburrá que presenta esta condición. Presenta una cobertura de acueducto del 95% en la zona urbana mientras que en la zona rural esta cobertura es del 53%; en cuanto a alcantarillado la cobertura es del 93% en el área urbana y apenas de 19% en el área rural lo que evidencia la situación del país frente al tema de saneamiento (24).

Debido a las deficiencias en el saneamiento, los vertimientos de aguas domésticas, industriales y agropecuarias generan disminución de la calidad del agua (25), lo que se evidencia en los reportes de la calidad del agua del municipio en el año 2020, donde se analizaron un total de 87 muestras obteniendo un IRCA de 14,40% (riesgo medio), estas distribuidas en 59 muestras de la zona urbana y 28 de la zona rural, donde el IRCA fue de 42,86% (riesgo alto), lo anterior refleja las condiciones de los aproximadamente 47 acueductos veredales existentes en el municipio. Esta situación pone en evidencia la precaria calidad del agua en la zona rural del municipio generando inequidades y riesgos en la salud, desarrollo y vida de las poblaciones (18).

Una de las aldeas que componen el municipio es la Aldea Vicaguayarta, en la cual se encuentran ubicadas las veredas Tamborcito, Yarumito, El Guayabo, La Calda y Las Victorias (24). Con la vereda Yarumito se ha tenido acercamiento con la comunidad, donde se evidenciaron problemáticas como: la población en su mayoría no cuenta con

sistemas sépticos por lo que vierten sus aguas residuales directamente a las fuentes hídricas, situación que no es muy ajena a las de las demás veredas del municipio. La vereda cuenta con el abastecimiento de dos acueductos veredales, los cuales no abarcan la totalidad de la población y no cuentan con todos los procesos de potabilización además existe un asentamiento informal donde la comunidad tiene que recurrir a otras fuentes de abastecimiento como la captación directa de las fuentes sin ningún tipo de tratamiento.

Por lo anterior la pregunta de investigación es: ¿Cuáles son las condiciones de saneamiento ambiental y morbilidad sentida de la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa y la calidad de sus nacimientos de agua para el año 2021?

3. Objetivo General

Caracterizar las condiciones de saneamiento ambiental y morbilidad sentida de la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa y la calidad de sus nacimientos de agua para el año 2021.

3.1 Objetivos Específicos

1. Describir las características fisicoquímicas y microbiológicas de los nacimientos que abastecen a la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa
2. Identificar las potenciales fuentes de contaminación de los afluentes.
3. Describir las condiciones de saneamiento ambiental y de calidad percibida de los afluentes de la comunidad del sector de la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa
4. Indagar la morbilidad sentida de los habitantes de la comunidad informal de la vereda Yarumito respecto a las condiciones de saneamiento ambiental de los nacimientos.

Hipótesis

Las condiciones de saneamiento ambiental y morbilidad sentida de la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito y la calidad de los nacimientos que los abastecen de agua, son precarias generando problemáticas de salud en la población.

4. Justificación

A nivel mundial la preocupación por los asuntos de agua potable y saneamiento se refleja en varias políticas y lineamientos como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, cuyo objetivo 6 apunta a “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y saneamiento para todos” debido a que estos servicios son derechos humanos fundamentales, además afectan directamente la salud de las personas y reflejan condiciones de pobreza e inequidades en el mundo (26). Para alcanzar este objetivo falta mucho por hacer, en el mundo seis de cada diez personas no cuentan con un servicio de saneamiento seguro, una de cada nueve practica la defecación al aire libre y tres de cada diez no tienen acceso agua potable (27).

Esta situación es mucho más grave en zonas rurales las cuáles han estado históricamente por debajo en cobertura y calidad de los servicios de saneamiento básico en comparación con las zonas urbanas, debido a la escasa infraestructura, poca asignación de recursos y baja capacidad institucional, entre otros factores. En el mundo ocho de cada diez personas que viven en zonas rurales carecen de servicios básicos de abastecimiento de agua (26). Frente a esto, en Colombia se tienen herramientas como el CONPES 3810 de 2014, el Decreto 1898 de 2016 y el Plan Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Básico Rural enfocados al suministro de agua potable y saneamiento en las zonas rurales, además de la inclusión de estos temas en la planeación territorial (28).

En las zonas rurales también se suman otras problemáticas como el poco acceso a vivienda digna, la violencia, el crecimiento poblacional y la pobreza que contribuyen a la conformación de asentamientos informales. Estos asentamientos son muchos más excluidos y tienen desventajas extremas, en este sentido se enmarca el ODS 11 que propone “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” (29). En Colombia, a pesar de haberse declarado inexecutable por inconstitucional el artículo 99 de la Ley 812 de 2003 que prohibía la inversión de recursos públicos en asentamientos ilegales, se destaca que en el CONPES 3918 de

2018 para el logro de los ODS aún persisten desigualdades importantes en la provisión de servicios públicos básicos (agua y saneamiento) y exhibe que las brechas merecen atención prioritaria según el diagnóstico realizado de lo logrado con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (30) .

Por ende, la comunidad a investigar es una población altamente vulnerable porque además de estar en una zona rural, las cuáles presentan muchas desventajas frente a las zonas urbanas se encuentran en una condición de informalidad por lo que son marginalizados y poco intervenidos por el Estado ya que las leyes no permiten la intervención con obras públicas en estos lugares. No tienen acceso a agua potable por lo que recurren a la captación directa de los nacimientos de agua de los cuáles se desconoce sus niveles de contaminación y que tan aptos son para el consumo, carecen de saneamiento básico por lo que vierten sus aguas residuales directamente a las fuentes hídricas, no tienen derecho a la tenencia de la tierra, viven generalmente en zonas de alto riesgo, están expuestos al desalojo constante, las enfermedades y la violencia (4). Por esta razón se hace necesario identificar los riesgos que representa el consumo directo de estas fuentes para la salud ambiental con el fin de brindar aportes en la construcción de posibles soluciones que mejoren la calidad del agua y por ende la calidad de vida de la comunidad.

Nuestra investigación surge de la previa conversación e identificación de problemáticas con la Junta de Acción Comunal de la vereda Yarumito y con la secretaría de ambiente del municipio de Barbosa, y busca aportar información a la administración municipal que sirva en la gestión y toma de decisiones respecto al saneamiento básico, agua potable y otras problemáticas de salud ambiental, a su vez a la formulación del plan de saneamiento y manejo de vertimientos el cual es una herramienta de planeación que el municipio aún no ha formulado, e igualmente beneficia a la comunidad al ser una investigación que sirve para que se propongan soluciones a las problemáticas evidenciadas.

En el ámbito científico, nuestra investigación aporta en un campo que ha sido poco estudiado en las comunidades que presentan condición de informalidad en la zona rural, poblaciones invisibilizadas y vulnerables que requieren herramientas que ayuden en la mejora de sus condiciones de vida y una mejor planeación del territorio, la salud y el ambiente.

Como administradores en salud con énfasis en gestión sanitaria y ambiental tenemos el deber de atender los aspectos y problemáticas relacionadas con la salud ambiental, la gestión ambiental y los servicios sanitarios básicos por lo que esta investigación aporta conocimientos y experiencias para nuestro desarrollo profesional y científico.

5. Marcos de Referencia

5.1 Marco conceptual

Saneamiento Ambiental: Rengifo Cuellar lo define como un campo de atención de la salud ambiental que comprende la provisión de servicios de agua potable, alcantarillado y la disposición y manejo de residuos tanto sólidos como líquidos (31).

Por otra parte, Gómez Campos señala que el saneamiento ambiental es el conjunto de técnicas, directrices legales y estrategias planificadas que buscan tomar acciones preventivas y mejorar la calidad del medio ambiente humano, además, es una herramienta de desarrollo sostenible (32).

En el libro de saneamiento ambiental e higiene de los alimentos de Raquel Acosta se define como “el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales, excretas, residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Esto quiere decir que se refiere a las medidas destinadas a preservar y recuperar la salubridad ambiental” (33).

El diccionario ambiental de Fraume Restrepo lo define como “una serie de medidas encaminadas a controlar, reducir o eliminar la contaminación, en orden a lograr mejor calidad de vida para los seres vivos” (34) .

Agua Potable o agua para consumo humano: “Es aquella que cumple las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en la Resolución 2115 de 2007, y se utiliza para beberla directamente, en la preparación de alimentos o en la higiene personal” (35).

Según Fraume Restrepo se define de la siguiente manera: “Que es apta para el consumo humano y cuya ingestión no tendrá efectos nocivos para la salud. En cada país, las autoridades establecen las especificaciones que debe cumplir este tipo de agua. La Organización Mundial de la Salud (OMS) hace periódicamente recomendaciones al

respecto. Agua que desde el punto de vista fisiológico y organoléptico es inocua al ser humano y puede ser usada para beber con absoluta seguridad” (34).

Saneamiento Básico: Es aquel que comprende instalaciones dentro o fuera del sitio para la recolección, transporte, tratamiento y eliminación de desechos, al tiempo que garantiza condiciones higiénicas (6) .

Palomino Roca en su tesis define que: “Es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales para tener un ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios” (36).

Según Fraume Restrepo “En particular el saneamiento básico es la creación o mantenimiento de las condiciones de limpieza e higiene que ayudan a prevenir las enfermedades mediante servicios como la recolección de basura y la eliminación de aguas residuales” (34).

Calidad del Agua: “Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua con el contenido de las normas que regulan la materia” (35).

Se define también como el “Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua” (34).

Contaminación hídrica: Alteración en la composición natural del agua producida por residuos agrícolas, industriales y urbanos (34).

La alteración humana o inducida por el hombre de la integridad química, física, biológica y radiológica del agua (37).

Asentamiento ilegal o informal: Son áreas residenciales en las cuales 1) los habitantes no ostentan derecho de tenencia sobre las tierras o viviendas en las que habitan, bajo las modalidades que van desde la ocupación ilegal de una vivienda hasta el alquiler informal; 2) los barrios suelen carecer de servicios básicos e infraestructura urbana. y 3) las

viviendas podrían no cumplir con las regulaciones edilicias y de planificación y suelen estar ubicadas geográfica y ambientalmente en áreas peligrosas (4).

Saneamiento Rural: Instalaciones adecuadas para la eliminación de excretas, aguas residuales y otros desechos que puedan impedir el contacto de seres humanos, animales o insectos con los mismos. Se caracterizan por ser casi siempre individuales y siempre en el campo o zonas suburbanas (34).

Nacimiento: También se conoce como una fuente, manantial, ojo de agua, es el afloramiento natural del agua de la capa freática en un punto de la superficie del terreno(38) .

Percepción: Proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos entre los que se encuentran el aprendizaje, la memoria y la simbolización (39).

5.2 Marco referencial

El agua es un recurso indispensable para la supervivencia de las personas, el desarrollo socioeconómico y un derecho humano básico. La carencia de este recurso en condiciones insalubres aumenta los impactos negativos en la salud pública, incrementándose las enfermedades parasitarias e infecciosas con una proporción mucho mayor en países de ingresos bajos (5,40) . Actualmente la pobreza extrema es un impedimento para cubrir las necesidades básicas de acceso al agua y saneamiento, aumentando las desigualdades en disponibilidad y calidad (27,41).

En el marco del contexto global, el acceso a agua potable y saneamiento sigue siendo una meta por lograr dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible Agenda 2030. Según datos de la OMS y UNICEF en el informe sobre agua, saneamiento e higiene para el 2020, a pesar de un incremento en el acceso a agua potable y saneamiento desde el año 2015 al 2020, en los países menos desarrollados, aún existen grandes desigualdades. Se estimó que, 1 de cada 4 personas carecen de agua potable segura (2

mil millones), 122 millones dependen de agua superficial no tratada y para el saneamiento básico casi la mitad de las personas en el mundo carecen del servicio. En el área rural se presentan muchos más desafíos para el acceso a estos servicios y se presenta una cobertura mucho mayor entre los países más ricos frente a los más pobres (13).

Así pues, se realizó un estudio por la Institut de Recerca de l'Aigua de la Universidad de Barcelona para determinar cuál fue la importancia económica en el cumplimiento de los ODS 2015 y se analizó los resultados del costo-beneficio globales de las intervenciones en agua y saneamiento. Para acceso universal a saneamiento se obtuvo una ratio que varió de 2,8 en África hasta 8,0 en Asia Oriental presentándose un retorno económico global de 5,5 dólares por cada dólar invertido. Para agua potable se presentó un retorno económico de 2 dólares por dólar invertido. Las mayores inversiones se dieron en África subsahariana, Sudeste asiático, Asia Occidental, Latinoamérica y Caribe. Por tanto, los beneficios de invertir en servicios de agua y saneamiento se dan en la reducción de costos en salud, en la mejora de la educación y la salud de los niños y en el aumento de la productividad de las personas (42,43).

Hasta ahora la salud de los niños es un desafío de la salud pública y de gran preocupación a nivel mundial, ya que un factor determinante para reducir la morbilidad es el acceso a agua potable y saneamiento aun no logrados en muchos países (44). No obstante, según un estudio realizado en Brasil, no solo es suficiente la ampliación de los servicios de agua y saneamiento para mejorar la salud de la población sino el perfeccionamiento en la calidad del servicio. Por otro lado, menciona que los factores de la contaminación del agua no son solo un riesgo para la salud sino también consecuencia de procesos sociales y ambientales. Los resultados obtenidos arrojaron que el aumento en la tasa de mortalidad infantil se debió a factores de instalaciones sanitarias/canaletas adecuadas y recolección de basura/arrojada en terrenos baldíos o áreas públicas, mientras que el factor educativo se asoció a una reducción de dicha tasa (45).

Otro estudio realizado en Ecuador en el año 2016 demuestra que a pesar de haberse implementado por varios años el "Modelo de Atención Integral de Salud con enfoque

Familiar, Comunitario e Intercultural” no se lograron los cambios esperados en el estado de salud, donde se confirmaron 19,016 casos de enfermedades transmitidas por el agua, siendo los niños los más perjudicados llevando a afectar su crecimiento y desarrollo físico y psíquico. Las causas principales estuvieron relacionadas con contaminación fecal del suelo, deficiente saneamiento ambiental e higiene, así como, la desigualdad en el acceso a servicios de agua y saneamiento, bajos ingreso y el crecimiento industrial (46).

En cuanto a Colombia se realizó un estudio de los acueductos veredales y el saneamiento ambiental en Cachipay Cundinamarca. Este expuso la necesidad de compañías en pro de la conservación del medio ambiente ya que el deterioro por las actividades económicas en el mal manejo de los residuos sólidos, líquidos y domésticos ha traído consecuencias en la conservación de las cuencas y de los ríos afectando en la salud de la población (47). En el municipio de Girón, Bucaramanga la situación ambiental no es diferente para las quebradas Las Nieves y la Honda. Según el estudio de diagnóstico ambiental realizada, muestra que a pesar de una gran vegetación en su nacimiento en la quebrada Las Nieves, las condiciones de la quebrada está deteriorada por las malas técnicas de captación de la comunidad aledaña, las actividades agropecuarias como la utilización de agroquímicos y siembra en suelos inestables, lo que ocasiona contaminación de la fuente y deslizamientos generando alta turbiedad. Además, el depósito de excretas de gallinaza, la disposición de escombros y residuos sólidos afectando la calidad del agua y su uso para el abastecimiento de la comunidad. Problema que se agrava por falta de planeación municipal, compromiso de la comunidad y los deficientes servicios de recolección de basura (48).

Para la quebrada la honda, esta se encuentra en un sector de gran afectación ambiental de todo tipo, ya que la zona es de asentamiento ilegal y no poseen servicios de acueducto ni alcantarillado, las basuras son acumuladas en los taludes y se presenta gran deforestación para los cultivos. Estas problemáticas están perjudicando al ambiente como a la salud de la comunidad (48).

Según Patricio Bruno y Soledad Fernández para los sectores populares rurales, urbanos, periurbanos y asentamientos ilegales son las comunidades más afectadas para el acceso a servicios de agua y saneamiento. Estos lugares, hablando de Conurbano Bonaerense, Argentina, carecían de valor comercial por sus altos riesgos ambientales y aunque para el año 2015 se avanzó en la gestión para asentamientos informales solo un 12% de la población accedió al servicio por conexiones formales. Esto demuestra que el Estado o privados no presta por completo el servicio a quienes viven en asentamientos informales como lo hacen en barrios formales (49).

5.3 Marco Normativo

Para la presente investigación se tuvo en cuenta como soporte las normas internacionales y nacionales más relevantes que incorporan políticas en saneamiento rural y calidad del agua.

A nivel internacional el saneamiento rural y la calidad del agua se encuentra inmerso dentro de la meta y objetivo de desarrollo sostenible seis, el cual busca garantizar el acceso a agua potable y saneamiento para todos, donde millones de personas especialmente en las áreas rurales, carecen del servicio. Para el 2030 se busca el acceso equitativo en especial para las comunidades más vulnerables, se espera que para el mismo año se reduzca la contaminación a las fuentes hídricas, se protejan y se restablezcan los ecosistemas relacionados con el agua; bosques, montañas, ríos entre otros (50).

Además, se tuvo en cuenta el derecho humano al agua establecido en el año 2002 a través de la Observación General Numero 15 al Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y culturales de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que estableció “el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico”. En el 2010 se incorporó el saneamiento como parte inherente a este derecho y pasa a formar parte del sistema internacional de derechos humanos (51).

El Consejo de Derechos Humanos ratificó en el 2010 mediante una resolución afirmando que “el derecho humano al agua potable y saneamiento se deriva del derecho a un nivel de vida adecuado y está asociado al derecho a la salud, así como al derecho a la vida y la dignidad humana ” (51).

Parte del contenido normativo expresa claramente que debe protegerse el acceso a las fuentes tradicionales de agua en las zonas rurales de toda injerencia ilícita y contaminación. Las zonas desfavorecidas e incluso asentamientos humanos espontáneos y personas sin hogar deben tener acceso a agua en buen estado de conservación. No debe negarse el derecho al agua por razón de la clasificación de la vivienda o de la tierra en que se encuentra (51).

A nivel nacional, el artículo 79 de la Constitución Política estipula que “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano (...) Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. Además del artículo 49 de la atención en la salud y el saneamiento ambiental, donde se consagra como servicio público tanto la salud como el saneamiento ambiental (53).

El Plan Decenal de Salud Pública que contiene las acciones fundamentales de intervención mediante las acciones en el abordaje de las dimensiones prioritarias, una de ellas la Dimensión Salud Ambiental donde el acceso y calidad del agua, inadecuado saneamiento básico y contaminación de los recursos naturales fueron algunos de los aspectos priorizados por la comunidad. El CONPES 3550/2008 que plantea los lineamientos para la Política Integral de Salud Ambiental y contribuye, con enfoque integral, al mejoramiento de la calidad de vida y el bienestar de la población de acuerdo con el diagnóstico de carga en salud atribuible al medio ambiente (54,55).

Por otra parte, el CONPES 3810/2014 que establece la Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural, a través de soluciones que sean acordes con las características de dichas áreas y que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural (56).

El decreto 1898 de 2016 que regula sobre esquemas diferenciales para la prestación de los servicios de acueducto alcantarillado y aseo en zonas rurales, siendo responsabilidad de los municipios de asegurar infraestructura adecuada para estos servicios de acuerdo con las categorías del suelo rural del POT y de soluciones alternativas para suelos rurales diferentes a centros poblados rurales (57).

Adicionalmente, el municipio de Barbosa mediante el acuerdo 016 del año 2015 adopta la revisión y ajuste de largo plazo del plan básico de ordenamiento territorial (PBOT) en el cual se plantea el desarrollo planificado de los nuevos asentamientos humanos, el control de la disposición de basuras en fuentes de agua próximas a asentamientos, el mejoramiento integral de estas zonas y en su programa de ejecución establece un proyecto para la reubicación de asentamientos subnormales que estén en zonas de alto riesgo e invasión (58).

Por último, se tuvo en cuenta la Resolución 2115 de 2007 que señala las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua de consumo humano, esta norma fue la base para los análisis de la calidad del agua en los nacimientos de agua (59)

5.4 Marco Territorial

El municipio de Barbosa Antioquia está ubicado al norte del valle de Aburrá, tiene un área de 206 km² y limita al sur con los Municipios de Concepción y San Vicente, al norte con el Municipio de Don Matías, al oriente con el Municipio de Santo Domingo y al occidente con el Municipio de Girardota (25,60).

Figura 1. Ubicación del municipio de Barbosa en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá



*Nota. Ejemplo tomado de: El metro. Conozca cómo va la Covid-19 en los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. [Internet]. [Consultado 2021 08 12]. Disponible en: <https://elmetro.com.co/conozca-como-va-la-covid-19-en-los-10-municipios-del-area-metropolitana-del-valle-de-aburra/>.

5.4.1 Características físicas y ambientales.

Tiene una temperatura promedio de 22 °C y alturas que van desde los 1300 m.s.n.m hasta los 2400 m.s.n.m clasificándose en un clima de bosque húmedo subtropical. Respecto a su hidrología está ubicado al norte de la cuenca del Río Aburrá, cuenta con 44 microcuencas y aproximadamente 88 quebradas; es un territorio estratégico en cuanto a las relaciones ambientales y socioeconómicas con otras subregiones como Norte, Nordeste y Oriente Antioqueño. Adicionalmente, hace parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la cual es autoridad ambiental en la subregión (24,25).

Es un territorio montañoso, con múltiples recursos naturales debido a la riqueza de pisos térmicos, se destaca en recurso hídrico y la calidad del suelo, tiene tres zonas de vida que son Bosque húmedo premontano, bosque muy húmedo premontano y bosque muy

húmedo montano bajo. La vegetación predominante son los pastos en un 72%, la cobertura de bosques es de un 7,9% y la de cultivos de un 2,79%.

En las áreas de manejo especial cuenta con la Reserva la Quintero con una superficie de 803 hectáreas, retiro del Río Aburrá de 60 mil metros, áreas de especial importancia ecosistémica como la quebrada Pantanillo, Humedales Rincón Frío, nacimientos de Altamira, Chapa Alta y Volantín. Sin embargo, las áreas destinadas para la conservación del recurso hídrico en proporción son pocas.

En cuanto a gestión del riesgo presenta distintas amenazas debido a su topografía, el cambio climático, el crecimiento poblacional y la ocupación desordenada del territorio.

5.4.2 Características socioeconómicas

En su zona urbana está constituido por 15 barrios y en la zona rural por 2 corregimientos y 57 veredas, tiene una población de 53.242 habitantes de los cuales el 56,65% pertenece a la zona rural siendo el único municipio del Valle de Aburrá que presenta esta condición. El 50,38% de sus habitantes son mujeres y el 49,62% hombres, la mayoría de su población se encuentra entre los 14 y 59 años.

Es el municipio del Valle de Aburrá con el mayor índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) con un valor de 6,92 para el 2018, presenta una tasa de analfabetismo de 5,6%, siendo mucho mayor en la zona rural (7,4%), la cobertura de educación media es solo del 38%, mientras que en educación básica y secundaria es del 63 y 64%. De acuerdo con el índice de Pobreza Multidimensional, en la zona rural hay una alta proporción de pobreza (61,5%). En cuanto a servicios públicos presenta una cobertura de aseo del 98%, alcantarillado 93,6% y acueducto del 95,5% en la zona urbana, en la zona rural estas coberturas son del 61,8%, 19,5 % y 53,6% respectivamente (24,25). Por otro lado, la construcción de viviendas informales, el poco control urbanístico y la deficiente información a la comunidad en cuanto a planeación territorial fueron otras de las falencias identificadas en el territorio.

Su economía se basa en la industria, el comercio y la agricultura, en sector industrial cuenta con actividades de manufacturas, cartón, papeles finos, textiles, químicos, alimentos y confecciones. En el sector comercial cuenta con más de 1000 negocios comerciales y el agrícola se basa en los cultivos de café, caña panelera, frijol, cebolla, plátano, fique, mora, papa, maíz, yuca y hortalizas. Presenta un débil crecimiento en el sector turístico lo que se considera importante para impulsar el crecimiento económico en las zonas rurales.

En el tema de salud las principales problemáticas son las agresiones por animales potencialmente transmisores de rabia, las infecciones respiratorias, enfermedades del corazón, diabetes, cáncer de mama, cuello uterino, pulmón, tráquea y bronquios, el dengue, enfermedades transmitidas por alimentos, homicidios, suicidios, entre otras.

En su división interna el municipio cuenta con una figura que ayuda a la administración en la concertación con las comunidades y la distribución de los recursos llamada Agencias de Desarrollo Local o ALDEAS que son básicas en la planeación del territorio agrupadas por características comunes, de las cuales 10 son rurales y 1 urbana. Una de las Aldeas es la llamada Vicaguayarta, denominada así por las iniciales de las veredas que la componen: Las Victorias, La Calda, El Guayabo, Yarumito y Tamborcito. Como investigadoras tuvimos un acercamiento previo con la comunidad de la vereda Yarumito para identificar las principales problemáticas ambientales que afectan a la comunidad. La vereda está dividida por el río Medellín, cuenta con varios sectores entre ellos el denominado la “carrilera” debido a que por este sector pasaba el antiguo tren, actualmente el sector cuenta con más de 48 viviendas que se abastecen principalmente de 6 nacimientos de los que se desconoce su calidad y sus posibles fuentes de contaminación (24,25).

Figura 2. Mapa de aldeas municipio de Barbosa



Fuente: Sistema Local de Planeación Municipio de Barbosa 2011.

**Nota.* Ejemplo tomado de: Barbosa. Concejo municipal. Acuerdo 010 de 2020 por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo “Barbosa social, es la gente” para el municipio de Barbosa, Antioquia en el período 2020- 2023. Barbosa: El concejo; 2020.

6. Metodología

6.1 Tipo de investigación

Para el proyecto de investigación se realizó un estudio exploratorio de corte transversal, ya que los datos se recogieron en un solo momento determinado y se abordó una problemática poco estudiada dentro el alcance de la investigación (61).

6.2 Población y muestra

6.2.1 Población de referencia.

Habitantes de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa, Antioquia

6.2.2 Población Objetivo.

La población objeto del estudio son los habitantes que viven en asentamientos del sector de la carrilera.

6.3 Unidad de análisis

Para describir las condiciones de saneamiento ambiental y la morbilidad sentida se analizaron las viviendas y los hogares del sector la carrilera.

Para describir las características de la calidad del agua de los nacimientos que abastecen a la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa la unidad de análisis fueron los afluentes y los hogares del sector la carrilera.

6.4 Procedimiento de recolección de la información por componente

Para mayor comprensión de la metodología utilizada para la recolección de la información se dividió la información por componentes. El primer componente ambiental que incluye la toma de muestras y las fichas de observación directa de las potenciales fuentes de contaminación y las condiciones de saneamiento ambiental. El segundo componente comunitario que incluye la aplicación de las encuestas a la comunidad. A continuación, se presenta una tabla resumida de las técnicas de recolección de la información :

Tabla 1. Técnicas de recolección de la información por componente.

Componente	Muestra	Técnicas de recolección
1. Características físicoquímicas y microbiológicas de los afluentes	Los seis afluentes que abastecen a la comunidad del sector La Carrilera	Muestreo manual, muestra simple.
2. Potenciales fuentes de contaminación de los afluentes	El sector y los seis afluentes del sector La Carrilera	Fichas de observación y Realización de georreferenciación (mapeo).
3. Condiciones de saneamiento ambiental y calidad de los afluentes.	Las 53 viviendas del sector La Carrilera de la vereda Yarumito	Encuesta semiestructurada y Fichas de observación directa
4. Morbilidad Sentida	Las 53 viviendas del sector La Carrilera de la vereda Yarumito	Encuesta semiestructurada

NOTA ACLARATORIA: *Por situaciones sanitarias del covid 19, las estudiantes Manuela Sosa Hernández y Jessica Ramírez Santa, solo realizaron de manera presencial la toma de muestras de agua, actividad realizada con autorización previa de la Universidad de Antioquia. para las demás actividades se contó con el apoyo de la junta de acción comunal, que recolectó en campo toda la información pertinente para el desarrollo idóneo del trabajo de grado y se aplicó todas las medidas de bioseguridad exigidas por la Universidad de Antioquia. Las actividades que realizó la junta de acción comunal están descritas en la metodología de cada uno de los objetivos.*

6.4.1 Criterios generales para la ejecución del proyecto de investigación

Para lograr un adecuado desarrollo de los dos componentes se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- a. Los investigadores contaron con la póliza estudiantil vigente.
- b. Durante la ejecución virtual del trabajo de grado se utilizó el correo institucional y WhatsApp.
- c. Se informó y se presentó a la comunidad el proyecto por medio de la Junta de Acción Comunal (JAC) y líderes sociales
- d. Se contó con el apoyo de la junta de acción comunal a través de tres delegados para la realización virtual del proyecto, con las visitas de campo que fueron ejecutadas por parte de personal previamente capacitado, con conocimiento del sector y con conocimientos tecnológicos para la recolección de la información. La capacitación consistió en:
 - Acercamiento a la encuesta lo que permitió aclarar dudas acerca de comprensión, conceptos, redacción y coherencia de la encuesta
 - Capacitación para el uso de la encuesta por medio de Google Forms
 - Capacitación en el uso del aplicativo de georreferenciación

Por la situación de pandemia se capacitó en la aplicación de los protocolos de bioseguridad de la Universidad de Antioquia, previamente dados a conocer por las

estudiantes a la JAC, para reducir el riesgo de contagio por Covid-19 que consistieron en (62):

- Uso permanente del tapabocas: Los delegados debían portar en todo momento el tapabocas desechable, cubriendo adecuadamente nariz y boca, se tuvo en cuenta su correcto uso y se proporcionaron tapabocas desechables en empaques individuales y autorizados por las autoridades de salud a las personas que fueron entrevistadas.
- Lavado de manos: Se dispuso de alcohol glicerinado al 70%, se aplicó y se usó frecuentemente y de manera correcta.
- Distanciamiento físico: Se mantuvo el distanciamiento mínimo de 2 metros con las personas, los responsables no compartieron con la comunidad ningún tipo de alimento o bebida. A su vez, durante la investigación no se generó aglomeraciones, por lo que utilizaron ayudas tecnológicas.
- Otras medidas: La encuesta se realizó en espacios abiertos para la circulación del aire, se desinfectaron todos los elementos utilizados como lapiceros, celulares, computadores, etc. Las medidas de bioseguridad se aplicaron en todo momento: antes de llegar al lugar donde se realizó la investigación, durante y después de salir del lugar hasta llegar nuevamente a la vivienda.
- Las medidas de bioseguridad se aplicaron también para la realización del censo inicial y en los recorridos de campo para identificar las potenciales fuentes de contaminación de los afluentes.

6.4.2 Censo inicial.

El primer momento del trabajo en campo consistió en un censo donde se identificaron el total de las viviendas y se anotaron los datos de contacto del jefe del hogar, adicionalmente se realizó una serie de preguntas que permitieron saber con exactitud cuántas viviendas se incluirán en el estudio de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión. Por otra parte, se realizó un recorrido por los nacimientos para identificar los

puntos de captación y las fuentes de contaminación. En este recorrido se contó con las medidas de bioseguridad descritas anteriormente que aplicaron las personas delegadas.

6.5 Componente ambiental.

Selección de la muestra:

Para el componente ambiental se seleccionaron seis (6) afluentes de agua que sirven de abastecimiento a la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito. Para esta selección se tuvo en cuenta la accesibilidad a las quebradas, seguridad del área y que la comunidad tuviera algún conocimiento sobre ellas.

6.5.1 Características fisicoquímicas y microbiológicas de los afluentes.

Se realizó una muestra puntual en el sitio de captación teniendo en cuenta lo establecido en el *Manual para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano* del Instituto Nacional de Salud (63) y la Resolución 2115 de 2017 que determina las características fisicoquímicas y microbiológicas para consumo de agua, ya que, en la comunidad, las quebradas funcionan como un sistema de abastecimiento de agua (59). Se aplicó para 3 nacimientos y 2 quebradas, para un total de 5 muestras fisicoquímicas y 5 muestras microbiológicas, para determinar la calidad de los nacimientos de agua que sirven de abastecimiento a la comunidad.

Para la determinación de los parámetros se tuvo en cuenta la Resolución 2115 de 2017, específicamente los artículos 11 y 21 (59). Los parámetros analizados fueron los siguientes:

- Características fisicoquímicas: Potencial de Hidrógeno pH (In situ), Turbiedad, Color aparente, Alcalinidad, Dureza total, Hierro total, Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Nitritos, Carbono Orgánico Total (COT) y Fluoruros.
- Características microbiológicas: Coliformes totales, Escherichia Coli.

Los análisis de laboratorio fueron financiados y aprobados por la Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia, Dirección de Salud Ambiental y Factores de Riesgo, desde el programa de Vigilancia de Calidad del Agua para Consumo Humano y

Uso Recreativo, que tiene convenio con el laboratorio de Estudios Ambientales de la Universidad de Antioquia que se encuentra acreditado por el IDEAM según Resolución 0123 de febrero 13 de 2012, Resolución de Ampliación 0721 de mayo 11 de 2015.

Los análisis fueron efectuados por el Laboratorio de Estudios Ambientales, para el análisis se utilizaron los siguientes métodos analíticos (Anexo A):

Métodos Analíticos:

- Turbiedad Nefelométrico: (Method 180.1: Determination of Turbidity by Nephelometry)
- Color Aparente: Comparación visual (SM 2120-B)
- Hierro Total: Fenantrolina (SM 3500-Fe B)
- Alcalinidad: Potenciométrico (SM 2320-B)
- Dureza Total: Titulométrico (SM-2340-C Ed 23/2017)
- Cloruros: Cromatografía Iónica (SM 4110-B)
- Sulfatos: Cromatografía Iónica (SM 4110-B)
- Nitratos: Cromatografía Iónica (SM 4110-B)
- Nitritos: Cromatografía Iónica (SM 4110-B)
- Fluoruros: Cromatografía Iónica (SM 4110-B)
- Coliformes Totales: Filtración por membrana (SM 9222 J)
- E. coli: Filtración por membrana (SM 9222 J)
- Carbono Orgánico - Total TOC²: ASTM D7573 18ae1

6.5.1.1 Protocolo de la muestra

El protocolo (Anexo B) se refiere al diseño del plan del muestreo donde se definen: tipo, puntos, cantidad, así como los parámetros a evaluar. Para el procedimiento del muestreo en campo se siguieron los lineamientos del Manual de Toma, Preservación y Transporte de Muestras del Instituto Nacional de Salud y se describe a continuación (63):

1. Localización del sitio del muestreo

2. Método de recolección y número de muestras
3. Recipientes de muestreo
4. Equipos de muestreo
5. Preservación de la muestra
6. Transporte al laboratorio y cadena de custodia
7. Recepción del laboratorio

Cada muestra se entregó con su ficha técnica con la información respectiva de:

1. Nombre y ubicación del sitio
2. Ubicación geográfica del sitio (Latitud, longitud y altitud del sitio de muestreo)
3. Fecha y hora de la muestra
4. Condiciones del tiempo y recientes en el momento de tomar la muestra
5. Condiciones del sitio
6. Color y olor del agua
7. Claridad del agua
8. Observaciones que se considere significativas

Se elaboró una lista de recipientes, materiales e insumos descritas en el protocolo para garantizar que se tuvieran todos los elementos necesarios para el muestreo, los formatos de campo que se utilizan en el muestreo y en la observación directa para los datos recolectados en campo, los cuales fueron solicitados al laboratorio. Se realizó la logística del transporte de las muestras para garantizar que estas fueran entregadas en perfectas condiciones y, además, las sugerencias generales y recomendaciones puntuales para la seguridad, protección personal y salud para las actividades de campo.

6.5.2 Potenciales fuentes de contaminación de los afluentes.

Los delegados realizaron observación directa en los afluentes y de las posibles fuentes de contaminación de la siguiente manera:

- Recorrido por los puntos de captación del agua y aguas arriba de la captación para identificar fuentes de contaminación, se tomó registro fotográfico de los puntos de contaminación encontrados y se consignó la información en una ficha de observación (Anexo C) que fue entregada por medio de correo electrónico.
- Georreferenciación de los puntos de captación y los puntos críticos de contaminación utilizando un aplicativo de GPS (UTM Geomap) para obtener las coordenadas, posteriormente con ayuda del programa Google Earth se ubicaron los puntos y se presentó la información de forma gráfica.
- El GPS se descargó en los celulares de las personas encargadas de hacer el recorrido, desde un aplicativo.
- La información recolectada fue utilizada para describir las condiciones de la calidad de los afluentes.

6.5.3 Observación directa de las condiciones de saneamiento ambiental del sector la carrilera.

Se observó el sistema de abastecimiento, manejo de excretas, aguas residuales, y manejo de desechos sólidos. Se tomó registro fotográfico y se describió lo observado en las fichas de observación , esto fue realizado por los delegados de la Junta de Acción Comunal.

6.6 Componente comunitario

6.6.1 Muestra

La muestra fueron las 53 viviendas del sector . Para el tamaño de la muestra no se realizó estrategia de muestreo ya que la población por ser un grupo pequeño, al calcular una muestra representativa del universo los resultados de la investigación no representarían la comunidad en su conjunto. Para la muestra se tuvo en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión.

- Personas que residen en la vereda Yarumito del Municipio de Barbosa en el sector denominado “la carrilera”.
- Ser el jefe de hogar, cabeza de familia o cuidador.
- Residentes habituales de la vivienda.

Criterios de exclusión.

- Personas con discapacidad auditiva, intelectual y trastorno del habla o lenguaje.
- Comunidad flotante
- Personas que no deseen participar
- No usar las medidas de protección obligatorias durante la encuesta (tapabocas y uso de antibacterial)

6.6.2 Encuesta de condiciones de saneamiento ambiental, calidad del agua y morbilidad sentida.

Para llevar a cabo la recolección de información se realizó la validación de la encuesta a aplicar a la comunidad:

Prueba Piloto

Para la prueba piloto se tomaron 10 hogares aleatoriamente en los que se aplicó la encuesta de condiciones de saneamiento ambiental y morbilidad sentida con el fin de verificar si estaban bien redactadas, eran legibles y comprendidas por los encuestados. Esta prueba piloto permitió corregir posibles errores en la logística (tiempo, acceso a internet, disponibilidad de los líderes y comunicación), coherencia del instrumento y registro de datos que pudiera afectar los resultados del estudio, a través de esta prueba se verificó la validez del instrumento.

6.6.2.1 Realización de las encuestas

Se determinó el número de participantes como el universo de las 53 viviendas del sector

y no se otorgó segunda visita por incumplimiento de los protocolos de bioseguridad y por no estar presentes en la vivienda al momento de la encuesta. La actividad se proyectó para realizarse durante 3 semanas, previo a la visita se le informó a la comunidad por medio de pancartas y en las reuniones de Junta de Acción Comunal y se les informó además el orden en el que se realizaría la encuesta. Previamente se concertó con los líderes comunitarios a través de Google Meet u otra herramienta tecnológica para el acompañamiento durante la investigación.

Para la ejecución de la encuesta se realizó primero la presentación y se hizo lectura del consentimiento informado, la aceptación se realizó dentro del formulario digitalizado. Se tuvo siempre en cuenta los protocolos de bioseguridad.

La primera parte de la encuesta acerca de condiciones de saneamiento y calidad del agua de los nacimientos y quebradas (**Anexo D**) se tomó como base la encuesta realizada en Panamá para el “Diagnóstico de las Condiciones de Saneamiento Básico de las Subcuencas de los ríos Los Hules-Tinajones, Caño Quebrado y el Área Integrada” validada por personal clave del MINSA, ANAM, Municipio de La Chorrera y las comunidades incluidas en el área del estudio, y abordó los siguientes bloques de preguntas (64) :

1. Datos del entrevistado
2. Abastecimiento y calidad del agua
3. Saneamiento
4. Desechos sólidos
5. Higiene

La encuesta de morbilidad sentida constó de 8 preguntas relacionadas con las dolencias o enfermedades más frecuentes relacionadas con el saneamiento ambiental (**Anexo D**). Esta encuesta se tomó del estudio “Factores de riesgo de la calidad del agua para consumo humano y morbilidad sentida en usuarios del acueducto la Hondita Hojas Anchas, Guarne 2017”, (65). El instrumento fue validado a través de una prueba piloto realizada en el municipio de Guarne para adaptar las preguntas de una mejor manera.

La encuesta tuvo una duración total de 40 minutos aproximadamente.

6.6.2.2 Análisis de la información

Una vez recolectada la información se realizó tabulación y codificación de los datos en el programa Excel versión 2016, se separó la información recolectada en la encuesta según la fuente de abastecimiento de agua. El análisis fue univariado descriptivo y las variables se presentaron con medidas de estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes, gráficas y figuras).

7. Consideraciones éticas

La ética de la investigación es de vital importancia a la hora de realizar una investigación, ya que se aplicaron los principios éticos para la protección de aquellos que fueron investigados, a quienes se les dio seguridad de libertad, autonomía, estando al tanto de todo lo que se va a hacer sin engaños y garantizando un buen trato de parte de los delegados bajo responsabilidad de las investigadoras. Por tanto, se tuvieron en cuenta las siguientes directrices y normas éticas:

Informe de Belmont: En esta investigación, se aplicaron los principios del Informe de Belmont los cuales son beneficencia, respeto y justicia de la siguiente manera (66):

- La comunidad se benefició de la investigación de manera indirecta ya que la información permite a los tomadores de decisiones, empresas, gobiernos y demás instancias tener un panorama de las condiciones de la comunidad, de sus necesidades y poder así plantear o llevar a cabo acciones que permitan un mejoramiento de la calidad de vida en estas zonas.
- El respeto, autonomía y justicia se aplicó mediante el consentimiento informado al dar la respectiva información a las personas y que estas tuvieran libertad de elección (**Anexo E**). No se discriminó a ninguna persona por razón de su raza, sexo, religión, ideología política, orientación sexual o pertenecer a población vulnerable

Riesgo en la investigación.

Se tuvo en cuenta la Resolución 8430 de 1993; el artículo 15 que destaca los procedimientos, los beneficios, la libertad de retirar su consentimiento, la seguridad de la confidencialidad y el nivel de riesgo al que estuvo expuesta la comunidad (67).

Clasificación de la investigación: Para esta investigación se clasificó en un nivel de riesgo mayor al mínimo debido a la pandemia por covid- 19 (67).

Tipos de riesgos: Los tipos de riesgos que se presentaron en nuestra investigación son psicológicos ya que al responder las preguntas puede surgir alguna emoción que altere su estado de ánimo y políticos porque al ser una zona de invasión el Estado no puede invertir recursos públicos en el proyecto. En caso de que la persona sintiera que se atentara contra su integridad pudo haberse retirado de forma voluntaria. La probabilidad de ocurrencia de estos riesgos fue baja para el riesgo psicológico y media para el riesgo político ya que la comunidad al ser zona de invasión no tendrá una pronta solución a las problemáticas por parte del gobierno.

Minimización de riesgos.

Para minimizar los riesgos las estudiantes se reunieron virtualmente con los delegados para dar a conocer el proyecto, sus consideraciones éticas y cómo lo debían desarrollar para evitar cualquier daño y prejuicio.

Posterior, se presentó a la comunidad cuál fue el objetivo de la investigación de forma individual, dándosele a entender de forma más clara posible y entendible para que no se generaran expectativas falsas en los habitantes.

En caso de que la persona hubiese manifestado alguna alteración emocional o psicológica, se dispuso una ruta de atención con la secretaría de salud del municipio con el fin de atender de la mejor forma cualquier eventualidad que se hubiese presentado con el entrevistado.

Pautas CIOMS.

Se aplicaron las pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos, se tuvieron en cuenta los principios y las recomendaciones siguientes (68):

- Pauta 1: Valor social y científico, y respeto de los derechos.
- Pauta 2: Investigación en entornos de escasos recursos.

- Pauta 3, Distribución equitativa de beneficios y cargas en la selección de individuos y grupos de participantes en una investigación.
- Pauta 4: Beneficios individuales y riesgos de una investigación.
- Pauta 7: Involucramiento de la comunidad.
- Pauta 9: Personas que tienen capacidad de dar consentimiento informado.
- Pauta 10: Modificaciones y dispensas del consentimiento informado.
- Pauta 12: Recolección, almacenamiento y uso de datos en una investigación relacionada con la salud
- Pauta 15: Investigación Con Personas Y Grupos Vulnerables
- Pauta 20: Investigación En Situaciones De Desastre Y Brotes De Enfermedades
- Pauta 23: Requisitos Para Establecer Comités De Ética De La Investigación Y Para La Revisión De Protocolos
- Pauta 24: Rendición Pública De Cuentas Sobre La Investigación Relacionada Con La Salud
- Pauta 25: Conflictos De Intereses

Ley 1581 de 2012.

Según la ley 1581 de 2012 para el tratamiento de datos personales se aplicaron los principios de (69):

- Principio de legalidad en materia de Tratamiento de datos
- Principio de finalidad
- Principio de libertad
- Principio de veracidad o calidad
- Principio de transparencia
- Principio de acceso y circulación restringida

La información recolectada fue utilizada sólo para fines académicos de la Universidad de Antioquia, se custodiará la información durante un año y no se divulgarán datos personales manteniendo la privacidad y confidencialidad de los datos. Los hallazgos de

la investigación serán divulgados de forma directa a la comunidad académica y la comunidad investigada.

Conflictos de interés.

Las investigadoras no presentaron ningún conflicto de interés que afectara el cumplimiento y funciones de la investigación.

8. Resultados

8.1 Contexto sector La Carrilera.

El área de influencia de la investigación es el Sector la carrilera de la vereda Yarumito, la cual se encuentra a una distancia de 4,6 Km de la cabecera municipal y está ubicada al norte de esta (Figura 3 y 4). El área tomada para el estudio es de 0,5 km cuadrados (Figura 5 y 6) representando un 11% del área total de la Vereda Yarumito (4.4 km²), y un 0,2% de los 203 km de área rural con los que cuenta el municipio de Barbosa.

Figura 3.Ubicación Vereda Yarumito, Barbosa, 2021



Figura 4. Distancia de vereda Yarumito de la cabecera municipal, Barbosa, 2021.

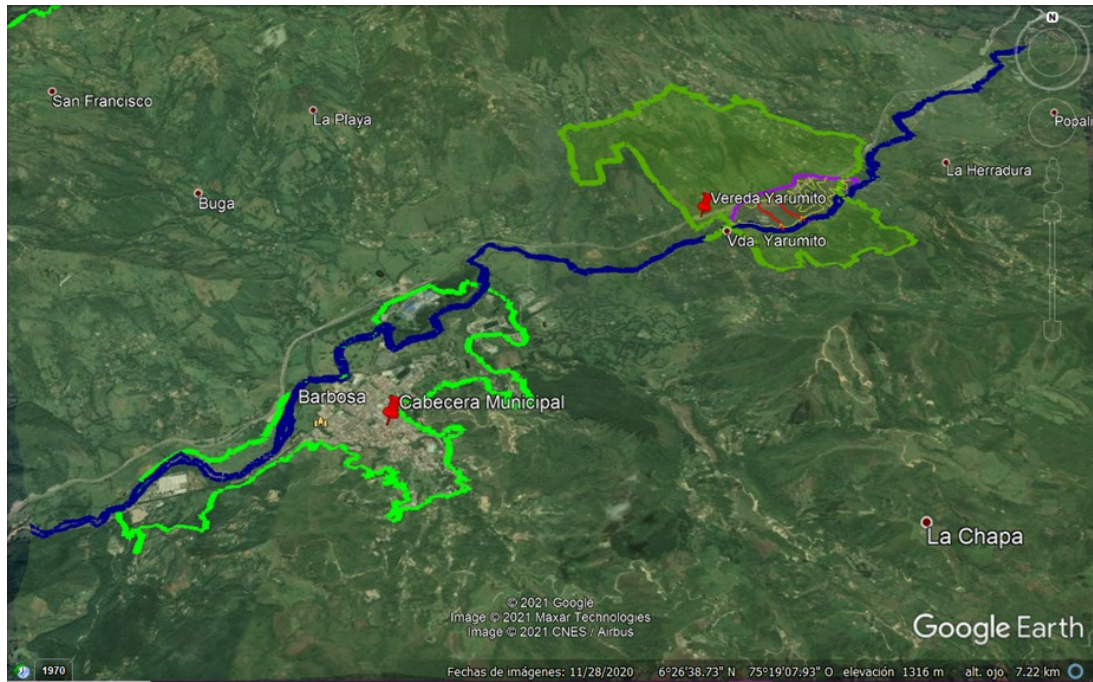
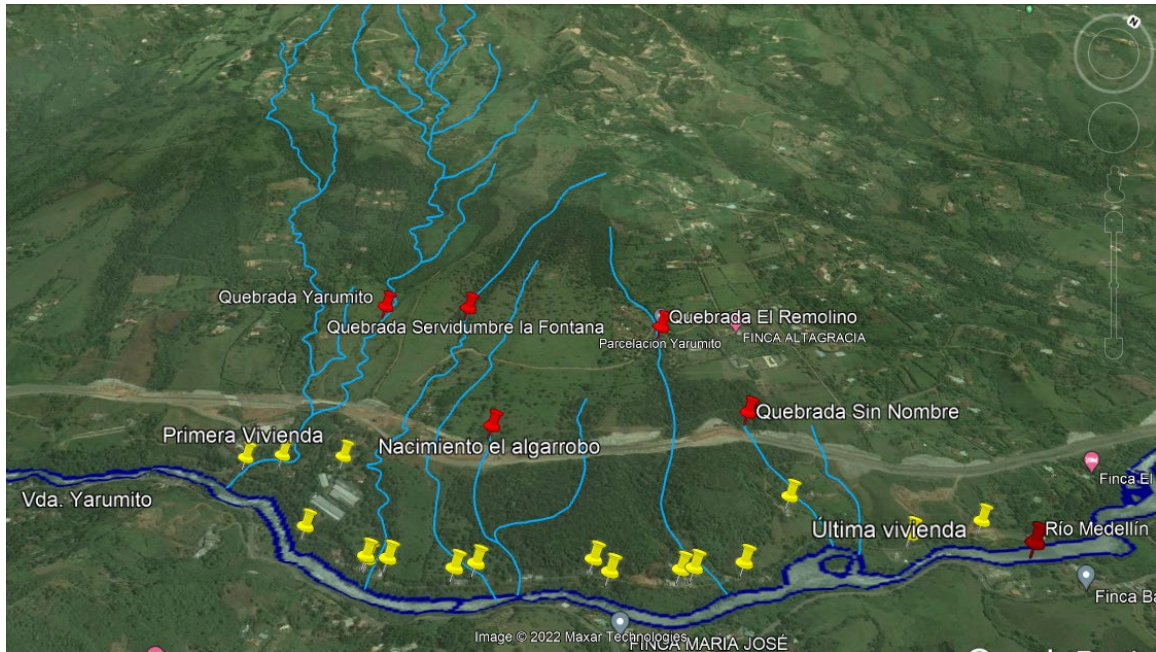


Figura 5. Área de estudio vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Figura 6. Distribución de las viviendas del sector la carrilera de la Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



8.1.1 Aspectos socioeconómicos

El área de estudio está compuesta por 53 viviendas aproximadamente, las principales actividades productivas del sector son el cultivo de flores, cultivo hortalizas y cría de animales para abastecimiento propio, dos de las viviendas realizan actividad económica informal dedicadas a la producción y comercialización de huevos con 750 gallinas y producción y comercialización de flores y actividades de recreo. Dentro de la comunidad se encuentra una industria con producción de 85.000 aves de engorde para la empresa Paulandia S.A.

8.1.2 Infraestructura

La vereda Yarumito cuenta con dos vías de acceso principales para acceder al sector, la primera es la vía Barbosa- Santo Domingo y la segunda, la doble calzada Barbosa-

Pradera. Hay varios medios de transporte, el principal el transporte público y mototaxi, además de, carro particular, bicicleta o caminando.

El sector está ubicado sobre los límites de la vía férrea que sirve de acceso a las viviendas, vía que a futuro la gobernación ha planeado el paso del tren de cercanías.

Cuenta con caseta de la Junta de Acción Comunal para la realización de diferentes actividades comunitarias. Para recreación y deporte cuenta con zona verde destinada para estas actividades.

Dentro y cerca del sector se cuenta con tiendas que proporcionan insumos de alimentos y elementos de necesidades básicas.

8.1.3 Servicios básicos

La comunidad en su mayoría cuenta con servicio prepago de energía eléctrica, sin embargo, las viviendas que se han construido en los últimos años, no han podido acceder a este servicio ya que deben cumplir con el retiro de la vía férrea según la Ley 1228 de 2008, la cual expresa las distancias que deben conservar las instalaciones de vías primarias, secundarias y terciarias, cómo la mayoría no cumple con los requisitos no han podido tener acceso al contador de energía, por lo que están conectadas de manera irregular al servicio (70). Sin embargo, EPM ha vuelto a visitar las viviendas del sector para determinar quienes cumplen con los requisitos para la instalación del servicio. En cuanto al servicio de gas, las viviendas utilizan gas propano ya que no existen conexiones de gas natural.

El sector no cuenta con acueducto y sistema de tratamiento de aguas residuales. Sus fuentes de abastecimiento son los nacimientos y las quebradas, las aguas residuales se disponen directamente en el Río Medellín, en las desembocaduras de las quebradas o al suelo. Por último, el servicio público de aseo pasa por las carreteras principales dos veces por semana, este no llega directamente hasta el sector por lo que la comunidad realiza otras formas de disposición de los residuos.

8.2 Componente ambiental. Objetivo 1: Descripción de las características fisicoquímicas y microbiológicas de los nacimientos que abastecen a la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa.

8.2.1 Generalidades

Se realizó la toma de las muestras el día 24 de agosto a partir de las 9 am. Se presentó una mañana muy lluviosa, el recorrido tuvo una duración de 4 horas y media y se contó con la ayuda de un hombre de la comunidad para el traslado de la nevera entre los puntos de muestreo. El Transporte de la muestra se hizo en vehículo particular hasta las instalaciones de la Universidad de Antioquia y fue entregado el mismo día por una de las estudiantes, con sus fichas técnicas y formatos de remisión (Anexo B).

8.2.2 Características In Situ

Se tomaron las características de pH y temperatura para cada quebrada, utilizando el kit de comparación visual marca Hach para el pH y un termómetro laser marca Etekcitcity para la temperatura. A continuación, se presenta una tabla con los parámetros medidos en campo:

Tabla 2. Resultados de los parámetros In Situ (n=5) de las quebradas que abastecen el sector la carrilera de la vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

Parámetros	Valor Admisible Resolución 2115	Q. El Remolino	Conformidad	Nacimiento el Algarrobo	Conformidad	Q. Servidumbre la Fontana	Conformidad	Q. Yarumito Ramal Norte	Conformidad	Q. Sin Nombre	Conformidad
pH	6,5 a 9 U pH	6,5	ACEPTABLE	5,5	NO ACEPTABLE	6,5	ACEPTABLE	7,0	ACEPTABLE	5,5	NO ACEPTABLE
Temperatura	60 °C	22		23,7	ACEPTABLE	21,4		22,5		23	ACEPTABLE

Se obtuvieron valores no aceptables para el pH en el Nacimiento el Algarrobo y la Quebrada Sin Nombre, los cuáles se encuentran por debajo del límite y representan un pH ácido, por lo cual el agua tiende a ser corrosiva lo que afectaría principalmente el ecosistema acuático, el sistema de distribución y la salud de las personas ya que la

oxidación en el organismo puede producir acidosis que es lo que causa la mayoría de las enfermedades en los adultos (69).

8.2.3 Características fisicoquímicas y microbiológicas:

En la tabla 3 se pueden evidenciar resultados no aceptables de acuerdo con la resolución 2115 de 2007 para las características fisicoquímicas de turbiedad, color aparente y hierro total en todas las fuentes de agua analizadas. Los niveles altos de turbidez en las fuentes hídricas representan presencia de partículas sólidas en suspensión, precipitados químicos y materia orgánica lo que puede indicar la presencia de contaminantes químicos y microbiológicos peligrosos, además de manchas en los accesorios, materiales y ropa expuesta durante el lavado, este parámetro reduce la aceptabilidad de la calidad del agua por parte de los consumidores.

Tabla 3. Resultados de las características fisicoquímicas y microbiológicas analizadas por el laboratorio de las quebradas que abastecen el sector la carrilera de la vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

Características	Valor Admisible Resolución 2115	Q. El Remolino	Conformidad	Nacimiento el Algarrobo	Conformidad	Q. Servidumbre la Fontana	Conformidad	Q. Yarumito Ramal Norte	Conformidad	Q. Sin Nombre	Conformidad
Fisicoquímicas											
Turbiedad	2 NTU	43,6	NO ACEPTABLE	26,8	NO ACEPTABLE	18,7	NO ACEPTABLE	20,2	NO ACEPTABLE	35,1	NO ACEPTABLE
Color Aparente	15 UC	80		50		60		80		50	
Hierro Total	0,3 mg Fe/L	2,79		1,42		1,29		1,50		2,94	
Alcalinidad	200 mg CaCO ₃ /L	5,93	ACEPTABLE	2,44	ACEPTABLE	8,32	ACEPTABLE	29,6	ACEPTABLE	6,50	ACEPTABLE
Dureza Total	300 mg CaCO ₃ /L	8,43		4,21		9,27		30,8		11,0	
Cloruros	250 mg Cl ⁻ /L	1,10		0,365		0,330		1,33		1,38	
Sulfatos	250 mg SO ₄ ⁻² /L	1,08		0,337		0,780		2,14		2,72	
Nitratos	10 mgNO ₃ -N/L	0,513		<0,056		0,113		0,407		1,02	
Nitritos	0,1 mgNO ₂ -N/L	<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030	
Fluoruros	1,0 mg F ⁻ /L	<0,050		<0,050		<0,050		<0,050		<0,050	
COT	5,0 mg C/L	2,090	1,040	2,332	3,223	1,040					
Microbiológicas											
Coliformes Totales	0 UFC/100mL	>80	NO ACEPTABLE	>80	NO ACEPTABLE	>80	NO ACEPTABLE	>80	NO ACEPTABLE	>80	NO ACEPTABLE
E.Coli	0 UFC/100mL	>80		>80		>80		>80		>80	

De acuerdo con los resultados de laboratorio se presenta en la tabla 5 el cálculo del IRCA para cada muestra de agua, en dónde según la Resolución 2115 de 2007 se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 4. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA Resolución 2115 de 2007.

Clasificación IRCA (%)	0 – 5	5,1 – 14	14,1 – 35	35,1 – 80	80,1 – 100
Nivel de Riesgo	Sin Riesgo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Inviabile Sanitariamente

Tabla 5. Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano por muestra.

Muestra	Resultado del IRCA (según resolución 2115)	Nivel de Riesgo
Q. El Remolino	82,23%	INVIABLE SANITARIAMENTE
Nacimiento el Algarrobo	84,21%	
Q. Servidumbre la Fontana	82,23%	
Q. Yarumito Ramal Norte	82,23%	
Q. Sin Nombre	84,21%	

8.3 Componente ambiental. Objetivo 2: Potenciales fuentes de contaminación de las fuentes de agua del sector la carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa.

Para la obtención de la información se aplicó el instrumento de observación directa y sus fichas de observación (Anexo C).

La información que se presenta en este apartado fue recolectada por personas de la Junta de Acción Comunal de la vereda Yarumito y habitantes con amplio conocimiento de la zona. El recorrido por los 5 afluentes (Figura 7) se realizó en un día soleado, con una temperatura aproximada de 24°C a las 12:00hrs y tuvo una duración total de 4 horas, iniciando con la quebrada el Remolino y terminando con la quebrada Q Sin Nombre. A este último no se conoce su nombre por lo que se denominó “Q. Sin Nombre”. A continuación, se presenta los hallazgos generales encontrados y las características particulares por cada fuente con sus respectivos registros fotográficos:

Figura 7. Cuerpos de agua del sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Hallazgos generales.

La zona de influencia esta bañada por varios cuerpos de agua en su mayoría y en orden de importancia de orden uno y dos. Estas quebradas en su mayoría son de longitud corta. Uno de los hallazgos fue la construcción de la doble calzada Barbosa-Puerto Berrio que genera arrastre de residuos sólidos como, empaques de alimentos, plásticos, latas y envases de pintura, jabón entre otros, residuos líquidos como, los lixiviados procedentes de los carros de recolección y animales muertos que al ser atropellados son arrastrados luego por las aguas lluvias. Esto termina contaminando las fuentes de agua (Figura 8).

Otro de los hallazgos fue la presencia de instalaciones de sistemas de abastecimiento construidos con técnicas tradicionales en las quebradas, que presentan posibles riesgos por: Inundaciones o desbordes ocasionados por el represamiento de agua, cambios en la composición microbiológica del agua por elementos como tuberías o tanques plástico; metales, costales o arena para el represamiento del agua y cemento para la construcción de tabiques o tanques que generan acumulación de microorganismos ocasionando olores fétidos, cambios en el sabor y la temperatura del agua. Además, se genera estancamiento del agua aumentando la reproducción de algas y posibles vectores (Figura 9).

Figura 8. Doble calzada Barbosa- Puerto Berrio, sector la carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Figura 9. Factores de riesgos hallados en los sistemas de captación para la calidad del agua de las quebradas del sector la carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Riesgo de represamiento por el uso de costales y piedras



Uso de materiales como metales, plástico y cemento sobre las quebradas



Sistema rudimentario de captación

Cambios físicos en el agua

A continuación, se describen los hallazgos particulares encontrados en cada cuerpo de agua: quebradas o nacimientos :

8.3.1 Quebrada El Remolino

El afluente de agua dentro del sector se encuentra en una zona muy boscosa, densa y húmeda, con abundantes helechos, diversidad de follaje, árboles medianos y grandes con gran altura donde se observa, además, gran variedad de insectos y aves (*Figura 10*). La captación de agua se encuentra en las coordenadas 6,462947 -75,296855 1290 msnm, es un represamiento natural poco profundo con abundante sedimento de arena y bastante rocas de pequeño y mediano tamaño, adecuado con una barrera de sacos de costal de arena ubicados perpendicularmente al flujo del agua para disminuir su velocidad y permitir su rebosamiento. Mediante la percepción organolépticas el agua es aparentemente clara, sin mal olor y sabor. De esta quebrada se abastecen actualmente 15 viviendas del sector La Carrilera.

Figura 10. Vegetación y característica del agua de la Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021



a) Vegetación de la zona



b) Bocatoma y Características del agua

Entre las actividades contaminantes presentes aguas arriba de la captación que alteran su calidad, está la presencia de una granja porcícola a pequeña escala y el vertimiento de 12 viviendas, de las cuales no se tiene certeza si cuentan con pozo séptico, el vertimiento se encuentra a 1345 msnm en las coordenadas 6,4645297 - 75,2984650. Se vierte aguas residuales con alto contenido de materia fecal en la superficie del suelo a 12 metros aproximados de distancia de la quebrada, afectando de forma directa su calidad.

Otro factor contaminante, es la canalización de las aguas lluvias que arrastra residuos sólidos directamente hacia la quebrada entre los que se encuentran botellas plásticas, balones y residuos peligrosos como latas de pintura, frascos de veneno para insectos, etc. también, la presencia de un pozo séptico con tratamiento al borde de la quebrada donde el efluente se vierte a un campo de infiltración que se encuentra bajo la vía y zona verde a las orillas de la quebrada. Se observó también presencia de actividad ganadera esporádica en los potreros aledaños a la quebrada. Estas actividades contaminantes se encuentran a 300 metros aguas arriba de la captación (Figura 11).

Figura 11. Actividades contaminantes a 300 metros aguas arriba de la captación del agua de la Quebrada Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Vertimiento: doméstico y de granja porcícola



Contaminación del suelo, presencia de vectores



Pozo Séptico a borde de la quebrada



Arrastre de agua lluvias con presencia de residuos solidos



Arrastre de agua lluvias con presencia de residuos solidos



Estiércol de ganado cerca a la quebrada

En otro punto aguas arriba de la captación, también hay presencia de erosión del suelo, causando deslizamientos de tierra en especial en temporadas de altas lluvias, lo que modifica el color del agua (Figura 12).

Figura 12. Erosión natural del suelo Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa 2021.



Aguas arriba de la captación se encuentran también viviendas tipo fincas de recreación y descanso donde se evidencia una inadecuada disposición de residuos sólidos que terminan en la quebrada, entre los que se encontraron, llantas, plásticos, y residuos ordinarios. Por la densidad de los residuos, se encontró acumulación aguas abajo observándose disminución de la velocidad del flujo del agua y represamiento. Adicionalmente, se desconoce si las fincas vierten sus aguas residuales en la quebrada, sin embargo, algunos habitantes manifestaron vertimientos de aguas residuales provenientes del vaciado o lavado de las piscinas, de caballerizas y otras actividades realizadas en las fincas de recreo. A continuación, se presenta un mapa donde se evidencia la cercanía de estas a la quebrada (Figura 13).

Figura 13. Georreferenciación de fincas cercanas y residuos aguas arriba del punto de captación, Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Área de la parcelación Yarumito ubicada aguas arriba de la quebrada



Presencia de residuos sólidos generados por la parcelación

En las actividades contaminantes aguas abajo del punto de captación está la canalización de aguas lluvia de la autopista, que arrastra una gran cantidad de residuos sólidos y líquidos que terminan depositados en la quebrada, punto crítico ubicado en las coordenadas $6^{\circ}27'43.48''N$, $-75^{\circ}17'48.37''O$. Se observó amenazas potenciales para la pérdida progresiva de la cobertura vegetal, proliferación de vectores, malos olores y deterioro de ecosistemas, a su vez, un serio problema para el represamiento de caudales generando desbordamientos e inundaciones que afectarían a las familias aledañas (Figura 14).

Figura 14. Residuos Sólidos de la doble calzada Barbosa – Puerto Berrio, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



*Residuos ubicados bajo puente de la doble calzada y vegetación aledaña a la quebrada

También se observó asentamiento temporal de habitantes de calle bajo el puente de la autopista, siendo un riesgo de contaminación del agua por materia orgánica producto de aseo personal y necesidades fisiológicas (Figura 15).

Figura 15. Asentamiento de habitantes de calle, Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Adicionalmente se observó el transporte de hidrocarburos de la empresa Transmetano ubicado sobre la quebrada en las coordenadas geográficas 6,462756 –75,296987 a una altura de 1280 msnm. Para el año 2014 la comunidad manifestó derrame de

hidrocarburos que alteró la fuente hídrica y el ecosistema de esta, afectando el suministro de agua por una semana (Figura 16).

Figura 16. Transporte de hidrocarburos empresa Transmetano, Quebrada el Remolino, Barbosa, 2021.



También, se encontró aguas abajo varias viviendas construidas en las laderas de la quebrada y otras que están en proceso de construcción, 2 de las viviendas cuentan con tanques sépticos sin tratamiento, ubicados a las orillas donde el efluente que se filtra en el suelo llega directamente a la quebrada. Otra actividad encontrada es la tala de árboles y cambio de flora nativa por cultivos de plátano, yuca, entre otros (Figura 17).

Figura 17. Tala de árboles y construcción de viviendas, Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



8.3.2 Nacimiento de agua El Algarrobo

La zona del nacimiento tiene un área de 30m² aproximadamente, se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 6.4607012 – 75.2995208 a 1281 msnm. Está cubierto con una pequeña zona de vegetación, con árboles de circunferencia relativamente pequeños. El nacimiento brota de la tierra por lo que tiene un suelo pantanoso y cubierto de vegetación, de allí se forma un humedal pequeño cubierto de pasto y un solo árbol de gran tamaño. Posterior al humedal comienza una zona boscosa no densa, cubierta de pasto, con presencia de biodiversidad de insectos y algunas aves, es una zona poco húmeda. El agua en la captación es cristalina, sin mal olor y sabor. (Figura 18). El nacimiento de agua abastece a un total de 12 viviendas.

Figura 18. Zona del Nacimiento de la quebrada el Algarrobo, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Nacimiento de agua y presencia del humedal



Zona de formación del cauce de agua



Zona del humedal



Característica del agua del nacimiento

Las actividades contaminantes presentes en el lugar del nacimiento del agua son la ganadería a baja escala de vacuno y equino. El tipo de contaminante generado son excretas que están presentes en el humedal y en los alrededores del nacimiento. Esto provoca impactos ambientales negativos alterando los nutrientes del suelo y alterando la calidad del agua del agua (Figura 19).

Figura 19. Desechos orgánicos en el nacimiento el Algarrobo, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Estiércol en el humedal



Estiércol cercano a la quebrada

8.3.3 Quebrada Servidumbre la Fontana.

El afluente se encuentra en una zona con abundante pasto y poca vegetación no densa, con presencia de arbustos, helechos y árboles pequeños. La quebrada se encuentra a 2 metros aproximadamente por debajo del nivel del suelo en su zona media, el agua es clara y se percibe un olor suave a materia orgánica en degradación, hay presencia de rocas y arena en el fondo de la quebrada y se observa un buen caudal. En la parte media-baja de la quebrada la vegetación es más densa con presencia de árboles grandes y pequeños, helechos y plantas medianas, la quebrada en esta parte se encuentra a 10 metros aproximadamente debajo del nivel del suelo (Figura 20). La captación no cuenta con estructura de bocatoma y se ubica en las coordenadas 6,4605066 -75,3011687 a 1312 msnm. De esta quebrada se surten 7 viviendas del nacimiento de agua y 10 viviendas de la parte baja de la quebrada.

Figura 20. Características físicas del área de la Quebrada Servidumbre la Fontana, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Característica de la quebrada y el agua antes de la captación



Características de la quebrada en la parte media- baja

Aguas arriba y en la zona de captación, se observó actividad ganadera ocasional, con mayor presencia de estiércol de bovino en las zonas verdes cercanas a la quebrada contaminando el afluente y la alterando la composición del suelo (Figura 21).

Otra actividad contaminante aguas arriba, es la canalización de aguas lluvia proveniente de la vía principal hacia la vereda el Guayabo y la vía hacia la Parcelación Yarumito, esta arrastra residuos sólidos y sedimentos hacia la quebrada observándose acumulación de residuos y zonas de estancamiento, afectando la quebrada aguas abajo (Figura 22).

Figura 21. Presencia de estiércol bovino fresco y viejo, Quebrada Servidumbre la Fontana, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

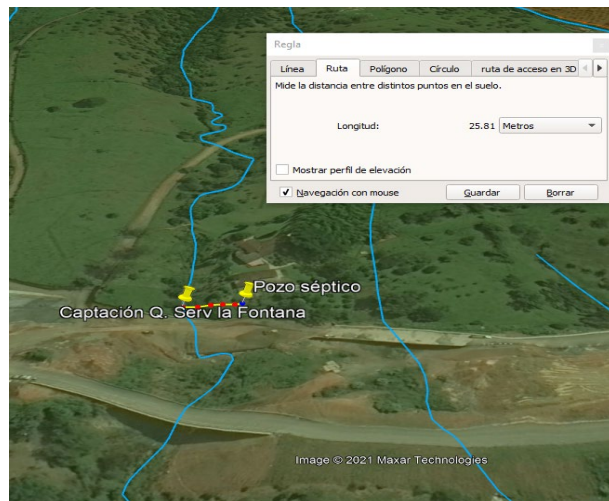


Figura 22. Vías con arrastre de residuos hacia la Quebrada Servidumbre la Fontana, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Por último, se observó cerca al punto de captación, el tratamiento y disposición de las aguas residuales de dos viviendas que pertenecen a un predio privado. Esta actividad cuenta con trampa de grasas y pozo séptico ubicada a 26 metros aproximadamente de la quebrada en un terreno inclinado, en las coordenadas 6,4605220 -75,3009330. El efluente resultante después de un tratamiento primario se infiltra en el suelo cerca a la quebrada y el punto de captación (Figura 23).

Figura 23. Pozo séptico cercano a la Quebrada Servidumbre la Fontana, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



8.3.4 Quebrada Yarumito.

Según las planchas del IGAC esta quebrada nace en la parte baja de la vereda el Guayabo y se le une la quebrada La Chilcalgua que nace en la parte más alta de la vereda el Guayabo, esta unión se ve representada en el caudal que desemboca en la Quebrada Yarumito y que va directo al río Medellín. El ramal observado está localizado en la parte baja de la quebrada y presenta una división ubicada en las coordenadas geográficas 6,4589145 – 75,301974 (Figura 24).

Figura 24. Mapa de la Quebrada Yarumito y el punto de división, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Para diferenciar los ramales que presenta la quebrada Yarumito aguas abajo, se nombró división sur y división norte, las cuáles se describen a continuación:

El punto de división se ubica a 1269 msnm, la división sur es relativamente más angosta con respecto a la división norte, ambas presentan poca vegetación a lo largo del ramal. En la parte alta se evidencian algunos árboles medianos y pequeños, existe presencia moderada de macroinvertebrados, el fondo del afluente se evidencia cubierto con hojas

en proceso de degradación, arena y se observa poco caudal. El agua es clara, sin mal olor y sabor (percepción organoléptica) (Figura 25).

Figura 25. Vegetación y divisiones norte y sur aguas abajo de la Quebrada Yarumito, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Las actividades contaminantes que se observaron fueron las más cercanas a ambas divisiones de la quebrada Yarumito, las cuales son el arrastre de residuos y sedimentos debido a la canalización de aguas lluvia proveniente de la doble calzada (Figura 26) y la ganadería esporádica con la presencia de estiércol. Estas se generan aguas arriba de los puntos de captación, los cuáles afectan el suelo, la vegetación, las características naturales de la fuente y proliferación de vectores.

Se encontró, además, que aguas arriba de la captación de la división norte existe una granja avícola la cuál consta de 8 galpones con un total de 85.000 pollos de engorde. La granja cuenta con tratamiento de agua residuales, disponen de trampa de grasas y pozo séptico, adicionalmente se le realiza tratamiento al efluente y de ahí el agua pasa a través de tubería debidamente enterrada hasta desembocar en el río Medellín. A pesar de que el vertimiento no se realiza directamente en la división norte, se considera esta actividad productiva como un potencial de contaminación, ya que se pueden presentar contingencias (desbordamientos, derrames, inadecuado funcionamiento del pozo séptico), daños u otros inconvenientes que lleguen a afectar el afluente (Figura 27).

Figura 26. Doble calzada Barbosa- Pradera, sobre la Quebrada Yarumito, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Figura 27. Granja avícola y tratamiento de agua residuales, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



8.3.5 Quebrada Sin Nombre.

El nacimiento de agua se ubica a 1295 msnm en las coordenadas geográficas 6,463704880 – 75,29597327. Esta surge en la base de la ladera de la montaña donde se conserva toda la zona boscosa bastante densa, pero de poca extensión, con presencia de abundantes helechos, árboles de tamaño grande y mediano, suelo muy húmedo y variedad de macroinvertebrados y aves. El agua es aparentemente cristalina, no hay presencia de mal olor ni sabor. No hay presencia de rocas en el suelo de la quebrada, suelo es amarillo arcilloso con presencia de vegetación como hojas y ramas en el fondo (Figura 28). De este nacimiento se abastecen 2 viviendas y aguas abajo otras 2 viviendas de la quebrada con tanque de almacenamiento propio.

Figura 28. Vegetación y características nacimiento de la Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.





Las actividades contaminantes encontradas en la parte superior del nacimiento son: Zona residencial con fincas de recreo para un total de 53 fincas (Figura 29) y un vertimiento proveniente de una actividad piscícola , por medio de un tubo de PVC de 10 cm de diámetro que llega enterrado y sale a la superficie a unos 48 metros aproximadamente de distancia vertical del nacimiento de agua. Este vertimiento es proveniente de actividad piscícola (Figura 30).

Figura 29. Punto de vertimiento fincas de recreo de la parcelación Yarumito, Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Figura 30. Vertimiento aguas arriba del nacimiento de la Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



En el punto medio de la quebrada se observa presencia de mucho pasto, en la parte baja la quebrada se infiltra en el suelo formando una zona húmeda y lagunosa (Figura 31), se realizan actividades de agricultura y ganadería, donde se hace uso esporádico de agroquímicos y se observa presencia de estiércol. Además, hay presencia de un pozo séptico a 32 metros aguas debajo de la captación y a 12 metros de la quebrada aproximadamente con posibles problemas de desbordamiento ya que no se le realiza mantenimiento hace varios años. Esto potencialmente puede afectar la calidad del agua en el lugar de la segunda captación (Figura 32).

Figura 31. Características de la parte media y baja de la Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Figura 32. Cultivo de caña de azúcar, potrero utilizado para ganadería y ubicación de pozo séptico, Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



8.4 Componente ambiental. Objetivo 3: Observación directa condiciones de saneamiento ambiental de la comunidad del sector La Carrilera de la vereda Yarumito del municipio de Barbosa.

Para hallar las condiciones de saneamiento ambiental se realizó la visita de campo con fichas de observación y registro fotográfico (Anexo C). La información que se presenta en este apartado fue recolectada por personas de la Junta de Acción Comunal de la vereda Yarumito y habitantes con amplio conocimiento de la zona. En la visita de campo las condiciones climáticas fueron: día semi-nublado y lluvioso, con una temperatura aproximada de 19°C a las 9:00 horas y tuvo una duración total de 6 horas para dos días.

8.4.1 Sistemas de abastecimiento rural por cada fuente de agua.

La comunidad en general se abastece de cinco diferentes fuentes de agua, donde cada una de ellas posee características y procesos del sistema natural que interactúan entre sí como, las asociadas al tipo de bosque, humedad, estructura, geología y perfil del suelo y entre otras como las actividades antropogénicas, donde ambas, les proporcionan a los cuerpos de agua diferentes comportamientos en su escorrentía, calidad y cantidad.

Para el abastecimiento de agua cada vivienda realiza la captación directa en los cuerpos de agua ya sea de manera individual o de forma grupal (Figura 33). A continuación, se describe brevemente la captación que posee cada uno de los cuerpos de agua, las características del sistema y el caudal calculado con el método volumétrico con un recipiente de 5 Litros y tomando el tiempo en 3 momentos. (Resumen en la tabla 6):

Figura 33. Captaciones realizadas en los diferentes cuerpos de agua, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Quebrada El Remolino.

La captación (Figura 34) se realiza a partir de un represamiento que se construye con tierra, piedras y costales rellenos de arena, esto permite elevar el nivel del agua para conducirla por 4 tuberías de una pulgada, provistas de una malla a la entrada del agua, hasta el primer tanque de almacenamiento ubicado en las coordenadas geográficas 6,462756 – 75,296987 a 1295 msnm. Este primer tanque de almacenamiento es cubierto y tiene la manguera de salida hacia el segundo tanque de almacenamiento, la tubería de rebose, la manguera de limpieza y dos tuberías de entrada. El segundo tanque de almacenamiento está ubicado en las coordenadas 6,461206 – 75,296486 a 1262 msnm y dispone también de los elementos mencionados, como, tuberías de entrada, rebose y de

salida. De este tanque, se distribuye el agua por medio de mangueras semienterradas y uniones hasta las viviendas. El cálculo del caudal para esta quebrada fue de 1,58 l/s.

Figura 34. Sistema de captación Quebrada el Remolino, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Captación



Tanque de almacenamiento 1



Tanque de almacenamiento 2



Nacimiento El Algarrobo

La captación (Figura 35) se realiza cercana al nacimiento de la quebrada por medio de una estructura de muro o tabique cerrando la zona para permitir que contenga el agua, con una capacidad de 150 litros (bocatoma) de allí, se conduce por manguera de dos pulgadas hacia los 2 tanques de almacenamiento en concreto ubicados en las coordenadas 6,45885393 – 75,29773012, un tanque es para 2 viviendas y el otro para 3

viviendas, el primer tanque tiene una tubería de entrada y 1 de salida, el segundo, una tubería de entrada y dos de salida, además cuentan con manguera de rebose. El resto de las viviendas (7 viviendas) se abastecen indirectamente a través del sobrante que sale de los tanques, o cuando no hay suficiente sobrante conectan las tuberías de 1 pulgada directamente a la quebrada. La distribución hasta las viviendas se lleva por tubería semienterrada. El caudal calculado para el nacimiento del algarrobo fue de 1,07 l/s.

Se encontró además que un nacimiento llamado el Cedro alimenta también los tanques de almacenamiento de las 5 viviendas, este ubicado entre la Quebrada el Remolino y el Nacimiento el Algarrobo, que desemboca en este último cerca a los tanques de almacenamiento.

Figura 35. Captación y almacenamiento Nacimiento el Algarrobo, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Tanque de almacenamiento 1 y captación del sobrante



Tanque de almacenamiento 2

Quebrada Servidumbre La Fontana

La captación (Figura 36) se realiza en un punto intermedio de la quebrada, no posee estructura física, solo está adecuado el medio natural con piedras o rocas para represar el agua y conectar desde allí una manguera de 3 pulgadas, dispuesta con una malla evitando la entrada de sólidos.

Con esta manguera se conduce el agua hasta la parte baja de la quebrada donde realiza conexión por medio de accesorios y se desprenden 5 uniones: 2 conexiones con manguera de 1 pulgada y 3 con mangueras de 2 pulgadas, de estas uniones 4 son para distribuir el agua directamente a 7 viviendas mediante mangueras semienterradas de 1" y una de las uniones de 2 pulgadas distribuye el agua hasta un tanque de almacenamiento en concreto de 1000 litros para 3 viviendas ubicado a 1257 msnm en las coordenadas 6.4579341 -75.2993196 , el cual cuenta con manguera de entrada de 2 pulgadas y manguera de salida de 3 pulgadas, luego se desprenden uniones con mangueras de 1 pulgada a las 3 viviendas. El caudal calculado para esta quebrada fue de 2.66 l/s.

De esta quebrada también se abastecen 7 viviendas desde el nacimiento, agua que es captada por la Granja avícola de pollos de engorde y les distribuye $\frac{3}{4}$ de pulgada del caudal captado por la concesión sin tratamiento, aproximadamente 1.4 l/s. De estas 7 viviendas 2 se surten, además, del sistema de abastecimiento de la quebrada Yarumito Sur.

Figura 36. Sistema de abastecimiento Quebrada Servidumbre la Fontana, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Zona de Captación



Punto de unión de mangueras



Tanque de almacenamiento para 3 viviendas



Mangueras utilizadas para la distribución



Punto de división para 2 viviendas

Quebrada Yarumito (Ramal Norte y Sur)

La captación de la división sur (Figura 37 a) se ubica aguas abajo a 1266 msnm, en las coordenadas 6,4584758 – 75,302067. La captación se hace con estructura física sobre la zanja por donde pasa el agua, no posee bocatoma sino una cámara colectora destapada en adobe macizo, que almacena el agua de la quebrada de una capacidad aproximadamente de 200 Litros; este sistema permite que el rebose se devuelva a la misma quebrada. De esta cámara es conducida por tuberías semienterradas de 1 pulgada a las viviendas. De esta captación se abastecen 3 viviendas del sector la carrilera.

Para la división norte, (Figura 37 b) el punto de abastecimiento se realiza directamente en la desembocadura a 1239 msnm, en las coordenadas geográficas 6,4581286 – 75,302860. Se realiza a través de mangueras de una pulgada donde se aprovecha la fuerza de gravedad del agua ya que dicha altura permite la distribución a las viviendas cercanas. De esta división se abastecen actualmente, 3 viviendas del sector.

El caudal no se pudo tomar ya que el día que se realizó la visita de campo no había corriente de agua en los ramales.

Figura 37. Punto de captación de ambas divisiones aguas abajo de la Quebrada Yarumito, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



a) Punto de captación división sur



b) Punto de captación división norte

Quebrada Sin Nombre

La captación se hace se hace en dos puntos, en el nacimiento (afloramiento del agua), (*Figura 38 a*) y en un punto medio de la quebrada (*Figura 38 c*) . En el afloramiento del agua ubicado a 1295 msnm en las coordenadas 6,4637048 -75,2959732 se observa una zona de excavación poco profunda que permite elevar el nivel del agua, esta zona está cubierta por un panel metálico para evitar caída de material vegetal dentro del afloramiento de agua. De allí se conduce el agua por medio de manguera a un balde pequeño de plástico de 20 litros cubierto con una malla, esto siendo la técnica de captación. Esta captación tiene una salida que conduce a un tanque de almacenamiento (*Figura 38 b*) con capacidad de 1000 litros que dispone de mangueras de rebose, de salida y de limpieza. La manguera de salida de 2 pulgadas llega a un segundo tanque de almacenamiento de 1000 L de capacidad y de material de fibra de vidrio. Este tanque tiene dos mangueras de salida de 1, 1/2 y 2 pulgadas hacia dos viviendas que abastece.

La captación en el punto medio de la quebrada está ubicada a 1242 msnm. La captación en este punto se realiza con manguera directamente en el afluente 20 metros arriba del tanque de almacenamiento ubicado en las coordenadas 6,4628007 -75,2949335, el tanque es de fibra de vidrio con capacidad de 1000 litros y surte de agua a 2 viviendas. Cuenta con 1 manguera de entrada y 1 de salida de 2 pulgadas, no tiene tapa y no tiene manguera de limpieza. El caudal calculado para esta quebrada fue de 1,01 l/s.

Figura 38. Captación y tanques de almacenamiento Quebrada Sin Nombre, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



a. Captación del agua en nacimiento



b. Tanque de almacenamiento 1 (Captación nacimiento)



c. Tanque de almacenamiento 2 (Captación parte media)

A continuación en la tabla 6 se presenta un resumen de los sistemas de abastecimiento de las 5 fuentes hídricas:

Tabla 6. Características del sistema de abastecimiento rural de agua para consumo, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA RURAL						
Nombre de la quebrada	Caudal	Captación	Conducción	Almacenamiento o Cámara de carga	Distribución	Funcionamiento
Q. Remolino	1,58 l/s	Represamiento del agua sobre la quebrada con costales de arena y piedras	4 mangueras de poliuretano entre captación y almacenamiento de 1" y 2" cubiertas con malla. 3 mangueras al Tanque de almacenamiento. 1 manguera de 2" que va directo a una vivienda.	2 tanques de almacenamiento. Tanque 1: Tanque superficial de fibra de vidrio con tapa, 1000 L de capacidad. 2 mangueras de entrada. 2 mangueras de salida. 1 manguera de rebose. Mangueras de 1,1/2" Tanque 2: Tanque enterrado de plástico con tapa, 1000 L de capacidad. 2 mangueras de entrada 1 manguera de salida 1 manguera de Rebose. Mangueras de 1,1/2"	A través de manguera de salida del tanque de almacenamiento #2. Esta posee tres uniones, una unión es para 3 viviendas, la segunda para 5 viviendas y otra para 6.	Por gravedad
Nacimiento el Algarrobo	1,07 l/s	Estructura en concreto con capacidad de 150	1 manguera de poliuretano de 2" hacia tanque de almacenamiento # 1	Almacenamiento #1: en concreto, superficial Capacidad de 1000 L	Se distribuye a las viviendas por mangueras de 2"	Por gravedad

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA RURAL

Nombre de la quebrada	Caudal	Captación	Conducción	Almacenamiento o Cámara de carga	Distribución	Funcionamiento
		Litros aproximadamente		<p>1 manguera de entrada. 1 tubería de rebose y de limpieza 2 mangueras de salida: para tanque de almacenamiento #2 y 2 viviendas. Mangueras de 2".</p> <hr/> <p>Almacenamiento # 2 en concreto, superficial, capacidad de 1000 L Con una manguera de entrada. 1 manguera de salida 1 tubería de rebose y limpieza. Mangueras de 2" 4 viviendas</p> <p>Almacenamiento indirecto: Canecas de plástico que captan de la tubería de rebose. Disponen de 2 mangueras de salida de 1"</p>	<p>desde los tanques de almacenamiento de concreto y a través de uniones del primer tanque hacia 3 viviendas y el otro tanque para 2 viviendas. Mangueras de 1" de las canecas de plástico conectadas con uniones hacia las viviendas restantes.</p>	

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA RURAL

Nombre de la quebrada	Caudal	Captación	Conducción	Almacenamiento o Cámara de carga	Distribución	Funcionamiento
Q La Fontana	2,66 l/s	Adecuada al medio natural con piedras o rocas para represar el agua	_1 manguera de 3" semienterrada desde la captación hasta el punto medio de quebrada la cual cuentan con malla en la punta. En el punto medio de la quebrada se desprenden las uniones para las viviendas y 1 tanque de almacenamiento.	Tanque de concreto, con capacidad de 1000 L para 3 viviendas. Cuenta con manguera de entrada de 2", manguera de salida de 3", manguera de rebose de 1/2" y manguera de limpieza.	Se desprenden 5 uniones de la manguera principal de 3". 2 uniones con manguera de 1" y 3 uniones con manguera de 2" de las cuáles 1 va hacia el tanque de almacenamiento para 3 viviendas del cuál se hacen uniones a mangueras de 1". Las 4 uniones restantes distribuyen el agua a 7 viviendas con uniones a mangueras de 1" para cada vivienda.	Por gravedad
Q. Yarumito ramal norte	Menor a 1 l/s según características de la fuente.	No hay estructura de captación, es directamente sobre la desembocadura con mangueras de 1"	Mangueras de 1" desde la desembocadura hasta las viviendas	No posee almacenamiento de agua	3 mangueras de 1" para distribuir el agua para tres viviendas	Por gravedad

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA RURAL

Nombre de la quebrada	Caudal	Captación	Conducción	Almacenamiento o Cámara de carga	Distribución	Funcionamiento
Q. Yarumito ramal sur.	Menor a 1 l/s según características de la fuente.	Cámara colectora destapada sobre la quebrada en adobe macizo de 200 litros aproximadamente	Se utiliza un canal o zanja abierto en concreto que lleva el agua por gravedad para el llenado del tanque colector	Cámara colectora que funciona como el almacenamiento. Dispone de tubo de rebose, 3 mangueras de salida de 1" y una abertura de entrada para el agua	Por medio de tres mangueras de 1" de la cámara colectora hasta las viviendas	Por gravedad
Q. Sin Nombre - Nacimiento	1,01 l/s	Hay pozo natural con una excavación poco profunda que permite el rebosamiento del agua. Cubierto con panel metálico. Tubería conectada del afloramiento hasta captación rudimentaria: Caneca de 20L aproximadamente cubierta con malla	Dos tuberías de 1" conectadas desde la captación hasta el primer tanque de almacenamiento. Un tubo de salida con unión de dos mangueras de 1" hacia segundo tanque de almacenamiento	Dos tanques de almacenamiento de 1000L de capacidad. Primer tanque de plástico y el segundo de fibra de vidrio ambos con tapa y el segundo cubierto con malla adicional Primer tanque: Dos Mangueras de entrada de 2" , una manguera de rebose, limpieza y de salida con unión hacia segundo tanque y una vivienda. De 2 " Segundo tanque: Una manguera de entrada de 2".	El agua se distribuye por dos mangueras de 2" y 1,1/2" hacia dos viviendas desde el segundo tanque de almacenamiento	Por gravedad

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA RURAL

Nombre de la quebrada	Caudal	Captación	Conducción	Almacenamiento o Cámara de carga	Distribución	Funcionamiento
				Una manguera de rebose, y dos de salida de 1,1/2" y 2"		
Q. Sin Nombre, Punto medio		Adecuada al medio natural con piedras o rocas para represar el agua	1 manguera de 2" hacia el tanque de almacenamiento ubicado 20 metros debajo de la captación	Tanque en fibra de vidrio con capacidad de 1000 L sin tapa. Manguera de entrada y de salida de 2". No cuenta con manguera de limpieza ni rebose.	Se distribuye el agua desde el tanque de almacenamiento hasta 2 viviendas con manguera de 2" y uniones para cada vivienda.	Por gravedad

8.4.2 Manejo de agua residuales en el sector la carrilera

Las actividades generadoras de aguas residuales detectadas en el sector de La Carrilera son:

- Los vertimientos domésticos generadas por el universo de las viviendas del sector con un total de 53 viviendas y 1 industria para un total de 54 infraestructuras físicas
- Actividades de producción y comercialización de flores
- Actividades de agricultura para abastecimiento propio donde algunas viviendas hacen uso de agroquímicos
- Producción y comercialización de café a pequeña escala
- Producción y comercialización a pequeña escala de caña de azúcar.
- Porcicultura a pequeña escala.
- Producción y comercialización de huevos, escala de producción 750 gallinas.
- Producción y comercialización de pollos de engorde de mediana y pequeña empresa.
- Producción y comercialización de productos lácteos a pequeña escala.
- Actividades de recreación pública.
- Granja avícola aledaña al sector con una escala de producción de 85.000 aves de engorde distribuidas en 8 galpones. Actividad generada por la única industria del sector.

La composición de las aguas residuales tiende a variar de acuerdo con las actividades encontradas en el sector. La mayor parte de estas son domésticas con alto contenido de materia orgánica provenientes tanto de los hogares como de actividades de crianza de animales (tabla 7).

Tabla 7. *Proporción de aguas residuales con relación a las actividades identificadas, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.*

TIPO DE VERTIMIENTO	TIPO ACTIVIDAD	N ° INFRAESTRUCTURAS	%
Vertimientos industriales	Granja Avícola	1	1,85%
	Crianza de cerdos		
	Producción de huevos	1	1,85%
TOTAL		2	3,70%
Vertimientos domésticos	Disposición de aguas sanitarias, higiene y limpieza	42	77,78%
TOTAL		42	77,78%
Vertimientos domésticos e industriales	Producción de flores	1	1,85%
	Pollos de engorde	1	1,85%
	Fabricación de productos lácteos	1	1,85%
	Producción de caña de azúcar	1	1,85%
	Producción de café	1	1,85%
	Cultivo de hortalizas	5	9,26%
TOTAL		10	18,52%
TOTAL GENERAL		54	100%

Del 100% (n= 54) de las infraestructuras físicas que generan aguas residuales domésticas el 18,52 % (n=10) de ellas generan además aguas residuales procedentes de actividades industriales ocasionales en las que puede haber presencia de agroquímicos, el 3,7 % cuenta con mayor presencia de materia orgánica debido a actividades de cría de animales y el 77,78% solo genera aguas residuales domésticas. Estos porcentajes no significa el grado de contaminación sino la proporción con respecto al agua residual generada por las viviendas con vertimientos domésticos y las viviendas con vertimientos domésticos e industriales.

Para el manejo de las aguas residuales (vertimientos) se realizan conexiones y sistemas de tratamiento individuales o se realizan estructuras donde cooperan varias viviendas para la recolección en un punto común y de allí al destino final (ver tabla 8).

Entre las estructuras y sistemas encontrados para dar manejo a las aguas residuales son:

- La mayoría de las viviendas tienen tuberías conectadas desde el punto de generación hasta una fuente de agua cercana ya sea el río o la desembocadura de la quebrada, 19 viviendas realizan vertimientos al río Medellín y 16 a las desembocaduras de las quebradas distribuidas de la siguiente manera:
 - Desembocadura Quebrada El Algarrobo: 4 viviendas
 - Desembocadura Quebrada Servidumbre la Fontana: 2 viviendas
 - Desembocadura Quebrada Yarumito: 1 vivienda grande dividida para varias familias.
 - Desembocadura Quebrada El Remolino: 9 Viviendas, llegan a un box culvert construido sobre la quebrada.
- Sistemas de pozo sépticos de concreto dividido en compartimientos para el tratamiento de agua residuales pertenecientes a la Granja Yarumito y a una vivienda. Un tanque circular de plástico para la recolección de las aguas negras de 2 viviendas y no posee tratamiento
- La caja colectora de agua residual, para canalizar los vertimientos de varias viviendas a un solo punto y de allí verterse al río. Se encontraron un total de 2 estructuras de este tipo, una para 3 viviendas y otra para 2 viviendas.
- Vertimiento al suelo realizado por 7 viviendas

Tabla 8. Estructuras y sistemas para el manejo y tratamiento del agua residual, sector de La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

Estructuras y sistemas	Tratamiento	N° Infraestructuras	Proporción
Tuberías punto de generación a fuente de agua	No	27	50%
Tuberías a Box Culvert	No	9	16,66%
Tuberías a caja colectora	No	5	9,26%
Sistema séptico*	Si	2	3,70%
Tanque Séptico**	No	4	7,41%
Tubería al suelo (infiltración)	No	5	9,26%
Tanque con efluente hacia el suelo***	No	2	3,70%
TOTAL		54	100%

Nota. * Sistema de tratamiento individual con compartimientos

** Tanque colector de agua residual

*** Tanque colector de agua residual con efluente al suelo

Del manejo de las aguas residuales solo el 3,70% realiza tratamiento al agua residual antes de su destino final al Río Medellín .

Se entiende que las zonas con mayor contaminación por vertimientos son las desembocaduras de las quebradas hacia el Río Medellín representando el 75,92 % del total de vertimientos (n=54). Sin embargo, no se presenta fuertes olores características de estas aguas a diferencia de aquellas que son vertidas al suelo. No se evidencia deterioro de la vegetación o presencia de roedores y vectores en gran cantidad en estas zonas de la desembocadura de la quebrada.

Por otra parte, el 20,74 % de los vertimientos sin tratamiento se vierten al suelo o se infiltra al él por mal mantenimiento de los tanques sépticos. Se observó inundación en

terreno aledaño y desbordamiento de los tanques sépticos que han llegado al límite de su capacidad de almacenaje, perdiendo así su funcionalidad y afectando a la comunidad, en especial a la población joven por el deterioro de las zonas verdes destinadas para recreación y deporte. Esto genera proliferación de vectores como moscas y ratas en dichas zonas, con alta amenaza para producir enfermedades y, la presencia de malos olores intensificadas en temporada de intenso calor que puede encaminar a problemas de salud.

8.4.3 Manejo de residuos sólidos

Las características de los residuos sólidos observados son los siguientes (tabla 9):

- Residuos domésticos: Generados en la totalidad de las viviendas del sector, de los cuales se identificaron residuos no peligrosos y peligrosos. Entre los residuos no peligrosos se encuentran: Empaques y plásticos provenientes de alimentos, material orgánico de restos de alimentos, poda de jardines, residuos de la limpieza del hogar. Se identificaron también residuos domésticos peligrosos como los biosanitarios que son los provenientes del uso del sanitario los cuáles están contaminados con fluidos corporales.
- Residuos provenientes de actividad industrial del sector: Producción de flores y follaje, caña de azúcar y café, generado residuos vegetales, plásticos provenientes de agroquímicos, cartón. Producción de pollos de engorde, huevos, crianza porcina y producción de bienes lácteos, generando residuos de estiércol de ganado vacuno, excretas porcinas y gallinaza mezclada con aserrín, costales y empaques
- Residuos de construcción o escombros acumulados en un terreno abierto, entre su composición se evidencia restos de hormigón, ladrillo, arena, cerámica, madera y metales.
- Llantas usadas que se usan para amortiguar la erosión del suelo causada por el Rio Medellín

Tabla 9. Características de los residuos sólidos identificados, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

Características de los residuos sólidos				
Clasificación	Fuente	Características	N°	Proporción
Residuo domestico*	Domicilios particulares	Sanitarios, limpieza y aseo, zonas verdes, empaques de alimentos, restos orgánicos.	44	81,48 %
Residuos Industriales	Residuos producidos por actividad	Restos de flores y follaje	1	1,85 %
		Gallinaza, aserrín y resto de huevos	4	7,41 %
		Excretas de cerdos, vacas	2	3,70 %
Varios	Abandono	Restos de hormigón, arena, ladrillos, cerámica, madera y metales	2	3,70 %
		Llantas usadas de automóviles	1	1,85 %
TOTAL			54	100%

Nota:* varias viviendas poseen más de una fuente de generación de residuos

Para el manejo de los residuos sólidos los hogares pueden realizar más de un tratamiento o disposición de los residuos, entre los que se encontraron los siguientes (tabla 10):

- Aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes de la cría de aves (gallinas, pollos)
- Aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes de alimentos como abono
- Reutilización de residuos como cartón y plásticos
- Reciclaje de papel, cartón, plástico y latas
- Sacan la basura al carro recolector
- Arrojan al rio los residuos no aprovechables
- Incineración de residuos
- Se dispone en otro lugar fuera de la vereda
- Se entierran
- La arrojan a zona verde

Tabla 10. Manejo de los residuos sólidos generados, sector La Carrilera (n=53), Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

Manejo de los residuos sólidos del sector La Carrilera		
Actividad	N° de viviendas	Proporción
Aprovechamiento de gallinaza	4	7,55 %
Aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes de alimentos	24	45,28 %
Reutilización de plástico y cartón.	9	16,98 %
Reciclaje de plástico, cartón, metal,	17	32,07 %
Disponen en carro recolector	16	30,19 %
Depositán residuos no aprovechables al río	12	22,64 %
Incineración de los residuos	25	47,17 %
Se dispone fuera la vereda	1	1,89 %
Se entierran los residuos	1	1,89 %
Se depositan los residuos a cielo abierto	1	1,89 %

Nota. Cada vivienda puede realizar más de un manejo y tratamiento a los residuos generados en su vivienda. El porcentaje representa la cantidad de viviendas que realizan dicha actividad respecto al total de viviendas.

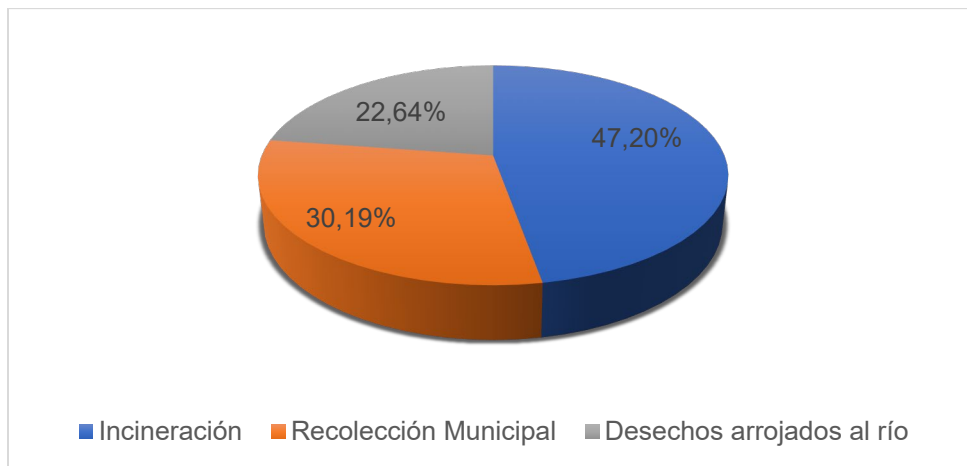
Se observó que las viviendas no están uniformemente distribuidas con respecto a las vías principales por lo que algunas se encuentran más distanciadas de los puntos de recolección y las condiciones del terreno no propician su desplazamiento. En la siguiente imagen se muestra la ubicación de las viviendas respecto a los puntos de recolección de los residuos.

Figura 39. Ubicación de las viviendas respecto a los puntos de recolección de basuras, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Las tres principales formas de manejo de los residuos sólidos son: la incineración, carros recolectores y arrojados en el río (Figura 40).

Figura 40. Tres principales formas de manejo de los residuos, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



8.4.4 Componente comunitario. Objetivo 3: Encuesta condiciones de saneamiento ambiental y calidad percibida de los afluentes de la comunidad del Sector La Carrilera de la Vereda Yarumito del municipio de Barbosa.

Resultados prueba piloto.

La prueba piloto para la encuesta de condiciones de saneamiento ambiental y morbilidad sentida se aplicó aleatoriamente a 10 viviendas del sector de la carrilera para verificar la coherencia y validez de cada una de las preguntas. El instrumento constó de 66 preguntas semiabiertas el cuál se aplicó a la población por parte de los delegados de la Junta de Acción Comunal a través de Google Forms. A medida que se fueron encontrando errores en el formulario o que las preguntas no eran comprendidas por los participantes, se tomaba anotación para su corrección posterior.

Como resultado de la prueba piloto se modificó preguntas semiabiertas a preguntas cerradas; el orden y estructura del formulario, se vio la necesidad de agregar preguntas y separar otras para mayor comprensión y facilidad a la hora de aplicar la encuesta. El instrumento final quedó con 63 preguntas de condiciones de saneamiento ambiental y 11 de morbilidad sentida, para un total de 74 preguntas. Se logró modificar la encuesta para evitar que los encuestados brindaran información errónea y disminuir así cualquier información lejana a la realidad. Se midió el tiempo tomado para la realización de la encuesta, con un promedio de 32 minutos por vivienda.

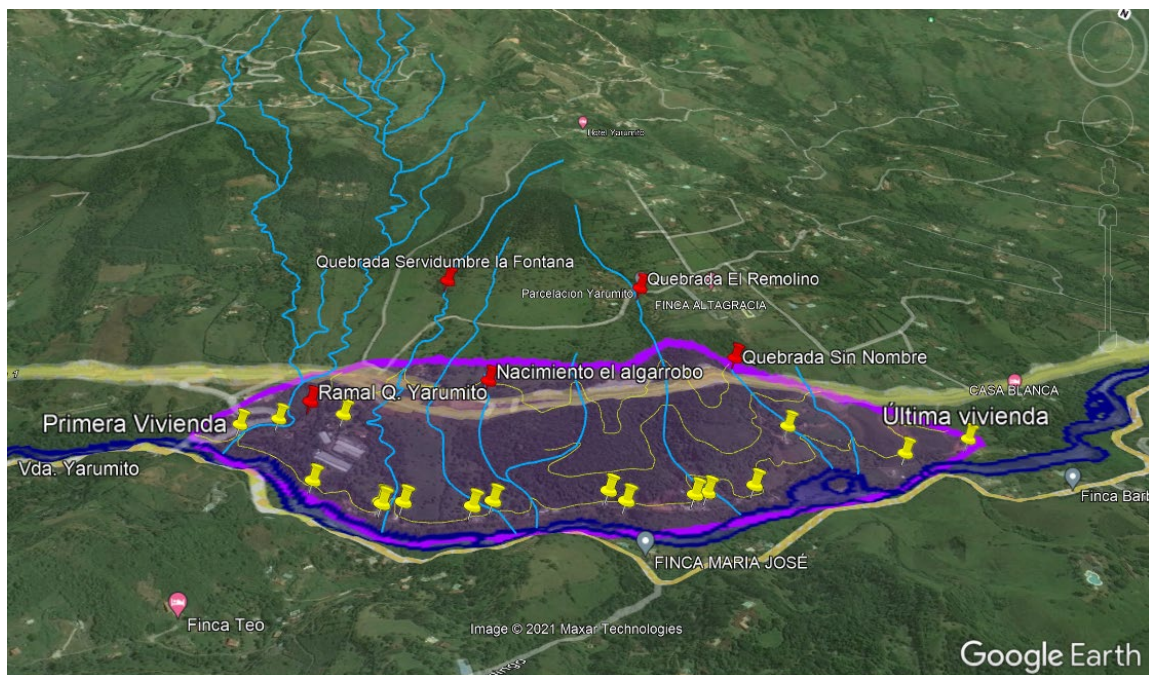
Se seleccionaron las 53 viviendas participantes teniendo en cuenta el cumplimiento de los criterios de inclusión. También se tuvo en cuenta la accesibilidad al sitio y disponibilidad de los encargados de la JAC.

8.4.4.1 Realización de la encuesta

Se presentaron algunos inconvenientes durante la ejecución de las encuestas, estas se debieron a la presencia de contagios por covid-19 en la comunidad. También, los fuertes episodios de lluvia ya que las encuestas se realizaron fuera de la vivienda siguiendo los protocolos de bioseguridad. Otra dificultad presentada, fue la ausencia de los adultos en los hogares que a pesar de estar informados en muchas ocasiones no estaban.

De las 53 viviendas se realizaron 39 encuestas, un 73,58 % del total de viviendas del sector. Del 26,42 % restante un 1,88 % no aceptó la participación en la investigación (1 vivienda), un 9,43% (5 viviendas) no cumplían con los criterios de inclusión y el 15,09 % (8 viviendas) no estaban presentes los días de la encuesta. En esas viviendas habitaban un total de 110 personas para un promedio de 2,8 (valor mínimo: 1; valor máximo: 7) personas por vivienda. En la figura 41 se muestra un mapa donde se observa la ubicación general de las viviendas.

Figura 41. Ubicación de las viviendas del sector la carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Se encuestaron 25 mujeres y 14 hombres, donde el 41,02% representó el mayor rango de edad entre los 45 a los 59 años. La mayoría se encuentra dentro de la población económicamente activa (tabla 11):

Tabla 11. Rangos de edad según sexo, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

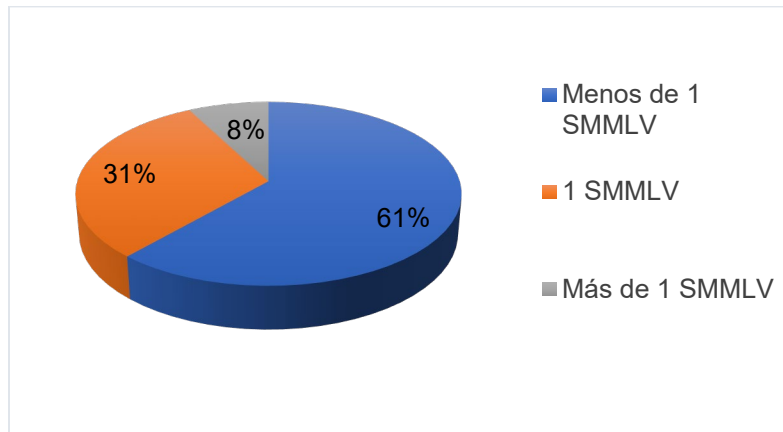
Rangos de edad según sexo	Número	Porcentaje
Hombre	14	35,90%
25 - 44 Años	2	5,13%
45 - 59 Años	5	12,82%
Mayor a 60 Años	7	17,95%
Mujer	25	64,10%
18 - 24 Años	1	2,56%
25 - 44 Años	10	25,64%
45 - 59 Años	11	28,21%
Mayor a 60 Años	3	7,69%
Total general	39	100,00%

Para el nivel de escolaridad de los participantes, se obtuvo que el 5,13% no tiene ninguna escolaridad el 89,75 % tiene educación básica donde el 41,03% no culminó sus estudios, el 5,13% tienen educación superior.

En cuanto a la ocupación, el 64,10% de mujeres que fueron encuestadas el 51,28% de ellas son amas de casa, el 10,26% trabajan como independientes y el 2,56% se encuentran desempleadas. Respecto al 35,90% de hombres, el 15,38% trabaja como independientes, el 12,82% tiene un trabajo no formal y sólo el 7,69% son empleados.

Para los ingresos económicos, los resultados obtenidos revelaron que más de la mitad de las viviendas encuestadas tienen ingresos inferiores al salario mínimo legal vigente (Figura 42).

Figura 42. Ingresos mensuales de los habitantes del sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



También se destacó el tiempo vivido en el sector y los resultados encontrados fueron que, el 53, 85% de los encuestados lleva más de 15 años en el lugar, el 28,21% lleva de 1 a 5 años y el 17,95% de 5 a 15 años.

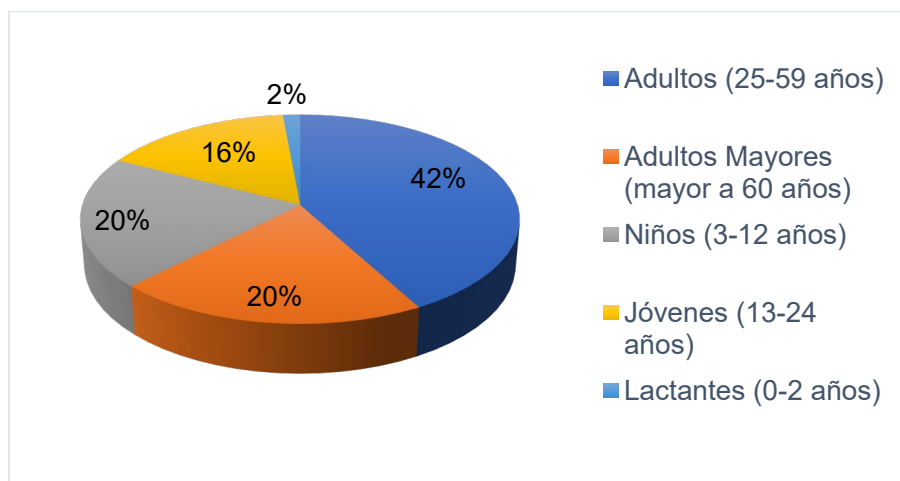
Dentro del sector se encontró poblaciones pertenecientes a grupos vulnerables. La población desplazada representó un 25,64% de los encuestados, la población étnica y en situación de discapacidad el 2,56% cada uno. El resto de la población dice no pertenecer a ningún grupo vulnerable.

También se resalta la vulnerabilidad de las personas según al grupo de edad perteneciente. La clasificación realizada por las investigadoras para mayor comprensión y organización de los resultados de la investigación para los grupos de edad fue la siguiente:

- ✓ Lactantes (0- 2 años)
- ✓ Niños (3- 12 años)
- ✓ Jóvenes (13- 24 años)
- ✓ Adultos (25- 59 años)
- ✓ Adultos mayores (mayor a 60 años)

Como parte de la encuesta se indagó por la estructura poblacional de los hogares en relación con la clasificación anterior, en su mayoría las viviendas encuestadas estaban conformadas por adultos, con o sin niños y adultos mayores (Figura 43). Respecto a la cantidad y tipo de población que habita las viviendas encuestadas, se encontró que el 35,90% de la población vive sola en la vivienda y pertenecen al grupo de adultos y adultos mayores. A estos, le siguen las viviendas en las que habitan 3, 4 y 2 personas respectivamente, y una pequeña proporción de viviendas (17,95%) en las que habitan entre 5 a 7 personas.

Figura 43. Tipo de población que habita en las viviendas encuestadas (n= 69), sector La Carrilera, la vereda Yarumito, Barbosa, 2021



Del total de encuestados (n=39) el 28,2% se abastece de la Quebrada la Fontana, 25,6% de la Quebrada el Remolino, otro 25,6% del Nacimiento el Algarrobo, el 7,7% de la Quebrada Sin Nombre, un 7,7% del Ramal Norte de la Quebrada Yarumito, el 2,5% del Ramal Sur de la Quebrada Yarumito y el 2,5% restante representa a una vivienda que se surte de un Acueducto Veredal.

8.4.4.2 Abastecimiento y calidad del agua

La principal fuente de abastecimiento de las viviendas encuestadas (n=39) son las quebradas o nacimientos de agua, solo una se abastece de acueducto rural. La mayoría de la población desconoce el nombre de la quebrada, pero conocen su ubicación.

Para las temporadas de invierno y verano el 87% (n=39) utiliza la misma fuente de agua, pero, la mitad de estos utilizan otras alternativas (Figura 44) obteniéndose un total de (n=22) que usan fuentes alternativas para el abastecimiento de agua potable en las que se destacó la compra con el 59%, el porcentaje restante se distribuye en recoger de agua lluvias, pedir al vecino o tomar del acueducto rural (Figura 45) . De los que compran agua potable el 47,06 % gasta \$10.000 pesos o menos al mes y el 35,29% de \$11.000 a \$20.000.

Figura 44. Abastecimiento en temporadas de lluvia y verano, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

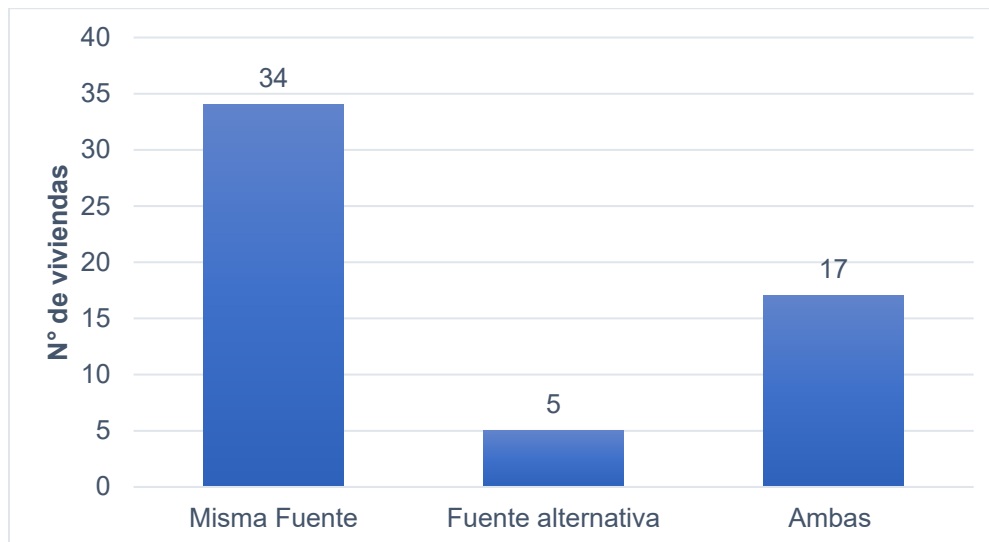
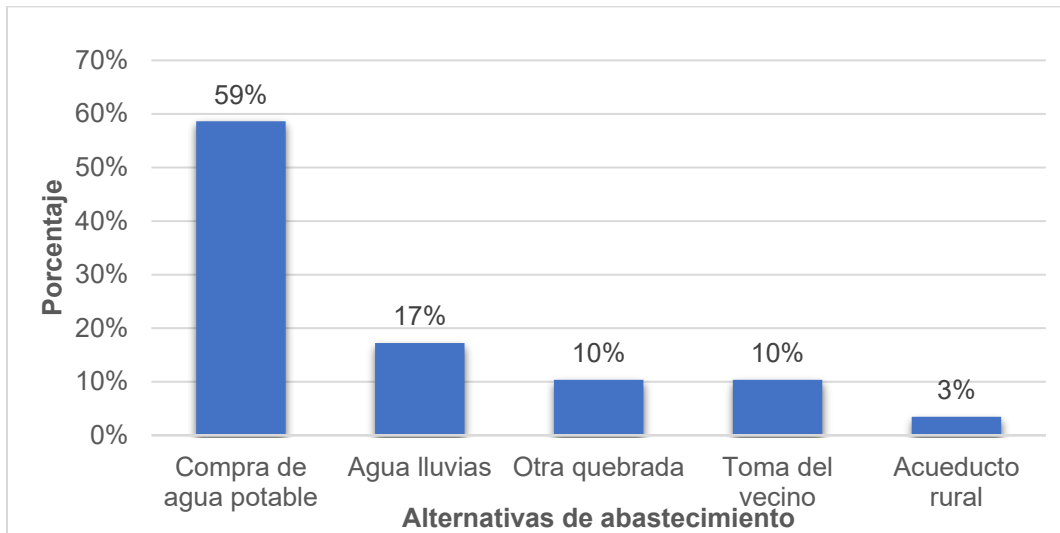
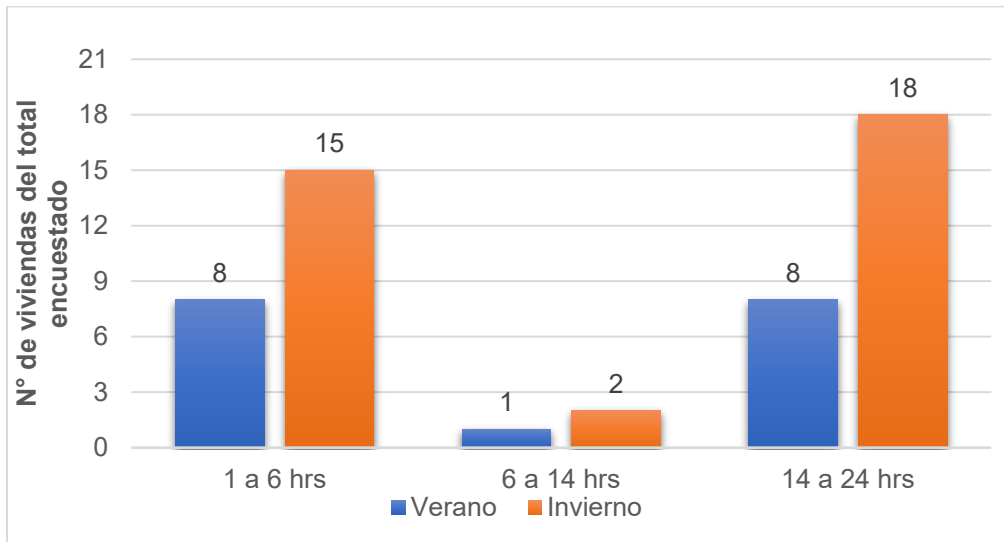


Figura 45. Alternativas para el abastecimiento de agua (n=22) , sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



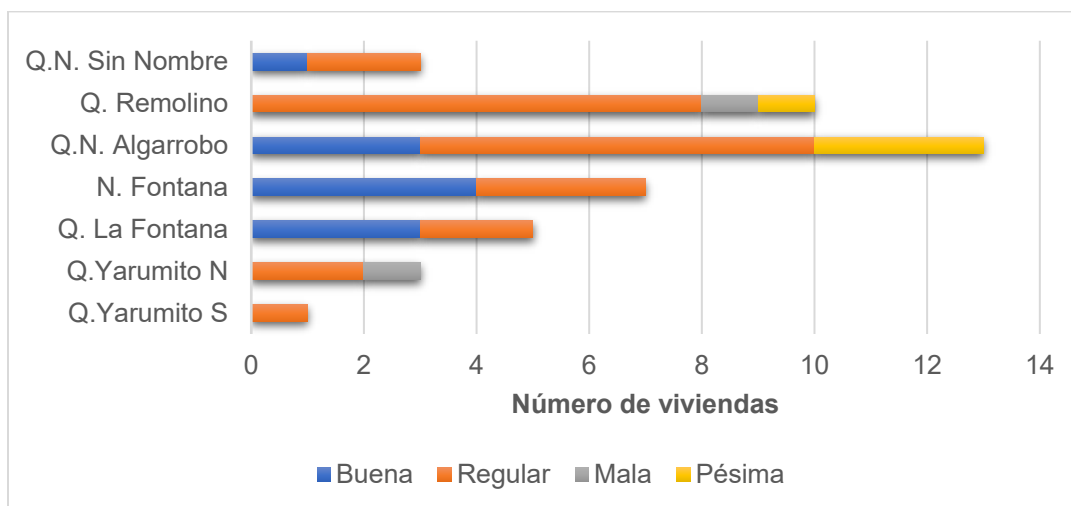
De los encuestados, 22 manifestaron no quedarse sin agua en temporada de verano y 4 en temporada de invierno. El restante de la población manifiesta que se queda sin agua o no puede usarla varias horas al día hasta un día completo (Figura 46). El 90% de los encuestados manifiestan tener agua suficiente para los quehaceres diarios, el restante menciona que no es suficiente y de estos, solo el 7,7% almacena agua en la vivienda. El problema de escasez se debe primordialmente, a la conexión de varias viviendas a una misma fuente de agua, que se agrava en verano por disminución del caudal y en el invierno por el aumento de sedimentos afectando al 95 % de la población.

Figura 46. Horas sin disponibilidad al agua en temporadas de invierno (n=35) y verano (n=17), sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



El agua es destinada en su mayoría para consumo humano y en baja proporción para usos agrícolas, cría de animales y el riego de las zonas verdes como jardines en los alrededores de las viviendas. Para conocer la calidad del agua que consume los habitantes del sector se les pregunto por su percepción general del agua que destinan al consumo humano, se obtuvo que del total de encuestados el 2,5 % manifiesta una calidad excelente (acueducto rural), el 28 % una calidad buena, el 5 % de mala calidad, el 62 % un agua de calidad regular y el 2,5 % como pésima. Y se distribuye por quebrada de la siguiente manera (Figura 47).

Figura 47. Percepción de la calidad del agua por quebrada (n=39), sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

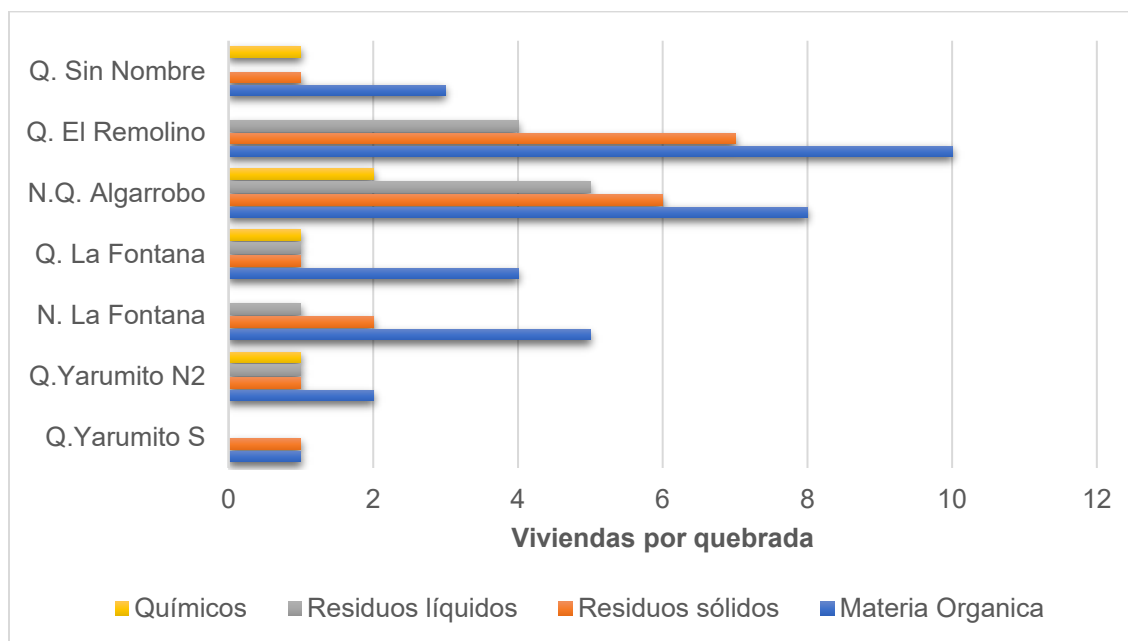


Nota. *Q= Quebrada. *N= Nacimiento. *Q.N.= Toman de Nacimiento y quebrada

Para la comunidad, según la encuesta, esta calidad puede ser afectada por diversas actividades económicas, entre las que sobresale, la porcicultura, ganadería y los sistemas para vertimientos domésticos con el 28 % cada una. El 16% restante por actividades de minería, construcción, avicultura y tala de árboles.

De acuerdo con las actividades económicas, la comunidad destaca, según la encuesta, que el mayor contaminante presente en las fuentes de agua es la materia orgánica provenientes de materia fecal animal y humana con un 85% y vegetación y animales en descomposición con el 51 %. La presencia de residuos sólidos ocupa el segundo lugar con el 43%, los residuos líquidos como los lixiviados, grasas y aceites con el 35 % y por último, la presencia de químicos provenientes del uso de agroquímicos y sustancia desinfectantes para el lavado de galpones con el 15 %. En la siguiente gráfica se muestra la respuesta dada por quebrada y la posible presencia de estos contaminantes (Figura 48).

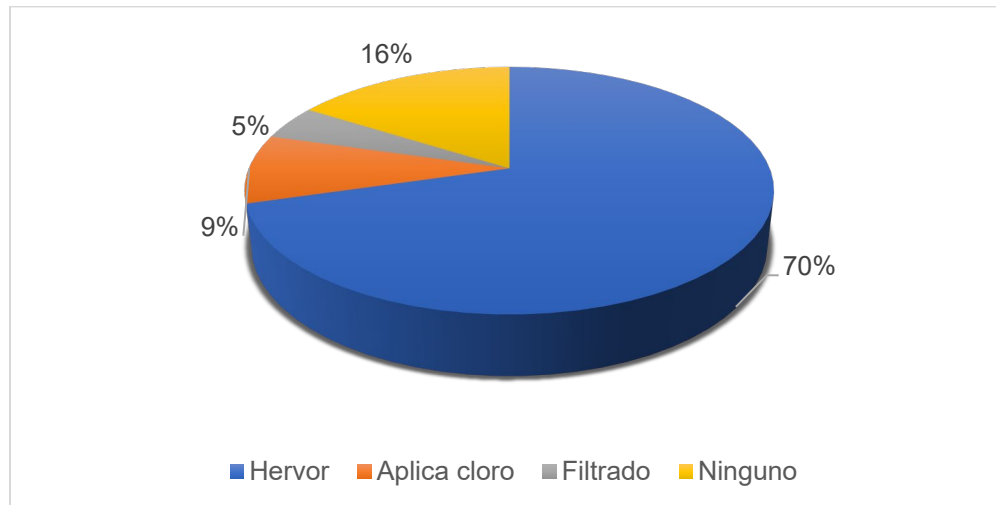
Figura 48. Contaminantes mencionados en la encuesta por quebrada (n=69), sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



*Q= Quebrada. *N= Nacimiento. *Q.N.= Toman de Nacimiento y quebrada

Para mejorar la calidad del agua para el consumo directo la principal estrategia utilizada entre las 39 viviendas fue el hervor del agua, en su mayoría como técnica única y en algunos casos acompañada de otras estrategias como el uso de filtros y el uso de cloro. Llama la atención que el 16% de las viviendas encuestadas manifestó no utilizar alguna técnica para purificar el agua. En la figura 49 se resumen las distintas respuestas dadas frente a este tema.

Figura 49. Técnicas de purificación del agua, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

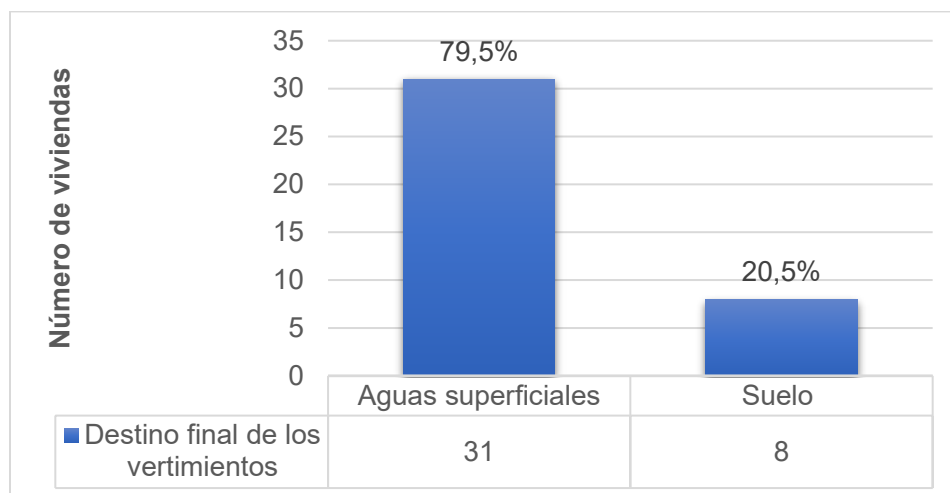


8.4.4.3 Saneamiento e higiene

Como complemento a los resultados de la observación directa, la encuesta arrojó los siguientes resultados:

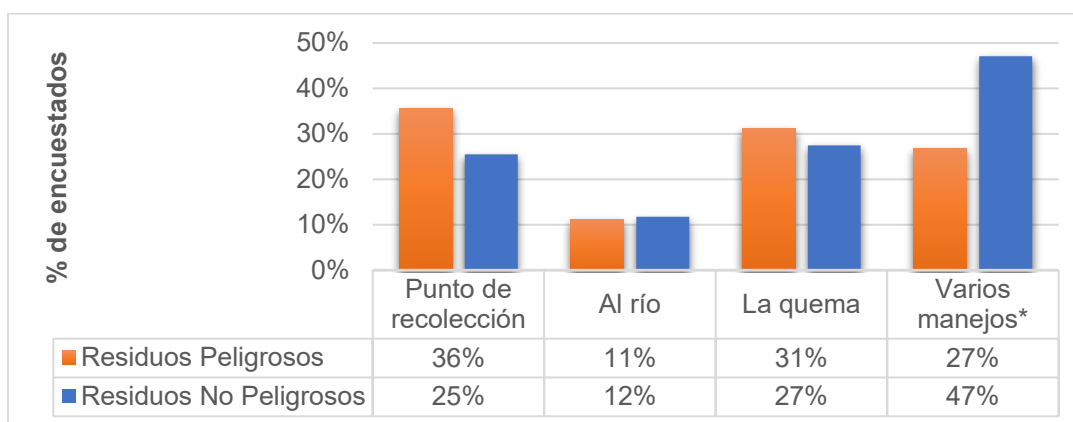
Aguas residuales: El 97% de los encuestados menciona tener un servicio sanitario propio y el 3 % un servicio sanitario compartido, del total, 7 viviendas cuentan con tanque de agua residuales sin tratamiento y 1 vivienda con un sistema séptico con tratamiento. La mayoría supera los 10 años de uso y el mantenimiento que se realiza varía entre 4 veces al año y cada 4 años, este mantenimiento es realizado por ellos mismos. En la mayor parte de las viviendas las aguas negras se vierten directamente a una fuente de agua y en menor proporción al suelo (*Figura 50*).

Figura 50. Destino final de los vertimientos, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Residuos sólidos : El principal manejo de los residuos según las respuestas fue la disposición en el carro recolector, seguido de la quema. También se destacaron las viviendas que realizan más de un tipo de manejo a los residuos donde el porcentaje mayor fue el 13% que los quema y los tira al río, otros manejos empleados fueron la disposición al suelo o enterrar los residuos. En la figura 51 se muestra el manejo dado a los residuos domésticos peligrosos (n= 45) y no peligrosos (n= 51).

Figura 51. Manejo de residuos domésticos peligrosos (n= 45) y no peligrosos (n=51) por los encuestados, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

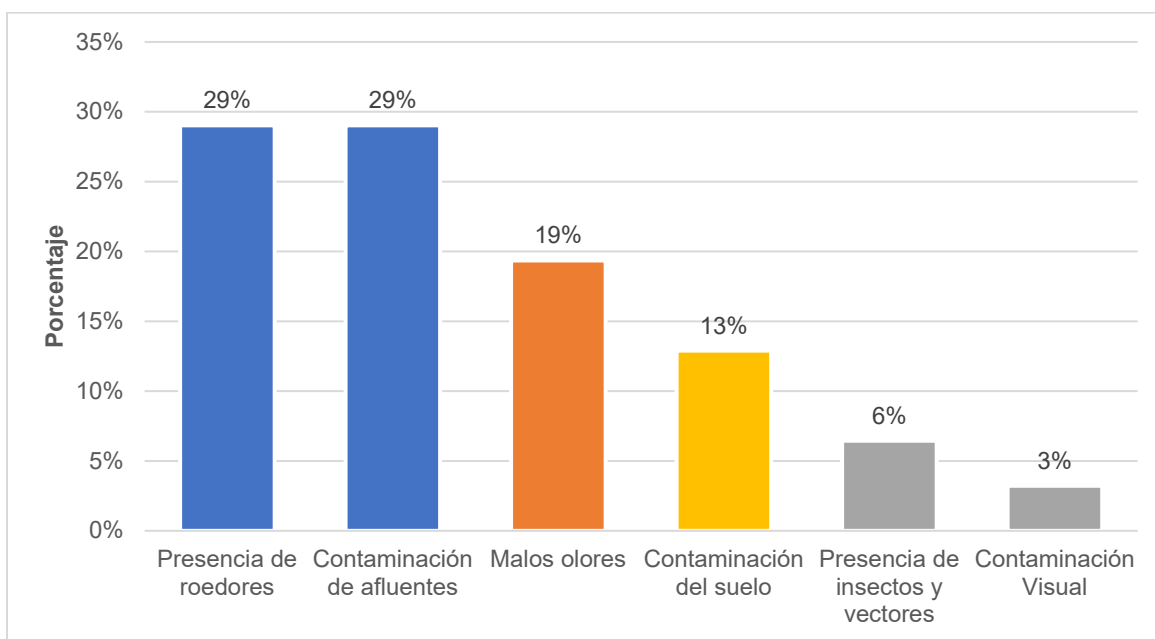


Nota. * Varios manejos hacen referencia a las viviendas que seleccionaron más de una opción de respuesta en la disposición final de los residuos.

Se realiza también algún tipo de aprovechamiento de los residuos sólidos, como, el reciclaje, la reutilización y uso de residuos orgánicos como abono para el suelo, solo el 13 % de los encuestados no realiza algún aprovechamiento.

Con respecto a problemáticas relacionadas con residuos, 31 personas de las encuestadas manifiestan que existen problemas que según el orden de prioridad son: La presencia de roedores y contaminación de las quebradas con el 29% cada una, seguido de la presencia de malos olores, contaminación del suelo y por último, el aumento de insectos, vectores y la contaminación visual (Figura 52) .

Figura 52. Principales problemáticas relacionadas con las basuras (n= 31), sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

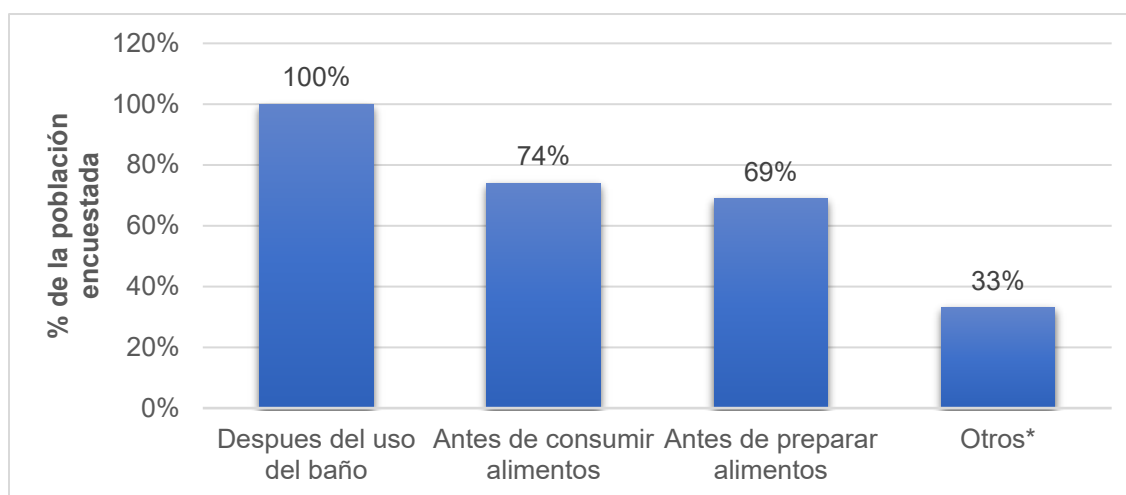


Estas problemáticas encontradas son en primer lugar, propias de la comunidad según las respuestas con el 46% siendo su principal causa la falta de educación ambiental para el manejo de residuos sólidos. El resto, manifiestan que no solo son problemáticas causadas por la comunidad si no, responsabilidad de agentes externos y sus causas además de la falta de educación, es la carencia de intervención del estado para brindar

servicios eficientes de recolección de basura y el paso de la doble calzada, la actividad minera y los habitantes de calle.

Higiene : Para la higiene personal los encuestados utilizan de la misma agua para el consumo humano, pero sin ningún tratamiento. El total de las viviendas encuestadas cuentan con jabón en su hogar. Al preguntar sobre el lavado de manos toda la población encuestada cuenta con una poceta, un lavamanos o a algún grifo conectado a una tubería. Los momentos que se priorizan para el lavado de las manos son: después del uso del baño, antes de consumir alimentos y para la preparación de los alimentos, se mencionó también el lavado de manos para el cuidado de niños pequeños, después de cuidar animales y al llegar de la calle (*Figura 53*).

Figura 53. Priorización del lavado de manos según la encuesta, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



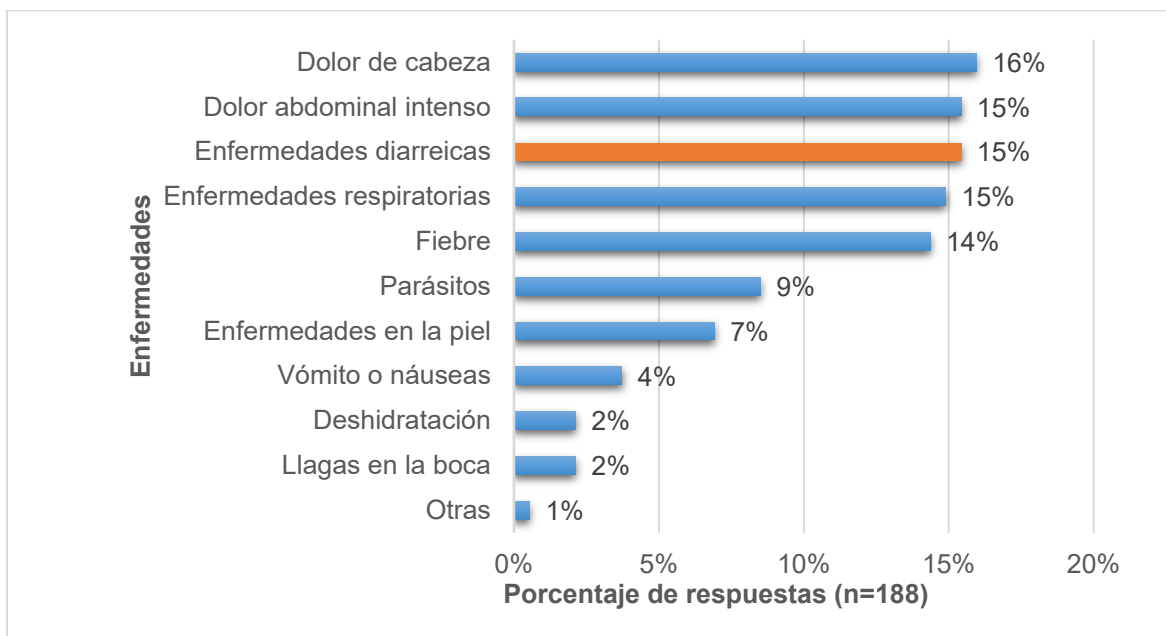
Nota. * hace referencia a la preparación de alimentos, para el cuidado de niños, después del cuidado de animales y al llegar de la calle.

8.5 Componente comunitario. Objetivo 4: Indagación de la morbilidad sentida de los habitantes de la comunidad informal de la vereda Yarumito respecto a las condiciones de saneamiento ambiental de los nacimientos.

Los resultados para la encuesta de morbilidad sentida fueron los siguientes:

En relación con la percepción del estado de salud de la familia de las 39 viviendas encuestadas, el 67% considera que el estado de salud de su familia es bueno, el 21% que es regular, el 8% excelente y para el 5% es mala. Al preguntar por las enfermedades que han padecido las personas que habitan en la vivienda, se encontró como principales causas de morbilidad el dolor de cabeza, seguido del dolor abdominal intenso, las enfermedades diarreicas, enfermedades respiratorias y la fiebre, en menor proporción los parásitos y las enfermedades en la piel como se observa en la siguiente figura :

Figura 54. Principales causas de morbilidad de las viviendas del sector la carrilera (n= 188), vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



La población que más padece las anteriores enfermedades según la encuesta (n= 49) son en su mayoría los adultos con el 51%, seguidos de los adultos mayores con el 27%, el porcentaje restante corresponde a los niños con el 14% y los jóvenes 8%.

Adicionalmente, en las opciones de respuesta seleccionadas se evidenció que el 40% de las personas utilizan remedios caseros cuando se enferman, el 27% va a la farmacia, el 28% va al centro de salud u hospital y el restante va a la tienda naturista o dónde un médico particular.

Frente a la frecuencia con que se presentan las enfermedades y la duración de los síntomas se encontró lo siguiente: El dolor de cabeza el 50% lo presenta casi diario con una duración de tres días o menos en su mayoría. El dolor abdominal intenso, las enfermedades diarreicas y las enfermedades respiratorias se presentan en mayor parte cada mes hasta cada seis meses, y la duración de estas enfermedades es aproximadamente de tres días a una semana. En la siguiente tabla se resume la frecuencia y la duración de los síntomas para cada una de las enfermedades indagadas:

Tabla 12. Frecuencia y duración de los síntomas de las enfermedades según la encuesta de morbilidad sentida, sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

Frecuencia con que se presenta la enfermedad	Dolor de cabeza	Dolor abdominal intenso	Enfermedades diarreicas	Enfermedades respiratorias	Fiebre	Parásitos	Enfermedades en la piel	Vómito o náuseas	Deshidratación	Llagas en la boca	Otras
Casi diario	50%	17%	3%	21%			23%				100%
Cada mes o menos	23%	31%	31%	21%	15%	6%	38%	29%	25%	50%	
Cada seis meses o menos	23%	41%	45%	39%	63%	31%	23%	43%	25%	50%	
Cada año	3%	10%	21%	18%	22%	63%	15%	29%	50%		
Duración de los síntomas											
Tres días o menos	93%	86%	66%	43%	93%	75%	23%	86%	75%	25%	
Una semana	3%	10%	28%	21%	4%	25%	15%		25%	50%	
Más de una semana		3%	7%	18%	4%		8%	14%		25%	100%
Un mes o más	3%			18%			54%				
Total de respuestas (n) de 39 encuestas	30	29	29	28	27	16	13	7	4	4	1

Al preguntar por las causas de las enfermedades diarreicas y parásitos, el 95% indicó conocerlas y mencionaron las relacionadas con el consumo de agua cruda o agua sin tratar, el consumo de alimentos sin la preparación adecuada o que son dañinos para el sistema digestivo, no purgarse y la higiene inadecuada. Referente a las formas de prevención, el 85% conoce cómo prevenirlas y mencionaron algunas maneras como hacerle algún tratamiento al agua o hervirla, lavar y preparar bien los alimentos, tener buena higiene, adecuada alimentación y tomar algún purgante o desparasitante.

Por último, se presenta una comparación de las enfermedades predominantes por cada fuente de abastecimiento como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13. Principales enfermedades presentadas en cada fuente de abastecimiento del sector La Carrilera, Vereda Yarumito, Barbosa, 2021.

Enfermedades y síntomas presentadas	Q. Remolino	Q. Algarrobo	Q. La fontana	Q. Yarumito	Q. Sin Nombre	Acueducto Rural	TOTAL	Porcentaje
	10 viviendas	10 viviendas	11 viviendas	4 viviendas	3 viviendas	1 vivienda		
Enfermedades Diarreicas	9	8	7	1	3	1	29	15%
Enfermedades de la piel	5	1	4	2	1	0	13	7%
Enfermedades respiratorias	9	7	7	3	2	0	28	15%
Parásitos	4	3	5	1	2	1	16	9%
Dolor abdominal intenso	10	9	6	2	1	1	29	15%
Fiebre	5	7	8	3	3	1	27	14%
Dolor de cabeza	10	6	9	2	2	1	30	16%
Náuseas y vómito	0	1	3	1	1	1	7	4%
Llagas en la boca	1	0	3	0	0	0	4	2%
Deshidratación	1	0	1	0	1	1	4	2%
Otras	0	0	0	0	1	0	1	1%
TOTAL	54	42	53	15	17	7	188	100%

9. Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre las condiciones de saneamiento ambiental, calidad del agua cruda y morbilidad sentida de la vereda Yarumito del sector de la Carrilera, reveló problemas presentes por el mal manejo de las aguas residuales domésticas, con el 96% de agua residual no tratada y residuos sólidos aproximadamente entre el 70% al 80% de disposición inadecuada. En cuanto al agua para consumo humano en el 100% se halló presencia de microorganismos fecales (*E. coli* y coliformes) presentando un riesgo para la salud pública, que puede causar graves enfermedades, como las enfermedades del tracto digestivo y poner en peligro la vida especialmente, de niños y adultos mayores, así lo destaca la Organización Mundial de la Salud (72). Estas condiciones de saneamiento y calidad del agua acarrear importantes impactos en la salud de la comunidad en general que ha sido objeto de este estudio.

En referencia al saneamiento ambiental la comunidad de la carrilera carece de las condiciones ideales, entendidas como, acciones y medidas destinadas a recuperar y preservar la salud ambiental, mediante la reducción de los riesgos para la salud y la prevención de la contaminación. Conforme a esto, el saneamiento ambiental de una comunidad debe incluir el abastecimiento de agua potable, la eliminación de excretas y aguas residuales de manera adecuada, la recolección y disposición final de las basuras, el control de plagas y vectores, la higiene y la inocuidad de los alimentos, todo esto con el fin de prevenir la contaminación de recursos como el agua, el aire y el suelo, así como la propagación de enfermedades (73).

En base a lo anterior, las condiciones de saneamiento ambiental identificadas en la comunidad no son las adecuadas ya que no cuentan con abastecimiento de agua potable. Se evidenció puntos críticos de contaminación en las quebradas de las que se abastecen como: vertimientos provenientes de hogares y cría de cerdos, el arrastre de residuos generado por las aguas lluvias, el transporte de hidrocarburos, la ganadería y otras actividades que afectan la vegetación, el agua, el suelo y los servicios ecosistémicos de los cuáles la población se beneficia. Adicionalmente, la comunidad no cuenta con

sistemas de tratamiento para el agua residual y potable y los sistemas de abastecimiento contruidos rudimentariamente representan también un riesgo de contaminación para las quebradas. Tampoco se da una disposición adecuada de los residuos sólidos, solo algunas viviendas, alrededor de un 30%, lo disponen en un punto de recolección y la higiene realizada con agua que no es tratada no garantiza la inocuidad de los alimentos y la eliminación de gérmenes.

Lo anterior, se relaciona con lo encontrado en otros estudios como el realizado por Bardález denominado: “Evaluación del saneamiento básico ambiental y prevalencia de enfermedades gastrointestinales en la localidad de Shucshuyacu”, realizado en Perú en el año 2020, donde se halló que un 27, 83% de las familias tenían condiciones malas de saneamiento básico ambiental y 12,1% condiciones regulares. Como consecuencia, ambas condiciones, son un factor de riesgo para la salud y calidad de vida de la población (74).

Asimismo, el estudio realizado por Quintero, acerca de “ Evaluación de las condiciones de saneamiento ambiental y salud ambiental de las viviendas e instituciones educativas rurales en las cuencas priorizadas del Valle del Cauca”, del año 2018 encontró como principales problemáticas la inadecuada disposición de los residuos sólidos, el vertimiento directo a ríos y suelos, la poca implementación de sistemas de tratamiento individuales para el agua de consumo y que la mayoría de la población accede a sistemas de abastecimiento que no garantizan un agua con calidad apta para el consumo (75). Estas, y otras problemáticas de saneamiento ambiental como las encontradas en la vereda la Veta del municipio de Cocorná (76) son cercanas a las encontradas en la presente investigación.

Frente a las condiciones de saneamiento básico (manejo de residuos sólidos y vertimientos) los resultados a partir de los instrumentos mostraron que el mayor porcentaje vierte las aguas residuales en las fuentes de agua y el resto realiza vertimiento al suelo. La comunidad solo dispone de dos sistemas sépticos con tratamiento

pertenecientes a la Granja Yarumito y una vivienda. Se identificó además, que la mayoría de las viviendas tienen sanitario propio. Esto se da principalmente debido a que la comunidad no cuenta con soluciones individuales para el tratamiento del agua residual.

Uno de los principales problemas con los residuos sólidos es la poca gestión por parte de la autoridad municipal en buscar un modo de proveer el servicio de aseo a la comunidad. Se encontró que los principales manejos se dan dependiendo de la ubicación de la vivienda, observándose que las ubicadas a las orillas del río los arrojan allí, mientras las que están más alejadas tienden a quemarlas o depositarlas en un punto de recolección si se encuentra cerca, estos manejos pueden variar y depender de factores climáticos, personales, de salud y de vías de acceso.

En años anteriores la comunidad hacía uso de los rieles para poder movilizar una especie de vehículo para la recolección de los residuos y llevarlos hasta el punto de recolección, estos rieles al perder su funcionalidad cambiaron las estrategias para el manejo de los residuos por lo que la comunidad al tener que desplazarse caminando hasta el punto de recolección, optan por otras formas de disposición mencionadas anteriormente. Aunque no se pasa por alto que las personas busquen una forma de disposición adecuada a pesar de las dificultades para llegar al punto de recolección.

Con respecto a lo mencionado se ha generado problemas dentro de la comunidad en el deterioro del paisaje y las zonas verdes, acumulación de basuras en espacios de algunas viviendas, convirtiéndose en amenaza para la proliferación de roedores e insectos junto a la presencia de malos olores.

Respecto a lo anterior, es importante resaltar la asociación que existe entre el inadecuado manejo de las aguas residuales y de los residuos sólidos con las enfermedades que padece la población. En este sentido, el estudio de Bardález encontró una correlación negativa entre la disposición o tratamiento de las aguas residuales y la disposición de los residuos sólidos con la prevalencia de enfermedades gastrointestinales, lo que quiere

decir que cuando se tienen malas condiciones de manejo de aguas residuales y disposición de residuos sólidos hay una alta incidencia de enfermedades gastrointestinales, en el estudio se evidencia que el 86,33% de las enfermedades gastrointestinales es explicado por las condiciones de disposición o manejo de las aguas residuales y el 87,46% por las condiciones de disposición de residuos sólidos (74).

Adicionalmente, se encontraron otros estudios que relacionan las condiciones de saneamiento con enfermedades gastrointestinales, el primero realizado en Brasil relaciona las condiciones de saneamiento ambiental con la mortalidad en niños menores de 5 años por enfermedades diarreicas donde de los factores analizados los que más contribuyeron a elevar la tasa de mortalidad fueron las “instalaciones sanitarias/canaletas” y la “recolección de basuras/ arrojadas en terrenos baldíos o áreas públicas” (45). El segundo, realizado en Maracaibo Venezuela donde se encontró que el 39% de los individuos con condiciones inadecuadas de saneamiento presentaron parasitosis (77). En base a los estudios anteriores, se puede concluir que las condiciones de morbilidad sentida encontradas en este estudio se relacionan tanto con la inadecuada disposición de las aguas residuales como de los residuos sólidos.

En las prácticas de higiene, a pesar de que la población cuenta con alguna instalación para el lavado de las manos, con jabón en el hogar y se lavan las manos en varios momentos del día, están realizando estas prácticas con agua que no es segura, ya que a pesar de que algunas personas compran agua embotellada la utilizan solo para el consumo directo y no para las prácticas de higiene. Por lo tanto, realizar estas prácticas con agua no tratada no garantiza la eliminación de gérmenes, esto lo comprueba los análisis realizados al agua donde se encontró presencia de Coliformes Totales y E.Coli, lo que significa que las prácticas de higiene con este tipo de microorganismos en el agua representan un riesgo a la salud, no sólo por el lavado de las manos, sino también por los alimentos higienizados con el agua contaminada, lo anterior contribuye al aumento de enfermedades gastrointestinales, enfermedades en la piel, parásitos y las demás

enfermedades relacionadas con el uso y consumo de agua no apta para consumo humano (78).

De acuerdo con los análisis de laboratorio, el agua para consumo humano dentro de la comunidad es inviable sanitariamente. Esto indica un grado de riesgo alto de ocurrencia de enfermedades dentro de la comunidad. Lo más relevante, es la presencia de *Escherichia Coli* y Coliformes con un resultado de >80 UFC por 100 ml de muestra presente en todas las fuentes de agua cruda. Esto, era de esperarse por la presencia de mal manejo de vertimientos domésticos, falta de abastecimiento de agua potable y la presencia de actividades de ganadería y porcicultura cerca de los afloramientos y corrientes de agua destinada al consumo humano.

El hallazgo de *Escherichia coli*, indica presencia de materia fecal en agua, lo que genera una alerta mayor para la salud. Estos microorganismos habitan comúnmente en el tracto digestivo de mamíferos y rara vez se encuentran en el suelo o en el agua, aunque, el *E. Coli* puede acumularse en los sedimentos y movilizarse cuando aumenta el caudal del agua, actuando como vehículo de otras infecciones bacterianas, virales y parasitarias. Para los Coliformes totales hallados, a diferencia del *E. Coli* no siempre son intestinales por lo que se pueden encontrar en el suelo y en el agua dulce. También son un indicador para la determinación de enteropatógenos. Estos microorganismos pueden causar enfermedades infecciosas no solo por ingestión sino también por inhalación por gotas o contacto con el agua de consumo. La manifestación de la enfermedad dependerá de la inmunidad de las personas y por factores intrínsecos como la edad, sexo, estado de salud y condiciones extrínsecas, como las condiciones de vida (79)

Para el consumo de agua la comunidad toma el agua de las quebradas por medio de sistemas rudimentarios para hacerla llegar hasta sus viviendas. Al no tener un tratamiento adecuado de potabilización representa un riesgo elevado de enfermar principalmente por sus malas características microbiológicas mencionadas anteriormente. Este indicador de la calidad del agua como se menciona en el estudio, "Patógenos e indicadores

microbiológicos de calidad del agua para consumo humano”, permite identificar la existencia de patógenos y sus agentes involucrados en la transmisión de la enfermedad que pueden proceder de virus, bacterias, parásitos y en menor medida, micótica (80).

De acuerdo con lo anterior, estas condiciones microbiológicas pueden estar relacionadas con las enfermedades gastrointestinales en la población de estudio, donde el 30% ha presentado enfermedades diarreicas y dolor abdominal intenso y solo el 14% acompañado de fiebre. Estos hallazgos van acorde al estudio realizado en Perú, donde se demuestra mediante relación lineal entre los factores anteriormente mencionados y prevalencia de enfermedades gastrointestinales, una correlación negativa, dado que, a una mejor condición de abastecimiento de agua potable, manejo de vertimientos y de saneamiento básico ambiental existe un nivel bajo de incidencia de enfermedades gastrointestinales. Para el caso del agua potable, la correlación encontrada indica que el 78, 61% de las enfermedades gastrointestinales dependen del abastecimiento de agua potable (74).

Además, hay otros factores que inciden en la calidad de estas aguas superficiales, como lo son las condiciones meteorológicas del momento, cabe aclarar que las muestras se tomaron en temporada de lluvia lo que cambiaría ciertas características presentes en el agua como la turbidez, color aparente y los sólidos suspendidos. Esto, coincide con un estudio realizado en Costa Rica sobre *Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua superficial del río Grande de Tárcoles* que en época lluviosa al aumentar la turbiedad lo hace también la carga orgánica, ya que se convierte en un factor que puede generar deflexión en la concentración de oxígeno disuelto llevando al aumento de coliformes en el agua (81).

Así mismo , para la turbiedad del agua como se expresó en resultados, lo obtenido mínimo fue de 18,7 UNT y el máximo de 43,6 UNT; se resalta que para la comunidad esta característica es persistente principalmente en invierno lo que lleva a la alteración del sabor, el color y el olor del agua (Figura 55) . Este parámetro, como se observó en las visitas de campo, es alterado por factores naturales como la erosión del suelo,

sedimentación de lodos, deslizamientos de tierra y altas precipitaciones, hallazgos similares fueron obtenidos en otros estudios (82,83), donde el agua actúa sobre rocas y sedimentos ocasionando erosión y son transportados a lo largo del cauce del río, estos elementos como arcillas, arena, fango, limo entre otros se combinan con el agua generando un cambio en su calidad. Sumado a esto, las actividades antrópicas en los usos del suelo, como la ganadería, la agricultura, la tala de árboles y la construcción producen efectos erosivos en el suelo (84).

Figura 55. Características visibles del agua en temporada de invierno en el sector la carrilera de la vereda Yarumito, Barbosa, 2021.



Con respecto a la composición química del agua de las quebradas se vieron alteradas el pH y el hierro. Dos de los análisis, que corresponde a los nacimientos de agua, presentaron valores de pH 5,5 fuera del rango establecido por la norma y en todas se halló presencia de hierro con los rangos más altos en la Quebrada Remolino y el Nacimiento Sin Nombre. De acuerdo con estudios, la alteración del pH puede estar asociado al tipo de suelo de donde brota el agua, lo que representaría una condición natural de suelo silíceos lo que también representaría presencia de minerales como el

hierro (85,86). Todos los suelos donde se tomó las muestras a excepción de la Q. Yarumito presentaban algún tipo de color amarillo rojizo a medida que aumentaba la profundidad del suelo, esto pudo haber conducido a la presencia de hierro en el agua, en diferente concentración, Por el contrario, la Q. Yarumito N presentó un pH 7 más neutro y el hierro más elevado no siendo acorde a los estudios mencionados, siendo la causa posible por el tipo de suelo rocoso. Esta presencia de hierro en todas las fuentes tanto en afloramientos de agua como en las quebradas, a pesar de no ser un problema para la salud como lo menciona la OMS, si puede darle un sabor, olor y color indeseable, además, de corroer los sistemas sanitarios y tuberías (71).

Los parámetros químicos analizados estuvieron dentro de los límites normales establecidos en la Resolución ya mencionada, pero no es suficiente para determinar que las aguas superficiales estén libres de otros químicos consecuencia de actividades de agricultura, por el uso de pesticidas, la limpieza y desinfección de galpones y piscinas, lo que requiere de otros análisis para establecer la composición química real del agua cruda.

En contraste con los resultados del laboratorio sobre la calidad del agua, la comunidad encuestada (n=39) no la percibió de igual manera, solo el 8% estuvo en concordancia con los análisis cuantitativos. La percepción “regular” subjetiva en la mayoría de los encuestados pudo deberse a que no comprenden las consecuencias graves de ciertos contaminantes en el agua y esto se demuestra en que el 79,4% no desconoce que en el agua que consumen hay presencia de materia fecal humana y animal según la encuesta, esto llevándolos a contraer enfermedades del sistema digestivo.

Por otro lado, la comunidad encuestada menciona en su mayoría que su salud es buena. La percepción subjetiva sobre la salud puede estar basada en que su bienestar físico en general no representa riesgos graves para la vida y su salud, así presenten enfermedades que les ocasiona incomodidades y molestias recurrentes como fiebre, cefaleas, dolor abdominal, diarrea, vómitos o náuseas y afecciones respiratorias o cutáneas entre otras mencionadas en este estudio.

Para mejorar la calidad del agua y las condiciones de salud la comunidad encuestada realiza diversos tratamientos al agua que consumen. El mayor tratamiento realizado es el de hervir el agua con un 70%, lo que garantiza la eliminación de E coli y algunos coliformes. Un 16% se encuentra en mayor riesgo ya que no realizan ningún tratamiento, siendo una población expuesta a contraer más fácilmente enfermedades gastrointestinales y variedad de sintomatologías derivadas de estas. El uso de cloro para purificar el agua es usado por el 9% lo que no representaría una buena opción, ya que la presencia de alta turbiedad que aumenta la presencia de materia orgánica reacciona con el cloro generando trihalometanos, una sustancia altamente tóxica (87).

De los tratamientos realizados, el tratamiento de hervor representa para la comunidad gastos de energía (gas propano, luz y leña) dependiendo de la fuente de calor que utilicen para el hervor, se debe tener en cuenta que el medio más costoso para la población es la pipeta de gas, la cual la mayoría utiliza para cocinar por lo que, de acuerdo al poder adquisitivo la población teniendo en cuenta que el 61% gana menos de un salario mínimo, se podría optar por utilizar otra fuente de calor para hervir el agua o dejar de realizar la práctica si el costo que representa hacerlo es muy alto. Igualmente, el poder adquisitivo se reduce a la hora de usar otras fuentes alternativas de agua como lo es la compra de agua embotellada.

Se puede concluir que las condiciones de saneamiento ambiental que presenta la comunidad no son las adecuadas, evidenciando condiciones insalubres que generan problemas de salud en la población. Además, los resultados de la investigación no se alejan de lo evidenciado en otros países y otras comunidades rurales donde las condiciones de acceso a agua potable y saneamiento básico no son óptimas y se relacionan igualmente con enfermedades de origen hídrico. Por otra parte, la OMS menciona en las Guías de Calidad del Agua para Consumo Humano que el agua de consumo humano es solo uno de los medios de transmisión de agentes patógenos, ya que estos se pueden transmitir también, a través de los alimentos contaminados, las manos, los utensilios y la ropa cuando existe un saneamiento e higiene deficientes (71). Por lo que para reducir el riesgo de transmisión es importante mejorar la calidad,

disponibilidad del agua, los sistemas de eliminación de excretas y la higiene en general. Todas estas son las necesidades que se evidencian en la comunidad del sector la carrilera para poder lograr unas mejores condiciones de salud ambiental .

10. Conclusiones

El objetivo de este estudio era caracterizar las condiciones de saneamiento ambiental de la comunidad del sector la carrilera de la vereda Yarumito, con el fin de conocer las condiciones en que vive la comunidad. En este sentido, el mayor aporte de esta investigación fue reflejar las condiciones de las comunidades rurales, dado que a nivel nacional solo el 63% de los hogares de la zona rural tienen acceso a acueducto y un 16% a alcantarillado, por lo que se pueden presentar problemas similares a los encontrados en las zonas sin cobertura de servicios básicos.

Adicionalmente, representa las condiciones de los asentamientos informales, comunidades que han sido poco estudiadas y generalmente son invisibilizadas por el estado al momento de proveer servicios. Por lo que es necesario, realizar más investigaciones en este tipo de poblaciones y proponer soluciones que ayuden a mejorar su calidad de vida y los ayuden a ser tenidos en cuenta por el Estado en la provisión de servicios básicos.

Se encontró que la población objeto de estudio es altamente vulnerable ya que es una población de bajos recursos, existe población desplazada y su nivel de escolaridad es bajo. También se encontró que la mayoría de las mujeres son amas de casa y los hombres trabajan como independientes o tienen un empleo no formal, esto generando una renta mínima para satisfacer las necesidades básicas.

Con base en lo hallado en el estudio, las condiciones de saneamiento ambiental de la comunidad son precarias, debido a que el 100 % de las viviendas no cuentan con todos los servicios básicos de agua potable, cobertura de alcantarillado y recolección de residuos sólidos. Estas condiciones presentes en la comunidad son las causas de incidencia y prevalencia de la mayoría de las enfermedades del sistema digestivo halladas y sus sintomatologías.

El sistema de abastecimiento de agua en la población no garantiza la cantidad de agua suficiente para la preparación de alimentos, higiene personal, limpieza del hogar y consumo directo para mantener una adecuada hidratación. Tampoco se garantiza la continuidad ni calidad del agua.

Respecto a la calidad del agua, los análisis realizados demuestran que el agua que consume la comunidad no es apta para consumo humano, debido a la presencia de Coliformes Totales y de especial importancia el *Escherichia Coli*, agravado por la presencia de alta turbiedad que afecta además el color y el sabor del agua. El consumo de agua con estas características pone en riesgo la salud de la población que se asocian principalmente con las enfermedades diarreicas, dolor abdominal intenso, parásitos, fiebre y enfermedades en la piel evidenciadas en la encuesta de morbilidad sentida. Problemática de salud pública que requiere ser atendida prioritariamente.

Así mismo, se infiere que los contaminantes presentes en el agua se deben a las actividades los vertimientos domésticos, ganadería, porcicultura, agricultura, tala de árboles y los residuos provenientes de la doble calzada Barbosa- Pradera que impactan las 5 fuentes de agua de la comunidad. Se concluye que la quebrada con más puntos de contaminación fue la quebrada el Remolino ya que es la fuente de mayor longitud y en su recorrido recibe la mayor cantidad de contaminantes.

Por otra parte, el principal tratamiento realizado al agua dentro de la comunidad es el de hervir el agua, esto logrando eliminar la presencia de *E Coli*, pero no la mayoría de coliformes ya que se desconoce los diferentes tipos presentes en el agua y su tolerancia a altas temperaturas. Adicionalmente, no se garantiza que siempre se realice esta técnica de tratamiento por los costos que conlleva para la comunidad en términos de energía o gas. Si por el contrario se realiza el tratamiento con cloro este conlleva a la formación de trihalometanos por reacciones químicas con materia orgánica presentes por la alta turbidez en el agua. Por otro lado, la comunidad pone en práctica las acciones pertinentes de higiene, a pesar de esto no son seguras ya que se realizan con agua que

no ha sido tratada, solo se hierve el agua para el consumo directo; lo que lleva igual al contagio por microorganismos patógenos durante la higienización, además alterando la inocuidad en la preparación y limpieza de los alimentos.

No obstante, las respuestas de la encuesta sobre el estado de salud y calidad del agua que consumen son subjetivas por lo que no se puede concluir el estado real de la salud. A pesar de presentarse sintomatologías como diarreas, dolor abdominal, fiebre, cefaleas, afecciones respiratorias y cutáneas, náuseas, vómito y parásitos entre otros, estos consideran en su mayoría un estado de salud “bueno” lo que no refleja concordancia con su percepción de salud y lo que manifestaron sobre la calidad del agua.

Frente al saneamiento básico se encontró que la mayoría vierte las aguas residuales a un cuerpo de agua superficial y una menor parte al suelo ya que la mayoría de las viviendas no cuentan con sistemas de tratamiento, lo que incurre en la contaminación principalmente del Río Medellín, del suelo y genera problemáticas de salud en la población causadas por vectores, roedores y malos olores. Estas aguas residuales son provenientes en su mayoría de actividades domésticas, actividades industriales realizadas por algunas viviendas y por la granja Yarumito. Para el manejo de residuos sólidos este se hace de acuerdo con la ubicación y facilidad de disposición de residuos sólidos lo que lleva a realizar diferentes tipos de manejos hallados en el estudio y una gran parte de la población realiza algún tipo aprovechamiento como la reutilización, el reciclaje y la utilización de residuos orgánicos como abono.

11. Recomendaciones

De acuerdo con las problemáticas evidenciadas se recomienda:

- ✓ Dar cumplimiento al proyecto de “Reubicación de asentamientos subnormales” definido en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Barbosa con el fin de mejorar las condiciones de vida de la población.
- ✓ Buscar alternativas para la legalización del asentamiento en caso de ser viable, en común acuerdo con los propietarios de las tierras.
- ✓ Empezar acciones por parte de los entes gubernamentales, autoridad ambiental y la junta de acción comunal que aporten al mejoramiento de las fuentes hídricas y reducción de la contaminación para mejorar la calidad de las aguas. Estas acciones encaminadas a recuperar las fuentes hídricas, estableciendo áreas de conservación y límites de construcción en las laderas, sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales y estrategias para el manejo de los residuos sólidos en la comunidad, evitando el deterioro y pérdida de los sistemas ecosistémicos allí presentes, garantizando así un ambiente sano y protección de la salud de las poblaciones.
- ✓ Extender el “sistema de áreas protegidas” del municipio enmarcadas en el PBOT hacia las fuentes de agua que sirven de abastecimiento a la comunidad rural, garantizando así su conservación, protección, servicios ecosistémicos y calidad de la fuente.
- ✓ Realizar la gestión de campañas para la atención en salud de la población, donde se identifiquen las principales causas de morbilidad en estas comunidades, y tener una caracterización en salud más exacta para brindar atención en los temas prioritarios en salud y de interés en salud pública.

- ✓ Realizar análisis futuros de diferentes parámetros que permitan identificar la presencia de otros contaminantes, ya que, a pesar de utilizarse la Resolución 2115 de 2007 para determinar la calidad del agua para consumo humano estos parámetros no son suficientes para determinar la calidad de la fuente de agua que se usa para abastecimiento.
- ✓ Debido a las condiciones de asentamiento informal y las características del sector se puede optar por soluciones individuales para el tratamiento del agua a través de filtros caseros, sistemas de asentamiento se partículas y clarificación del agua o recolección y tratamiento de agua lluvia. Además, de técnicas para remover microorganismos con el fin de garantizar el acceso a un agua segura. Este tipo de soluciones deben ser apoyadas por lo municipios según el decreto 1688 de 2020: “Los municipios y distritos deben asegurar la atención básica de las necesidades de agua para consumo humano y doméstico y las de saneamiento básico en zonas rurales, con soluciones alternativas colectivas o individuales, donde no exista disponibilidad de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado o aseo”
- ✓ Apoyar a la comunidad en el trámite de los permisos respectivos ante la autoridad ambiental para el uso del agua, como lo son los registros de usuarios que aplican para las zonas rurales dispersas.
- ✓ Apoyar las iniciativas comunitarias y alternativas de solución que sean construidas por la comunidad, como los proyectos emprendidos por el club de robótica de la aldea. Este tipo de iniciativas, pueden brindar soluciones individuales que se pueden implementar en la comunidad.
- ✓ Para el manejo de las aguas residuales se propone evaluar la viabilidad de sistemas individuales como los pozos sépticos, pozos de absorción, humedales

subsuperficiales o tratamientos colectivos no convencionales como el alcantarillado simplificado no convencional, para así garantizar un manejo adecuado de aguas residuales que mejoren la calidad de vida y de salud de la población. Se debe, además, caracterizar los vertimientos directos a las fuentes hídricas que se realizan sin ningún tipo de tratamiento ni control, para poder tomar las acciones respectivas que eviten el vertimiento directo a las quebradas.

- ✓ En el manejo de residuos sólidos es necesario evaluar las alternativas que pueden tener las viviendas alejadas al punto de recolección para transportar los residuos hasta dicho punto o ubicar más puntos de recolección en la vereda. Se hace también necesario, evaluar el impacto de la doble calzada Barbosa- Pradera en las fuentes hídricas y requerir que se canalicen adecuadamente las aguas lluvia provenientes de la carretera hacia lugares que no afecten a la población que realiza captación en las fuentes de agua. Se debe además concientizar a la comunidad en la generación y el manejo de los residuos para que ellos aporten soluciones.
- ✓ Por último, es necesario realizar jornadas de educación ambiental a la comunidad en el tema del manejo de los residuos sólidos, las soluciones individuales en los tratamientos de agua residuales, las técnicas de purificación del agua, la importancia de cuidar el recurso hídrico y las implicaciones que tiene para la salud el consumo de agua contaminada y las deficiencias en el saneamiento ambiental.

12. Limitaciones.

Durante el desarrollo del trabajo se presentaron inconvenientes que retrasaron la realización de las actividades e impidieron cumplir con el cronograma establecido, sin embargo, se logró cumplir con los objetivos propuestos de la investigación. Las principales dificultades se describen a continuación:

- ✓ Situación de Pandemia Covid 19, razón por la cual hubo que delegar actividades a los líderes comunales ya que por protocolos de bioseguridad las estudiantes no podían realizar trabajo en campo, a excepción de la toma de muestras de agua que fue una actividad en la que se solicitaron los permisos respectivos y no hubo contacto con la comunidad.
- ✓ Se debía contar con la disponibilidad de tiempo de las personas delegadas para las actividades en campo, por lo que algunas actividades se retrasaron.
- ✓ Las condiciones climáticas también influyeron en la realización de las actividades en campo por lo que se dependía del estado del tiempo para realizar las actividades de recolección de la información.
- ✓ La investigación se realizó con información recolectada por terceros, a excepción de la toma de muestras de agua, (Líderes de la JAC y personas con amplio conocimiento de la zona, para un total de 3 personas), previamente capacitados por las investigadoras para garantizar la confiabilidad de los datos obtenidos. Siempre contaron con acompañamiento y asesoría por vía telefónica o WhatsApp durante la ejecución de la actividad. Cabe resaltar que al presentarse el conflicto de interés por parte del personal de apoyo se pudo haber presentado modificación de datos por parte de los delegados, lo que no se pudo verificar, se confió en el compromiso y en la disposición para la recolección de la información.

13. Referencias

1. Organización Mundial de la Salud. Guías para el saneamiento y la salud. Ginebra; 2018.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. UNESCO. Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020: Agua y cambio climático.[Internet] Paris; 2020. Disponible en: www.unesco.org/open-access/
3. Departamento Nacional de Estadística. Boletín técnico. Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2020 [Internet]. Bogotá; 2021 [Consultado 2022 Ene 5] Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/2020/Boletin_Tecnico_ECV_2020.pdf
4. Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible. Temas Hábitat III- Asentamientos Informales. Nueva York; 2015. p. 10. Disponible en: http://habitat3.org/wp-content/uploads/Issue-Paper-22_ASENTAMIENTOS-INFORMALES-SP.pdf
5. Organización Mundial de la Salud. Agua [Internet]. Centro de Prensa. 2019 [Consultado 2020 Oct 31] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
6. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019: No dejar a nadie atrás. [Internet] [Consultado 2020 Oct 29] Disponible en: <https://www.unwater.org/world-water-development-report-2019-leaving-no-one-behind/>
7. Colombia. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Sostenible. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico [Internet]. Colombia, Bogotá; 2010. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/direccion-integral-de-recurso-hidrico/politica-nacional-para-la-gestion-integral-del-recurso-hidrico>
8. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. Hechos y cifras. Tercer Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo [Internet]. 2010 [Consultado 2020 Nov 11] Disponible en: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/wwap_WWDR3_Facts_and_Figures_SP.pdf
9. Pinilla Campos C. Indicadores de contaminación fecal en aguas. En: CYTED. Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas [Internet]. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua; 2002: 228–33. Disponible en: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GONZÁLEZ y MARTÍN 2003. Agua potable para comunidades rurales.pdf
10. Mejía A, Castillo O, Vera R. Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina [Internet]. CAF. Agua para el desarrollo. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos; 2016: 500 Disponible en: t.ly/VgOzZ
11. Prüss-Ustün A, Wolf J, Corvalán C, Bos R, Neira M. Preventing disease through healthy environments. A global assessment of the burden of disease from environmental risks. France: World Health Organization; 2016: 176.

12. Organización Mundial de la Salud. Agua, saneamiento e higiene para acelerar y sostener el progreso respecto de las enfermedades tropicales desatendidas. Una estrategia mundial 2015-2020. [Internet]. Ginebra; 2015 [Consultado 2020 Oct 31]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250587/WHO-FWC-WSH-15.12-spa.pdf;jsessionid=8CB7806AC35F48858A29AD7960558766?sequence=1>
13. World Health Organization, United Nations Children´s Fund. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: five years into the SDGs [Internet]. Geneva; 2021. Disponible en: <http://apps.who.int/bookorders>.
14. Stanaway JD, Afshin A, Gakidou E, Lim SS, Abate D, Abate KH, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. The Lancet. 2018 Nov; 392:1923–94.
15. Institute for Health Metrics and Evaluation. Findings from the Global Burden of Disease Study 2017 [Internet]. Seattle; 2018 [Consultado 2020 Oct 29]. Disponible en: www.healthdata.org
16. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Organización Mundial de la Salud. Estrategia de agua, saneamiento e higiene 2016-2030. [Internet]. 2017 [Consultado 2020 Nov 22]. Disponible en: https://www.unicef.org/ecuador/media/3701/file/Ecuador_UNICEFWASHStrategy2016-2030.pdf.pdf
17. Departamento Nacional de Estadística. Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2020. Resultados departamentales [Internet]. 2021 [Consultado 2022 Ene 2] Disponible en: <https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=69fec108cb4f410693999b37756b4d02>
18. Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano. INCA 2020 [Internet]. Bogotá; 2021 [Consultado 2022 Ene 4] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/inca-consumo-calidad-agua-2020.pdf>
19. Centro de Ciencia y tecnología de Antioquia. El agua en Antioquia [Internet]. CTA. 2018 [Consultado 2020 Nov 2] Disponible en: <https://cta.org.co/guardabosqueslaquintero/el-agua-en-antioquia/>
20. Observatorio Nacional de Salud. Carga de enfermedad ambiental en Colombia. Décimo informe técnico especial [Internet]. Informe Técnico Especial 10. Bogotá; 2018. Disponible en: https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Informes/10_Carga_de_enfermedad_ambiental_en_Colombia.pdf
21. Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal N° 31. 2019 Ago 3. [Internet] [Consultado 2020 Nov 13] Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2019_Boletin_epidemiologico_semana_31.pdf
22. Moreno Méndez JO. Los retos del acceso a agua potable y saneamiento básico de las zonas rurales de Colombia. Revista de Ingeniería. (49):28–37.

23. Carrasco Mantilla W. Estado del arte del agua y saneamiento rural en Colombia. Revista de Ingeniería. 2016; (44):46–53.
24. Barbosa. Concejo Municipal. Acuerdo 010 de 2020. Por medio del cual se adopta el plan de desarrollo “Barbosa social, es la gente” para el municipio de Barbosa, Antioquia para el periodo de 2020- 2023. Barbosa ; Jun 10, 2020.
25. Alcaldía de Barbosa, Corporación Autónoma Regional de Antioquia, Corporación Prestadora de Servicios y Recuperación Ambiental. Plan de Educación Ambiental Municipal. PEAM Barbosa 2018-2027. Barbosa Antioquia; 2018.
26. Embajada de Suiza en Colombia. Ayuda Humanitaria y Desarrollo, Universidad del Valle. Hacia un cambio de enfoque en el saneamiento rural individual. Guía para la implementación. [Internet] Santiago de Cali; 2018. Disponible en: <http://cinara.univalle.edu.co/>
27. Organización Mundial de la Salud, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene: informe de actualización de 2017 y línea base de los ODS. Organización Mundial de la Salud. Ginebra; 2017.
28. Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. Plan Nacional de Abastecimiento de Agua Potable Y Saneamiento Básico Rural. Bogotá, Colombia; 2021.
29. Carvajal Lozano T. Asentamientos Informales, la Ciudad Invisible: si no nos los atendemos sólo habremos hecho la mitad de la tarea en materia de reducción de pobreza. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [Internet]. 2016 [Consultado 2020 Dic 6]; Disponible en: <https://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/presscenter/articles/2016/12/16/asentamientos-informales-la-ciudad-invisible-si-no-nos-los-atendemos-s-lo-habremos-hecho-la-mitad-de-la-tarea-en-materia-de-reduccion-de-pobreza.html>
30. Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento Conpes 3918. Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. [Internet]. Bogotá; 2018. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3918.pdf>
31. Rengifo Cuéllar H. Conceptualización de la salud ambiental: Teoría y práctica. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2008;25(4):403–9.
32. Campos Gómez I. Saneamiento Ambiental [Internet] [Consultado 2020 Dic 2]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lsgrGBGIGeMC&oi=fnd&pg=PA1&dq=saneamiento+ambiental+concepto&ots=E1c9hKEguR&sig=_icvGKsFsGk3Dy7WdPc5DhiNiCM#v=onepage&q=saneamiento+ambiental+concepto&f=false
33. Acosta RS. Saneamiento ambiental e higiene de los alimentos [Internet] [Consultado 2020 Dic 2]. Disponible en: <https://books.google.com/books?id=g7YIShB-SXsC&pg=PA15&dq=saneamiento+ambiental&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwikzsD687LtAhVmhOAKHb5tCbYQ6AEwAnoECAQQAg#v=onepage&q=saneamiento+ambiental&f=false>
34. Fraume Restrepo NJ. Diccionario ambiental [Internet]. Bogotá; 2006. Disponible en: [http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1232/1/Fraume-Diccionario ambiental.pdf](http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1232/1/Fraume-Diccionario+ambiental.pdf)

35. Colombia. Grupo UNI Barranquilla, Instituto de Estudios Hidráulicos y Ambientales, Universidad del Norte. Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano. Análisis de tendencia de variables para consolidar mapas de riesgo. El caso de los municipios ribereños del departamento del Atlántico. Editorial Universidad del Norte. Barranquilla; 2015.
36. Palomino Roca R. Las condicionantes del saneamiento ambiental básico que generan riesgos para la salud de la población del Distrito Capital de Chiara 2015 [Internet]. Perú; 2016 [Consultado 2020 Dic 2]. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3633/TESISAN211_Pal.pdf?sequence=1&isAllowed=y
37. General Multilingual Environmental Thesaurus. Contaminación del agua [Internet]. GEMET. 2021 [Consultado 2020 Dic 4]. Disponible en: <https://www.eionet.europa.eu/gemet/es/concept/9202>
38. Vieira MJ. Protección y captación de pequeñas fuentes de agua [Internet]. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal; 2002 [Consultado 2021 Ene 9]. Disponible en: <https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/proteccion-y-captacion-de-pequenas-fuentes-de-agua/>
39. Vargas Melgarejo LM. Sobre el concepto de percepción. [Internet]. 1994 [Consultado 2021 Mar 28];4(8):47–53. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/747/74711353004.pdf>
40. World Health Organization. Protecting surface water for health. Identifying, assessing and managing drinking- water quality risks in surface-water catchments. [Internet]. Geneva; 2016 [Consultado 2020 Nov 10] Disponible en: <http://www.who.int>
41. Naciones Unidas. Acabar con la pobreza [Internet]. Desafíos Globales. [Consultado 2020 Nov 29]. Disponible en: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/poverty/index.html>
42. Álvarez F, Díaz A, Vide JM, Salgot M. La cooperación en materia de agua: aspectos económicos. International Congress on Water and Sustainability [Internet]. Barcelona; 2017 [Consultado 2020 Nov 30]: 26–7. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/108593>
43. Albuquerque C, Sara J, Naylor K-A. Por qué los sistemas de agua y saneamiento son vitales para nuestras economías. [Internet]. Sanitation and Water for All. 2020 [Consultado 2020 Nov 30]. Disponible en: <https://www.sanitationandwaterforall.org/es/news/por-que-los-sistemas-de-agua-y-saneamiento-son-vitales-para-nuestras-economias>
44. Dhrifi A. Gastos en salud, crecimiento económico y mortalidad infantil: antecedentes de países desarrollados y en desarrollo. Revista de la CEPAL. 2018;(125):71–97.
45. Bellido JG, Barcellos C, dos Santos Barbosa F, Bastos FI. Saneamiento ambiental y mortalidad en niños menores de 5 años por enfermedades de transmisión hídrica en Brasil. Rev Panam Salud Publica [Internet]. 2010 [Consultado 2021 Oct 24];28(2):114–20. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/9650/a07v28n2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
46. Brossard Peña E, Gafas González C, Hernández Meléndrez DE, Figueredo Villa K. Enfermedades de transmisión hídricas en el cantón Penipe, Ecuador 2016-2017. Revista Cubana de Salud Pública [Internet]. 2020 [Consultado 2020 Dic 1];46(3):1–18. Disponible en: <http://www.revsaludpublica.sld.cu/index.php/spu/article/view/1402>

47. Barahona González JP. Acueductos veredales, actores de gestión y transformación para la salud pública y ambiental de Cachipay Cundinamarca [Internet]. [Bogotá]; 2017 [Consultado 2020 Nov 28] Disponible en: https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/931/1/DAA-Spa2017Acueductos_comunitarios_actores_de_gestion_y_transformacion_para_salud_Trabajo.pdf
48. Santos Rey DC. Diagnóstico de saneamiento ambiental para la quebrada de las nieves y la Quebrada la Honda ubicadas en las veredas Alto de la Aldea y el Carrizal respectivamente, del Municipio de Girón [Internet] [Consultado 2020 Nov 10] Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/238>
49. Bruno Besana P, Fernández Bouzo S. ¿Agua que no has de beber? Acceso al agua potable e intermediarios en asentamientos informales del Conurbano Bonaerense (1983-2015). Cuad Geogr Rev Colomb Geogr [Internet]. 2020 [Consultado 2020 Dic 2];29(1):152–70. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/72621>
50. Organización de las Naciones Unidas (ONU). Objetivos de Desarrollo Sostenible, Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos [Internet]. Naciones Unidas. [Consultado 2020 Dic 6]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
51. Consejo Económico y Social. Cuestiones sustantivas que se plantean en la aplicación del pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales. Observación general No 15 (2002): El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales). En: Comité de derechos económicos sociales y culturales [Internet]. Ginebra: Naciones Unidas; 2002. Disponible en: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>
52. Comité de derechos económicos sociales y culturales. Observación general No 15 (2002): El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales). Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas. 2002;40232:01–19.
53. Colombia. República de Colombia. Constitución Política Colombiana. [Internet]. Consejo Nacional de Acreditación Bogotá; 1991. Disponible en: https://www.cna.gov.co/1741/articles-186370_constitucion_politica.pdf
54. Ministerio de Salud y Protección Social. Plan Decenal de Salud Pública: 2012 - 2021. La salud en Colombia la construyes tu. [Internet]. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia; 2013 [Consultado 2020 Dic 6]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/PDSP.pdf>
55. Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento Conpes 3550: Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química. [Internet]. Bogotá; 2008. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3550.pdf>
56. Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento Conpes 3810: Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural. [Internet]. Bogotá; 2014. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3810.pdf>

57. Colombia. Presidencia de la República. Decreto 1898 de 2016: Por el cual se adiciona el Título 7, Capítulo 1, a la Parte 3, del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, que reglamenta parcialmente el artículo 18 de la Ley 1753 de 2015, en lo referente a esquemas diferenciales para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en zonas rurales. [Internet]. Bogotá; 2016. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78173>
58. Barbosa. Concejo Municipal. Acuerdo 016. Por medio del cual se ajusta la revisión y ajuste a largo plazo del plan de ordenamiento territorial del municipio de Barbosa y se dictan otras disposiciones complementarias. [Internet]. Barbosa; 2015. Disponible en: www.barbosa.gov.co
59. Colombia. Ministerio de la Protección Social, 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. Bogotá; 2007
60. Barbosa. Secretaria de salud protección social y desarrollo comunitario. Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud en el municipio de Barbosa, Antioquia. Barbosa; 2017.
61. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio M del P. Metodología de la Investigación [Internet]. 6 ed. México: McGraw-Hill; 2014. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252%0Ahttp://dx.doi.org>
62. Equipo de riesgos ocupacionales Universidad de Antioquia. Protocolo de Bioseguridad para Covid 19. Medellín; 2020.
63. República de Colombia. Instituto Nacional de Salud. Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua para consumo humano para análisis de laboratorio. Bogotá; 2011.
64. Araujo Salazar E, Granja Landazuri JF. Diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico de las subcuencas de los ríos los hules-tinajones, caño quebrado y el área integrada, Panamá - 2018. Estructura y dinamismo del mercado de tecnología industrial en México [Internet]. 2018;1:348. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/703>
65. Giraldo Ortiz S, Carvajal Castaño V. Factores de riesgo de la calidad del agua para consumo humano y morbilidad sentida en usuarios del acueducto la Hondita Hojas Anchas, Guarne 2017. Medellín; 2019.
66. Comisión Nacional para la Protección de los Sujetos Humanos de Investigación Biomédica y del Comportamiento. Informe de Belmont. Principios y guías éticos para la protección de los sujetos humanos de investigación [Internet]. Estados Unidos; 1979 [Consultado 2021 Feb 9]. Disponible en: <http://www.bioeticayderecho.ub.edu/archivos/norm/InformeBelmont.pdf>
67. Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993: Por la cual se establecen las normas académicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá; 1993
68. Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas, Organización Panamericana de la Salud. Pautas éticas internacionales para investigación relacionadas con la salud con seres

- humanos. [Internet]. 4 ed. Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS). Ginebra; 2016. Disponible en: https://cioms.ch/wp-content/uploads/2017/12/CIOMS-EthicalGuideline_SP_INTERIOR-FINAL.pdf
69. Colombia. Congreso de la República. Ley 1581 de 2012 Colombia. "Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales". [Internet]. Bogotá; 2012. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
 70. Colombia. Congreso de la República. Ley 1228 de 2008: Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones. [Internet]. Bogotá; 2008. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=31436>
 71. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda. 4 ed. Ginebra: OMS; 2018.
 72. Organización Mundial de la Salud. Notas descriptivas. E. Coli [Internet]. Centro de Prensa. 2018 [Consultado 2021 Oct 25] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
 73. Pacheco Amón F, Once Sarmiento D, Verdugo Gallegos J. Enfoque básico del saneamiento ambiental. Repositorio de la Universidad de Cuenca [Internet]. 2018 [Consultado 2021 Oct 24];135–40. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/288579882>
 74. Celiz Bardález L. Evaluación del saneamiento básico ambiental y prevalencia de enfermedades gastrointestinales en la localidad de Shucshuyacu [Internet]. Moyobamba Perú; 2020 [Consultado 2021 Oct 24]. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/4042/ING.%20SANITARIA%20-%20Liz%20Celiz%20Bard%c3%a1ez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 75. Londoño Quintero T. Evaluación de las condiciones de saneamiento ambiental y salud ambiental de las viviendas e instituciones educativas rurales en las cuencas priorizadas del Valle del Cauca. [Internet]. Santiago de Cali; 2018 [Consultado 2020 Dic 2]. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/10418/5/T08086.pdf>
 76. Upegui Londoño B, Restrepo Mira G. Análisis de las carencias que presenta la vereda la Veta del municipio de Cocorná, en cuanto a necesidades de servicios de saneamiento ambiental. [Internet]. Medellín; 2017 [Consultado 2021 Oct 24]. Disponible en: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/5587/1/TEGP_UpeguiLondo%C3%B1oLuzBibiana_2017.pdf
 77. Gotera J, Panunzio A, Ávila A, Villarroel F, Urdaneta O, Fuentes B, et al. Saneamiento ambiental y su relación con la prevalencia de parásitos intestinales. Kasmara [Internet]. 2019;47(1):59–65. Disponible en: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/kasmara>
 78. Organización Panamericana de la Salud. Agua y saneamiento: En la búsqueda de nuevos paradigmas para las Américas [Internet]. Washington: OPS; 2012 [Consultado 2021 Oct 24]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51544/9789275116692_spa.pdf?sequence=1#page=24

79. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Subdirección de Hidrología. Determinación de Escherichia Coli y Coliformes Totales en agua por el método de filtración por membrana en Agar Chromocult [Internet]. 2007 [Consultado 2022 Feb 5]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>
80. Ríos Tobón S, Agudelo Cadavid RM, Gutiérrez Builes LA. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev Fac Nac Salud Pública. 2017;35(2):236–47
81. Pérez Gómez G, Alvarado García V, Rodríguez Rodríguez JA, Herrera F, Sánchez Gutiérrez R. Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua superficial del río Grande de Tárcoles, Costa Rica: un enfoque ecológico. Cuadernos de Investigación UNED [Internet]. 2021 [Consultado 2021 Oct 2];13(1). Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662021000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es
82. Sánchez Requejo BV. Determinación de parámetros físicos y químicos, y su influencia en las características organolépticas en la quebrada el Herrero, Soritor, 2015 [Internet]. Perú; 2018 [Consultado 2021 Oct 3]. Disponible en: <http://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2999/SANITARIA%20-%20Vertil%20Sanchez%20Requejo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
83. Pino E, Tacora P, Steenken A, Alfaro L, Valle A, Chávarri E, et al. Efecto de las características ambientales y geológicas sobre la calidad del agua en la cuenca del río Caplina, Tacna, Perú. Tecnol cienc agua [Internet]. 2017 [Consultado 2021 Oct 3];8(6):77–99. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222017000600077&lng=es&nrm=iso&tlng=es
84. Ministerio de Agricultura. Estas son las amenazas que impulsan la degradación del suelo. Agronet 2019 [Internet] [Consultado 2021 Oct 3] Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Estas-son-las-amenazas-que-impulsan-la-degradación-del-suelo.aspx>
85. Espejo Cruz ME. Determinación de la calidad fisicoquímica del agua del humedal El Juncal y su reconocimiento como ecosistema estratégico dentro de la educación básica primaria [Internet]. [Bogotá]; 2017 [Consultado 2021 Oct 25]. Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/2398>
86. Gómez Duque AS. Evaluación de la calidad ecológica del agua usando macroinvertebrados acuáticos en la parte alta y media de la cuenca del Río Felidia, Valle del Cauca Colombia [Internet]. Santiago de Cali; 2013 [Consultado 2021 Oct 25]. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/4871/TAA01265.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
87. Universidad de Salamanca. ¿Cómo reacciona el cloro con la materia orgánica presente en el agua? [Internet]. IAgua; 2016 [Consultado 2021 Oct 15]. Disponible en: <https://www.iagua.es/noticias/espana/universidad-salamanca/16/10/20/como-reacciona-cloro-materia-organica-presente-agua>