



**Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD**
Resolución 009527 Mineducación Sep. 6 de 2019

**ESTRATEGIAS Y ACCIONES DE MEJORA DE LOS ACUEDUCTOS EN LOS
CORREGIMIENTOS DEL MUNICIPIO DE PENSILVANIA, CALDAS, MEDIANTE LA
APLICACIÓN DEL MODELO DE FUERZAS MOTRICES PARA EL COMPONENTE
DE CALIDAD DE AGUA**

LUIS FELIPE ARIAS HERRERA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN DESARROLLO REGIONAL Y PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO
MANIZALES**

2023

ESTRATEGIAS Y ACCIONES DE MEJORA DE LOS ACUEDUCTOS EN LOS
CORREGIMIENTOS DEL MUNICIPIO DE PENSILVANIA CALDAS, MEDIANTE LA
APLICACIÓN DEL MODELO DE FUERZAS MOTRICES PARA EL COMPONENTE
DE CALIDAD DE AGUA

Autor

LUIS FELIPE ARIAS HERRERA

Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Desarrollo Regional y Planificación del
Territorio

Tutor

OLGA LUCIA OCAMPO LÓPEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN DESARROLLO REGIONAL Y PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO

MANIZALES

2023

Resumen

Objetivo: Determinar estrategias y acciones de mejora en acueductos rurales de Pensilvania, Caldas, mediante la aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices (MFM) para el componente de calidad del agua.

Metodología: El diseño metodológico que orientó la investigación es el Modelo de Fuerzas Motrices, compuesto por seis categorías: 1) fuerza motriz, 2) presión, 3) estado, 4) exposición, 5) efecto y 6) acción. Se tomó como área de estudio la zona rural del municipio de Pensilvania, Caldas, con los acueductos de los corregimientos de San Daniel, Arboleda, Pueblo Nuevo y Bolivia, los cuales se surten de la cuenca del río Samaná sur.

Resultados: Se determinaron las características de calidad de agua y se encontró que los corregimientos de San Daniel, Arboleda y Pueblo Nuevo tienen una calidad de agua que reporta alto riesgo para la comunidad. Se definieron los aspectos de mejora para los acueductos y posteriormente se definieron los planes de mejoramiento para la gestión en salud ambiental en el componente de calidad de agua para dichos acueductos.

Conclusiones: Los acueductos de los corregimientos de Arboleda, Pueblo Nuevo y San Daniel requieren de una mayor intervención y articulación a programas que permitan disminuir los riesgos en términos de calidad de agua. Es necesario impulsar la gestión de manejo adecuado administrativo y operativo de dichos acueductos. El acueducto del corregimiento de Bolivia es un ejemplo a seguir para los demás acueductos rurales.

Palabras claves

Acueducto, Calidad del Agua, Salud Ambiental, Salud, Saneamiento Básico.

Abstract

Objective: Determine strategies and improvement actions in rural aqueducts in Pennsylvania Caldas, through the application of the MFM Driving Forces Model for the water quality **component**.

Methodology: The methodological design that guided the research is the MFM Driving Forces Model, composed of six categories: 1. Driving force, 2. Pressure, 3. State, 4. Exposure, 5. Effect and, 6. Action; The rural aqueducts of the corregimientos of San Daniel, Arboleda, Pueblo Nuevo and Bolivia in the municipality of Pensilvania, Caldas, which are supplied from the Samaná Sur river basin, were taken as the study area.

Results: The water quality characteristics were determined, finding that the districts of San Daniel, Arboleda and Pueblo Nuevo have a water quality that reports high risk for the community; Improvement aspects were defined for the aqueducts and later the improvement plans for environmental health management in the water quality component for said aqueducts were defined.

Conclusions: the aqueducts of the corregimientos of Arboleda, Pueblo Nuevo and San Daniel require a greater intervention and articulation to programs that allow reducing the risks in terms of water quality, it is necessary to promote the management of adequate administrative and operational management of said aqueducts. The Bolivian corregimiento aqueduct represents an example for other rural aqueducts to follow.

Keywords: Aqueduct, Water Quality, Environmental Health, Health, Basic Sanitation.

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	19
2	ANTECEDENTES.....	20
2.1	CALIDAD DEL AGUA	20
2.1.1	Calidad de agua potable en el contexto internacional	21
2.1.2	Índice de calidad de agua potable en el contexto nacional.....	21
2.2	GESTIÓN PÚBLICA Y ACCESO AL AGUA POTABLE.....	22
2.2.1	Gestión pública y acceso al agua potable en América Latina y el Caribe.....	22
2.2.2	Gestión pública y acceso al agua potable en Colombia.....	25
2.2.3	Prestación del servicio de agua potable en Colombia	26
2.3	SALUD AMBIENTAL.....	28
2.3.1	Salud y salud ambiental en el contexto internacional.....	29
2.3.2	Salud y salud ambiental en el contexto nacional.....	29
2.3.3	Calidad del agua y Enfermedades Vehiculizadas por Agua en Colombia	31
2.4	INTERVENCIONES Y PLANES DE MEJORAMIENTO DE ACUEDUCTOS MUNICIPALES EN COLOMBIA.....	33
2.5	HALLAZGOS EN LA REVISIÓN DE ANTECEDENTES.....	34
3	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.1	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	40
4	JUSTIFICACIÓN.....	41
5	REFERENTE TEÓRICO.....	43

5.1	OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE “AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO”	43
5.2	SALUD AMBIENTAL.....	46
5.3	MODELO DE FUERZAS MOTRICES	49
5.4	AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO	53
5.4.1	Índices de calidad de agua superficial	55
5.4.2	Índices de calidad de agua para consumo humano.....	56
5.4.3	Características físicas del agua para consumo humano.....	58
5.4.4	Características químicas del agua para consumo humano.....	59
5.4.5	Características microbiológicas del agua para el consumo humano	60
5.5	ENFERMEDADES ASOCIADAS A LA CALIDAD DEL AGUA	64
6	REFERENTE NORMATIVO.....	67
6.1	NORMATIVA Y COMPROMISOS INTERNACIONALES EN EL CONTEXTO DE SALUD Y AGUA POTABLE	67
6.2	NORMATIVIDAD PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE	68
6.3	NORMATIVIDAD CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	70
6.4	NORMATIVIDAD VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA	72
6.5	NORMATIVIDAD SALUD Y SALUD AMBIENTAL.....	75
7	REFERENTE CONTEXTUAL	80
7.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPIO DE PENSILVANIA CALDAS	80
7.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO DE PENSILVANIA ..	81

7.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CUENCA DEL RÍO SAMANÁ SUR	81
7.4	UNIDAD DE TRABAJO	82
7.5	CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS.....	83
7.6	PLANTAS DE TRATAMIENTO Y AGUA POTABLE EN LOS CORREGIMIENTOS DE PENSILVANIA	84
7.6.1	Pueblo Nuevo	84
7.6.2	Arboleda	85
7.6.3	San Daniel	86
7.6.4	Bolivia	86
8	OBJETIVOS.....	88
8.1	OBJETIVO GENERAL.....	88
8.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	88
9	METODOLOGÍA	89
9.1	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	89
9.2	UNIDAD DE ANÁLISIS	89
9.3	MODELO METODOLÓGICO	90
9.4	MOMENTOS DE APLICACIÓN DEL MODELO DE FUERZAS MOTRICES	91
9.4.1	Identificación del evento de interés en salud ambiental	91
9.4.2	Análisis de la reglamentación relacionada con el tema de investigación.....	92
9.4.3	Identificación de indicadores de calidad de agua y eventos de salud asociados a la calidad del agua según el MFM.....	92
10	APLICACIÓN DEL MODELO DE FUERZAS MOTRICES	94

10.1	INDICADORES DE FUERZA MOTRIZ	94
10.2	INDICADORES DE PRESIÓN	97
10.3	INDICADORES DE ESTADO	99
12.1	INDICADORES DE EXPOSICIÓN	102
12.2	INDICADORES DE EFECTO	103
12.3	INDICADORES DE ACCIÓN.....	104
13	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	107
13.1	FUENTES DE INFORMACIÓN	107
13.2	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	108
14	RESULTADOS.....	109
14.1	OBJETIVO 1	109
14.1.1	Indicadores de fuerzas motrices	109
14.1.2	Indicadores de presión	110
14.1.3	Indicadores de estado.....	111
14.1.4	Características generales del acueducto del corregimiento San Daniel	112
14.1.5	Características generales del acueducto del corregimiento de Arboleda	117
14.1.6	Características generales del acueducto del corregimiento Pueblo Nuevo ..	122
14.1.7	Características generales del acueducto del corregimiento de Bolivia.....	127
14.1.8	Calidad de agua según los resultados de las muestras de control y vigilancia, reportado por las autoridades sanitarias al Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP).....	134
14.1.9	Indicadores de exposición	141

14.1.10	Indicadores de efecto	142
14.1.11	Indicadores de acción.....	143
14.2	OBJETIVO 2	153
14.2.1	Indicadores de fuerzas motrices	153
14.2.2	Indicadores de Presión.....	154
14.2.3	Indicadores de Estado.....	154
14.2.4	Indicadores de exposición	155
14.2.5	Indicadores de Efecto	155
14.2.6	Indicadores de Acción	156
14.3	OBJETIVO 3	157
14.3.1	Plan de mejoramiento para la gestión en salud ambiental en el componente de calidad de agua en el acueducto del corregimiento de Pueblo Nuevo	159
14.3.2	Plan de mejoramiento para la gestión en salud ambiental en el componente de calidad de agua en el acueducto del corregimiento de San Daniel.	168
14.3.3	Plan de mejoramiento para la gestión en salud ambiental en el componente de calidad de agua en el acueducto del corregimiento de Bolivia.	176
14.3.4	Plan de mejoramiento para la gestión en salud ambiental en el componente de calidad de agua en el acueducto del corregimiento de Arboleda	179
15	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	188
15.1	RELACIÓN CONTEXTO TEÓRICO-INFORMACIÓN PRIMARIA	188
15.2	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	195
16	CONCLUSIONES	197
17	RECOMENDACIONES	202

17.1.1	Administración municipal de Pensilvania	202
17.1.2	Corporación Autónoma Regional.....	202
17.1.3	Entidad de salud	202
17.1.4	Empresas prestadoras del servicio.....	203
17.1.5	Comunidad educativa	204
17.1.6	Comunidad (habitantes de los corregimientos de Pensilvania).....	204
18	REFERENCIAS	205
1	ANEXOS.....	217

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Acueductos rurales de Pensilvania, Caldas	39
Tabla 2. Características del agua para consumo humano	54
Tabla 3. Índices usados en la determinación de la calidad del agua superficial.....	55
Tabla 4. Índices para el análisis de calidad del agua para consumo humano	56
Tabla 5. Clasificación de riesgo IRCA.....	58
Tabla 6. Definición según la OMS de virus, bacterias y protozoos	61
Tabla 7. Análisis para <i>Escherichia coli</i>	61
Tabla 8. Análisis para <i>Coliformen totales</i>	62
Tabla 9. Clasificación de enfermedades vehiculizadas por el agua	65
Tabla 10. Resumen normatividad.....	76
Tabla 11. Acueductos veredales, Pensilvania Caldas.....	84
Tabla 12. Indicadores MFM	92
Tabla 13. Ficha técnica del indicador crecimiento demográfico.....	94
Tabla 14. Ficha técnica indicador cobertura de servicio público de agua.....	95
Tabla 15. Ficha técnica indicador cumplimiento de metas	95
Tabla 16. Ficha técnica de indicador. Cumplimiento de normativa en la prestación del servicio de agua	97
Tabla 17. Ficha técnica de indicador de abastecimiento	97
Tabla 18. Ficha técnica indicador capacidad de pago	98
Tabla 19. Ficha técnica indicador calidad de agua superficial	99
Tabla 20. Ficha técnica indicador funcionamiento de la planta de tratamiento	100
Tabla 21. Ficha técnica indicador parámetros cumplidos para agua de consumo humano	101
Tabla 22. Ficha técnica indicador Población expuesta al consumo de agua no potable ...	103
Tabla 23. Ficha técnica indicador morbilidad asociada al consumo de agua no potable ...	104
Tabla 24. Ficha de indicador cobertura de salud	104
Tabla 25. Ficha de indicador percepción.....	105
Tabla 26. Ficha técnica del indicador grupo focal con expertos	106
Tabla 27 Calidad de agua por punto de monitoreo.....	112

Tabla 28. Ficha técnica. Visita acueducto del corregimiento San Daniel	113
Tabla 29. Ficha técnica. Visita al acueducto del corregimiento de Arboleda	117
Tabla 30. Ficha técnica. Visita acueducto del corregimiento Pueblo Nuevo	122
Tabla 31. Ficha técnica. Acueducto del corregimiento de Bolivia.....	127
Tabla 32. Directrices de los planes de mejoramiento en los acueductos de los corregimientos de Pensilvania, Caldas	157
Tabla 33. Fortalecimiento de las políticas públicas acueducto de Pueblo Nuevo	159
Tabla 34. Gestión administrativa acueducto de Pueblo Nuevo	160
Tabla 35. Cultura de pago por los servicios del acueducto de Pueblo Nuevo.....	161
Tabla 36. Recuperación de cuencas del acueducto de Pueblo Nuevo	161
Tabla 37. Mejoramiento de infraestructura del acueducto de Pueblo Nuevo.....	162
Tabla 38. Adecuación de laboratorios del acueducto de Pueblo Nuevo	162
Tabla 39. Proceso de potabilización del acueducto de Pueblo Nuevo	163
Tabla 40. Fortalecimiento de conocimientos técnicos del acueducto de Pueblo Nuevo	163
Tabla 41. Ampliación de la cobertura del acueducto de Pueblo Nuevo.....	164
Tabla 42. Educación sobre el consumo de agua no potable en el corregimiento de Pueblo Nuevo	165
Tabla 43. Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable en el corregimiento de Pueblo Nuevo	165
Tabla 44. Organización y participación de la comunidad del corregimiento de Pueblo Nuevo	166
Tabla 45. Programas para el uso eficiente y racional del agua en el corregimiento de Pueblo Nuevo	167
Tabla 46. Plan de Contingencia acueducto de Pueblo Nuevo	167
Tabla 47. Fortalecimiento de las políticas públicas que impulsen la inversión de recursos en el mejoramiento de la calidad del agua, corregimiento de San Daniel.....	168
Tabla 48. Gestión administrativa acueducto del corregimiento de San Daniel.....	169
Tabla 49. Cultura de pago por los servicios de acueducto, corregimiento San Daniel	169
Tabla 50. Protección del caudal corregimiento San Daniel	170
Tabla 51. Mejoramiento de infraestructura acueducto corregimiento de San Daniel	170

Tabla 52. Adecuación de laboratorios acueducto, corregimiento San Daniel.....	171
Tabla 53. Procesos de potabilización acueducto del corregimiento de San Daniel	172
Tabla 54. Fortalecimiento de conocimientos técnicos, acueducto corregimiento de San Daniel	172
Tabla 55. Ampliación de la cobertura en zonas rurales, corregimiento San Daniel.....	172
Tabla 56. Educación sobre el consumo de agua no potable, corregimiento San Daniel	173
Tabla 57. Enfermedades asociadas al consumo de agua no potable en el corregimiento de San Daniel	174
Tabla 58. Organización y participación de la comunidad, corregimiento de San Daniel ..	174
Tabla 59. Programas para el uso eficiente y racional del agua en el corregimiento de San Daniel	175
Tabla 60. Plan de contingencia acueducto, corregimiento San Daniel	175
Tabla 61. Cobertura acueducto del corregimiento de Bolivia	176
Tabla 62. Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable, acueducto del corregimiento de Bolivia	177
Tabla 63. Educación sobre el consumo de agua no potable, corregimiento de Bolivia	178
Tabla 64. Cultura de pago por los servicios de acueducto, corregimiento de Bolivia	178
Tabla 65. Fortalecimiento de las políticas públicas acueducto de Arboleda.....	179
Tabla 66. Gestión administrativa acueducto de Arboleda.....	180
Tabla 67. Cultura de pago por los servicios del acueducto de Arboleda.....	180
Tabla 68. Recuperación de cuencas del acueducto de Arboleda	181
Tabla 69. Mejoramiento de infraestructura del acueducto de Arboleda.....	181
Tabla 70. Adecuación de laboratorios del acueducto de Arboleda	182
Tabla 71. Proceso de potabilización del acueducto de Arboleda	183
Tabla 72. Fortalecimiento de conocimientos técnicos del acueducto de Arboleda.....	183
Tabla 73. Ampliación de la cobertura del acueducto de Arboleda.....	184
Tabla 74. Educación sobre el consumo de agua no potable en el corregimiento de Arboleda	184
Tabla 75. Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable en el corregimiento de Arboleda	185

Tabla 76. Organización y participación de la comunidad del corregimiento de Arboleda	185
Tabla 77. Programas para el uso eficiente y racional del agua en el corregimiento de Arboleda	186
Tabla 78. Plan de Contingencia acueducto de Arboleda	186
Tabla 79. Resumen de resultados aplicación MFM	190

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	44
Figura 2 Metas para el cumplimiento de ODS 6: “Agua Limpia y Saneamiento Básico”...	45
Figura 3. Determinantes ambientales	47
Figura 4. Determinantes sociales.....	51
Figura 5. Modelo de Fuerzas Motrices.....	52
Figura 6. Características físicas del agua para consumo humano	59
Figura 7. Características físicas del agua para consumo humano	60
Figura 8. Acuerdos internacionales en el contexto de salud y agua potable	67
Figura 9. Normatividad prestación del servicio de agua potable	69
Figura 10. Ciclo servicio de acueducto y alcantarillado, ley 142 de 1994.....	70
Figura 11. Normatividad calidad del agua para consumo humano	71
Figura 12. Normativa vigilancia de la calidad de agua	73
Figura 13. Normatividad salud y salud ambiental.....	75
Figura 14. Localización geográfica Pensilvania, Caldas.....	80
Figura 15. Área de estudio.....	82
Figura 16. Delimitación de la cuenca del Río Samaná Sur	83
Figura 17. Georreferencia de los corregimientos establecidos como unidad de análisis	90
Figura 18. Momentos del MFM	91
Figura 19. Porcentaje de área por uso actual. Pensilvania, Caldas.....	110
Figura 20. Sistema de captación acueducto corregimiento San Daniel.....	114
Figura 21 Tubería en la bocatoma	115
Figura 22. Tanques de almacenamiento	115
Figura 23. Sistema de captación de agua.....	118
Figura 24. Sistema de filtración por múltiples etapas FIME.....	119
Figura 25. Tanques de almacenamiento	119
Figura 26. Laboratorios e instrumentos para la calidad del agua	120
Figura 27. Sistema de captación.....	123

Figura 28. Sistema de filtración de múltiples etapas	123
Figura 29. Válvulas de paso de la planta de tratamiento	124
Figura 30. Tanques de almacenamiento	125
Figura 31. Instalaciones para laboratorios de calidad de agua	126
Figura 32. Bocatoma	128
Figura 33. Sistema de filtración por múltiples etapas	129
Figura 34. Tanque de almacenamiento.....	130
Figura 35. Laboratorios y equipos para calidad de agua	131
Figura 36. Ruta de consulta SIVICAP	135
Figura 37. IRCA por muestra por persona prestadora del servicio en los corregimientos de Pueblo Nuevo, Arboleda, San Daniel, Bolivia en el municipio de Pensilvania, Caldas.	136
Figura 38. IRCA anual por persona prestadora en los corregimientos de Pensilvania	138
Figura 39. IRCA mensual por municipio 2020. Área rural del municipio de Pensilvania.	139
Figura 40. IRCA mensual por municipio 2021. Área rural del municipio de Pensilvania.	140
Figura 41. IRCA rural anual Pensilvania, Caldas, 2020-2021	140
Figura 42 Casos de gastroenteritis de presunto origen infeccioso en los corregimientos de Pensilvania 2021-2022	142
Figura 43. Percepción de la población sobre el costo de la factura del agua en los corregimientos de Pensilvania, Caldas	144
Figura 44. Horas diarias de servicio de acueducto en los corregimientos de Pensilvania, Caldas	145
Figura 45. Percepción sobre la prestación del servicio en los corregimientos de Pensilvania, Caldas	146
Figura 46. Grado de satisfacción con la prestación del servicio de acueducto en los corregimientos de Pensilvania, Caldas	147
Figura 47. Percepción de la calidad del agua en los corregimientos de Pensilvania, Caldas	148
Figura 48. Formas de purificación del agua en los hogares de los corregimientos de Pensilvania, Caldas.....	150

Figura 49. Enfermedades atribuidas a la calidad del agua en los corregimientos de Pensilvania, Caldas	151
Figura 50. Aspectos de mejora del servicio de los acueductos de Pensilvania, Caldas	152

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha de reconocimiento, recorrido bocatoma-planta de tratamiento.....	217
Anexo 2. Entrevista semiestructurada	220
Anexo 3. Guía temática de percepción de la comunidad	221

1 PRESENTACIÓN

El acceso al agua potable, es uno de los principales retos en las áreas rurales, esta problemática está asociada no solo a determinantes ambientales, sino también políticos; a pesar de los compromisos del país por generar un acceso a este derecho de la población, se puede advertir una baja capacidad del Estado para la elaboración de estrategias que permitan el mejoramiento de las condiciones y determinantes ambientales que logren una calidad aceptable del agua.

En Colombia se han establecido compromisos y creando mecanismos jurídicos dispuestos a regular el agua para el consumo humano, empero, la brecha existente entre el área rural y el área urbana es notoria. Existen diferencias en las condiciones económicas, sociales y políticas, según las regiones del país, asociadas principalmente a la gestión local, advirtiendo una amplia problemática en el contexto de la salud ambiental.

En el Municipio de Pensilvania, Caldas, jurisdicción donde se centró la presente investigación, se evidenció que existen diferencias considerables en la calidad y cobertura del servicio de acueducto entre el área urbana del municipio y el área rural conformada por cuatro corregimientos que se surten de la cuenca del Río Samaná Sur y que constituyen el objeto de análisis.

El presente documento contiene los resultados obtenidos para cada objetivo planteado, primero se exponen las características de la calidad del agua según los indicadores del Modelo de Fuerzas Motrices (MFM) para los acueductos de los corregimientos San Daniel, Arboleda, Bolivia y Pueblo Nuevo; segundo, los aspectos de mejora según las características de calidad de agua y eventos de salud, definidos a través de la aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices; y tercero, se definen los lineamientos para los planes de mejora de los acueductos rurales de Pensilvania, Caldas, seguido de las conclusiones y recomendaciones planteadas a partir de la discusión de resultados.

2 ANTECEDENTES

En este capítulo se presentan las investigaciones que se han realizado de manera previa a la presente investigación y que se relacionan de manera directa con el tema de estudio “Estrategias y acciones de mejora de los acueductos en los corregimientos del municipio de Pensilvania, Caldas, en el contexto de salud ambiental”; se presentan también la producción intelectual relacionada con las categorías centrales de esta investigación “Calidad de agua” y “Salud ambiental”. A partir de la revisión de los antecedentes, se construye un panorama que describe las diferentes posturas y el estado de estudio del tema.

2.1 CALIDAD DEL AGUA

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) considera que la responsabilidad sobre el control de la calidad del agua para consumo humano corresponde a los proveedores, estos deben realizar un control de la calidad, así como de la elaboración e implementación de planes de seguridad del agua. Los proveedores deben también evaluar los riesgos mediante investigación y conocimiento de las actividades que inciden en la contaminación de aguas para elaborar estrategias de gestión del recurso hídrico.

La calidad del agua se encuentra determinada por los aspectos físicos, biológicos, microbiológicos y químicos que indican que el agua no representa riesgos para la salud humana, es decir, que esta es “saludable” libre de microorganismos y sustancias que amenacen la salud. Además, según la OMS (2010) el agua para consumo humano debe ser *suficiente, saludable, aceptable, físicamente accesible y asequible*; en este concepto ampliado del agua son incluidas, no solo las características físicas o indicadores de calidad del agua, sino también los determinantes sociales, políticos y económicos, en los cuales se enmarca la inequidad en términos de acceso al agua para consumo humano; por tanto, a continuación se presenta la revisión de la literatura y los estudios relacionados, tanto con los determinantes de la calidad del agua superficial, como la calidad del agua potable o de consumo humano, gestión pública y las estrategias en pro del acceso al recurso.

Salamanca (2016) en su artículo “Tratamiento de aguas para el consumo humano” advierte que el cálculo de los índices de calidad del agua son muy importantes para garantizar la salud de la población, pero no son suficientes en el análisis, ni garantizan por sí solos el

agua segura para el consumo humano y prestación del servicio; en un análisis integral deben participar diferentes disciplinas y tenerse en cuenta todo el ciclo del agua, desde la cuenca que surte el recurso hasta su llegada al consumidor, incluyendo también el análisis de factores sociales, políticos, culturales, económicos, ecológicos y legislativos.

2.1.1 Calidad de agua potable en el contexto internacional

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022), en el Informe de diálogo regional del agua 2022, enfatiza en la necesidad de transitar a modelos sostenibles de abastecimiento de agua, en pro de garantizar el derecho humano al agua y saneamiento. Resalta la necesidad de alianzas intersectoriales para el cumplimiento de ODS 6, mediante la creación de programas gubernamentales que fomenten la innovación y aplicación de tecnologías verdes que permitan afrontar la crisis hídrica.

Las *Guías para la calidad del agua potable* de la OMS (2018), en su cuarta edición, establece las recomendaciones para la gestión de riesgo en relación a la seguridad del agua para consumo humano; este documento brinda información de apoyo para la evaluación de la calidad del agua y la construcción de políticas, teniendo como objetivo principal la “protección de la salud pública”. La OMS (2018) sintetiza los diferentes estudios relacionados con la calidad del agua potable teniendo en cuenta la normativa internacional, expone también las consecuencias asociadas a los contaminantes del agua potable y resalta la importancia de los procesos de evaluación de riesgo de la calidad del agua proponiendo que estos deben realizarse desde la cuenca, hasta su llegada al consumidor.

2.1.2 Índice de calidad de agua potable en el contexto nacional

El Instituto Nacional de Salud de Colombia (INS, 2011) a través del *Manual de métodos físico químicos, básicos para el análisis de aguas para consumo humano*, formula los parámetros y procedimientos que deben cumplir los laboratorios para la vigilancia y control de la calidad del agua para el consumo humano; como parte de la normatividad que rige el agua para el consumo humano en Colombia, se creó el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA) el cual permite medir el riesgo de ocurrencia de las enfermedades ante el incumplimiento de las características que la hacen apta para el consumo humano y por

tanto, resalta la importancia de los laboratorios en el proceso de obtención de dicho indicador (IRCA). Este manual reconoce el tema del agua para el consumo humano y su importancia en el contexto de la salud pública y formula las prácticas y responsabilidades de los laboratorios involucrados en el análisis y vigilancia de la calidad.

2.2 GESTIÓN PÚBLICA Y ACCESO AL AGUA POTABLE

Teniendo en cuenta la importancia de la gestión del recurso, se presentan a continuación los estudios relacionados con la gestión pública, la formulación de objetivos estratégicos y la participación comunitaria en pro del acceso al agua potable.

2.2.1 Gestión pública y acceso al agua potable en América Latina y el Caribe

Datshkovsky et al. (2022) realizan una recopilación de los datos de desarrollo en relación al agua y saneamiento básico en América Latina y el Caribe con el objetivo de plantear los desafíos relacionados con el ODS 6 (agua limpia y saneamiento), advirtiendo la necesidad de disponibilidad de información para la toma de decisiones y la medición del progreso en el cumplimiento de metas. Estos autores plantean tres elementos reglamentarios en la disponibilidad de información que son: información consciente, confiable y comparable en cada uno de los indicadores relacionados con el agua limpia y saneamiento.

Jouravlev (2004), en su trabajo analizó la situación de los servicios de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe, evidencia que, a pesar de los esfuerzos realizados por los gobiernos de los diferentes países, el servicio de agua sigue siendo deficiente, principalmente para grupos poblacionales de bajos recursos económicos y poblaciones rurales. A partir del estudio realizado se llega a dos conclusiones importantes: la primera es que los efectos negativos de la baja calidad del agua no afectan únicamente a la comunidad, sino que también el medio ambiente; y la segunda, que existen similitudes en las reformas normativas y políticas referentes a los servicios de agua realizadas por los países de América Latina, como lo son la separación institucional, procesos de descentralización en la prestación del servicio y la promoción de la participación privada en labores de cobertura.

Por otra parte, Lentini (2011), construye una reflexión sobre las políticas en América Latina y evidencia que no se ha podido alcanzar la universalidad en torno a los servicios de agua potable, dado que no es una cuestión solo de normatividad, sino que requiere un financiamiento; realiza un análisis comparativo tomando las experiencias en Chile y Argentina, con el fin de identificar buenas prácticas que puedan servir como ejemplo para el logro de objetivos y metas seleccionadas para alcanzar un nivel de eficiencia en la prestación del servicio de agua potable. El autor enuncia que los principales factores determinantes están conexos a la organización institucional e identifica también los factores exógenos y endógenos que juegan un papel importante en la universalización del servicio de agua potable y saneamiento.

Estos autores, Jouravlev (2004) y Lentini (2011), construyen reflexiones relacionadas con la situación que vive América Latina y coinciden en el hecho de que el servicio de agua potable es deficiente por determinantes, tanto políticos como económicos, donde se identifica una debilidad institucional en el proceso de universalización de dichos servicios. Ambos enmarcan la desigualdad social que viven estos países y que afecta en su mayoría a poblaciones vulnerables y zonas rurales.

Castro (2007) realiza un compendio y una comparación de la serie de trabajos que ha desarrollado en relación a las experiencias de privatización de los servicios de agua y saneamiento en algunos países de América Latina; encuentra que dichas decisiones se han tomado de manera histórica, dado que si bien en la privatización existe un potencial para el mejoramiento de la infraestructura y cobertura del servicio, este potencial no es aprovechado, en cambio, se ha propiciado una competencia entre diferentes entes privados que no muestran interés por beneficiar las poblaciones vulnerables. En este orden de ideas la privatización no responde a una necesidad de dar solución a problemas de cobertura e inversión, ni a la baja capacidad de los gobiernos, sino que obedece a una ideología neoliberal. Una de las principales respuestas a la problemática dada por el autor es asumir el saneamiento básico como un derecho social universal, en donde se requiere una articulación de las fuerzas sociales con un carácter universalista.

Este mismo autor Castro (2011) presenta un análisis de las dimensiones conceptuales de la gestión democrática y del derecho de la ciudadanía a los servicios de agua y saneamiento básico. Aporta una visión crítica de la democracia capitalista en la cual los servicios son asumidos como un bien económico, lo que devela una fragilidad de los sistemas actuales y que dan apertura al debate sobre los derechos humanos y las diferentes etapas de privatización, racionalismo administrativo y neo privatista por las cuales ha pasado la prestación de los servicios. En sus investigaciones, muestra la necesidad de un análisis interdisciplinar acorde con las transformaciones del contexto; enfatiza en que las personas tienen derecho a disfrutar de unas condiciones de vida digna, las cuales deben cumplirse de forma independiente a su capacidad económica. Así, el servicio de agua potable no debe prestarse como un servicio privado, pues esto aumenta la brecha de inequidad delimitada por la capacidad de pago de las personas.

Mejía et al. (2016), en su libro construye una guía que sirve de referencia para orientar a los gobiernos de América Latina en la toma de decisiones relacionadas con el diseño de proyectos de agua y saneamiento para el sector rural. Uno de los principales objetivos de este estudio es brindar las herramientas para una política pública que permita el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), principalmente el objetivo 6: Garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y saneamiento para todos. Se resalta en este estudio que la población rural se encuentra en desventaja en el acceso a los servicios de agua, en comparación con las áreas rurales, al evidenciar que aproximadamente 21 millones, de los 34 millones que no cuentan con acceso a fuentes mejoradas de agua en América Latina, se encuentran ubicadas en áreas rurales.

Hantke (2011), muestra experiencias que pueden ser útiles en el desarrollo de investigaciones y asistencia técnica para el sector de agua potable y saneamiento; analiza elementos factores como la globalización y su incidencia en la igualdad de oportunidades de la población de América Latina. El documento escrito por este autor para la CEPAL busca brindar herramientas a los gobiernos en el diseño e implementación de proyectos de agua potable y saneamiento, teniendo como eje temático factores como la globalización, la

organización institucional, la eficiencia en la prestación de servicios las políticas macroeconómicas, la pobreza y la gobernabilidad.

2.2.2 Gestión pública y acceso al agua potable en Colombia

Correa Assmus, G. (2022) en su artículo, *Disponibilidad, acceso y calidad del agua: una reflexión socio ambiental para Colombia*, plantea la democratización del recurso como una alternativa frente a la crisis, donde se priorice el agua para consumo humano por encima de los intereses productivos y de mercado, además propone un análisis del agua en el entorno nacional, local y regional para establecer estrategias para superar la inequidad y pobreza en Colombia.

Según Bolaños (2015), el agua potable en Colombia es un reto que requiere la movilización de esfuerzos conjuntos y la consolidación de escenarios políticos nacionales y municipales; se resalta cómo desde la *Constitución Política* se reconoce el agua como un bien nacional de uso público, indispensable para la vida y la economía del país, pero mediante el Decreto 1541 de 1978 se prioriza el consumo humano por encima de las actividades económicas.

Carrasco (2016) construye en su estudio un estado del arte que permite conocer los determinantes de la inequidad en relación al acceso al agua potable y saneamiento en las áreas rurales de Colombia; en su estudio identifica el inadecuado marco normativo, la información deficiente, la débil capacidad institucional de los entes territoriales, la baja participación de la comunidad en proyectos y una infraestructura inadecuada para el ámbito rural, como los principales problemas que inciden en el bajo acceso de la población rural al servicio de agua potable y saneamiento básico.

La Comisión Reguladora de Agua de Colombia (CRA, 1997) realiza un análisis del sector del agua potable y saneamiento en el país, en este estudio asume en agua como un bien meritorio, dado que genera beneficios mayores a los que le son reconocidos, los beneficios del acceso al agua recaen no solo sobre la salud de quien la usa, sino que trae beneficios para toda la sociedad. La relación de mercado del agua, requiere de una intervención del Estado, tanto en labores de vigilancia, como en la asignación de recursos que el mercado no asignaría. La CRA, muestra de forma crítica los cambios en la regulación del agua para

consumo humano comprendidos entre los años 1974 y 1994, evidencia cómo las reformas hechas en el sector de agua potable y saneamiento básico develan problemas estructurales en la prestación y vigilancia del servicio de agua. Es importante resaltar que este análisis advierte que la cobertura y la continuidad en la prestación del servicio no son indicadores determinantes en la calidad del servicio, pues es necesario incluir en el análisis de variables como el estado de las redes y la calidad del agua de consumo.

A través de la revisión literaria se advierte cómo para Bolaños (2015) y Carrasco (2016) y para la CRA, Colombia presenta inconvenientes a la hora de garantizar a la población el derecho al agua potable y saneamiento básico, presenta problemas estructurales tanto en la prestación, como en la calidad y vigilancia del servicio. Los tres coinciden en que se ha dado un enfoque al agua como bien económico, que ha propiciado la competencia y el interés lucrativo del servicio por encima del bienestar de la población, por otra parte, identifican problemas relacionados con la debilidad institucional, la baja inversión e intervención del Estado en la prestación del servicio y marcos normativos “inadecuados”.

2.2.3 Prestación del servicio de agua potable en Colombia

Como alternativa a las diferentes etapas por las cuales ha pasado la prestación del servicio de agua potable y saneamiento básico, se plantea la autogestión del servicio público, con el objetivo de lograr una sustentabilidad del recurso y la creación de políticas que atiendan a las necesidades reales de las comunidades, en tanto se puede advertir dificultades en la gobernabilidad y gobernanza en relación a la administración de los recursos como lo afirma Zamudio (2012), quien en su revisión sobre la gestión del agua en Colombia, advierte cómo la desarticulación entre los diferentes entes gubernamentales confluyen en una gestión inapropiada del recurso hídrico; en la revisión literaria se encuentran propuestas de autores que abordan el tema de la participación comunitaria y la autogestión en la prestación y administración y vigilancia de los servicios de agua potable, principalmente en zonas rurales.

Locwood (2002) estudia la problemática general de los sistemas de acueducto en las zonas rurales a través del análisis comparativo de diferentes casos, encuentra problemas de carácter técnico, financiero y de gestión, resaltando la necesidad de un apoyo institucional

en aspectos relacionados con la promoción de la salud, temas ambientales y desarrollo de capacidades de gestión. Una de las principales problemáticas encontradas por este autor, es la alta cantidad de sistemas de agua potable inoperantes y mantenidos de forma deficiente; del análisis de estas experiencias el autor concluye que si bien la autogestión es una alternativa en la operación, mantenimiento y administración de sistemas de abastecimiento de agua y contribuye a la disminución de costos de inversión, las comunidades requieren de apoyo institucional, pues no llegan a ser totalmente autosuficientes, y requieren de mecanismos de apoyo después de la construcción de los sistemas.

Moncada (2013), en su estudio “Comunidades organizadas y el servicio público de agua potable en Colombia: una defensa de la tercera opción económica desde la teoría de recursos de uso común”, investiga si el servicio de agua potable puede ser prestado de manera sostenible por las comunidades de Colombia como alternativa para la solución de problemas de cobertura y costos de inversión, el Estado generó propuestas de construcción de acueductos comunitarios permitiendo que la comunidad opere, administre y realice las labores de mantenimiento de los servicios; este autor, encuentra relevante, la participación comunitaria en la administración de los recursos, considera que la comunidad puede llegar a administrar los sistemas de acueducto de manera sostenible y que resulta coherente con las necesidades reales de la comunidad.

Locwood (2002) y Moncada (2013) coinciden en la importancia de la participación comunitaria en los procesos de desarrollo rural y acceso al derecho al agua potable, considerando la acción colectiva como una alternativa viable en la prestación del servicio; empero es importante, tener en cuenta los aportes de Locwood (2002) quien advierte la necesidad del apoyo institucional de una “coexistencia del Estado como regulador”.

A partir de la revisión de antecedentes se encuentra que algunos autores estudian el acceso a los servicios de agua potable y saneamiento básico con la intención de aportar documentación que sirva de apoyo a los gobiernos nacionales y locales en la toma de decisiones y construcción objetivos y políticas públicas referentes a la administración, prestación y vigilancia del servicio de agua potable, advirtiendo la importancia de la

intervención del Gobierno en el acompañamiento de procesos e iniciativas dirigidas a la prestación del servicio de agua potable principalmente para zonas rurales.

Lampoglia, et al. (2008) construyeron un compendio de las opciones tecnológicas en abastecimiento de agua, con la intención de orientar a los alcaldes y alcaldesas de municipios rurales en la elección de tecnologías para el agua y el saneamiento; estos autores encuentran que las principales dificultades en el abastecimiento de agua son los determinantes socioeconómicos de la población y por tal razón es necesaria la evaluación, no solo de la calidad del agua, sino de las condiciones de los hábitos de higiene de las comunidades. La propuesta sostiene que las soluciones formuladas deben estar basadas en dos ejes: eje técnico y eje social; también incluye las actividades de educación y promoción social que deben acompañar todo el proceso de cobertura de agua y saneamiento básico.

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2012) construye el documento guía para el desarrollo de objetivos y metas en relación al agua potable y saneamiento básico. Esta guía es aplicable a todos los municipios de Colombia y tiene como objetivo orientar metodológicamente los procesos de planificación, la formulación de objetivos que permitan una mayor cobertura, calidad, una mejor gestión ambiental, la protección de cuencas y la competitividad a nivel municipal. También cumple la función de guiar el proceso diseño del capítulo de agua potable y saneamiento básico en el Plan de Desarrollo Municipal.

Como se evidencia en esta revisión de antecedentes, existen una amplia variedad de documentos en los cuales los autores pretenden generar herramientas para el diseño e implementación de proyectos de relacionados con el abastecimiento de agua potable; estos autores coinciden en la necesidad de intervención del Estado y la generación de herramientas que permitan a los gobiernos locales tomar buenas decisiones a partir del conocimiento de otras experiencias que han tenido éxito en otros países. La construcción de políticas eficientes es fundamental para garantizar el derecho al agua potable, donde se requiere la participación de los diferentes sectores que conforman la sociedad.

2.3 SALUD AMBIENTAL

La calidad del agua para consumo humano se encuentra relacionada de manera directa con la salud ambiental, se tiene en cuenta que tanto el contexto de salud ambiental, como el

acceso al agua potable están determinadas no solo por aspectos físico-biológicos, sino también por condiciones sociales, políticas y condiciones institucionales, así, el riesgo ambiental al cual está expuesta una población viene ligado a los procesos sociales y son también un determinante de la salud.

Rengifo (2008) en su estudio advierte que la salud no puede separarse de los elementos ambientales tales como el agua, el aire, el hacinamiento urbano y los productos químicos; este concepto de salud ambiental incluye en su análisis factores geográficos el clima y la vivienda. Este autor muestra una evolución del concepto de salud ambiental que incluye la calidad de vida como un determinante importante y propone una delimitación de los campos de la salud ambiental.

A continuación, se presenta una revisión de antecedentes que toma en cuenta los diferentes estudios que pueden aportar en la comprensión de la relación ambiente-salud y la concepción del término salud ambiental.

2.3.1 Salud y salud ambiental en el contexto internacional

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 1993) la salud está determinada por la interacción del hombre con el ambiente social, físico, químico y biológico. Según esta organización, existen peligros relacionados con el nivel de desarrollo de los países y la pobreza. Dentro de estos peligros está incluida la falta de acceso al agua potable y el saneamiento insuficiente en las comunidades y advierte que los riesgos relacionados con el agua no se dan solo por su ingesta, sino también por inhalación y exposición, lo cual puede ocasionar enfermedades respiratorias y afecciones en la piel.

2.3.2 Salud y salud ambiental en el contexto nacional

El Ministerio de Salud y Protección Social en convenio con la Organización Panamericana de Salud (2014) emiten un documento de investigación en el cual realizan una revisión literaria de los principales referentes conceptuales de los determinantes ambientales y las diferentes metodologías para abordarlos en una investigación, presentan referentes conceptuales para los términos de salud y salud ambiental, dan apertura a la discusión sobre los modelos teóricos y el lineamiento nacional e internacional en el contexto de la

salud ambiental. Indica además que el concepto de salud ambiental propone una reflexión de la interacción que tiene una comunidad con los factores sociales y biológicos presentes en el medio que habita.

García (2013) en su estudio realiza un análisis de la determinación de la salud ambiental y aporta una definición en donde el ambiente como uno de los principales determinantes, expone los diferentes enfoques actuales en torno a la salud ambiental y propone diferentes conceptos que pueden servir como herramienta de orientación en la formulación de acciones efectivas en materia de salud pública; este autor realiza también un análisis crítico de la política de salud ambiental y la determinación social de la salud en Colombia.

Martínez et al. (2014) realizó una revisión bibliográfica con la intención de mostrar los diferentes conceptos que históricamente han sido usados para hacer referencia a la relación hombre-ambiente, esta autora encuentra que a partir de la década de los 80 se da una ampliación del concepto, donde se puede resaltar la incorporación del agua potable y el saneamiento básico como un determinante de la salud ambiental.

Ordoñez (2000) expone dos vertientes en la comprensión del concepto de ambiente, la primera, analiza la actividad humana y sus efectos sobre el ambiente natural; mientras que la segunda vertiente analiza el ambiente natural y sus efectos sobre la salud humana; la propuesta conceptual de este autor permite realizar un análisis en tres categorías: *determinantes, procesos y funciones*. Según este autor la “producción y protección de agua segura para bebida” es un área de la salud ambiental y debe analizarse en todo su ciclo, desde la fuente de agua, transporte, tratamiento, desinfección, distribución, calidad del agua y gestión tecnológica.

Como se puede advertir a través de la revisión literaria, el concepto de salud ambiental es una construcción histórica que ha tenido transformaciones en el tiempo y que se ha ampliado dando paso a la inclusión de nuevos determinantes relacionados con el contexto social, político, cultural y económico de las comunidades, donde es de resaltar que el acceso al agua potable es un determinante considerable en el contexto de la salud ambiental.

2.3.3 Calidad del agua y Enfermedades Vehiculizadas por Agua en Colombia

El Instituto Nacional de Salud (2014) elabora un documento detallado en el cual advierte el incremento en el deterioro de la calidad del agua para el consumo humano, evento al cual se le atribuye casos y brotes de Enfermedades Vehiculizadas por Agua (EVA), enmarcando las debilidades de los sistemas de vigilancia y la baja producción intelectual e investigación sobre la problemática. Este documento aporta un esquema de clasificación que hace comprensible el origen y efecto de las EVA, incluyendo la incidencia del cambio climático.

Córdoba, et al. (2010), toman como tesis la “protección de la salud pública requiere agua de bebida segura” y encuentran en su estudio que la mayoría de los brotes causados por el consumo de agua no segura tienen que ver directamente con fallas en el proceso de tratamiento, por tanto sugieren que una de las principales medidas a tomar es la formulación de políticas estrictas de vigilancia para evitar la inclusión de agua contaminada en el sistema de distribución; advierte que un exhaustivo proceso de vigilancia requiere de la constante optimización en los métodos empleados para la detección de contaminantes principalmente de origen fecal.

Rodríguez (2016) analiza el comportamiento de las enfermedades de origen hídrico, en el periodo comprendido entre el 2008 y el 2014 en Colombia en relación con el sistema de acueducto y alcantarillado. Este estudio de carácter descriptivo, encuentra que a pesar de notarse un incremento en la inversión para la cobertura de estos servicios los eventos de salud relacionados con enfermedades de origen hídrico no han disminuido, según el estudio realizado, esta situación es atribuida al hecho de que se debe atender paralelamente otros factores como la educación en salud.

Guzmán (2015) estudia el impacto de la calidad del agua de consumo en la salud de la población en Colombia. El autor sugiere que se deben unir esfuerzos para la ejecución de acciones de prevención y promoción de la salud ambiental. Al realizar un análisis de los Índices de la Calidad del Agua, elabora un mapa de riesgo que permite observar que hay un alto porcentaje de municipios donde el valor hallado en relación a la potabilidad del agua no cumple con los requerimientos normativos establecidos en el país, la problemática es mayor para las áreas rurales y la correlación establecida con la morbilidad indica que tiene

una mayor incidencia en la población infantil encontrando un impacto considerable en su mortalidad.

Briñez, et al. (2012), en su estudio describen la calidad del agua para consumo humano y su relación con eventos de salud como la hepatitis A y Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) en las áreas urbanas del departamento del Tolima; los aportes de este estudio, constituyen herramientas de interés en la formulación de alternativas y acciones de mejora, encontrando que la calidad del servicio de suministro de agua puede prevenir enfermedades de origen hídrico.

Los autores coinciden que la calidad y acceso al agua para consumo humano es un determinante al cual se le debe prestar atención al tener una alta incidencia sobre la salud ambiental y la salud humana, la calidad del agua representa un riesgo para la salud pública al estar relacionada con brotes de enfermedades que pueden darse, no solo por su ingesta, sino también por contacto con la piel e inhalación. Coinciden en que existe una alta relación entre la calidad del agua y los casos de EDA, encontrando una correlación más alta para la población infantil; estos autores advierten también sobre las enfermedades ocasionadas y propagadas por la falta de agua.

A continuación, se presentan algunas investigaciones relacionadas con la metodología para abordar el tema de salud ambiental y documentos de apoyo en la construcción estrategias y acciones que permitan un mejoramiento en el componente calidad de agua.

El Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA, 2018) aporta un lineamiento para dar solución a las problemáticas, basado en el análisis de la “productividad del agua, la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales y el reúso del agua en Colombia”, este documento sirve como apoyo a la formulación de estrategias para el adecuado manejo del recurso hídrico en Colombia elaborando una ruta con los lineamientos generales. Esta propuesta incentiva la participación de las comunidades en el control y vigilancia de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado, mediante el conocimiento de sus derechos y deberes.

El Ministerio de Salud y Protección Social en convenio con la Organización Panamericana de Salud (2014) realiza una presentación del Modelo de Fuerzas Motrices como un modelo útil en los procesos de investigación y elaboración de planes de acción en el contexto de la salud ambiental; describe el origen de este modelo y su aplicación, trazando la ruta que permite su aplicabilidad en problemáticas reales, aportando también algunos ejemplos que facilitan su comprensión.

2.4 INTERVENCIONES Y PLANES DE MEJORAMIENTO DE ACUEDUCTOS MUNICIPALES EN COLOMBIA

A continuación, se presentan algunos trabajos de relacionados con el tema de la presente investigación “Estrategias y acciones de mejora de los acueductos en los corregimientos del municipio de Pensilvania Caldas, en el contexto de salud ambiental”, se advierte que en este ejercicio no se encontraron trabajos realizados en el municipio de Pensilvania, Caldas.

Bernal (2009) realizó un trabajo descriptivo en el cual da un diagnóstico sobre algunos planes de mejora, identificando sus falencias; esta autora, construye una guía metodológica y un esquema de evaluación integral para la formulación de planes de mejoramiento relacionados con la calidad del agua, el cual sirve como referencia documental para la aplicación de estrategias.

Jiménez y Hernández (2007) realizaron un estudio correlacional de la situación de la estructura administrativa de la Secretaría de Servicios Públicos y la calidad de la prestación del servicio de agua y alcantarillado en el municipio de Ariguaní, Magdalena, a partir de este análisis los autores formulan las estrategias necesarias para la optimización del servicio.

Valencia (2013) en su tesis formula las estrategias para el fortalecimiento de los acueductos rurales del municipio de Argelia, Valle del Cauca. Este autor busca la generación de acciones para el mejoramiento de la prestación del servicio y advierte la necesidad de fortalecer las organizaciones mediante la ejecución de procesos educativos y de capacitación, partiendo del conocimiento de la situación real de los acueductos rurales tomados como unidad de análisis.

Botero, Gonzales y Sánchez (2017), en su tesis “Diagnóstico actual de redes y evaluación técnico-económica de las alternativas para la optimización del sistema de acueducto del municipio de Anapoima” determina las alternativas más viables para la optimización del servicio de acueducto, partiendo del diagnóstico actual de las redes. Este autor realiza una evaluación de las alternativas, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos con la finalidad de determinar la alternativa más conveniente para el municipio.

Milenium y Cía. Ltda. (2019) presenta un informe del estado de los acueductos de los corregimientos de Bolivia, San Daniel, Pueblo Nuevo y Arboleda en el municipio de Pensilvania. En este informe presentan las características de cada acueducto enfocado a la evaluación de la gestión financiera, la promoción de actividades de fortalecimiento institucional, cumplimiento de normativa y la gestión del manejo adecuado de cuencas.

Estas tesis enunciadas constituyen estudios de caso, que buscan la generación de alternativas para el mejoramiento en la prestación del servicio de acueducto; los autores coinciden en la importancia la inversión económica principalmente para las áreas rurales, acompañados de procesos de educación y capacitación, tanto a nivel administrativo como para la comunidad, con el fin de generar una eficiente administración y conservación del recurso, advierten también sobre la necesidad de una renovación tecnológica de las redes de acueducto y alcantarillado y la participación de la comunidad en los procesos de mejora.

2.5 HALLAZGOS EN LA REVISIÓN DE ANTECEDENTES

Como conclusión general, se puede advertir que la OMS es a nivel mundial la organización que más se ha ocupado de cuantificar y describir la relación que existe entre la calidad del agua y la calidad de vida de la población, y esta misma encuentra que gran cantidad de la población mundial, en muchos de los casos población infantil, mueren diariamente por enfermedades asociadas a las deficiencias en el servicio de agua saneamiento e higiene. Desde esta organización, no solo se han realizado estudios, sino que también se han elaborado normativas para la gestión del riesgo, proporcionando también soluciones prácticas en diferentes partes del mundo al proporcionar asistencia técnica y atención a emergencias relacionadas con el tema.

A nivel nacional se encuentra que el Ministerio de Salud, el Instituto Nacional de Salud y las universidades, tanto públicas como privadas, son las principales instituciones que han trabajado y establecido normativas y políticas frente al tema del agua para el consumo humano y las enfermedades de origen hídrico.

El agua para el consumo humano es considerada por el Estado colombiano como un tema de salud pública y ha construido métodos para la vigilancia e investigación de dicho servicio, empero, la mayor parte de los estudios se han realizado a nivel nacional. Para el caso de la presente investigación se propone un estudio local que abarque la población de los corregimientos del municipio de Pensilvania en el departamento de Caldas. Se advierte que, si bien existe documentación sobre los acueductos de Pensilvania, no se encontraron estudios sobre el consumo de agua potable y el contexto de salud ambiental desde el Modelo de Fuerzas Motrices.

3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El acceso al agua potable es una de las principales problemáticas que, a pesar de ir en descenso, sigue afectando a poblaciones rurales y poblaciones vulnerables; “el agua en condiciones inadecuadas de potabilidad puede ser vehículo transmisor de diferentes enfermedades de alto impacto para la salud pública” (INS, 2014, p. 4).

La contaminación de las cuencas hidrográficas y las características e infraestructura de potabilización inciden en la probabilidad de que las personas padezcan enfermedades vehiculizadas por el agua, estos problemas se ven agudizados por la baja acción del Estado en temas de salud ambiental.

Las comunidades rurales presentan en su mayoría una brecha en comparación con los centros poblados que se ve expresada en términos de condiciones de vida con carencia de la prestación de servicios públicos y sociales, se ven inmersos en condiciones de bajo acceso a servicios de salud y educación, baja cobertura de agua potable y alcantarillado, inexistencia de servicios de recolección de basuras y baja posibilidad de acceso a vivienda digna; estas condiciones de vida, inciden en que la probabilidad de que se presenten enfermedades ocasionadas por determinantes ambientales sea alta para estas poblaciones.

El saneamiento deficiente y el bajo acceso al agua potable están estrechamente asociados a la transmisión de enfermedades, problemas de nutrición, y retraso del crecimiento en los niños, teniendo la diarrea como uno de los padecimientos más comunes; según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2017), el consumo de agua contaminada se encuentra relacionado con al menos 4 mil muertes prematuras al año en América Latina, de la causa de dichas muertes, la diarrea está entre las primeras cinco causas, hecho que da como resultado una expectativa de vida menor a la de otros países que cuentan con el servicio de agua potable.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010) el derecho humano al agua implica unas características específicas del agua; esta debe ser suficiente, saludable, aceptable, físicamente accesible y asequible para el uso personal y doméstico.

En cuanto a las enfermedades provocadas por la baja calidad del agua, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD 2006), advierte que la calidad del agua es la segunda causa de muerte infantil en el mundo. Se calcula que aproximadamente la mitad de la población de los países emergentes han sufrido problemas de salud asociados a la calidad del agua que consumen.

Colombia no es ajeno a la problemática descrita, el acceso al agua potable no tiene una cobertura nacional total y en muchos casos el deterioro y mal funcionamiento de las plantas de potabilización inciden en una baja calidad del agua para el consumo humano, principalmente en las zonas rurales del país.

Según el Instituto Nacional de Salud de Colombia, la calidad del agua es uno de los principales determinantes de la salud humana por esta razón es necesaria la toma de medidas y la formulación de estrategias enfocadas a la cobertura, calidad, accesibilidad y asequibilidad del agua para consumo humano.

Estas enfermedades pueden ser prevenidas fácilmente mediante la prevención de la contaminación y la cloración del agua. En este sentido todas las acciones para mejorar el acceso al agua potable, el saneamiento, la gestión de los recursos hídricos y promoción de estrategias de higiene y prevención tiene un alto impacto en la prevención de enfermedades (INS, 2014, p. 5).

Según el Informe Nacional de Calidad de Agua, para el año 2016, Caldas reporta para la mayor parte de su territorio un índice de riesgo *alto* equivalente al 82,5 % y un riesgo *medio* para el resto del territorio equivalente al 14,8 % del territorio; de los reportes correspondientes a la zona rural, la mayoría se consideran en un nivel de riesgo *alto*.

El departamento de Caldas reporta a la División Territorial de la Salud (DTS), al Instituto Nacional de Salud (INS) y al Sistema de vigilancia (SIVICAP), un Índice de Riesgo de la Calidad del Agua *alto* para el año 2017, teniendo una distribución donde el 3,7 % del territorio representa un riesgo *bajo*, el 11,1 % un riesgo *medio*, y el 82,2 % del territorio un riesgo *alto*; es de tener en cuenta que de la población rural, el 33,3 % registra un riesgo *alto* y el 66,7 % es *inviabile sanitariamente*.

Para el 2018, el departamento registra un índice equivalente a la categoría *sin riesgo*, pero advirtiendo que 13 de los 27 municipios de Caldas no reportaron la información; para el 2019 el IRCA del departamento de Caldas revela un riesgo *medio*, mientras que el riesgo registrado para el Municipio de Pensilvania es *alto* (42,6 %). Se puede advertir que, a pesar de evidenciar una reducción del riesgo representado por la calidad del agua, el departamento de Caldas sigue teniendo problemas en la prestación y vigilancia del servicio del agua potable, el cual es mayor para las zonas rurales.

En este orden de ideas, se resalta la necesidad de acciones que permitan una mayor eficiencia en la prestación del servicio de agua potable en las zonas rurales. Para el caso particular de la presente investigación se asume como objeto de estudio los cuatro corregimientos del municipio de Pensilvania, Caldas, Arboleda, Pueblo Nuevo, San Daniel, Bolivia, los cuales tienen un porcentaje de representatividad del 99,82 % del territorio total y se encuentran constituidos por un total de 100 veredas.

Los acueductos de los corregimientos de Pensilvania se surten todos de la cuenca del Río Samaná Sur (cód.2305-01) con un sistema FIME (Filtración por Múltiples Etapas), la cobertura de estos acueductos incluye el casco urbano de cada uno de los corregimientos y presenta una baja cobertura en las veredas y se advierte que para el caso de los acueductos de los corregimientos San Daniel, Arboleda y Pueblo Nuevo, se realiza el transporte de agua a las viviendas, pero no se garantiza agua segura para el consumo humano, mientras que el acueducto del corregimiento de Bolivia, sí cuenta con las condiciones necesarias para brindar a sus usuarios agua potable, siendo ejemplo de gobernanza a nivel nacional. Este corregimiento es tomado dentro del presente estudio como referente para los demás teniendo en cuenta su infraestructura, tipo de tratamiento y la forma de prestación del servicio. Las principales características de los acueductos se presentan en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Acueductos rurales de Pensilvania, Caldas

Corregimiento	Nombre del acueducto	Fuente	Tratamiento	Agua potable	# de suscriptores
Arboleda	Asoaguas	La Palmera	No	No	254
San Daniel	Asociación de usuarios de la Linda, La Queibra, San Daniel y sus veredas	Queibra de los Andes	No	No	400
Pueblo Nuevo	Asociación de aguas Pueblo Nuevo	Santa Teresa	No	No	150
Bolivia	Asociación de usuarios de servicios colectivos de Bolivia AUSCOLBOL	Queibra del Salado	Manejo químico (cloración)	Sí	558

Nota: elaboración propia, adaptación de Milenium y Cía. Ltda. 2020.

La falta de sistemas eficaces de potabilización del agua de los corregimientos del municipio de Pensilvania incide en la salud de la población, por lo tanto, en la presente investigación se determinan las características de los acueductos que prestan el servicio a los

corregimientos y la calidad del agua para consumo humano como herramienta para la formulación de estrategias y acciones de mejora.

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las estrategias y acciones de mejora para los acueductos rurales de Pensilvania Caldas, en el contexto de salud ambiental?

4 JUSTIFICACIÓN

En el contexto de salud ambiental, se encuentra incorporada la dimensión de salud humana, la cual depende en gran medida de la calidad del agua; se resalta que el estado de los acueductos y las fuentes hídricas incide directamente en la probabilidad de que la población padezca enfermedades vehiculizadas por agua, es por tal razón que la formulación de estrategias y acciones de mejora de los acueductos en los corregimientos del municipio de Pensilvania Caldas, es una prioridad. Esta investigación genera un conocimiento importante para abordar la problemática de la calidad del agua en el contexto de salud ambiental en la región.

La maestría en Desarrollo Regional y Planificación del Territorio está orientada a la formulación de acciones que permitan dar solución a problemas que acogen a las diferentes regiones del país y que deben ser incluidos dentro de la planificación territorial como forma de impulsar el desarrollo sostenible; así desde los conocimientos adquiridos en este programa se genera un aporte a regiones que carecen de políticas claras y tienen una baja articulación institucional, además se brindan herramientas estratégicas para la superación de problemáticas relacionadas con el contexto de salud ambiental.

Conocer las características de potabilización del agua se convierte en una herramienta importante para la formulación de planes de salubridad; el establecimiento de la relación entre el estado de los acueductos y la situación de salud de las comunidades permite la identificación temprana de problemas de salud pública y la formulación de estrategias.

La población que habita los corregimientos de Pensilvania se benefició de los resultados obtenidos de esta investigación, ya que sirven como herramienta para la formulación de estrategias enfocadas al mejoramiento de la salud ambiental, teniendo en cuenta que el acceso a agua potable mejora las condiciones de vida, ayuda en la reducción de la pobreza, mejora la salud y nutrición de la población.

A partir del objetivo general de la presente investigación: “Determinar estrategias y acciones de mejora en acueductos rurales de Pensilvania Caldas, en el contexto de salud ambiental”, se generan herramientas que aportan significativamente al cumplimiento de medidas para la protección de la salud pública.

A nivel institucional, la investigación realizada es una herramienta útil para la gestión de riesgo, la adecuada gestión de los recursos hídricos y el mejoramiento de las prácticas de saneamiento y la reducción de costos al sistema de salud, teniendo en cuenta que la formulación de estrategias para el mejoramiento de la salud humana aporta al desarrollo sostenible y al cumplimiento de los objetivos ODS, con los cuales Colombia se encuentra comprometida.

5 REFERENTE TEÓRICO

El presente referente teórico, se construye con el fin de generar una orientación conceptual, se consultaron los estudios académicos e informes presentados por las instituciones en torno al tema central de investigación; se abordaron las diferentes posturas y conceptos relacionados con el componente de salud ambiental y el componente de calidad de agua, así como las categorías determinantes para cada uno de estos. Paso seguido, se presenta, una conceptualización del Modelo de Fuerzas Motrices, el cual será aplicado en esta investigación.

5.1 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE “AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO”

La adopción del conjunto de objetivos globales para la protección del planeta y la prosperidad de todos implica nuevos retos para los gobiernos en la construcción de estrategias para el mejoramiento de indicadores de pobreza, salud, educación, igualdad de género, trabajo, infraestructura, cambio climático y justicia. En 2018 Colombia inicia su trayectoria en la búsqueda del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) consignando las principales metas y estrategias en el documento CONPES 3918, en el cual se contemplan 169 metas y se establecen las rutas de desarrollo económico armónico con el medio ambiente, figura 1.

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible



Nota: Departamento Nacional de Planeación, 2020.

Para el cumplimiento de los ODS se hace necesaria la formulación de acciones y estrategias que mediante la política pública vincule a los municipios en el cumplimiento de metas que garanticen el desarrollo de los ODS. Mediante la presente investigación se aborda el objetivo 6: “Agua limpia y saneamiento básico”, teniendo en cuenta que su cumplimiento tiene un impacto positivo en el bienestar, salud y calidad de vida de los pobladores. En la agenda 2030 para el desarrollo sostenible en Colombia, se plantean las siguientes metas para el cumplimiento de este objetivo, ver figura 2.

Figura 2 Metas para el cumplimiento de ODS 6: “Agua Limpia y Saneamiento Básico”



Nota: Departamento Nacional de Planeación, 2020.

5.2 SALUD AMBIENTAL

Según la OPS (2022), la salud ambiental se encuentra relacionada con el tercer Objetivo de Desarrollo Sostenible “buena salud y bienestar para el 2030” y para su desarrollo, la salud ambiental debe ser abordada desde el sector de salud pública desde donde se generan estrategias intersectoriales para mitigar los efectos nocivos de los peligros ambientales. La OPS identifica que la salud de la población se ha visto afectada por condiciones de insalubridad del aire y del agua, relacionadas con el saneamiento inadecuado. “La salud pública ambiental es la rama de la salud pública que aborda los factores ambientales subnacionales, nacionales, regionales y mundiales que influyen en la salud humana” (OPS, 2022).

En términos de salud ambiental, se advierte la necesidad de generar datos referentes al medio ambiente y la salud con el fin de formular políticas eficientes para la asignación de recursos humanos, técnicos y financieros que permitan la protección de la salud.

García (2013) presenta las características del ambiente como los principales determinantes de la salud. Desde esta perspectiva el concepto de salud ambiental responde al reto propuesto por el desarrollo sostenible, donde hay una centralidad del “mejoramiento de las condiciones de salud de la población”, con un enfoque en el análisis de tres categorías relacionadas con el entorno: 1) habitacional; 2) ocupacional; 3) público.

La salud ambiental tiene relación con los espacios en los que se desarrolla la vida de las personas, que pueden clasificarse en tres grandes categorías: el habitacional, centrado en la vivienda y el hogar; el ocupacional, que incluye los lugares en los que se trabaja y se estudia, como las dos ocupaciones más importantes de esta época; y el público, relacionado con los lugares de encuentro social, como las vías, los sistemas de transporte y las zonas de comercio, recreación, esparcimiento, cultura y deporte, entre otras (García, 2013, p. 113).

Otro de las definiciones encontradas sobre la dimensión de salud ambiental es la aportada por Garza A. (2002).

“La salud ambiental, es parte de la salud pública, la cual se ocupa de impedir las enfermedades, prolongar la vida y fomentar la salud y la eficiencia física y mental

del hombre, a través del esfuerzo organizado de la comunidad...la salud ambiental tiene que ver con el equilibrio ecológico que ha de existir entre el hombre y su medio que haga posible su bienestar” (Garza. 2002. p. 2).

Según Ordoñez (2020), el análisis de la influencia del ambiente en la salud se ha venido analizado como “salud y el ambiente” teniendo énfasis en la salud o como “ambiente y la salud”, donde se hace énfasis en el ambiente, advierte que estas dos perspectivas implican una fragmentación en el concepto al trabajar por separado el ambiente y la salud. Propone la utilización del concepto de “salud ambiental”. Ordoñez advierte que la definición emitida por la OMS (1993) es la que actualmente se trabaja o la oficialmente adoptada para el ejercicio investigativo en la dimensión de la salud ambiental. Según esta definición aprobada en la reunión celebrada en Sofía, Bulgaria en 1993, “la salud ambiental está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona”; teniendo como determinantes: la calidad del agua, aire y saneamiento básico, seguridad química y hábitat saludable, como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Determinantes ambientales



Nota: Elaboración propia a partir del documento: Ambientes saludables y prevención de enfermedades. Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente emitido por la OMS (2006).

La OPS y la OMS (2012), en el documento “El futuro que queremos”, presenta la compilación de los seminarios realizados en el marco de Rio +20 celebrada en Rio de Janeiro en 2012, en el seminario “Desafíos para la salud pública y el desarrollo sostenible”,

se propone la salud como una prioridad si se desea alcanzar el desarrollo sostenible, lo cual representa el posicionamiento de la salud en la agenda internacional y con ello el planteamiento de acciones para el cumplimiento de objetivos propuestos; en este seminario también se establece la relación directa entre salud y ambiente, destacando que una cuarta parte de la carga de enfermedades puede ser atribuida a factores ambientales, lo que pone en la agenda la necesidad de estrategias para el mejoramiento de los factores ambientales.

Según expertos en Rio +20, para la promoción de la salud se establece el desarrollo de varios indicadores dentro de los cuales se puede resaltar de interés para la presente investigación el de “Servicios de salud: Porcentaje de establecimientos con acceso a energía y agua limpia” (OMS, El futuro que queremos, p. 4).

La OPS (2021) también muestra una estrecha relación de la salud con el bienestar y el desarrollo y advierte que la salud ambiental está asociada directamente con el cumplimiento de cinco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos en la agenda 2030: 6. Agua limpia y saneamiento; 3. Salud y bienestar; 13. Acción por el clima; 7. Energía asequible y no contaminante; 11. Ciudades y comunidades sostenibles; 12. Producción y consumo responsable. Se advierte que para la presente investigación interesa directamente el cumplimiento del objetivo 6.

Según el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2013), en el país la salud ambiental implica la relación de los componentes ambientales con los efectos en la salud humana. El concepto de salud ambiental propone una reflexión sobre la interacción entre los grupos humanos y los factores físicos, químicos biológicos y sociales que se encuentran en el medio que habita y que, a su vez, se encuentra modulado por la estructura social.

Los determinantes sociales de la salud son las circunstancias en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, incluido el sistema de salud; las características sociales dentro de las cuales la vida tiene lugar, apuntan tanto a las características específicas del contexto social que influyen en la salud, como a las vías por las cuales las condiciones sociales se traducen en efectos sanitarios y los diferentes recursos a nivel mundial, nacional

y local, que a su vez depende de las políticas adoptadas (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013, p. 28).

Por otra parte, según el Plan Decenal de Salud Pública (PDSP 2012-2021), la dimensión de la salud ambiental es un conjunto de políticas orientadas a la transformación de los determinantes sociales y sanitarios con el fin de obtener un impacto positivo en la calidad de vida y la salud y garantizar a toda la población el derecho a un ambiente sano; el PDSP propone un análisis de la dimensión de salud ambiental desde el enfoque metodológico de Modelo de Fuerzas Motrices. Modelo que identifica cinco niveles de causa y efecto para establecer las relaciones entre las condiciones ambientales y la salud. Su aplicación evidencia la cadena de articulación entre factores ambientales y afectaciones a la salud, necesaria para establecer intervenciones dirigidas a mejorar las relaciones entre ambiente y salud (PDSP 2012-2021, dimensión ambiental).

Desde el PDSP se considera que este modelo metodológico es el más eficiente al permitir llegar a la formulación de acciones para la promoción de la salud en poblaciones vulnerables, permitiendo la identificación y caracterización de los factores determinantes de orden estructural, intermedio y proximal.

Más específicamente, propone que las acciones encaminadas a controlar las ‘fuerzas motrices’ y las ‘presiones’ que causan la degradación ambiental pueden ser las formas más efectivas de intervención, ya que actúan desde lo estructural, requiriendo de mayor voluntad y compromiso político (PDSP 2012-2021, dimensión ambiental).

5.3 MODELO DE FUERZAS MOTRICES

Según el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2014) el Modelo de Fuerzas Motrices propuesto por la OMS se encuentra interrelacionado con el desarrollo sostenible, pues dicha metodología está orientada al cumplimiento de los ODS y se ha aplicado en los diferentes estudios y conferencias realizadas en el marco del desarrollo sostenible. La conceptualización de esta metodología se le atribuye a Corvalan en 1999.

El Modelo de Fuerzas Motrices (MFM) es el instrumento metodológico que el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS), en el marco del Plan Decenal de Salud Pública

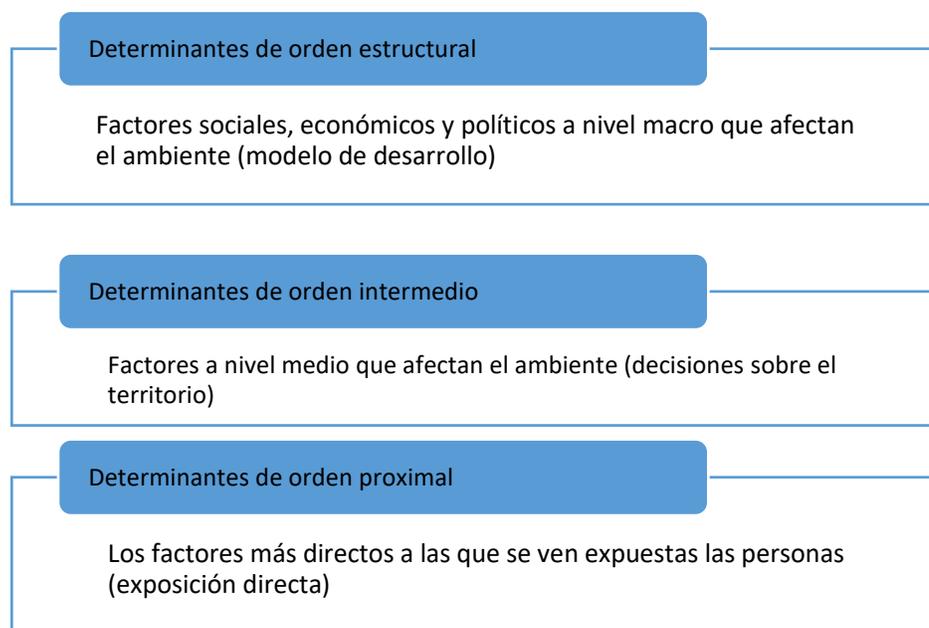
(2012-2021), adoptó para analizar las condiciones ambientales que afectan la salud poblacional y el cual es útil, además, para definir las acciones necesarias para impactar de manera positiva dichas condiciones (Ministerio de Salud y Protección, 2014, p. 21).

El Modelo de Fuerzas Motrices es la metodología oficialmente adoptada por la OMS para los análisis en la dimensión de la salud ambiental, y también ha sido adoptada en Colombia para los estudios en salud ambiental; según el PDSP (2012-2021) esta metodología es la más apropiada al permitir a los gobiernos Nacional y local la planeación de acciones preventivas y correctivas en pro del derecho de la población a un ambiente sano y del cumplimiento de los ODS como tratado internacional mediante el cual se rige el desarrollo sostenible en Colombia.

Este modelo es, por tanto, el hilo conductor del análisis de las interrelaciones entre salud y ambiente, incluyendo los aspectos comunes de las fuerzas motrices, las presiones y las acciones para todas las condiciones ambientales, el análisis de la exposición, el estado y los efectos específicos de cada condición ambiental prioritaria (PDSP 2020-2021).

El Modelo de Fuerzas Motrices es un modelo teórico que permite la formulación de estrategias para la protección de la salud a través de los determinantes sociales de orden estructural, intermedio y proximal, permitiendo un análisis integral de la situación, ver figura 4.

Figura 4. Determinantes sociales

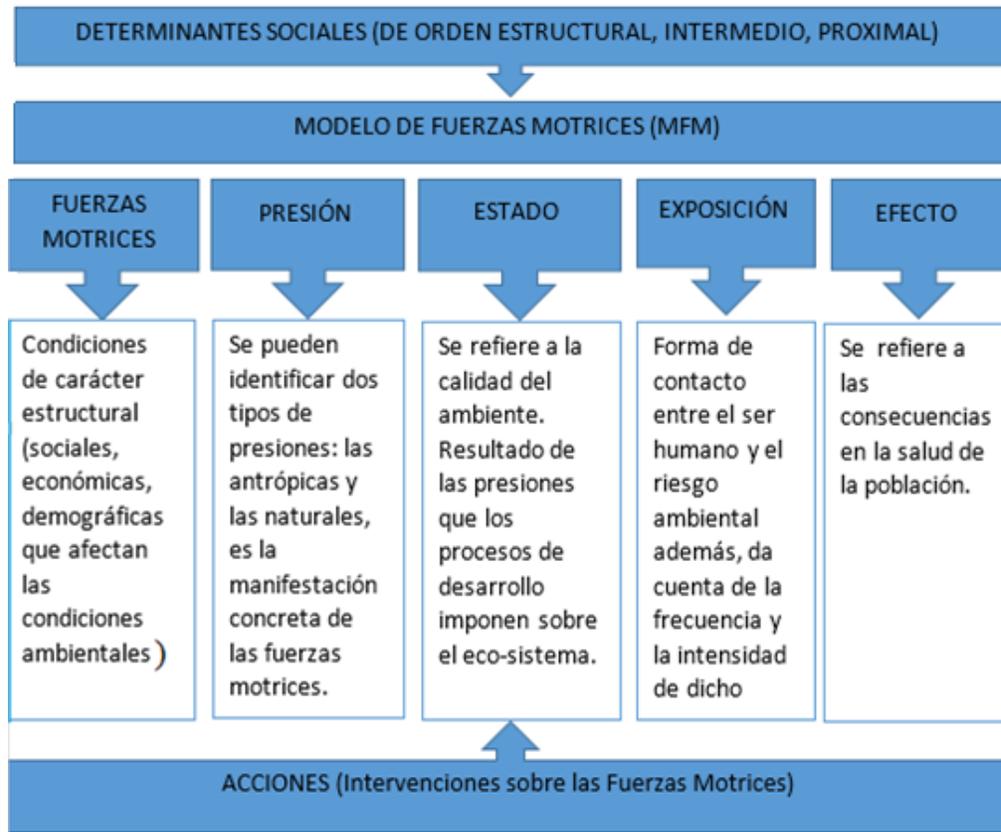


Nota: PDSP 2020—2021.

El Modelo de Fuerzas Motrices tiene un orden lógico que muestra cómo las “fuerzas motrices” como condiciones estructurales macro en las cuales las personas están inmersas, generan “presiones” que transforman el “estado” del ambiente; a su vez las personas se encuentran expuestas a dicho “estado” como situación de calidad en que el ambiente se encuentra tiene unos “efectos” o consecuencias en la salud de la población. La comprensión de la lógica expuesta tiene como resultado la “acción”, es decir, la formulación de las acciones de intervención que la sociedad ejecuta para mejorar el estado del ambiente, este actuar está orientado principalmente sobre las categorías de Fuerzas Motrices y Presión.

El Modelo de Fuerzas Motrices está orientado a la comprensión de la relación ambiente – salud, incorporando en su análisis los determinantes sociales, entendidos como factores sociales económicos y políticos en los cuales se encuentra inmersa una población y que inciden o afectan el ambiente. El MFM propone seis categorías de análisis, como aparece en la figura 5.

Figura 5. Modelo de Fuerzas Motrices



Nota: elaboración propia a partir de información del Ministerio de Salud y Protección 2014.

Según Ocampo, et al. (2021), el Modelo de Fuerzas Motrices es también un modelo causa-efecto, salud y ambiente; así, las condiciones ambientales de un territorio se ven afectadas por las condiciones de carácter estructural tales como condiciones sociales económicas, ecológicas y políticas, es decir, estas condiciones impulsan la *fuerza motriz* (FM), la manifestación de dicha FM se ve expresada en la *presión* antrópica o natural que ocasiona cambios en las condiciones originales del ambiente, tales como alteraciones en los componentes bióticos y abióticos; como resultado de la presión antrópica o natural ejercida sobre las condiciones originales del ambiente, se tiene el *estado*, el cual hace referencia a la calidad del ambiente o de los servicios ecosistémicos, advirtiendo una relación directa del *estado* con los modelos de desarrollo adoptados en un territorio.

“Los cambios en el estado influyen en el territorio y sus poblaciones” (Ocampo, et al., 2021, p. 45). Según el MFM la relación riesgo ambiental-ser humano puede verse a través de la categoría de *exposición* la cual permite determinar el modo, frecuencia e intensidad del contacto del ser humano con el riesgo ambiental, como resultado de la exposición, se tiene el *efecto*, el cual permite advertir las consecuencias de la exposición en términos de salud y que puede verse expresada en morbilidad, mortalidad, y discapacidad.

Se tiene entonces, según Ocampo (et al., 2021), que la forma de intervención sobre las categorías mencionadas anteriormente (fuerza motriz, presión, estado, exposición, efecto), es a través de la categoría *acción*, la cual interviene cada una de las categorías a partir de la formulación de acciones “proactivas, correctivas y reparadoras”.

5.4 AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO

Uno de los temas principales en el análisis de la salud ambiental, que interesa a la presente investigación, es el agua para consumo humano, la cual se encuentra dentro de los determinantes ambientales. Según Ordoñez (2000), la producción de agua segura para bebida es un área de la salud ambiental que debe ser analizada en todo su ciclo, teniendo en cuenta: la fuente de agua, el transporte, el tratamiento, el proceso de desinfección, la distribución, las normas control y vigilancia de la calidad del agua y la gestión tecnológica.

Según la OMS (2006), los factores ambientales son causa frecuente de enfermedades y entre las principales se menciona la diarrea y la infección de vías respiratorias inferiores. Se resalta en este estudio que la carga de morbilidad por factores ambientales alcanza una cuarta parte de la carga de morbilidad mundial y más de un tercio de la carga de morbilidad infantil, afectando en su mayoría a países en desarrollo o de economía emergente. Se puede resaltar que el componente calidad del agua “agua contaminada” está dentro de los factores llamados “modificables” dado que a través de la aplicación de tecnologías, políticas y medidas de salud pública se puede transformar; la muerte y la carga total de enfermedades puede reducirse en un 25 % mediante la reducción de riesgos ambientales entre los cuales se encuentra el agua contaminada, saneamiento e higiene.

Según la Organización Mundial de la Salud (2010) el agua para consumo humano debe cumplir unas características específicas, esta debe ser suficiente, saludable, aceptable, físicamente accesible y asequible para el uso personal y doméstico, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Características del agua para consumo humano

Característica	Definición
Suficiente	El abastecimiento por persona, debe ser de forma continua y alcanzar para el uso personal y doméstico, se considera suficiente cuando se tienen entre 50 y 100 litros diarios para cubrir sus necesidades básicas.
Saludable	Se considera saludable cuando el agua está libre de microorganismos, sustancias químicas y peligros radiológicos o cualquier sustancia que amenace la salud humana.
Aceptable	Cuando el agua es agradable a los sentidos; un color, olor y sabor aceptable tanto para el uso doméstico como para el uso personal.
Físicamente accesible	La fuente de agua debe estar a menos de 1000 metros del hogar, instituciones prestadoras de servicios y lugares de trabajo.
Asequible	Se estipula que según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo su costo no debe ser superior al 3% del ingreso del hogar.

Nota: Organización Mundial de la Salud, 2010.

El agua como líquido vital también puede representar riesgos debido a que contiene impurezas de diferente índole, algunas ocasionadas de forma natural y otras como resultado de la actividad humana; siempre que el agua sea destinada para el consumo humano debe pasar por un proceso de valoración, cuyo resultado indique que su consumo no afecta la salud.

Según Salamanca (2014), el agua para consumo humano puede ser proveniente de fuentes subterráneas o superficiales, su calidad se define a través de parámetros físicos, químicos y biológicos; estos parámetros pueden ser evaluados mediante diferentes Índices de Calidad de Agua, los cuales son números que expresa la calidad del recurso, integrando el resultado de la medición de los diferentes parámetros tenidos en cuenta. Existen diferentes índices en la valoración de la calidad del agua, su utilización depende de la normativa vigente y del criterio del investigador; en términos generales los índices son una herramienta necesaria en la determinación de si el agua es apta o no para el consumo humano. “La principal diferencia entre uno y otros está en la forma de evaluar los procesos de contaminación y el número de variables tenidas en cuenta en la formulación del índice respectivo” (Salamanca, 2014, p. 34).

5.4.1 Índices de calidad de agua superficial

Tabla 3. Índices usados en la determinación de la calidad del agua superficial

Índice	Sigla	Definición
Índice de Afectación Potencial de la Calidad del Agua	IACAL	Es el referente de la presión sobre las condiciones de calidad del agua en los sistemas hídricos superficiales del país. Se evalúa a partir del promedio de las jerarquías asignadas a las cargas contaminantes de materia orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes ejercidas por los sectores doméstico, industrial y agrícola.
Índice de Calidad del Agua	ICA	Un índice de calidad del agua consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que sirven como una medida de la calidad del agua. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color.

Índice de uso del agua	IUA	Corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo de tiempo t (anual, mensual) y en una unidad espacial de referencia j (área, zona, subzona, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para la misma unidad temporal t y espacial.
Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento Hídrico	IVH	Permite identificar el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño) – podría generar riesgos de falta de abastecimiento.

Nota: Programa Nacional de Agua Potable (PNAP), 2015.

5.4.2 Índices de calidad de agua para consumo humano

Tabla 4. Índices para el análisis de calidad del agua para consumo humano

Índice	Sigla	Definición
Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano	IRCA	Es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano.
Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua	IRABAM	Este índice tiene en cuenta los procesos de tratamiento, distribución y continuidad del servicio.

el Índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora	IRABAPP	Para el cálculo del Irabapp se incluye el Índice de tratamiento (IT), es decir, el puntaje que se asigna al evaluar los procesos de tratamiento, ensayos básicos de laboratorio en planta de tratamiento y trabajadores certificados de la persona prestadora.
Índice de riesgo por distribución en el municipio	IRDm	Indicador que tiene por objeto determinar el riesgo en la salud humana por la forma como se distribuye el agua en el municipio.
el Índice de continuidad	IC	El puntaje que se asigna a la persona prestadora con la información disponible en su área de influencia.

Nota: Programa Nacional de Agua Potable (PNAP), 2015.

El Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA, es uno de los índices más usados en el del agua para consumo humano, en Colombia se encuentra reglamentado mediante la resolución 2115 de 2007, art. 14, en el cual se dan los parámetros de cálculo, las fórmulas a utilizar y la clasificación de riesgo, como se muestra a continuación en la ecuación 1, ecuación 2 y la tabla 5:

Ecuación 1. Cálculo del IRCA por muestra

$$IRCA (\%) = \frac{S \text{ puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{S \text{ puntajes de riesgo asignado a todas las características analizadas}} * 100$$

Ecuación 2. Cálculo del IRCA por mes

$$IRCA (\%) = \frac{S \text{ de los IRCA's obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Número total de muestras realizadas en el mes}}$$

Nota: resolución 2115 de 2017, art. 14.

Tabla 5. Clasificación de riesgo IRCA

Niveles de riesgo	IRCA
Sin Riesgo	0-5
Riesgo bajo	5,1-14
Riesgo medio	14,1-35
Riesgo alto	35,1-80
Inviabile	80,1-100

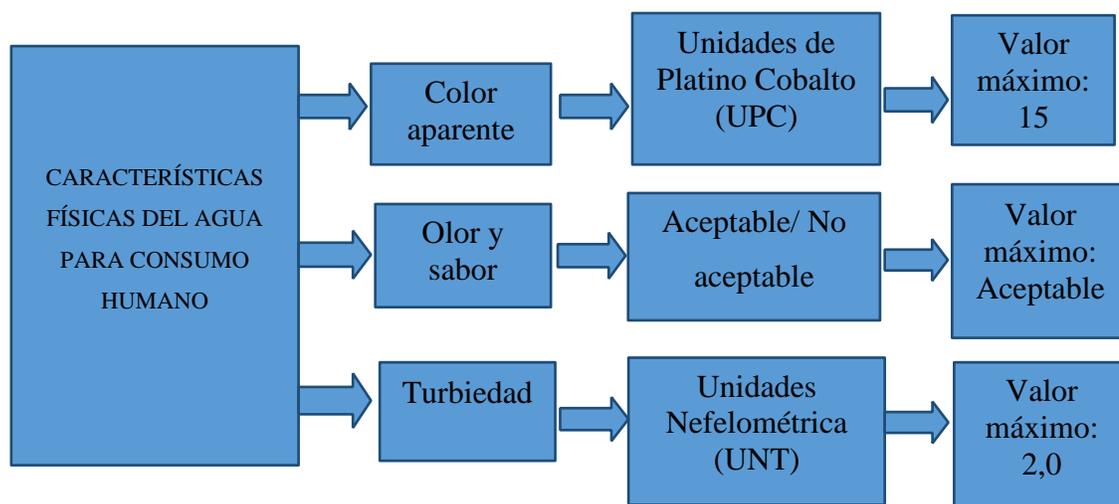
Nota: elaboración propia a partir de la resolución 2115 art. 14.

El agua para consumo humano debe tener una calidad física, química y microbiológica aceptable; los parámetros generales se encuentran estipulados en las “Guías para la calidad del agua de consumo humano” emitidas por la OMS, pero varían según la normativa de cada país; para el caso de Colombia los ministerios de la Protección Social, de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, a través de la resolución 2115 de 2007, adoptan las características, instrumentos básicos, sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano en el país. A continuación, se da una breve contextualización sobre el tema.

5.4.3 Características físicas del agua para consumo humano

Según la OMS (2011), para que la calidad del agua sea aceptable: presenta un color, olor y sabor aceptable tanto para el uso doméstico como para el uso personal. En Colombia el ministerio de Salud y Protección reglamenta las características físicas del agua para consumo humano como se muestra en la figura 6.

Figura 6. Características físicas del agua para consumo humano

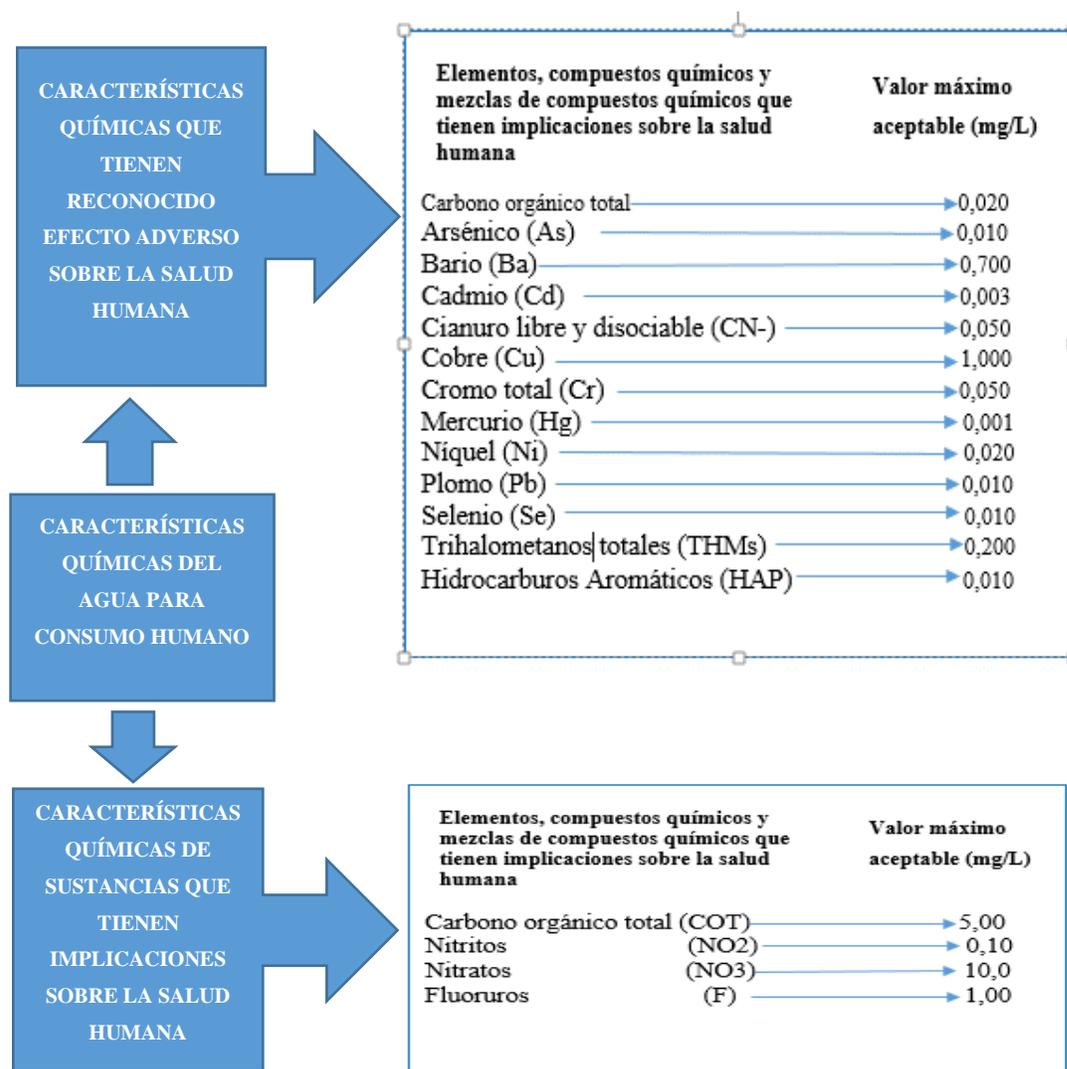


Nota: elaboración propia. A partir de la resolución 2115 de 2007.

5.4.4 Características químicas del agua para consumo humano

Según la OMS (2011), no todos los productos químicos presentes en el agua son perjudiciales para la salud, por tanto, se hace una selección de las sustancias que tienen un efecto adverso y se formula el valor máximo permitido en el agua para consumo humano; los productos químicos en el agua pueden ser resultado de procesos naturales como el clima, el suelo, las rocas y las características geológicas; de procesos o actividades realizadas por el hombre, como el desarrollo industrial y actividades agropecuarias; y de procesos relacionados con el tratamiento del agua. Si bien existen unos parámetros generales, cada país establece los valores máximos aceptables de los compuestos químicos, para el caso de Colombia estos se encuentran reglamentados en el artículo 5.º de la resolución 2115 de 2007 como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Características físicas del agua para consumo humano



Nota: elaboración propia a partir de la resolución 2115 de 2007.

5.4.5 Características microbiológicas del agua para el consumo humano

Según la OMS (2011), los riesgos microbiológicos del agua, se asocian principalmente a la contaminación del agua por heces de origen animal y humano, lo cual origina virus, bacterias y protozoos, que dan lugar a la presencia de patógenos de alta incidencia sobre la salud pública; para una mayor comprensión se aportan en la siguiente tabla, las principales definiciones, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Definición según la OMS de virus, bacterias y protozoos

Agente	Definición
Virus	Son los agentes patógenos más pequeños y, por lo tanto, son más difíciles de eliminar por procedimientos físicos, como la filtración. Hay virus específicos que pueden ser menos sensibles a la desinfección que las bacterias y parásitos.
Bacterias	Las bacterias son generalmente el grupo de agentes patógenos más sensibles a la inactivación por desinfección. Algunos organismos patógenos de vida libre, como <i>Legionella</i> y micobacterias no tuberculosas, pueden proliferar en el agua, pero las bacterias entéricas normalmente no crecen en el agua y sobreviven durante períodos más cortos que los virus o protozoos. Muchas especies de bacterias infecciosas para los seres humanos son transmitidas por animales.
Protozoos	Son el grupo de agentes patógenos menos sensibles a la inactivación por la desinfección química. La irradiación de luz UV es eficaz contra <i>Cryptosporidium</i> , pero <i>Cryptosporidium</i> es altamente resistente a los desinfectantes oxidantes como el cloro. Los protozoos son de tamaño moderado (> 2 m) y se pueden eliminar mediante procesos físicos. Pueden sobrevivir durante largos periodos en el agua. Son moderadamente específicos respecto a las especies.

Nota: Organización Mundial de la Salud, 2011.

En Colombia, según la resolución 2115 de 2007, los principales análisis microbiológicos se realizan para *Escherichia coli* y *cloriformes totales*, teniendo como técnicas aprobadas la filtración por membrana, sustrato definido, enzima sustrato y presencia – ausencia, como se muestra en las siguientes tablas 7 y 8.

Tabla 7. Análisis para *Escherichia coli*

<i>Escherichia coli</i>	Técnicas utilizadas	Unidad

Bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la β galactosidasa y β glucoronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano.	Filtración por membrana	0 Unidades Formadoras de Colonia UFC/100 cm ³
	Enzima sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³
	Sustrato definido	0 microorganismo en 100 cm ³
	Presencia – Ausencia	Ausencia en 100 cm ³

Nota: Elaboración propia a partir de la resolución 2115 de 2007.

Tabla 8. Análisis para *Coliformen totales*

Coliformes totales	Técnicas utilizadas	Unidad
Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO ₂) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la β galactosidasa. Es un indicador de	Filtración por membrana	0 Unidades Formadoras de Colonia UFC/100 cm ³
	Enzima sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³
	Sustrato definido	0 microorganismo en 100 cm ³
	Presencia – Ausencia	Ausencia en 100 cm ³

contaminación
microbiológica del agua
para consumo humano.

Nota: elaboración propia a partir de la resolución 2115 de 2007.

El agua para consumo humano representa un derecho de la población, por tal razón los esfuerzos del Gobierno en la garantía no se reducen solo a la vigilancia de la calidad, sino que también se requiere la intervención del Estado en términos de asequibilidad del recurso.

“Hacerse con el control del agua dulce no es solo objetivo de los Estados, el agua, como elemento escaso e imprescindible para la vida es llamado “oro azul” es una mercancía muy preciada por grandes empresas en numerosas regiones del mundo, gestionan el agua, le ponen un precio y solo abastecen a quien pueda pagarla”
(Salamanca, 2014, p. 42).

Si bien la prestación de servicios públicos puede darse desde el sector privado o mediante organización comunitaria, estos procesos deben estar acompañados y regulados por el Estado, principalmente cuando se trata de poblaciones vulnerables que no pueden pagar el servicio y poblacionales, cuya distancia y geografía dificulta su acceso al servicio de acueducto.

“Todas las personas tienen derecho a que se les asegure progresivamente el acceso al servicio público de acueducto. Las personas que habitan en el sector rural y con limitados recursos económicos tienen derecho a ser protegidos especialmente para acceder al servicio. Los trámites y procedimientos ante la administración no deben constituir obstáculos para impedirle a una persona acceder a dicho servicio”
(Sentencia de la Corte Constitucional T-418 del año 2010. Acceso al servicio público de acueducto, sector rural).

5.5 ENFERMEDADES ASOCIADAS A LA CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua como uno de los determinantes de la salud ambiental, es de importante consideración dada su asociación directa con la salud pública; El agua resulta ser un vehículo transmisor de diferentes enfermedades nombradas por la OMS como Enfermedades Vehiculizadas por el Agua (EVA)

“Las EVA son un grupo de enfermedades causadas por diferentes agentes etiológicos como bacterias, protozoos, virus y helmintos, de los cuales se conocen más de 140 microorganismos. Estas enfermedades son transmitidas principalmente por vía fecal-oral, a través del agua de consumo” (Instituto Nacional de Salud, 2016, p. 12).

Las EVA son resultado de procesos naturales y de acciones antropogénicas que generan un nivel de contaminación en las aguas, imposibilitando su uso para el consumo humano; las EVA no solo se relacionan con el agua sin tratar, sino también con el agua tratada inadecuadamente en la cual, dado los procedimientos y estado de las plantas de tratamiento, no se logra una eliminación total de residuos ni un mejoramiento eficiente de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua; además se relaciona también con la falta o escasez de agua.

A las EVA relacionadas con agua de consumo humano, ya sea por el abastecimiento de agua tratada o sin tratar (cruda); del estado de los sistemas de suministro de agua público o privado; del contacto con aguas recreativas, de las variaciones de la calidad del agua y de la escasez de agua, se les ha priorizado de mayor importancia como evento de interés en salud pública y/o eventos de notificación obligatoria en el país (Instituto Nacional de Salud, 2016, p.13).

Se presenta a continuación la clasificación de las EVA según su asociación directa o indirecta con el agua, esta clasificación es portada por la OMS y recopilada por el Instituto Nacional de Salud de Colombia, en la tabla 9.

Tabla 9. Clasificación de enfermedades vehiculizadas por el agua

Clasificación	Descripción
Enfermedades transmitidas por el agua (<i>water-borne Diseases</i>)	Relacionadas con el consumo de patógenos en el agua, la mayoría causada por contaminación fecal humana o animal del agua. EDA, hepatitis A, cólera, fiebre tifoidea/paratifoidea, leptospirosis.
Enfermedades con base u originadas en agua (<i>water-based Diseases</i>)	Relacionadas con el residual humano y animal en contacto directo e indirecto con heces y orina. Infecciones intestinales por parásitos como <i>criptosporidium</i> , giardia; amebas, nemátodos.
Enfermedades de origen vectorial (<i>water-vector diseases</i>)	Donde el vector vive parte o toda su vida en un hábitat acuático o adyacente de agua dulce no tratada en ríos, corrientes y pequeños depósitos de agua estancada. Malaria, dengue, fiebre amarilla, chikungunya, zika, Chagas, leishmaniasis, oncocercosis, filariasis.
Enfermedades por falta de agua- desatendidas (<i>water-washed diseases</i>)	Relacionadas con la ingestión de sustancias tóxicas en el agua; transmisión respiratoria, donde el aerosol con agua contiene patógenos suspendidos que entran por vía aérea; por contacto de la piel con agua infestada con patógenos o contaminadas con químicos. En aguas naturales dulces y marinas crudas, usadas en procesos industriales y de manejo residencial. Geohelmintiasis por ascaridiasis, esquistosomiasis, hidatidosis, fascioliasis, tricomoniasis, dermatitis. También ETA e IRA. Cuyas incidencias, prevalencia o severidad pueden ser reducidas por el uso de agua segura para mejorar la higiene personal y doméstica.

Nota: Instituto Nacional de Salud (INS), 2015.

6 REFERENTE NORMATIVO

Los esfuerzos por la disminución de la brecha de pobreza a nivel mundial y la lucha por los derechos humanos están estrechamente relacionados con el acceso al agua potable y salud. A continuación, se presenta las principales normas y leyes establecidas a nivel nacional y los compromisos internacionales, que surgen como garantes del derecho al agua potable y la calidad del agua como determinantes de la salud ambiental; es de resaltar que los principales entes encargados de esta temática en Colombia son el Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Ministerio de Medio Ambiente.

6.1 NORMATIVA Y COMPROMISOS INTERNACIONALES EN EL CONTEXTO DE SALUD Y AGUA POTABLE

En la figura 8 se muestra la línea de tiempo con los principales acuerdos realizados por Colombia y la normativa que los sustenta en el contexto de salud y agua potable.

Figura 8. Acuerdos internacionales en el contexto de salud y agua potable



Nota: elaboración propia.

Se tiene el artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos de diciembre de 1948, en el cual se establece el derecho a un nivel de vida adecuado, asegurando su salud y bienestar; lo que se puede advertir es que dicho derecho tiene conexidad con el acceso al agua potable, dado que sin acceso al agua potable es imposible su cumplimiento.

En el año 2000, con la firma de la declaración del milenio, Colombia se compromete el desarrollo de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y se propone la atención de las poblaciones más vulnerables del país y la superación de la pobreza, a través del cumplimiento de los objetivos.

Lo que se puede resaltar es que, si bien dentro de los objetivos planteados no se menciona el agua para el consumo humano de manera directa, ninguno de estos objetivos puede cumplirse pasando por alto la necesidad de políticas que garanticen la calidad de este servicio.

En noviembre del año 2002, el Comité de Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (ONU, 2002), realiza la observación N.º 15, en la cual establece que, para una vida digna, es indispensable, el derecho humano al agua.

Para el año 2010, se da el reconocimiento explícito del derecho humano al agua potable, a través de la resolución 64/292 del 28 de julio de 2010 en la Asamblea General de las Naciones Unidas, en la cual se considera como elemento básico para la dignidad de las personas.

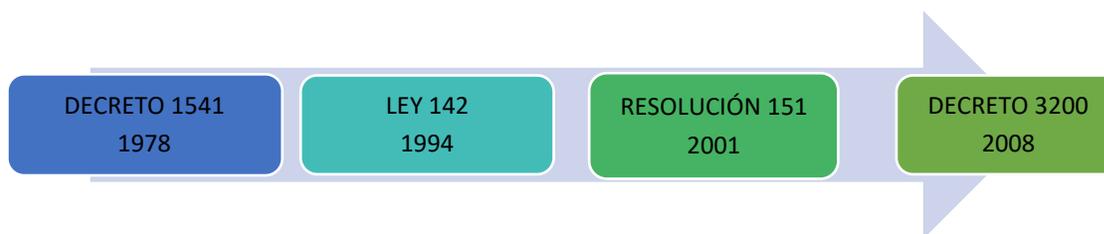
El reconocimiento formal del derecho humano al agua a nivel mundial, cobra gran importancia principalmente para los países emergentes, pues implica la posibilidad de recibir recursos humanos y financieros y transferencia de tecnología destinados al suministro de agua potable para la población. El derecho humano al agua, reconoce las características del agua para el cumplimiento de tal derecho en términos de agua “suficiente, saludable, aceptable, físicamente accesible”.

En el documento CONPES 3918 se establecen las metas y las estrategias para la implementación de los ODM y el cumplimiento de la Agenda 2030.

6.2 NORMATIVIDAD PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

A continuación, se muestra en la figura 9 la línea de tiempo de las principales normas relacionadas con el servicio de agua potable en Colombia.

Figura 9. Normatividad prestación del servicio de agua potable



Nota: elaboración propia.

Según la normatividad consultada, la prestación del servicio de agua potable ha tenido una participación histórica del Estado, que ha variado según la normatividad vigente; empero, mediante el decreto 1541 de 1978 se prioriza el consumo humano por encima de las actividades económicas.

En un primer momento la prestación del servicio estaba a cargo de particulares o del sector privado, posteriormente, se dio un proceso de nacionalización de la propiedad en el cual el Estado figura como propietario de las empresas y fue paulatinamente asumiendo la prestación del servicio de agua potable.

La aprobación de la ley 142 de 1994, transformó la prestación del servicio dando la posibilidad a los particulares y comunidades organizadas de hacerse cargo de la prestación del servicio; esta ley estipula las responsabilidades en la gestión, regulación y vigilancia de la prestación del servicio.

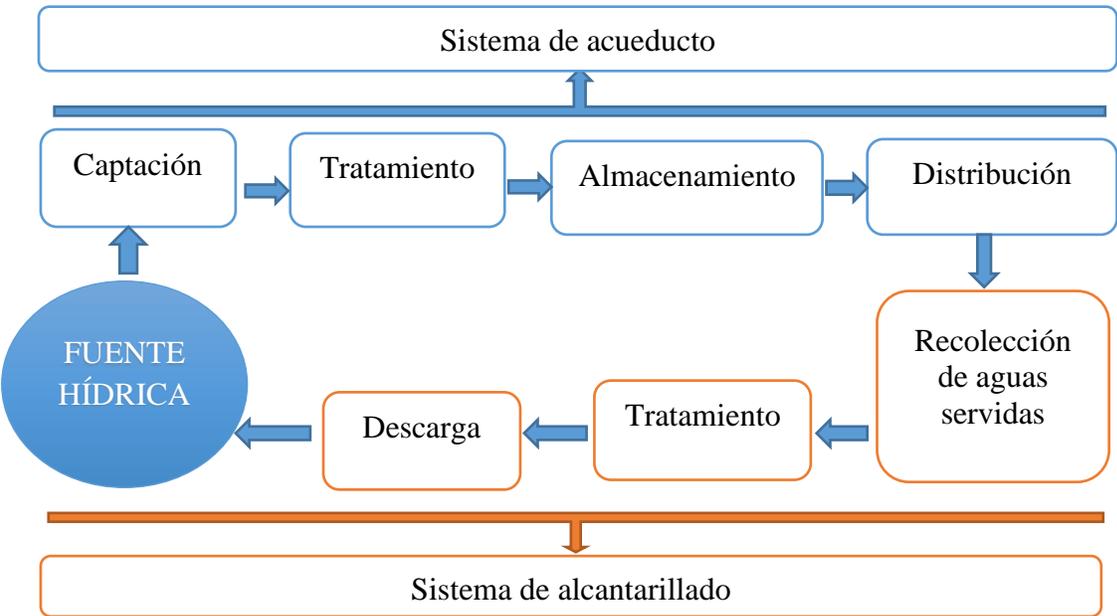
La resolución 151 de 2001 emitida por la CRA, dicta los criterios generales para el mejoramiento de la eficiencia y eficacia de las empresas de servicios públicos.

Según Bolaños (2015), la prestación de los servicios públicos se da a nivel municipal a partir de la creación de las empresas públicas y por tanto la prestación del servicio de agua depende en gran medida de la capacidad institucional municipal y la gestión pública está enmarcada en estrategias a nivel municipal. Esta situación se da en el marco de la descentralización político administrativa del país en donde los servicios públicos domiciliarios pasan a ser responsabilidad de las administraciones municipales contando con apoyo financiero y asistencia técnica brindada por el Estado. El decreto 3200 de 2008,

establece las normas sobre los planes departamentales para el manejo empresarial del servicio de agua.

Según la ley 142 de 1994, el servicio de acueducto en Colombia se encuentra encargado de los procesos de aducción, tratamiento, conducción, transporte y distribución del agua potable; así, el sistema de acueducto y alcantarillado según las disposiciones legales tiene a cargo el siguiente ciclo, tal como se muestra en la figura 10.

Figura 10. Ciclo servicio de acueducto y alcantarillado, ley 142 de 1994



Nota: elaboración propia ley 142 de 1994.

6.3 NORMATIVIDAD CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

A continuación, se presentan las principales normas que regulan la calidad de agua para el consumo humano en Colombia, como se muestra en la línea de tiempo presentada a través de la figura 11.

Figura 11. Normatividad calidad del agua para consumo humano



Nota: elaboración propia.

El artículo 366 de la Constitución Política de Colombia, hace referencia al bienestar general y calidad de vida en relación con el agua potable, saneamiento ambiental, salud y educación; el artículo 370 regula la fiscalización mediante la Superintendencia de los Servicios Públicos Domiciliarios.

A partir de la emisión del decreto 1429 de 1995 se da inicio a un proceso de construcción de políticas que permiten, no solo el suministro del servicio sino también la vigilancia mediante este decreto se reglamenta el control social de los servicios públicos domiciliarios, de esta forma se establece que la vigilancia en la prestación del servicio no es solo institucional, sino también de la comunidad en general; se reconoce la necesidad de políticas orientadas al uso responsable del recurso, lo cual se materializa en la ley 377 de 1997, que reglamenta la formulación de programas para el uso y el ahorro del agua.

El decreto 475 de 1998, emitido por el Ministerio de Salud dispone las normas técnicas sobre la calidad del agua en Colombia. Mediante la resolución 1096 de 2000, se adopta el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico.

Dentro de las principales acciones del Estado, en referencia al tema de agua potable, se implementaron a partir del año 2006 los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los servicios de agua y saneamiento (PDA).

Mediante el decreto 1575 de 2007 se reglamenta el sistema de calidad del agua para consumo humano, en este decreto se dan las definiciones esenciales en el art. 2.

A partir de los decretos 493 y 3939 de 2010 se establece el uso y el uso eficiente del agua, en el 493 se hace referencia al uso eficiente del agua potable y en el 3939 los usos del agua potable y los residuos líquidos.

Como herramienta para la protección del recurso se formula la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (2010-2022), la cual permite la formulación de estrategias para un aprovechamiento eficiente del agua, tanto por parte de las autoridades, como por parte de los usuarios.

6.4 NORMATIVIDAD VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

Otra de las principales acciones realizadas por el Estado colombiano está también la vigilancia de la calidad del agua, en la figura 12 se muestran las principales normas en referencia al tema.

Figura 12. Normativa vigilancia de la calidad de agua



Nota: elaboración propia.

Con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos que tiene el consumo de agua no potable para la salud humana, para tal efecto se toma el decreto 1575 de 2007, norma mediante la cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua en el país.

En el Capítulo III de este decreto (1575) se determinan los responsables y las responsabilidades de cada uno en materia de actividades de control y vigilancia de la calidad del agua para el consumo humano donde se estipula que los principales actores serán los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el Instituto Nacional de Salud, las direcciones departamentales distritales y municipales de Salud, las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano y los usuarios.

Por medio de la resolución 2115 del 22 de junio de 2007 se estipulan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano; en dicha resolución, en el capítulo 1, se estipulan las características físicas y químicas del agua para el consumo humano y se dictan los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas señaladas; en el capítulo III, se estipulan las características microbiológicas y las técnicas aceptadas para el análisis; en el capítulo IV, se estipulan los instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para el consumo humano, se puede resaltar el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA)

mencionado en el art. 13, donde se especifica la fórmula para su cálculo y los puntajes de característica física, química y microbiológica y el art. 18, mediante el cual se muestra el cálculo del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua (IRABAm), en el cual se tiene en cuenta los procesos de tratamiento, distribución y continuidad del servicio.

Con la intención de consolidar las acciones de control y vigilancia de la calidad del agua para el consumo humano, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante la resolución número 811 del 5 de marzo de 2008, define los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras del servicio de agua para el consumo humano, definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad; se tiene también la creación del decreto 3200 de 2008 que promueve la creación de esquemas regionales para la prestación del servicio de agua para el consumo humano.

Para el año 2014 a través del documento CONPES 3810 se formula la política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural; en este documento se reconoce la necesidad del agua potable y el saneamiento básico para la salud de la población: los esfuerzos para aumentar el acceso al agua potable y al saneamiento básico, bien pueden ser la intervención más eficaz, que por sí sola, permite mejorar la salud humana y prevenir las enfermedades y la muerte (CONPES 3810, 2014).

Para lograr los objetivos planteados en el CONPES 3810, se plantea la implementación de estrategias divididas en dos fases, 1) fortalecimiento institucional y planeación y 2) la ejecución de las acciones e inversiones necesarias.

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia expide la resolución 844 de 8 de noviembre de 2018, mediante la cual establece los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico en las zonas rurales del país y se advierte que en el art. 4 de esta resolución se estipulan los siguientes principios orientadores: 1) progresividad, 2) implementación de soluciones tecnológicas apropiadas, 3) disponibilidad de agua, 4) sostenibilidad ambiental, 5) sostenibilidad operativa, 6) participación comunitaria, 7)

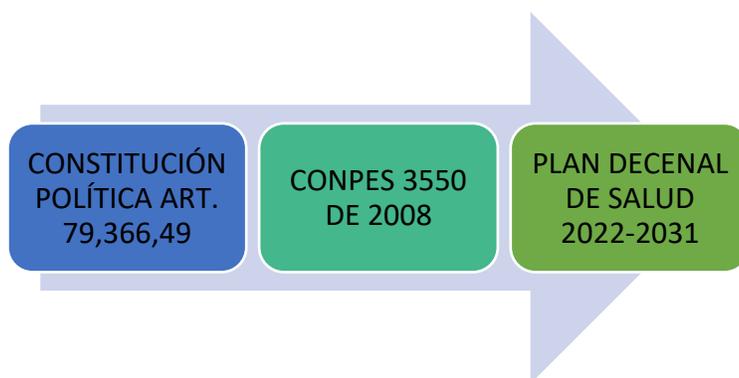
gestión Social y 8) gestión de riesgo. En el art. 7 estipula los requisitos generales para los proyectos en zonas rurales.

Teniendo en cuenta que Colombia se encuentra comprometida con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, donde cabe resaltar que el objetivo número 6 hace referencia directa al agua limpia y saneamiento; se creó el documento CONPES 3918 en el año 2018, el cual es un instrumento para las políticas públicas en el país. En este se resalta la necesidad de la regionalización de los indicadores para el cumplimiento del ODS bajo el principio de “no dejar a nadie atrás”, estrategia que busca potenciar el desarrollo de cada territorio a través del fortalecimiento de las agendas regionales y la formulación de metas regionales.

NORMATIVIDAD SALUD Y SALUD AMBIENTAL

En la siguiente figura 13, se muestran las principales normas vigentes en Colombia en relación al contexto de salud y salud ambiental.

Figura 13. Normatividad salud y salud ambiental



Nota: elaboración propia.

Según la Constitución Política de Colombia, en el art. 79 se estipula el derecho de todos a gozar de un ambiente sano; en el art. 366 se establece el derecho a un bienestar y calidad de vida con relación al agua potable, saneamiento ambiental, salud y salud ambiental y el art. 49 sobre la atención en salud y saneamiento ambiental, lo cual se ve afianzado en 1993 con la creación del Ministerio de Medio Ambiente.

Con el fin de garantizar tal derecho a un ambiente sano se han generado diferentes políticas y estrategias dentro de los cuales se encuentra la formulación del Plan Decenal de la Salud Pública (PDSP) 2012- 2021, el cual se propone como objetivos: 1) avanzar hacia la garantía del goce efectivo del derecho a la salud; 2) mejorar las condiciones de vida que modifican la situación de salud y disminuyen la carga de enfermedad existente, y 3) mantener cero tolerancia frente a la mortalidad, la morbilidad y la discapacidad evitable.

El concepto de salud como el resultado de la interacción armónica de las condiciones biológicas, mentales, sociales y culturales del individuo, así como con su entorno y con la sociedad, a fin de poder acceder a un mejor nivel de bienestar como condición esencial para la vida (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012, p. 28).

La regulación de la gestión ambiental se encuentra estipulada en el documento CONPES 3550 de 2008, en el cual se dan los lineamientos para la formulación de la política pública integral de salud, este documento hace énfasis en los determinantes de la salud ambiental, tomando en cuenta la calidad del aire, la calidad de agua, y la seguridad química.

En la siguiente se muestra un resumen de la normativa relacionada con el tema de investigación.

Tabla 10. Resumen normatividad

Normativa	Descripción
Art. 25 Declaración Universal de los Derechos Humanos 1948	Se establece el derecho a un nivel de vida adecuado, asegurando su salud y bienestar.
Declaración del Milenio 2000	Firma de la declaración del milenio, compromiso de cumplimiento de Objetivos de Milenio.
Observación 15 Comité de Naciones Unidas de Derechos Económicos Sociales y Culturales 2002	Mediante el cual se establece que, para una vida digna, es indispensable, el derecho humano al agua.

Resolución 64/292 Asamblea General de Naciones Unidas 2010	Reconocimiento explícito del derecho humano al agua potable.
ODS CONPES 3918 2018	Definición de metas para garantizar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
Decreto 1541 1978	Se prioriza el consumo humano por encima de las actividades económicas.
Ley 142 1994	Estipula las responsabilidades en la gestión, regulación y vigilancia de la prestación del servicio.
Resolución 151 2001	Dicta los criterios generales para el mejoramiento de la eficiencia y eficacia de las empresas de servicios públicos.
Decreto 3200 2008	Por el cual se dictan normas sobre Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento y se dictan otras disposiciones.
Constitución Política de 1991 art. 366	Bienestar general y calidad de vida en relación con el agua potable, saneamiento ambiental, salud y educación.
Constitución Política de 1991 art. 370	Regula la fiscalización mediante la Superintendencia de los servicios públicos domiciliarios.

Ley 377 DE 1997	Reglamenta la formulación de programas para el uso y el ahorro del agua.
Decreto 475 de 1998	Dispone las normas técnicas sobre la calidad de agua en Colombia.
Resolución 1096 de 2000	Mediante la cual se adopta el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico.
Plan Departamental de Agua PDA 2006	Para el manejo empresarial de los servicios de agua y saneamiento.
Decreto 1575 DE 2007	Mediante el cual se reglamenta el sistema de calidad del agua para consumo humano, en este decreto se dan las definiciones esenciales.
Decreto 493 Decreto 3939 de 2010	Establece el uso y el uso eficiente del agua.
Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico 2010-2022	Permite la formulación de estrategias para un aprovechamiento eficiente del agua, tanto por parte de las autoridades como por parte de los usuarios.
Decreto 1575/2007	Norma mediante la cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua en el país.

Resolución 2115/2007	Se estipulan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
CONPES 3810 DE 2014	Formula la política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural.
Resolución 0844 de 2018	Mediante la cual establece los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico en las zonas rurales del país.
Constitución Política art. 79	Se estipula el derecho de todos a gozar de un ambiente sano.
Constitución Política art. 366	Se establece el derecho a un bienestar y calidad de vida con relación al agua potable, saneamiento ambiental, salud y salud ambiental.
Constitución Política art. 49	Sobre la atención en salud y saneamiento ambiental.
CONPES 3550 DE 2008	Lineamientos para la formulación de la política pública integral de salud.
Plan decenal de salud 2012-2021	Garantizar tal derecho a un ambiente sano.

Nota: elaboración propia.

7 REFERENTE CONTEXTUAL

7.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPIO DE PENSILVANIA CALDAS

De acuerdo a la división política establecida, el municipio de Pensilvania se encuentra ubicado en la Cordillera Central colombiana al oriente del departamento de Caldas. Al occidente limita con los municipios de Aguadas, Salamina y Marulanda, al oriente limita con Samaná, Marquetalia y Manzanares, y al Noroeste con el departamento de Antioquia, específicamente con los municipios de Sonsón y Nariño.

Figura 14. Localización geográfica Pensilvania, Caldas



Nota: Dirección Territorial de Salud de Caldas, 2020.

Esta región está conformada por zonas de climas variados, aunque su temperatura promedio oscila entre 17 °C y 19 °C, es de resaltar que, dada la atractiva oferta paisajística, es un municipio con un alto potencial turístico. Según la Secretaría de Planeación Municipal (2019), es un municipio con una mayor extensión rural que urbana, de las 513 ha totales, 512,1 ha corresponden al suelo rural con un porcentaje de representatividad del 99,82 %, mientras que el suelo urbano ocupa 0,9 ha con un porcentaje de representatividad del 0,18

% . El municipio cuenta con cuatro corregimientos: Arboleda, Pueblo Nuevo, San Daniel, Bolivia y un total de 100 veredas.

7.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO DE PENSILVANIA

El municipio de Pensilvania tiene una extensión de 530 km^2 , se encuentra ubicado al oriente del departamento de Caldas con una distancia aproximada de 148 km al municipio de Manizales, capital de departamento. Limita al norte y noroeste con los municipios de Sonsón y Nariño; al oriente con Samaná; al occidente con Aguadas, Salamina y Marulanda; al sur y suroeste con Marquetalia y Manzanares. Las principales actividades económicas, se encuentran relacionadas con el área de la agricultura con cultivos de café, siembra de árboles maderables, caña, plátano, maíz y papa, entre otros; seguido por la ganadería.

El sistema hidrográfico del municipio se encuentra asociado al Río Magdalena; el Río La Miel en límites con Marquetalia y Manzanares; el Río Tenerife en límites con Samaná; el Río Arma en límites con Salamina y el Río Samaná en límites con los municipios de Sonsón y Nariño (Antioquia).

Según los datos entregados por la administradora del Sisbén de Pensilvania, Caldas, Jimena Cortes Holguín, la población total del municipio con registro en el Sisbén para el año 2022 es de 14.408, teniendo que la población en los corregimientos se encuentra distribuida de la siguiente manera: Bolivia 2.890, San Daniel 2.470, Arboleda 1.914, Pueblo Nuevo 1.006; la población por sexo es de 8.674 mujeres y 8.734 hombres.

Las viviendas del municipio se clasifican de la siguiente manera: Casa el 87,8 %, Apartamento 9,3 %, Cuarto 2,9 %; la cobertura de los servicios públicos es: Energía 98,6%, Gas 29,6 %, Recolección de basuras 57,8 %, Acueducto 57,7 %, Alcantarillado 52,6 %.

7.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CUENCA DEL RÍO SAMANÁ SUR

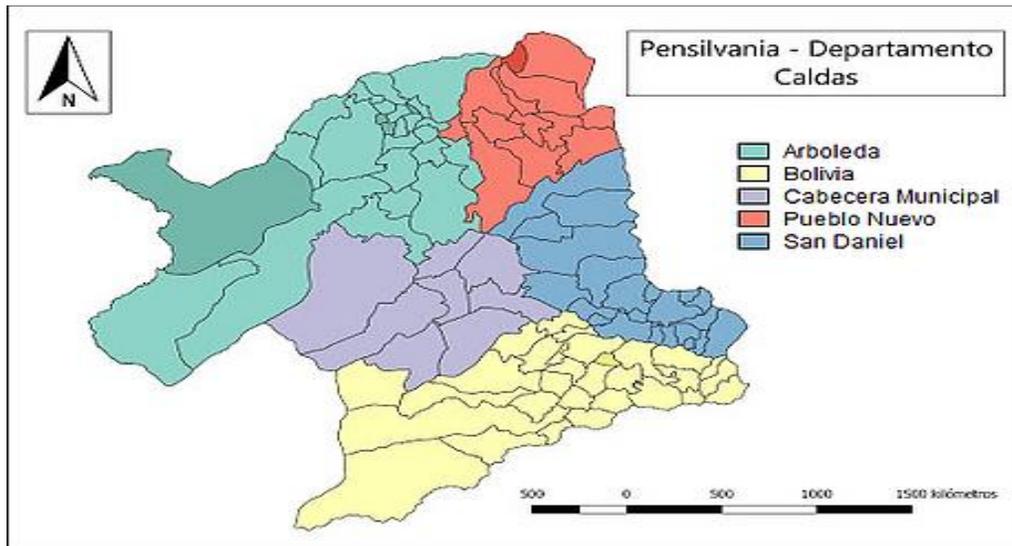
El Río Samaná Sur está clasificado por el IDEAM con el código 2305-01, cuenta con un área aproximada de 1165.66 km^2 , en la jurisdicción de CORPOCALDAS y CORNARE, de los cuales el 20,63 % se encuentra en territorio del municipio de Pensilvania; esta cuenca

hace parte del área hidrográfica del Magdalena - Cauca, zona hidrográfica del Medio Magdalena y subzona hidrográfica del Río Samaná.

7.4 UNIDAD DE TRABAJO

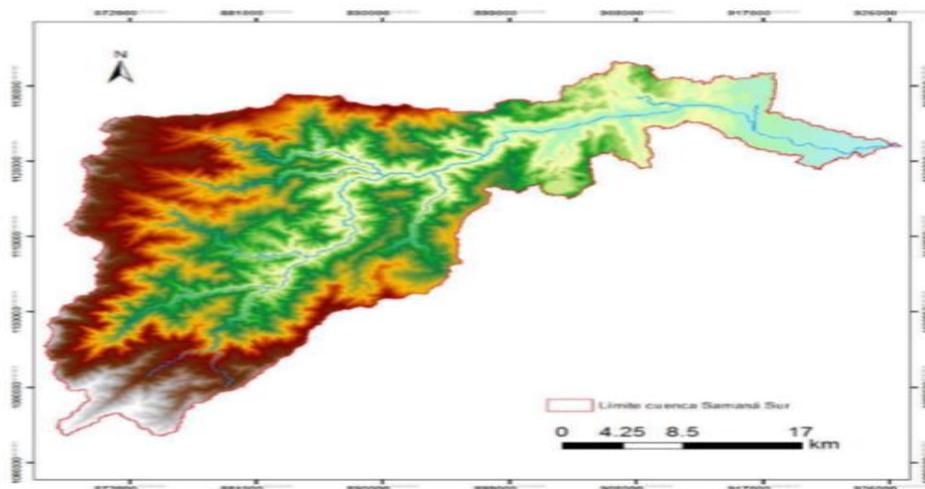
Se tomó como unidad de trabajo el municipio de Pensilvania, Caldas; en la siguiente se visualiza el área de estudio de la presente investigación.

Figura 15. Área de estudio



Nota: Alcaldía de Pensilvania, 2018.

Figura 16. Delimitación de la cuenca del Río Samaná Sur



Nota: Consorcio POMCAS Oriente Antioqueño, 2016.

La cuenca del Río Samaná Sur representa un recurso de interés para la comunidad y es objeto de gestión, en dicha cuenca se tiene cuatro concesiones para acueductos municipales. La principal demanda del recurso hídrico es requerida por el sector agrícola, seguido por el uso doméstico e industrial, identificando también actividades de menor demanda como actividades pecuarias, piscícolas, y actividades recreativas.

7.5 CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS

Según el documento de Análisis de Situación de Salud (2019), el municipio de Pensilvania, cuenta con un afluente hídrico representativo, los principales ríos son: La Miel en límites con los municipios de Marquetalia y Manzanares; el Río Tenerife en los límites con el municipio de Samaná y el Río Arma en límites con el municipio de Salamina y el Río Samaná que limita con los municipios de Sonsón y Nariño.

Es una región montañosa y con diferentes pisos térmicos, el territorio se encuentra intervenido por las actividades antrópicas principalmente de origen agropecuario, dentro de la que se destacan el cultivo de café, la ganadería, la silvicultura y algunas áreas de caña para la elaboración de panela, plátano, maíz y papa.

Los acueductos de los corregimientos de Bolivia, Arboleda, San Daniel y Pueblo Nuevo, se surten de la cuenca del Río Samaná Sur, teniendo diferentes fuentes, como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Acueductos veredales, Pensilvania Caldas

Acueducto	Fuente
Corregimiento Bolivia	Los Salados
Corregimiento Arboleda	Quebrada Santo Tomás – Quebrada La Palmita
Corregimiento San Daniel	Quebrada La Linda
Corregimiento Pueblo Nuevo	Quebrada La Rica

Nota: Tomado de CORPOCALDAS y Unión Temporal Río La Miel (2016).

7.6 PLANTAS DE TRATAMIENTO Y AGUA POTABLE EN LOS CORREGIMIENTOS DE PENSILVANIA

Para el desarrollo de este apartado, se toma como referente los estudios encargados por la administración municipal, desarrollados por la empresa consultora Milenium y Cía. Ltda., durante el año 2020. Como generalidades se tiene que todos los acueductos de los corregimientos de Pensilvania se surten de la cuenca del Río Samaná Sur, mediante la utilización de sistemas de Filtración por Múltiples Etapas (FIME). A continuación, se presentan las principales características de las plantas de tratamiento en cada uno de los corregimientos.

7.6.1 Pueblo Nuevo

El acueducto Asociación de Aguas de Pueblo Nuevo cuenta con 150 suscriptores a los cuales garantiza un transporte de agua hasta sus viviendas, pero no garantiza agua potable; este acueducto cuenta con una organización administrativa, junta administradora del acueducto, teniendo seis (6) cargos administrativos. Para el cumplimiento de la normativa recibe asesoría jurídica por parte del Plan Departamental de Aguas (PDA); el funcionamiento está a cargo de un fontanero.

Para el funcionamiento del acueducto se cuenta con una construcción de planta de tratamiento FIME (Filtración por Múltiples Etapas), también se cuenta con estructura física destinada al funcionamiento de laboratorios para la vigilancia y garantía de la calidad del agua y la dosificación apropiada de cloro para la potabilización, pero aún no se encuentran en funcionamiento, no se realizan actividades de tratamiento, sino de mantenimiento como el lavado de tanques.

“En cuanto al sistema de captación de agua en la bocatoma se cuenta con un desarenador el cual rebosa a una rejilla y por último llega a un tanque primario que tiene un filtro metálico para sólidos gruesos” (Pueblo Nuevo, Milenium y Cía. Ltda., 2020).

Este acueducto presenta un nivel de desabastecimiento del 60 % al 70 % en épocas de sequía. En relación a las pruebas de calidad del agua se tiene que la planta de tratamiento no cuenta con los recursos para la realización de tomas, por tal razón las pruebas son realizadas cuando hay visitas de entes de control.

7.6.2 Arboleda

El acueducto Asoagua cuenta con 254 suscriptores a los cuales garantiza un transporte de agua hasta sus viviendas, pero no garantiza agua potable. Este acueducto cuenta con una organización administrativa, junta administradora del acueducto, teniendo cinco (5) cargos administrativos; para el cumplimiento de normativa recibe asesoría jurídica por parte del Plan Departamental de Aguas (PDA). No cuenta con cargos operativos y el funcionamiento está a cargo de un fontanero.

Para el funcionamiento del acueducto, se cuenta con una construcción de planta de tratamiento FIME (Filtración por Múltiples Etapas), también se cuenta con estructura física destinada al funcionamiento de laboratorios para la vigilancia y garantía de la calidad del agua y la dosificación apropiada de cloro para la potabilización, pero aún no se encuentran en funcionamiento, se realizan actividades de mantenimiento como el lavado de tanques y pretratamiento mediante sistema de desarenador. No realiza manejo químico (cloración) y no realiza pruebas de calidad de agua.

7.6.3 San Daniel

El acueducto Asociación de Usuarios La Linda, La quiebra, San Daniel y sus veredas, del corregimiento San Daniel cuenta con 400 suscriptores a los cuales garantiza un transporte de agua hasta sus viviendas, pero no garantiza agua potable. Este acueducto cuenta con una organización administrativa, junta administradora del acueducto, teniendo cinco (5) cargos administrativos; para el cumplimiento de normativa recibe asesoría jurídica por parte del Plan Departamental de Aguas (PDA); el funcionamiento está a cargo de un fontanero.

Según Milenium (2020), el recurso hídrico ingresa al sistema mediante rebose a la rejilla, continúa el recorrido hacia la cámara de captación la cual contiene una marrana o granada denominado comúnmente a un filtro que coadyuva a eliminar y depurar el recurso de objetos de gran tamaño y algunas arenas se quedan atrapadas en dicha recámara

“El acueducto no cumple con la normativa legal vigente, dado que se tiene un abastecimiento con agua no potable, no se realiza algún tratamiento químico que permita consumo de agua tratada apta para consumo humano, ya que el agua se toma directamente de los nacimientos” (Milenium y Cía. Ltda., 2020).

7.6.4 Bolivia

El acueducto Asociación de Usuarios de Servicios Colectivos de Bolivia, cuenta con 558 suscriptores; este acueducto cuenta con una organización administrativa y junta administradora del acueducto.

Según Milenium (2020), el acueducto cuenta con una planta de tratamiento FIME, dicha planta tiene una estructura eficiente para el correcto proceso de potabilización del afluente captado, cuenta con:

- Filtro grueso dinámico
- Filtro grueso ascendente en capas
- Filtro lento en arena
- Cloración

Se presenta un tiempo de cloración de una hora, el cual consiste en el siguiente proceso:

“En 500 litros de agua se disuelven 1000 gramos de hipoclorito de calcio, el cual mediante un sistema de goteo se ingresa al sistema, se tiene un contacto aproximado de una hora para la cloración del recurso hídrico eliminando así patógenos u otros agentes, potabilizando el agua para el consumo humano” (Milenium, 2020).

El acueducto cuenta con tres (fontaneros) encargados de las labores de mantenimiento, reparación de daños, revisión de bocatoma, lecturas y mantenimiento de redes; para el desarrollo de sus labores fueron capacitados por la entidad Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y el PDA. “El acueducto cumple con la normativa legal vigente dado que se tiene un abastecimiento con agua potable, se realiza tratamiento fisicoquímico, que permite el consumo de agua tratada” (Milenium y Cía., 2020).

El acueducto no presenta desabastecimiento y cuenta con plan de emergencia en elaboración, en las cuales se tiene la presencia de Bomberos y el Plan Departamental de Aguas y realiza pruebas de calidad del agua.

8 OBJETIVOS

8.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar estrategias y acciones de mejora en acueductos rurales de Pensilvania Caldas, mediante la aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices (MFM) para el componente de calidad del agua.

8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las características de la calidad del agua según los indicadores del MFM para los acueductos de los corregimientos San Daniel, Arboleda, Bolivia y Pueblo Nuevo en el municipio de Pensilvania, Caldas.
2. Aplicar el MFM para la definición de aspectos de mejora según las características de calidad del agua y los eventos en salud.
3. Definir lineamientos para los planes de mejora de los acueductos rurales de Pensilvania, Caldas.

9 METODOLOGÍA

En este capítulo, se exponen los lineamientos metodológicos mediante los cuales se dio cumplimiento al objetivo general “Determinar estrategias y acciones de mejora en acueductos rurales de Pensilvania, Caldas, en el contexto de salud ambiental”. De igual forma se expone la lógica para los procedimientos de recolección de la información, los instrumentos y actividades desarrolladas para el cumplimiento de cada objetivo propuesto.

9.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

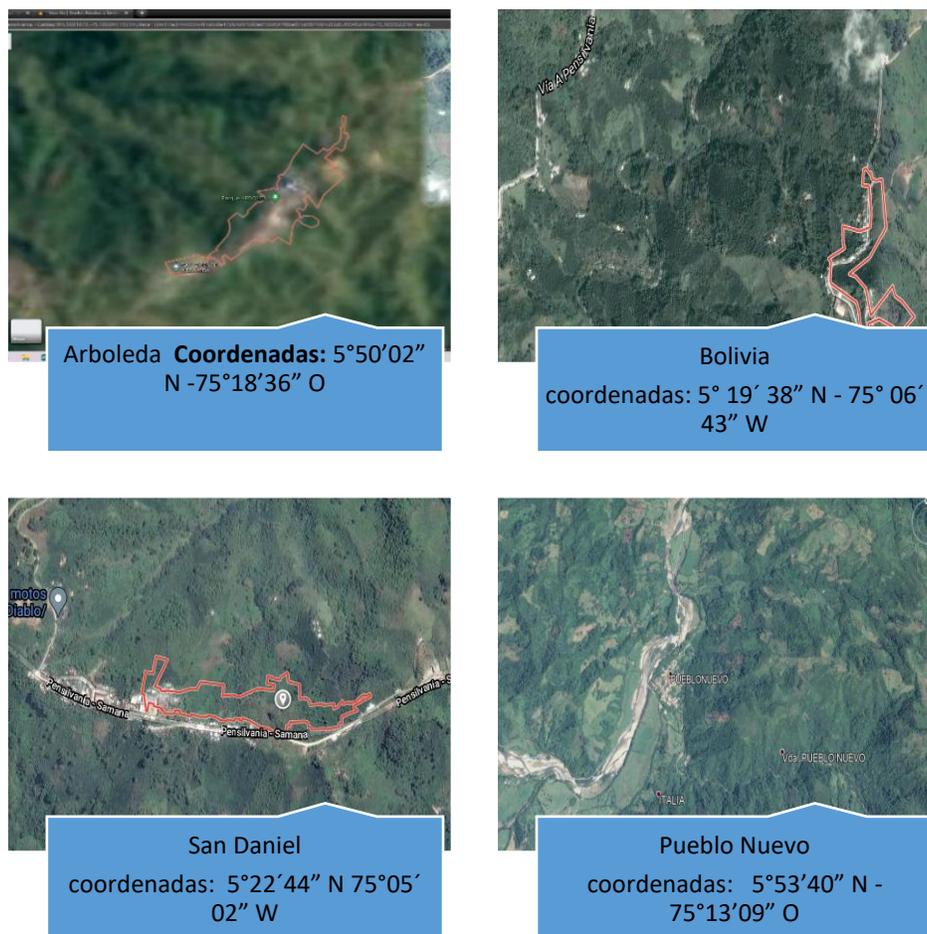
La investigación fue orientada por el Modelo de Fuerzas Motrices y se advierte que se tomaron en cuenta los aportes del enfoque ecológico y poblacional, en el cual, según Blanco, et al. (2015), la población es una fuente importante de información en los eventos de salud ambiental. Bajo este enfoque se buscó comprender cómo el ambiente incide o afecta la salud humana, teniendo presente que los humanos también afectan el ambiente.

La mayor parte de investigaciones en salud ambiental tienen como objetivo identificar los efectos de los agentes ambientales en la salud humana, entendida como un fenómeno de vivencia individual. Sin embargo, hay ocasiones en que no interesa la salud de un individuo sino la salud de uno o varios grupos humanos, a lo que responde el llamado enfoque de poblaciones o ecológico (Blanco, 2015, p. 192).

9.2 UNIDAD DE ANÁLISIS

Se tomaron como unidad de análisis, los corregimientos del municipio de Pensilvania, los cuales ocupan del 99,82 %, del territorio municipal, siendo en total cuatro corregimientos: Arboleda, Pueblo Nuevo, San Daniel y Bolivia, como se muestra en la figura 17.

Figura 17. Georreferencia de los corregimientos establecidos como unidad de análisis



Nota: elaboración propia. Adaptado de Milenium y Cía. Ltda., 2020.

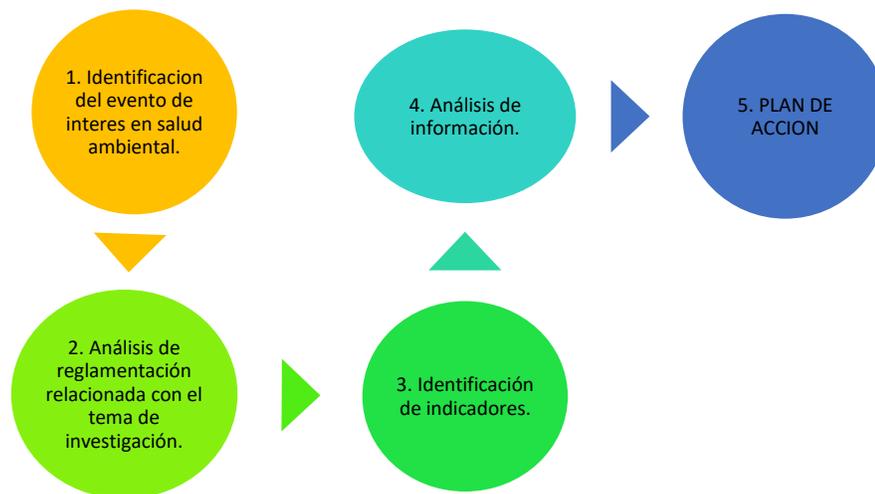
9.3 MODELO METODOLÓGICO

El modelo metodológico adoptado fue el Modelo de Fuerzas Motrices (MFM) con un enfoque poblacional. Mediante este modelo se abordó la relación entre el componente calidad del agua y el contexto de salud ambiental, lo cual permitió la identificación y evaluación de determinantes sociales y la relación que estos tienen en la interacción entre el ambiente y los grupos humanos. Lo que permitió la formulación de estrategias y acciones como respuesta para el mejoramiento del estado del ambiente en términos de calidad del agua.

9.4 MOMENTOS DE APLICACIÓN DEL MODELO DE FUERZAS MOTRICES

El diseño metodológico que orientó la presente investigación se encuentra basado en el MFM que se llevó a cabo en cinco momentos como se muestra en la siguiente figura 18.

Figura 18. Momentos del MFM



Nota: elaboración propia. Adaptado de Ocampo, et al. (2021).

9.4.1 Identificación del evento de interés en salud ambiental

Para el desarrollo de este primer momento se realizó la identificación de las metas propuestas en el Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) 2012-2021, relacionadas con el componente de calidad de agua en áreas rurales y vigentes en el actual Plan Decenal de Salud Pública (2022-2031), en donde se tomaron las siguientes metas principales:

Meta # 10. A 2021 se tendrá una cobertura del servicio de acueducto o soluciones alternativas del 83 % en áreas rurales.

Meta # 15. El 100 % de las direcciones territoriales de salud contarán con mapas de riesgo y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

9.4.2 Análisis de la reglamentación relacionada con el tema de investigación

Para el desarrollo de este segundo momento se revisó la reglamentación relacionada con el tema de estudio, salud y salud ambiental y agua para consumo humano. Esta reglamentación fue comparada con la información recolectada por medio del trabajo de campo para establecer si los acueductos cumplen con la normativa vigente, lo anterior fue asumido como una herramienta para la toma de decisiones, en el establecimiento de los aspectos de mejora y en la definición del plan de mejoramiento para la gestión en salud ambiental en el componente de calidad de agua.

9.4.3 Identificación de indicadores de calidad de agua y eventos de salud asociados a la calidad del agua según el MFM

A partir de la aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices se identificaron los siguientes indicadores según los seis niveles de actuación: Fuerza Motriz, Presión, Estado, Exposición, Efecto, Acción, como se muestra en la siguiente tabla 12.

Tabla 12. Indicadores MFM

CATEGORÍA	NIVEL	DETERMINANTE	INDICADORES
Fuerza Motriz	Estructural	Demográfico/políticas	-Crecimiento demográfico -Cobertura de servicio de agua -Cumplimiento de metas del PDSP y el PDA. -Cumplimiento de normativa en la prestación del servicio.
Presión	Intermedio	Condiciones de vida	-Capacidad de pago de la población. -Abastecimiento

Estado	Intermedio	Calidad del agua	-Calidad del agua superficial Cuenca hidrográfica del Río Samaná Sur -Funcionamiento del acueducto -Parámetros cumplidos para agua de consumo humano
Exposición	Determinante intermedio	Repercusión en salud y bienestar	-Población expuesta al consumo de agua no potable
Efecto	Determinante intermedio	Servicios de salud	-Morbilidad asociada al consumo de agua no potable
Acción	Determinante proximal	Políticas de desarrollo	-Cobertura sistema de salud -percepción

Nota: elaboración propia adaptado del Ministerio de Salud y Protección 2014.

10 APLICACIÓN DEL MODELO DE FUERZAS MOTRICES

Se plantearon los indicadores correspondientes a cada una de las categorías propuestas por el Modelo de Fuerzas Motrices, encontrando así, los indicadores que orientan el proceso de investigación.

10.1 INDICADORES DE FUERZA MOTRIZ

Crecimiento demográfico. Para el desarrollo de este indicador se tienen en cuenta fuentes de información secundaria como los resultados de los censos realizados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Censo Nacional de Población y Vivienda, las fichas de caracterización del SISBEN y la información de POT del municipio. Según la disponibilidad de la información para cada uno de los corregimientos, ordenando la información por grupos etarios y de género, ver tabla 13.

Tabla 13. Ficha técnica del indicador crecimiento demográfico

Indicador	VARIABLES	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
Crecimiento Demográfico	Geo-referencia de cada corregimiento	Cuantitativa	Grados	Google Earth	2021
	Número de habitantes	Cuantitativa	Numérico	DANE-Sisbén	2018
	División político administrativa de cada corregimiento	Cuantitativa	Shape	EOT del Municipio	2018

ACTIVIDADES

- Georreferenciación
- Recolección de mapas
- Revisión de estadísticas DANE

Nota: elaboración propia.

Cobertura de servicio público de agua. Para el desarrollo de este indicador se tiene en cuenta información secundaria registrada por la empresa prestadora del servicio y las estadísticas de la administración municipal y de la Corregiduría con la intención de conocer el número de familias a las cuales se les presta el servicio, para determinar el porcentaje de cobertura, ver tabla 14.

Tabla 14. Ficha técnica indicador cobertura de servicio público de agua

Indicador	VARIABLES	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
Cobertura de servicio de agua	Cobertura del servicio de acueducto	Cuantitativa	Porcentual total familias con el servicio/ total de familias del corregimiento	Empresa prestadora del servicio Corregiduría	2021

ACTIVIDADES

-Revisión base de datos de cada acueducto

Nota: elaboración propia.

Cumplimiento de metas para mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano.

Se retoma la revisión realizada en el momento 1 revisión de PDSP El cálculo se realiza teniendo el número de metas propuestas en relación a las metas cumplidas en cada uno de los corregimientos.

Tabla 15. Ficha técnica indicador cumplimiento de metas

Indicador	VARIABLES	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
Cumplimiento de metas para mejoramiento	Metas PDA	Cuantitativa	Porcentual #de metas/metas cumplidas	PDA /acueducto (Anexo 3)	2021

nto de la	Metas PDSP	Cuantitativ	Porcentual	PDSP/	2021
calidad del		a	#de	Acueducto	
agua para			metas/metas	(Anexo 3)	
consumo			cumplidas		
humano					

ACTIVIDADES

-Revisión de PDA

-Revisión de PDSP

-Construcción de base de datos de metas PDA-PDSP

Nota: elaboración propia.

Cumplimiento de normativa en la prestación del servicio de agua. Se retoma la revisión realizada en el momento 2. Revisión de reglamentación (Anexo 4). El cálculo se realiza teniendo en cuenta la normativa general en relación a la normativa cumplida en cada uno de los corregimientos, ver tabla 16.

Tabla 16. Ficha técnica de indicador. Cumplimiento de normativa en la prestación del servicio de agua

Indicador	Variables	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
Cumplimiento de normativa en la prestación del servicio de agua	Normativa vigente Normativa cumplida	Cualitativa	Análisis comparativo entre la normativa vigente y la normativa cumplida por cada uno de los acueductos	-Base de datos Normativa (anexo 4) Acueducto	2021

ACTIVIDADES

- Revisión de normatividad
- construcción de base de datos de normatividad

Nota: elaboración propia.

10.2 INDICADORES DE PRESIÓN

Abastecimiento. Para la determinación del abastecimiento de los acueductos de los corregimientos se tomaron los valores de la medición de agua producida en relación a la medición de la salida de los tanques de almacenamiento, dado que es posible que no cuenten con los medidores, se analizará de forma cualitativa mediante la pregunta: ¿Presenta desabastecimiento? y ¿Por qué?; ver tabla 17.

Tabla 17. Ficha técnica de indicador de abastecimiento

Indicador	Variables	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
------------------	------------------	-------------------------	-------------------------	---------------	----------------

Abastecimiento	Desabastecimiento	Dicotómica/ cualitativa	Si/no ¿por qué?	Visita de campo acueducto	2021
	Capacidad del tanque de almacenamiento	Cuantitativa	Litros	Visita de campo acueducto	2021

ACTIVIDADES

- Revisión de información secundaria
- Recolección de datos de fuente primaria

Fuente: elaboración propia.

Capacidad de pago de la población. Para el desarrollo de este indicador se realizó la revisión de información secundaria y estadísticas sobre el promedio de ingresos de la población. También la revisión de las tarifas de cada uno de los acueductos, como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Ficha técnica indicador capacidad de pago

Indicador	Variabes	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
Capacidad de pago	Tarifa	Cuantitativa	Pesos	Acueducto	2021
	Ingreso promedio de la población	Cuantitativa	Pesos	DANE, SISBEN	2021
	Percepción sobre el costo del servicio	Cualitativa	Bajo/medio/ alto	Reunión con la comunidad	2021

ACTIVIDADES

- Revisión de información secundaria DANE, Acueductos
- Recolección de información primaria, reunión con la comunidad

Nota: elaboración propia.

10.3 INDICADORES DE ESTADO

Calidad del agua superficial y cuenca hidrográfica. Se realizó una georreferenciación de la cuenca hidrográfica del Río Samaná Sur, análisis del valor ICA y descripción de las principales características a partir de la revisión del Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) de la cuenca del Río Samaná Sur como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Ficha técnica indicador calidad de agua superficial

Indicador	VARIABLES	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
Calidad del agua superficial	Geo-referencia	Cuantitativa	Grados	Google Earth	2021
	ICA	Cuantitativa	1-0	PDA, POMCA, CORPOCA, LDAS	2021

ACTIVIDADES

-Revisión de información secundaria POMCA, PDA

Nota: elaboración propia.

Funcionamiento de las plantas de tratamiento. Para el desarrollo de este indicador se abordó, tanto el manejo y estructura organizativa del acueducto, como la infraestructura, sistema de captación de aguas y potabilización. Para ello se realizó la revisión secundaria como registros del acueducto y la recolección de información primaria a través de la visita a cada uno de los acueductos de interés, ver tabla 20.

Para determinar el funcionamiento de las plantas de tratamiento se realizó una visita de reconocimiento a cada uno de los acueductos estableciendo como ruta de la bocatoma a la planta de tratamiento; mediante los siguientes instrumentos de investigación:

- 11 Ficha de recorrido bocatoma-planta de tratamiento. (Anexo 1)
- 12 Entrevista al representante legal/presidente de la junta administrativa del acueducto (Anexo 2).

Tabla 20. Ficha técnica indicador funcionamiento de la planta de tratamiento

Indicador	Variables	Subvariables	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
Funcionamiento del acueducto	Infraestructura	-Captación	Cualitativa	deficiente	Visita	2021
		-Transporte - Almacenamiento -Planta de tratamiento -Red de distribución	va	/regular/ buena	Acueducto Aplicación de instrumentos: -Observación -ficha de caracterización del acueducto -Registro fotográfico	
	Potabilización del agua	-Tipo de tratamiento -Mantenimiento de tanques	Cualitativa	Descripción de procedimiento	Visita al acueducto, aplicación de instrumentos	2021
	Manejo-administración	Cargos Junta administrativa	Cualitativa	Esquema administrativo de	Entrevista semi-estructura	2021

			cada		
			acueducto		
			o		
Resultados de muestras de calidad de agua	Color turbiedad PH Cloro residual Cloriformes totales E.Coli IRCA	Según la sub-variable	Según la muestra	Acueducto PDA / Administración municipal	

ACTIVIDADES

- Visita de campo a cada acueducto
- Diligenciamiento ficha de recorrido bocatoma-planta de tratamiento (Anexo 1)
- Aplicación de entrevista encargado/representante legal (Anexo 2)
- Registro fotográfico

Nota: elaboración propia.

Parámetros cumplidos para agua de consumo humano. Se estableció una comparación entre el resultado de la medición de los valores de Color, turbiedad, PH, Cloro residual, Coliformes totales, E.Coli, IRCA y los valores legales permitidos para cada medida, tabla 21.

Tabla 21. Ficha técnica indicador parámetros cumplidos para agua de consumo humano

Indicador	Variab	Tipo de variable	Unidad de medida	Valor máximo	Fuente	Periodo
Parámetros	Color aceptable	Cuantitativa	Unidad de Platino	15	Acueducto/ PDA	Según la

cumplidos para agua de consumo humano			Cobalto (UPC)		información encontrada
	Turbiedad aceptable	Cualitativa	Unidades Nefelometricas de Turbiedad UNT	2	Acueducto/PDA
	Olor y sabor	Cualitativa	Aceptable/no aceptable	Aceptable	
	PH	Cuantitativa	Numérica	1.5	Acueducto/PDA
	Cloro residual	Cuantitativa	Numérica	15	Acueducto/PDA
	Cloroformes totales	Cuantitativa	UFC/100Cm ³	0	Acueducto/PDA
	E. Coli	Cuantitativa	UFC/100Cm ³	0	Acueducto/PDA
	IRCA	0-100	Numérica	35	Acueducto/PDA

ACTIVIDADES

Revisión de información secundaria

Revisión de parámetros de calidad de agua para consumo humano

Nota: elaboración propia.

12.1 INDICADORES DE EXPOSICIÓN

Población expuesta al consumo de agua no potable. Para el diligenciamiento de este indicador se realizó la revisión de las estadísticas manejadas por cada acueducto para conocer el número de familias que reciben el agua en sus hogares a través del servicio de

acueducto y la revisión de las estadísticas de Censo del DANE, las fichas de caracterización del Sisbén y la información de la administración municipal para conocer el número total de familias del corregimiento tabla 22.

Tabla 22. Ficha técnica indicador Población expuesta al consumo de agua no potable

Indicador	VARIABLES	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
-Población expuesta al consumo de agua no potable	Número total de familias	Cuantitativa	Total, familias beneficiarias del acueducto/total de familias	Acueducto	2021
	Número total de familias adscritas al acueducto		Porcentual		

ACTIVIDADES

Revisión de información secundaria, registro de usuario del acueducto

Nota: elaboración propia.

12.2 INDICADORES DE EFECTO

Morbilidad asociada al consumo de agua no potable: Para el desarrollo de este indicador se revisaron los registros de consulta de los puestos de salud de cada corregimiento en los últimos dos años para identificar los casos de Enfermedades Vehiculizadas por Agua (EVA), como se presenta en la tabla 23. Para este indicador se incluyó en la encuesta de percepción un ítem sobre las enfermedades padecidas, que permitió recolectar los datos necesarios para establecer las EVA que se han presentado en los corregimientos.

Tabla 23. Ficha técnica indicador morbilidad asociada al consumo de agua no potable

Indicador	VARIABLES	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
Morbilidad asociada al consumo de agua no potable	Casos de gastroenteritis	Cuantitativa	Porcentual	-Hospital municipal -Puesto de salud de cada corregimiento	2020-2021

ACTIVIDADES

Recolección de información secundaria base de datos hospital y puestos de salud

Nota: elaboración propia.

12.3 INDICADORES DE ACCIÓN

Cobertura del sistema de salud. Para el desarrollo del indicador cobertura del sistema de salud, se realizó la revisión de información secundaria, y disponible en la base de datos del DANE y en la base de datos del SISBEN tabla 24.

Tabla 24. Ficha de indicador cobertura de salud

Indicador	VARIABLES	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
-Cobertura sistema de salud	Total de familias afiliadas al sistema de salud Total de familia del corregimiento	Cuantitativa	Porcentual	-DANE -SISBEN Administración municipal	Según la información encontrada

ACTIVIDADES

Recolección y sistematización de información secundaria.

Nota: elaboración propia.

Percepción. Para análisis de la percepción se conformó un grupo focal con la comunidad, en el cual la población identificó desde su conocimiento, variables y parámetros en cada una de las categorías del Modelo de Fuerzas Motrices, ver tabla 25. El eje temático de este grupo focal se presenta en el Anexo 3.

Tabla 25. Ficha de indicador percepción

Indicador	Variables	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
Percepción	-Grado de satisfacción de la población con el servicio de acueducto -Enfermedades o molestias asociadas al consumo del agua -identificación de variables en las categorías del Modelo de Fuerzas Motrices	Cualitativa	-Muy bajo/bajo/medio/alto -lista de enfermedades	Grupo focal con la comunidad	2021

ACTIVIDADES

Recolección y sistematización de información secundaria

Reunión con la comunidad

Nota: elaboración propia.

Grupo focal con expertos. Se conformó un grupo focal con expertos en el tema del componente de calidad del agua, teniendo como objetivo la identificación de variables y

parámetros en cada una de las categorías planteadas por el Modelo de Fuerzas Motrices, ver, tabla 26.

Tabla 26. Ficha técnica del indicador grupo focal con expertos

Indicador	Variables	Tipo de variable	Unidad de medida	Fuente	Periodo
Grupo focal de expertos	-Identificación de variables en las categorías del Modelo de Fuerzas Motrices	Cualitativa		Grupo focal con expertos	2021

ACTIVIDADES

Conformación de grupo focal de expertos

Nota: elaboración propia.

13 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Sistematización de la información. Una vez recolectada la información secundaria y la información primaria, se realizó la sistematización de la información para cada uno de los indicadores propuestos según el MFM y mediante la construcción de gráficas e histogramas, se dio orden a la información recolectada y se expusieron los resultados de forma clara y comprensible.

Análisis de datos. Como resultado de este momento se registró el comportamiento de los indicadores y se expusieron los resultados del análisis en función del cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados en la investigación.

Se realizó un análisis estadístico de los datos referentes a la consulta de la población por eventos de salud asociados a la calidad del agua, donde se advirtió la posibilidad de que una fracción de la población no consulta en la institución médica. Por esta razón se indagó en la misma comunidad por los padecimientos asociados a la calidad del agua en la reunión de percepción. Con esta información se realizó un análisis de tipo estadístico con los datos obtenidos de la consulta de la población en los puestos de salud y se cotejó con los datos de percepción obtenidos entre la población.

A partir de los resultados obtenidos y el análisis realizado, se determinó dónde deben concentrarse las acciones para proceder a la construcción de un plan de acción que permita el mejoramiento de la salud ambiental en relación al componente calidad del agua para los acueductos rurales en el Municipio de Pensilvania

13.1 FUENTES DE INFORMACIÓN

Información secundaria. Las principales fuentes de información secundaria que fueron tenidas en cuenta en esta investigación son los entes territoriales y ambientales, como la Superintendencia de Servicios Públicos, el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), el Sistema de Vigilancia de Calidad de Agua Potable (SIVICAP), IDEAM, Instituto Nacional de Salud, Corporaciones Autónomas de Caldas y Antioquia CORPOCALDAS - CORNARE, Empresa de Servicios Públicos, DANE e información contenida en el POT del Municipio de Pensilvania.

Información primaria. Se recolectó a través del trabajo de campo y la aplicación de instrumentos de investigación.

13.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

- Ficha de reconocimiento, recorrido bocatoma-planta de tratamiento (Anexo 1)
- Entrevista semiestructurada (Anexo 2)
- Formulario de percepción con la comunidad (Anexo 3)

14 RESULTADOS

14.1 OBJETIVO 1

Determinar las características de la calidad del agua según los indicadores del Modelo de Fuerzas Motrices para los acueductos de los corregimientos San Daniel, Arboleda, Bolivia y Pueblo Nuevo de Pensilvania, Caldas.

Para el cumplimiento del primer objetivo planteado, según los indicadores de Fuerzas Motrices, Presión, Estado, Exposición, Efecto y Acción, se realizó una breve revisión de las características de la calidad de agua de la cuenca del Río Samaná Sur y la caracterización de cada uno de los acueductos, con el fin de determinar las propiedades de la calidad de agua que estos están brindando a los hogares de dichas poblaciones y la revisión de los resultados de las muestras de control y vigilancia reportados por las autoridades sanitarias al Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP).

14.1.1 Indicadores de fuerzas motrices

Políticas públicas y modelo de desarrollo

No se identificaron políticas públicas por parte del Municipio de Pensilvania enfocadas a garantizar el mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano en sus corregimientos y se evidenció una brecha en la calidad del agua al comparar los datos reportados por el acueducto municipal con los datos reportados por los acueductos rurales.

Al analizar los resultados de las muestras del IRCA mensual del Municipio de Pensilvania en el sistema SIVICAP, se evidencia la existencia de una brecha en la prestación de servicios públicos, en el acceso al servicio de agua potable entre las áreas rurales y las áreas urbanas, teniendo que, mientras las Empresas Públicas de Pensilvania no reportan riesgo durante los años 2020 y 2021 con un IRCA equivalente a cero (0), las áreas rurales del municipio reportan un IRCA que oscila entre riesgo alto e inviable sanitariamente.

Cobertura

Las metas trazadas a 2021 y que continúan aún vigentes para el Plan Decenal de Salud Pública 2022-2031 no se han cumplido, principalmente en lo que respecta a la meta 10. “se tendrá una cobertura del servicio de acueducto o soluciones alternativas de 83 % en áreas rurales”. Se identificó que la cobertura de los acueductos rurales incluye solo el casco urbano de cada uno de los corregimientos, dejando por fuera las veredas que hacen parte del territorio.

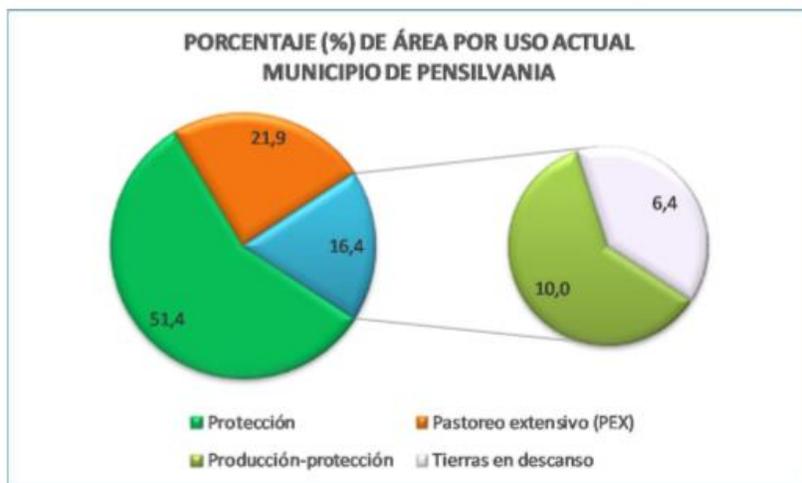
14.1.2 Indicadores de presión

Uso de la tierra en el Municipio de Pensilvania en el área correspondiente a la cuenca del Río Samaná Sur

En la cuenca del Río Samaná Sur se encuentra ubicado el Parque Nacional Selva de Florencia, entre los municipios de Pensilvania y Samaná, con una extensión aproximada de 10.019 ha, teniendo también terrenos dedicados a diferentes actividades productivas tales como: ganadería, minería, madera, pastos, café, cacao, plátano, yuca, caña y guadua, entre otros.

La mayor parte de las tierras se encuentran destinadas a la protección que alcanzan según el POMCA (2016) las 11.122,58 ha; en segundo lugar, las tierras para pastoreo, y en tercer lugar, la protección- producción, como se muestra en la siguiente gráfica 19.

Figura 19. Porcentaje de área por uso actual. Pensilvania, Caldas



Nota: Consorcio POMCAS Oriente Antioqueño, 2016.

Abastecimiento

Se devela que los problemas de abastecimiento reportados se encuentran asociados principalmente con los cambios del clima y se reporta que en el corregimiento de Arboleda se presenta una disminución de un 80 % del recurso hídrico en épocas de sequía, lo que conlleva al racionamiento del servicio en las noches y periodos cortos de tiempo en el día.

14.1.3 Indicadores de estado

Calidad del agua en la cuenca del Río Samaná Sur

Cargas contaminantes: La disposición de residuos, tales como rellenos sanitarios, botaderos a cielo abierto, puntos de enterramiento y quema, son considerados como los principales factores de afectación a la calidad del agua superficial. Según el POMCA (2016), en las zonas rurales del Municipio de Pensilvania el 58,4 % de las aguas residuales no tiene ningún sistema de tratamiento, el 34,3 % tiene una cobertura de pozos sépticos y el 7,3 % tiene cobertura de alcantarillado.

Índice de calidad de agua (ICA): Según el Consorcio POMCAS Oriente Antioqueño (2016), para el establecimiento del Índice de Calidad de Agua (ICA) se revisaron 20 puntos de monitoreo ubicados en la cuenca, de los cuales cuatro de estos se encuentran ubicados en la jurisdicción del Municipio de Pensilvania. De estos puntos monitoreados se tiene que para el 60 % la calidad del agua es buena con un índice entre 0,71 y 0,90; el 35 % una calidad de agua excelente con un índice mayor a 0,9 y el 5 % y calidad media con un índice de 0,65.

En cuanto al Municipio de Pensilvania se tiene que la mayoría de los puntos monitoreados presentan una calidad de agua excelente con índice entre 0.944 y 0,98, teniendo en cuenta que para el punto de monitoreo P.16 el resultado es bueno, con un índice de 0,85, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 27 Calidad de agua por punto de monitoreo

Sitio	ICA	Calidad
P1. Q. Llanadas antes de recibir las ARD de Argelia	0,99	EXCELENTE
P2. Q. Llanadas después de recibir las ARD de Argelia	0,80	BUENO
P3. Cañada San Isidro antes de recibir las ARD de Argelia	0,97	EXCELENTE
P4. Cañada San Isidro después de recibir las ARD de Argelia	0,65	MEDIO
P5. R. Samaná Sur - vereda Butantán	0,81	BUENO
P6. R. Venus antes de recibir las ARD de Puerto Venus	0,89	BUENO
P7. R. Venus después de recibir las ARD de Puerto Venus	0,90	BUENO
P8. R. San Pedro antes de confluir en el R. Samaná Sur	0,81	BUENO
P9. R. Samaná Sur - Puente Linda	0,92	EXCELENTE
P10. R. Samaná Sur antes de recibir las ARD de la vereda La Hermosa	0,81	BUENO
P11. R. San Pedro antes de confluencia con Q. Espíritu Santo	0,97	EXCELENTE
P12. Q. Espíritu Santo antes de termales	0,87	BUENO
P13. Q. Espíritu Santo después de termales	0,89	BUENO
P14. Q. El Oso después de recibir las ARD de Nariño	0,74	BUENO
P15. R. La Miel - corregimiento San Miguel	0,78	BUENO
P16. R. Samaná Sur después de recibir las ARD de Pueblo Nuevo	0,85	BUENO
P17. R. Samaná Sur antes de recibir las ARD de Pueblo Nuevo	0,94	EXCELENTE
P18. Q. las Mercedes - Pensilvania	0,96	EXCELENTE
P19. R. Dulce - Pensilvania	0,98	EXCELENTE
P20. R. Samaná Sur después de recibir las ARD de vereda La Hermosa	0,81	BUENO

Nota: Consorcio POMCAS oriente Antioqueño (2016).

Calidad de agua para consumo humano según las principales características de los acueductos de los corregimientos del Municipio de Pensilvania

La caracterización de los acueductos se realizó a través del trabajo de campo y visita a cada uno de los acueductos y diligenciamiento de los instrumentos de investigación, como lo son las fichas de observación y la entrevista semiestructurada.

14.1.4 Características generales del acueducto del corregimiento San Daniel

El recorrido realizado se inició en el corregimiento de San Daniel, ubicado aproximadamente a una hora del Municipio de Pensilvania, para realizar el reconocimiento de la zona correspondiente al acueducto rural del corregimiento y la realización de la entrevista semiestructurada con el encargado del funcionamiento de dicho acueducto. Para la recolección de datos se contó con los instrumentos en los cuales se asentó la información

brindada por el presidente del acueducto, Jesús Olmedo García Zuluaga, contando con su autorización.

Tabla 28. Ficha técnica. Visita acueducto del corregimiento San Daniel

Fecha de visita	06 de agosto de 2022
Nombre del acueducto	Asociación de Usuarios, La Linda, La Quiebra, San Daniel y sus veredas
Corregimiento	San Daniel
Cuenca	Cuenca del Río Samaná Sur
Duración del Recorrido	2 horas
Encargado	Jesús Olmedo García Zuluaga
Identificación del encargado	79314464
Contacto del encargado	3147312064

Nota: Elaboración propia.

Sistema de captación: El área de captación cuenta con 160 hectáreas reforestadas con especímenes arbóreos de la región, por tanto, no se observan actividades económicas relacionadas con el uso del suelo en el área de influencia directa de la bocatoma.

La captación del recurso hídrico se realiza en el afluente conocido como Quiebra de los Andrés, en el sistema de captación se utiliza una *rejilla* en la parte superior, antes del ingreso del agua a la rejilla se realiza un proceso de sedimentación por gravedad; el recurso hídrico ingresa al tanque primario una vez que la rejilla se rebosa, el resto del recurso hídrico continúa su cauce o curso natural. Posteriormente pasa a una *cámara de captación* que contiene un *filtro metálico* para la eliminación de las partículas sólidas y luego continúa su recorrido al *desarenador* el cual tiene como función depurar el caudal y evitar taponamientos de las tuberías.

Figura 20. Sistema de captación acueducto corregimiento San Daniel



Bocatoma



Rejilla



Desarenador



Cámara de captación

Nota: elaboración propia.

El recurso hídrico es transportado mediante tubería a los diferentes tanques de almacenamiento, dicha tubería comienza con un tubo madre de 4 pulgadas de diámetro hasta llegar al tubo de transporte con diámetros de 3", 2", 1 ½", 1" y posteriormente a la tubería de distribución de ½".

Figura 21 Tubería en la bocatoma



Nota: elaboración propia.

Almacenamiento: Para el almacenamiento del recurso hídrico se cuenta con un tanque de almacenamiento de concreto con capacidad de entre 30-40 metros cúbicos un tanque de Rotoplast de 1-2 metros cúbicos aproximadamente.

Figura 22. Tanques de almacenamiento



Nota: elaboración propia.

Tratamiento: El acueducto del corregimiento no cuenta con ningún tratamiento químico, se realiza la filtración de partículas sólidas a través del desarenador y se realizan labores de mantenimiento que consisten en lavado de los tanques de almacenamiento. No se realizan pruebas de calidad del agua por parte del acueducto.

Distribución: La distribución del agua se realiza por medio de un tubo madre de 4" hasta llegar a las viviendas donde se ingresa por tubería de ½". El recurso hídrico captado es destinado para el uso y/o consumo humano y actividades agrícolas y pecuarias.

Funcionamiento del acueducto: El acueducto se encuentra a cargo de un fontanero, el cual, tiene como funciones el mantenimiento del acueducto, la reparación de daños y la revisión continúa de la bocatoma. Estas actividades son realizadas de forma técnica, ya que el fontanero ha recibido capacitación para la realización de sus funciones, por las que devenga un sueldo y prestaciones sociales de ley.

Prestación del servicio. El acueducto del corregimiento San Daniel tiene concesión de aguas por parte de la Autoridad Ambiental de Caldas (CORPOCALDAS) y no cuenta con edición del caudal de las fuentes abastecedoras; presta el servicio a 400 suscriptores, beneficiando aproximadamente a 1600 personas de las veredas La Linda, La Quebra y San Daniel, con un servicio continuo durante las 24 horas del día.

Al momento de presentarse una emergencia no cuentan con un plan de contingencia estructurado y divulgado entre la comunidad. Se asume que la respuesta ante una emergencia se da por parte del fontanero y la comunidad para manejo de situaciones de emergencia y restablecimiento del servicio; no se tiene sistema de gestión de peticiones quejas y reclamos.

Tarifa. La tarifa para el cobro del servicio es fija, diferenciada para viviendas domiciliarias \$9.000, fincas \$11.000 y establecimientos comerciales \$18.000.

Junta administradora. Figuras de presidente, vicepresidente, fiscal, secretario y tesorero. La administración del acueducto presenta soporte administrativo, cuenta con correo electrónico como canal de comunicación y atención, además de atención telefónica mediante línea celular y se evidencia que la frecuencia de las reuniones de la junta administrativa es

baja. Se advierte que el acueducto no se encuentra inscrito en el Registro Único de Prestadores de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

14.1.5 Características generales del acueducto del corregimiento de Arboleda

El recorrido realizado se inició en el casco urbano del Municipio de Pensilvania, con la finalidad de realizar un reconocimiento de la zona correspondiente al acueducto rural del corregimiento de Arboleda y la realización de la entrevista semiestructurada con el encargado del funcionamiento de dicho acueducto. Para la recolección de esta información se contó con los instrumentos en los cuales se asentó la información brindada por el encargado, Duber Alonso García Marín, presidente del acueducto ASOAGUA.

Tabla 29. Ficha técnica. Visita al acueducto del corregimiento de Arboleda

Fecha de visita	23 de agosto de 2022	
Nombre del acueducto	ASOAGUA	
Corregimiento	Arboleda	
Cuenca	Cuenca del Río Samaná Sur	
Duración del Recorrido	5 horas	Nota:
Encargado	Duber Alonso García Marín	
Identificación del encargado	CC. 9850401	
Contacto del encargado	3113399245	

elaboración propia.

Sistema de captación: En el área de captación se observan áreas de bosque natural y de pastoreo para ganado. El encargado expresó la intención por parte del acueducto de adquirir el predio que actualmente tiene pasto para adecuarlo como zona de amortiguación del cuerpo de agua.

La captación del recurso hídrico se realiza en el afluente La Palmera, en la bocatoma el sistema de captación de agua cuenta con un desarenador, al rebozarse, la rejilla llega al tanque primario el cual cuenta con un filtro metálico destinado para los sólidos gruesos.

Figura 23. Sistema de captación de agua



Nota: elaboración propia.

El líquido es transportado por medio de una tubería de 6 pulgadas hasta el sistema de filtración por múltiples etapas (FIME), construida como parte de las estrategias del Plan Departamental de Aguas de Caldas (PDA).

Figura 24. Sistema de filtración por múltiples etapas FIME



Nota: elaboración propia.

Almacenamiento: Para el almacenamiento del recurso hídrico se cuenta con un tanque de concreto rectangular de más de 30.000 litros.

Figura 25. Tanques de almacenamiento



Nota: Elaboración propia.

Tratamiento: En la actualidad el acueducto del corregimiento de Arboleda no realiza ningún tratamiento de potabilización del agua, se advierte que tampoco se realiza una valoración o pruebas de calidad para su distribución y se reconoce que el agua distribuida no es apta para el consumo humano.

Por parte del acueducto no se realizan pruebas de calidad de agua, tampoco se presentan informes a la secretaría de salud del departamento, ni se maneja medición del IRCA (Índice de Riesgo de Calidad de Agua). Se tienen sitios destinados para la adecuación de laboratorios, pero no se encuentran en funcionamiento.

Figura 26. Laboratorios e instrumentos para la calidad del agua



Nota: elaboración propia.

Distribución: El agua es distribuida a las viviendas a través de tubos de PVC de 1 y de ½ pulgada. En épocas de sequía se realiza racionamiento del servicio en las noches y periodos cortos de tiempo en el día, ya que se presenta una disminución de aproximadamente el 80 % en el recurso hídrico.

Funcionamiento del acueducto: El acueducto se encuentra a cargo de un fontanero, el cual tiene como funciones el mantenimiento del acueducto, la reparación de daños y la revisión continúa de la bocatoma, estas actividades son realizadas de forma técnica, ya que el fontanero ha recibido capacitación para la realización de sus funciones, por las que devenga un sueldo y las prestaciones sociales de ley.

Prestación del servicio: El acueducto del corregimiento Arboleda tiene concesión de aguas por parte de la Autoridad Ambiental de Caldas (CORPOCALDAS); presta el servicio a 254 suscriptores ubicados en su totalidad en el casco urbano del corregimiento, con fines domésticos y algunas locales comerciales. Se advierte que alrededor de 4 a 5 viviendas captan el agua por sus propios medios y no utilizan los servicios prestados por el acueducto.

Al momento de presentarse una emergencia, no se tiene un plan de contingencia estructurado y divulgado entre la comunidad, se asume que la respuesta ante una emergencia se da por parte del fontanero y la comunidad para manejo de situaciones de emergencia y restablecimiento del servicio; no se tiene sistema de gestión de peticiones quejas y reclamos.

Tarifa: El servicio de agua es facturado usando una tarifa fija de \$6.000, de dichos recaudos se lleva el registro contable, para lo cual han recibido asesoría por parte de representantes del Plan Departamental de Aguas. Se lleva registro de ingresos y gastos y además se reportan estados financieros; el pago por el servicio se realiza los primeros días de cada mes en un local comercial del corregimiento, ya que no cuenta con oficinas propias.

Junta administradora: La junta se encuentra compuesta por las figuras de presidente, vicepresidente, fiscal, secretario y tesorero. La administración del acueducto presenta soporte administrativo, cuenta con correo electrónico como canal de comunicación y

atención, además de atención telefónica mediante línea celular. Se evidencia que la frecuencia de las reuniones de la junta administrativa es baja. Se encuentra inscrito en el Registro Único de Prestadores de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Al indagar sobre la participación de la comunidad en los temas del acueducto, se encontró que se realizan reuniones para dialogar sobre el servicio de agua y sobre las posibilidades de mejoramiento en el espacio anual con la comunidad para la rendición de cuentas.

14.1.6 Características generales del acueducto del corregimiento Pueblo Nuevo

El recorrido realizado se inició en el corregimiento de Pueblo Nuevo con la finalidad de realizar el reconocimiento de la zona correspondiente al acueducto rural y la realización de la entrevista semiestructurada con el encargado del funcionamiento de dicho acueducto. Para la recolección de datos se contó con los instrumentos en los cuales se asentó la información brindada por la presidenta del acueducto, Ana Sorangel Arango Arbeláez.

Tabla 30. Ficha técnica. Visita acueducto del corregimiento Pueblo Nuevo

Fecha de visita	24 de agosto de 2022
Nombre del acueducto	Asociación de Aguas de Pueblo Nuevo
Corregimiento	Pueblo Nuevo
Cuenca	Cuenca del Río Samaná Sur
Duración del Recorrido	5 horas
Encargado	Ana Sorangel Arango Arbeláez
Identificación del encargado	24867732
Contacto del encargado	3235435243 -3147548846

Nota: elaboración propia.

Sistema de captación: En el área de captación del recurso hídrico se encuentra una pequeña zona boscosa, cultivos de aguacate y potreros; se advierte que dichas actividades pueden incidir en la calidad y cantidad del recurso hídrico.

La captación se realiza en afluente conocido como Quebrada Santa Teresa, en el sistema de captación se utiliza una rejilla, al rebozarse, el recurso hídrico llega al tanque primario que cuenta con un filtro metálico para los sólidos gruesos.

Figura 27. Sistema de captación



Nota: elaboración propia.

El recurso hídrico es transportado mediante tubería de 3 pulgadas hasta el sistema de filtración de múltiples etapas donde se extraen los sólidos, posteriormente el recurso es transportado a los tanques de almacenamiento.

Figura 28. Sistema de filtración de múltiples etapas



Nota: elaboración propia.

Figura 29. Válvulas de paso de la planta de tratamiento



Nota: elaboración propia.

Almacenamiento: Para el almacenamiento del recurso hídrico se cuenta con dos tanques de almacenamiento, uno rectangular y uno circular con capacidad mayor a 30.000 litros; dichos tanques de almacenamiento se encuentran en estado regular y en tiempos de sequía o incremento en el gasto no es suficiente para el abastecimiento del corregimiento.

Figura 30. Tanques de almacenamiento



Nota: Elaboración propia.

Tratamiento: El Acueducto del corregimiento no cuenta con ningún tratamiento de potabilización de agua, esta es canalizada a las viviendas luego de pasar por un proceso de filtración de partículas sólidas y se advierte que no se realiza ninguna valoración sobre la calidad del agua antes de su distribución. El acueducto cuenta con infraestructura destinada para laboratorios de vigilancia de la calidad de agua que actualmente no se encuentran en funcionamiento.

Figura 31. Instalaciones para laboratorios de calidad de agua



Nota: elaboración propia.

Distribución: La distribución del recurso hídrico se realiza a través de una tubería de PVC de 1 y de ½ pulgadas, la cobertura del acueducto abarca el casco urbano del corregimiento de Pueblo Nuevo.

Servicio: El acueducto de Pueblo Nuevo presta sus servicios a 150 usuarios ubicados en el casco urbano del corregimiento, identificando que alrededor de 7 u 8 viviendas no hacen uso de los servicios de acueducto, pero canalizan el agua hasta sus viviendas por sus propios medios. La prestación del servicio cuenta con el registro RUPS (Registro Único de Prestación de Servicios Públicos) y reporta información a la Superintendencia de Servicios Públicos.

Tarifa: El cobro por el servicio se realiza mediante una tarifa fija de consumo por \$6.000; se lleva registro contable a partir del uso de software y registro contable manual, registro de ingresos y gastos y se reporta los estados financieros del acueducto ante los entes de control.

Junta administradora Se tiene asesoría jurídica y de contaduría por parte de PDA. El acueducto de Pueblo Nuevo cuenta con una junta administrativa con los cargos de presidente, vicepresidente, tesorero, fiscal, secretario y vocal. Por parte de la administración del acueducto se realizan reuniones con la comunidad para establecer diálogos sobre el

servicio de agua, empero no cuenta con sistema de quejas, peticiones y reclamos ni con plan de contingencia.

14.1.7 Características generales del acueducto del corregimiento de Bolivia

Tabla 31. Ficha técnica. Acueducto del corregimiento de Bolivia

Fecha de visita	Agosto 12 de 2022
Nombre del acueducto	Asociación de Usuarios de Servicios Colectivos de Bolivia - AUSCOLBOL
Corregimiento	Bolivia
Cuenca	Cuenca del Río Samaná Sur
Duración del Recorrido	3 horas
Encargado	Orlando Morales Ríos
Identificación del encargado	9857234
Contacto del encargado	3104497730

Nota: elaboración propia.

Sistema de captación: El acueducto cuenta con dos bocatomas, ambas con una estructura de concreto para la retención de sólidos y arenas, en la parte superior del canal se encuentra instalada una malla que retiene los elementos extraños tales como hojas y ramas; el recurso hídrico pasa por un sistema de rejillas, que a su rebose permite que parte del recurso ingrese al sistema de Filtración por Múltiples Etapas, mientras que el sobrante continúa su cauce natural.

Figura 32. Bocatoma



Nota: Elaboración propia.



Nota: Milenium y Cía.

Planta de tratamiento FIME: El afluente captado ingresa al sistema de filtración, el consta de los siguientes elementos y procesos:

- Filtro grueso dinámico
- Filtro grueso ascendente en capas
- Filtro lento en arena
- Cloración

Figura 33. Sistema de filtración por múltiples etapas



Nora: elaboración propia.

Tanques de distribución y almacenamiento: El acueducto cuenta con tanques de abastecimiento de diferentes capacidades en concreto; a dichos tanques se les realiza mantenimiento y limpieza mediante un filtro dinámico, además dos veces por semana se realiza lavado hidráulico y superficial; al sistema se le realiza un lavado hidráulico mediante golpe de ariete cada semana; se realiza también la limpieza de los filtros, al filtro grueso una vez por mes mediante lavado superficial y al filtro de arena una vez cada seis meses.

Figura 34. Tanque de almacenamiento



Nota: elaboración propia.

Tratamiento: Se realiza la cloración del recurso hídrico, para la eliminación de patógenos y agentes contaminantes mediante el siguiente proceso:

Se disuelven 1000 gramos de hipoclorito en 500 litros de agua los cuales ingresan al sistema mediante goteo, se tiene un contacto de una hora aproximadamente, antes de su distribución.

Figura 35. Laboratorios y equipos para calidad de agua





Nota: elaboración propia.

Distribución: Para la distribución del recurso hídrico se usan tuberías de alta presión que parten de un tubo madre de 4 pulgadas, posteriormente se utiliza una tubería de transporte de 3, 2 y 1 pulgadas hasta las viviendas donde ingresa por una tubería de distribución de ½ pulgada.

El recurso hídrico es distribuido para uso y consumo humano, siendo utilizado también en labores de agricultura y ganadería.

Prestación del servicio: El acueducto de Bolivia atiende actualmente a 558 suscriptores, beneficiando aproximadamente a 2.232 personas, tanto del corregimiento de Bolivia como de algunas veredas aledañas.

Tarifa. Se requiere una matrícula con valor de 100 mil pesos para la conexión del servicio, se realiza un cobro por consumo con una tarifa básica de \$6.300 bimestrales, con un costo de 850 pesos por metro cúbico para establecimientos comerciales y de 800 para servicio domiciliario; para el caso de algunas veredas el pago lo realiza la hidroeléctrica El Edén, esto asociado al impacto causado por la hidroeléctrica en la zona de influencia.

Funcionamiento del acueducto. El funcionamiento del acueducto se encuentra a cargo de tres (3) fontaneros, los cuales ejecutan labores de mantenimiento del acueducto, reparación de daños, revisión continua de la bocatoma, mantenimiento de redes y lecturas. Para el desarrollo de las funciones los fontaneros han recibido formación por parte del Plan Departamental de Aguas de Caldas y a través de entidades como el SENA; cuentan con un salario y prestaciones de ley.

Administración del acueducto: El acueducto se encuentra adscrito al registro único de prestadores del servicio ante la Superintendencia de Servicios Públicos, cuenta con una junta administradora del acueducto.

En relación a los aspectos contable se tiene que el acueducto cuenta con un contador, el cual se encarga de llevar registro de ingresos y gastos, seguir los procesos de facturación, recaudo e información financiera, la información se reporta a los entes de control; según la administración, la empresa presenta saldos rojos desde el año 2017, asociado al congelamiento en los costos de la facturación.

Se realizan reuniones con la comunidad y se tiene habilitado un correo para sistema de quejas y reclamos, se tiene también un plan de emergencias contando con el apoyo del departamento de Bomberos.

Se han identificado conflictos con la comunidad relacionados con el pago por conexión y consumo, ya que diferentes veredas han solicitado la conexión al acueducto, pero informan que desean que sea un servicio gratuito apelando a que el agua es un recurso público.

14.1.8 Calidad de agua según los resultados de las muestras de control y vigilancia, reportado por las autoridades sanitarias al Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP)

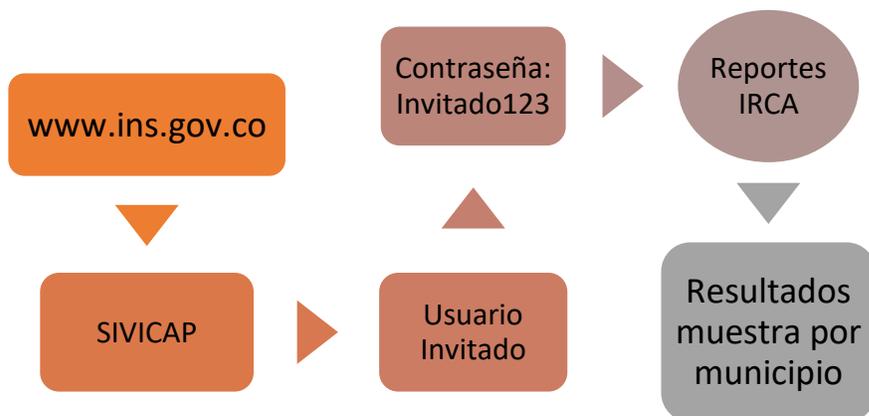
Calidad de agua para consumo humano en los corregimientos del municipio de Pensilvania Caldas, 2020-2021.

A través de la consulta del SIVICAP se desarrolló el presente ítem, en el cual se da un esbozo de la situación de riesgo para los acueductos de los corregimientos San Daniel, Arboleda, Pueblo Nuevo y Bolivia en el Municipio de Pensilvania, Caldas, entre los años 2020-2021 según los reportes encontrados; los resultados obtenidos se presentan en el siguiente orden: 1) ruta de consulta SIVICAP; 2) IRCA por muestra por persona prestadora del servicio en los corregimientos de Pensilvania; 3) IRCA anual por persona prestadora en los corregimientos de Pensilvania; 4) IRCA mensual del municipio área rural de Pensilvania, Caldas 2020-2021; 5) IRCA anual por municipio área rural – Pensilvania Caldas 2020-2021.

La calidad del agua para consumo humano en Colombia es evaluada a través del indicador IRCA (Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano) establecido mediante el decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 de 2007; este indicador analiza el grado de ocurrencia de enfermedades en relación al cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano; la persona o entidad prestadora del servicio para la garantizar la calidad del agua debe realizar la recolección de muestras de control y vigilancia, su respectivo análisis e interpretación es reportado por las autoridades sanitarias al Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua

para Consumo Humano (SIVICAP) donde puede ser consultado como se muestra en la siguiente figura 36.

Figura 36. Ruta de consulta SIVICAP



Nota: elaboración propia.

IRCA por muestra por persona prestadora del servicio en los corregimientos de Pensilvania

El corregimiento de Pueblo Nuevo reporta tres muestras entre el 2020 y el 2021 por persona prestadora del servicio, una (1) en 2020 correspondiente al mes de noviembre y dos (2) en los meses de abril y julio en 2021, en donde registró un riesgo *alto* con una tendencia al incremento del valor IRCA para el 2021.

El corregimiento de Arboleda reporta cuatro (4) muestras entre el 2020 y el 2021, una (1) correspondiente al mes de marzo de 2020 y tres (3) correspondientes a los meses de abril, junio, diciembre de 2021; la medición realizada muestra en su mayoría un nivel de riesgo *alto*, con un aumento considerable en el valor para diciembre de 2021, equivalente a la categoría “Inviabile Sanitariamente”.

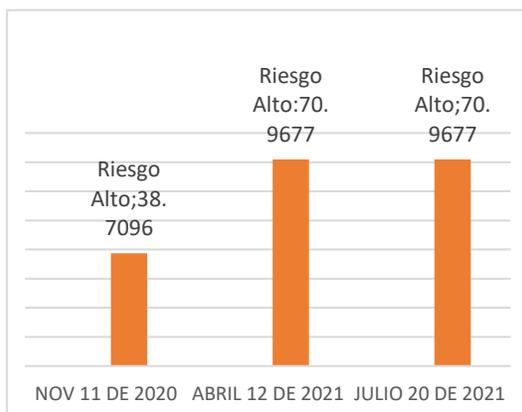
El corregimiento de San Daniel reporta entre el año 2020 y el 2021 un total de cinco (5) muestras; una (1) correspondiente al mes de agosto de 2020 y cuatro (4) a los meses de mayo, junio, agosto y septiembre de 2021. De estas muestras se puede advertir que los

valores revelan un riesgo *alto*, teniendo en cuenta que la última muestra analizada reporta un valor correspondiente a la categoría *inviabile sanitariamente*.

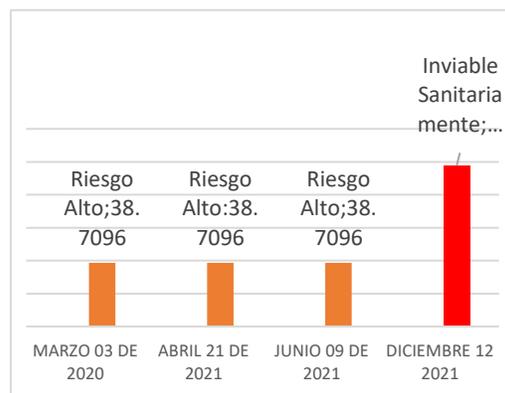
El corregimiento de Bolivia reporta un total de cinco muestras entre el 2020 y el 2021, tres (3) corresponden a los meses de agosto, octubre, noviembre de 2020 y dos (2) correspondientes a los meses de abril y julio de 2021; la totalidad de las muestras reportan un valor del IRCA igual a cero (0), es decir, *sin riesgo*.

Figura 37. IRCA por muestra por persona prestadora del servicio en los corregimientos de Pueblo Nuevo, Arboleda, San Daniel, Bolivia en el municipio de Pensilvania, Caldas.

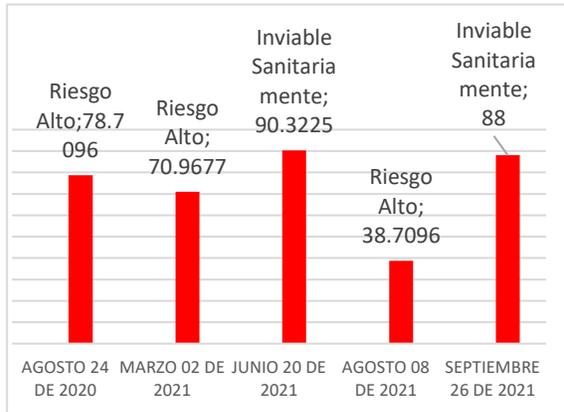
IRCA por muestra por persona prestadora del servicio en el corregimiento de Pueblo Nuevo



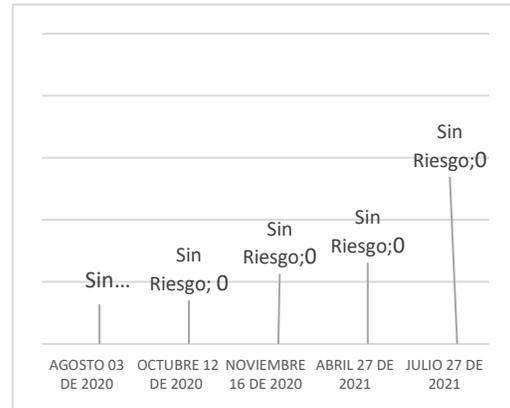
IRCA por persona prestadora corregimiento de Arboleda 2020-2021



IRCA por persona prestadora corregimiento San Daniel 2020-2021



IRCA por persona prestadora corregimiento de Bolivia 2020-2021



Nota: elaboración propia.

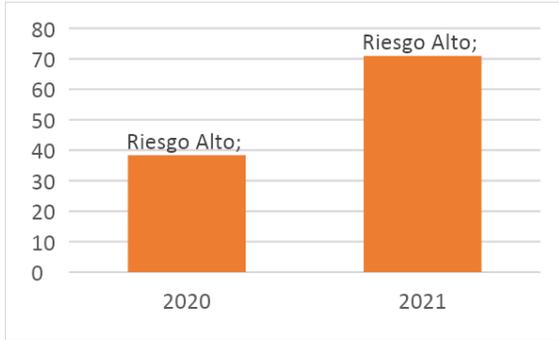
Se evidenció a través del análisis de las muestras reportadas, que el corregimiento de Pueblo Nuevo reporta un riesgo *alto* en la calidad del agua para consumo humano, los corregimientos de Arboleda y San Daniel reportan una calidad del agua *inviabilidad sanitariamente*, mientras que el corregimiento de Bolivia no reporta ningún riesgo en la calidad del agua para consumo humano.

IRCA anual por persona prestadora en los corregimientos de Pensilvania

El corregimiento de Pueblo Nuevo, según los reportes anuales realizados por la persona prestadora del servicio, reporta un nivel de riesgo *alto* para los años 2020-2021 y se advierte un incremento del valor para el año 2021; el corregimiento de San Daniel reporta cuatro muestras, dos (2) correspondientes al año 2020 y dos (2) correspondientes al año 2021, se advierte que todos los valores IRCA reportan un riesgo *alto*; el corregimiento de Arboleda, no reporta datos para el cálculo; el corregimiento de Bolivia reporta un valor del IRCA de cero (0) o *sin riesgo*, para los años 2020-2021.

Figura 38. IRCA anual por persona prestadora en los corregimientos de Pensilvania

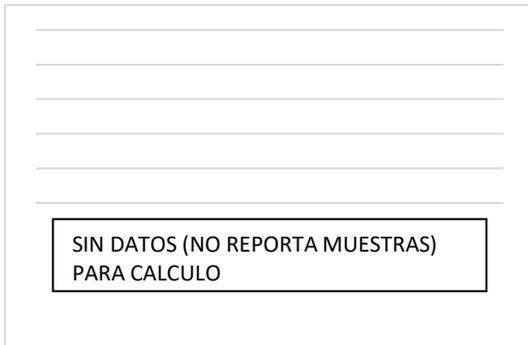
IRCA rural anual por persona prestadora
Pueblo Nuevo 2020-2021



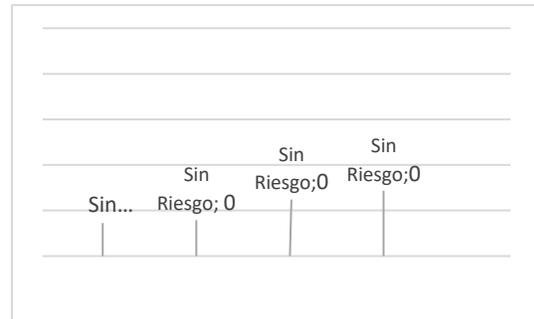
IRCA rural anual por persona prestadora
San Daniel 2020-2021



IRCA rural anual por persona prestadora
Arboleda 2020-2021



IRCA rural anual por persona prestadora
Bolivia 2020-2021



Nota: elaboración propia.

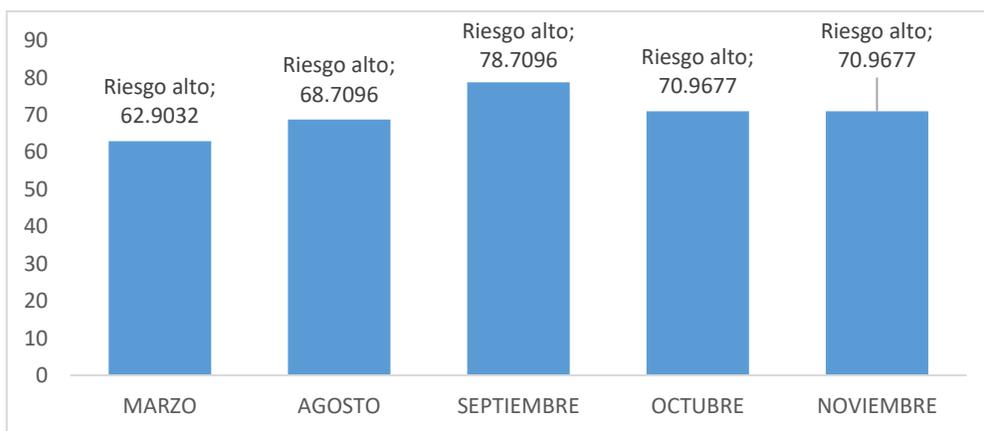
A través del análisis de las muestras reportadas se evidenció que los corregimientos de Pueblo Nuevo y San Daniel reportan un riesgo *alto* en la calidad del agua para consumo humano, el corregimiento de Arboleda no cuenta con los reportes de muestras para dar cuenta de la calidad del agua y el corregimiento de Bolivia no reporta ningún riesgo en la calidad del agua para consumo humano.

IRCA mensual área rural del municipio de Pensilvania, Caldas 2020

Tomando como base los resultados reportados para los corregimientos de Pensilvania, Caldas entre los años 2020-2021, se tiene que no hay reportes para todos los meses del año.

En el año 2020 se tienen cinco (5) muestras todas con resultado de riesgo *alto*, identificando primero una tendencia al incremento del índice alcanzando su valor más alto para el mes de septiembre y descendiendo nuevamente en los meses de octubre y noviembre.

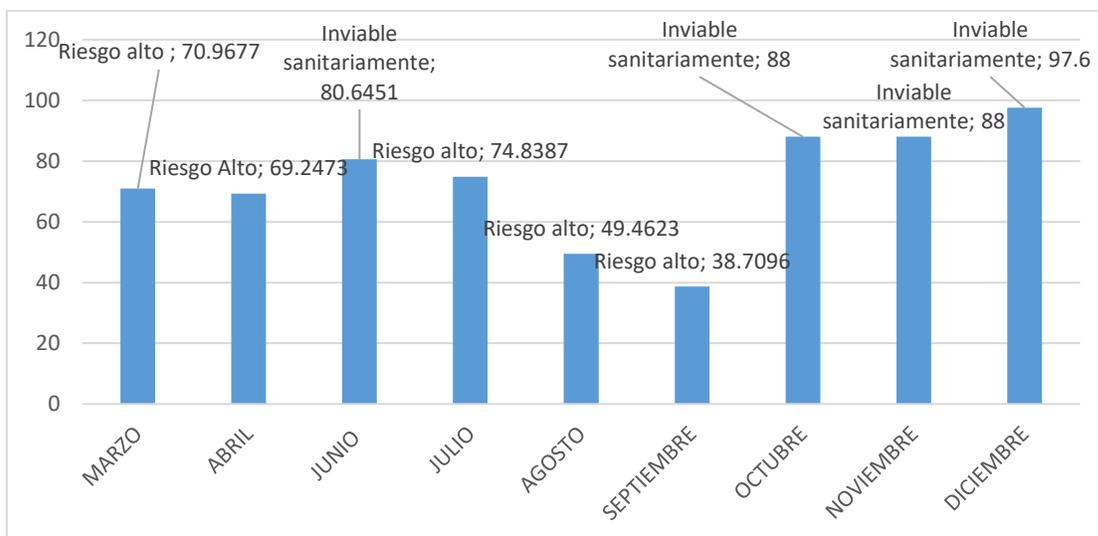
Figura 39. IRCA mensual por municipio 2020. Área rural del municipio de Pensilvania



Nota: elaboración propia.

En el año 2021 se tienen nueve (9) muestras, de las cuales, cinco (5) arrojan un índice equivalente a riesgo *alto* y cuatro (4) arrojan un índice de riesgo equivalente a *inviabilidad sanitaria* como se muestra en la figura 38.

Figura 40. IRCA mensual por municipio 2021. Área rural del municipio de Pensilvania

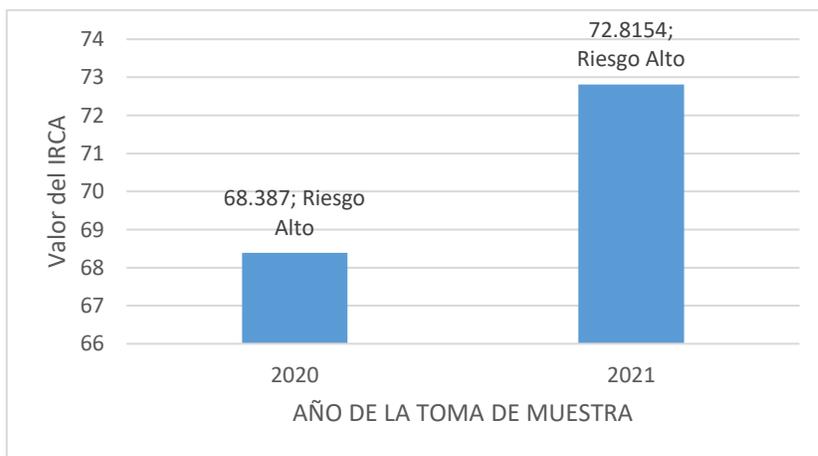


Nota: elaboración propia.

IRCA anual por municipio área rural – Pensilvania, Caldas 2020-2021

Los reportes del IRCA anual correspondientes al área rural de Pensilvania muestran un riesgo alto para los años 2020-2021, con un incremento del valor del indicador para el 2021.

Figura 41. IRCA rural anual Pensilvania, Caldas, 2020-2021



Nota: elaboración propia.

14.1.9 Indicadores de exposición

Población sin servicio de agua potable

A través de la investigación se reveló que los corregimientos de Arboleda y Pueblo Nuevo tienen cobertura de acueducto solo para el casco urbano de los corregimientos, mientras que San Daniel y Bolivia tienen cobertura en algunas de las veredas, pero no la totalidad del territorio. Al comparar la población total con las familias beneficiadas de cada acueducto se tiene que:

1) En el corregimiento de San Daniel se estima una población beneficiada aproximada de 1600 personas según la empresa prestadora de servicio contando con 400 suscriptores, se advierte que la población total del corregimiento es de aproximadamente 2470 personas; al establecer la comparación entre la cantidad de personas beneficiadas y el número total de habitantes del corregimiento, se tiene una proporción 2:3, lo cual implica de manera aproximada que por cada dos personas que tiene servicio de agua potable, tres personas carecen de tal servicio.

2) El corregimiento de Arboleda cuenta con 454 suscriptores sin datos sobre la población total beneficiada y con una población total de 1114 personas, si bien en este caso la falta de datos no permite realizar una comparación de los valores, se puede advertir que el servicio de agua potable tiene una cobertura de más de la mitad de los hogares del corregimiento.

3) el corregimiento de Pueblo Nuevo cuenta con 150 suscriptores sin datos de población total beneficiada y con una población total de 1006 habitantes. En este caso la falta de datos no permite realizar una comparación exacta de los valores, empero se puede advertir que el servicio de agua potable en el corregimiento tiene una baja cobertura, basados en el bajo número de suscriptores o beneficiarios del servicio de acueducto.

4) El corregimiento de Bolivia cuenta con 558 suscriptores, una población beneficiada de 2232 aproximadamente y una población total de 2890 habitantes. Al realizar una comparación entre el número de beneficiarios del servicio de acueducto y el número de habitantes se obtuvo una proporción de $P=0,77$, lo cual permite advertir que, si bien no alcanza una cobertura total, logra tener una cobertura de más del 70 % de la población.

Se tiene que los acueductos de los corregimientos de San Daniel, Arboleda y Pueblo Nuevo garantizan el suministro de agua en los hogares pero no garantizan la calidad de agua para consumo humano, en tanto el suministro no es de agua potable, por tal razón se determina que la población de estos tres corregimientos se encuentra expuesta al riesgo que conlleva el consumo de agua no potable, como lo son el riesgo de contraer Enfermedades Vehiculizadas por Agua (EVA), al igual que una menor calidad de vida.

14.1.10 Indicadores de efecto

Casos de gastroenteritis de presunto origen infeccioso

Para el periodo comprendido entre el 2021 y el 2022 al corte del mes de agosto, se tiene que para un total de 193 casos atendidos por gastroenteritis de presunto origen infeccioso el año 2021, el 33,16 % se atendieron en Bolivia, el 31,09% en Arboleda, el 25,91% en San Daniel, el 9,8% en Pueblo Nuevo; para el año 2022 al corte del mes de agosto han atendido un total de 155 casos, el 34,19 % en Bolivia, el 19,35 % en Arboleda, el 21,94 % en San Daniel y el 24,52% en Pueblo Nuevo.

Figura 42 Casos de gastroenteritis de presunto origen infeccioso en los corregimientos de Pensilvania 2021-2022



Nota: elaboración propia.

14.1.11 Indicadores de acción

Percepción en los corregimientos de Pensilvania sobre la prestación del servicio de acueducto, la calidad del agua y la carga de enfermedades.

Percepción del costo de factura de agua en los corregimientos de Pensilvania, Caldas

A partir de la reunión con la comunidad en los corregimientos de Arboleda, Bolivia, San Daniel y Pueblo Nuevo en el municipio de Pensilvania y la aplicación del cuestionario (Anexo cuestionario de percepción), se obtuvieron los siguientes resultados:

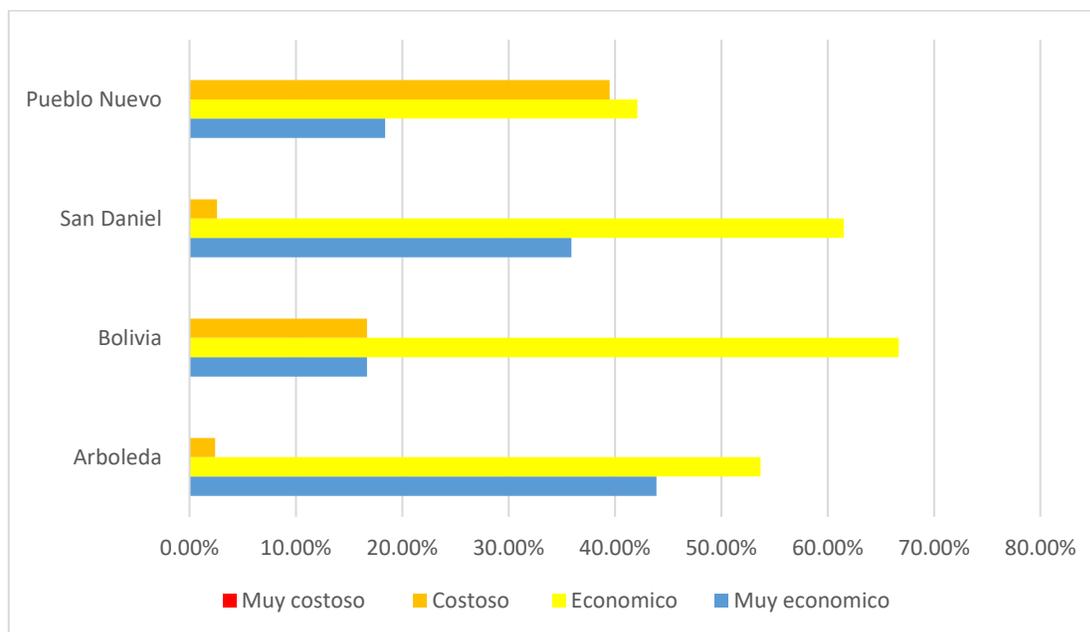
Arboleda: La totalidad de las personas encuestadas en el corregimiento de Arboleda tiene acceso al acueducto; el 53,7 % considera que el costo por el suministro de agua es económico, el 43,9 % muy económico y el 2,4 % lo considera costoso.

Bolivia: La totalidad de las personas encuestadas en el corregimiento de Bolivia tiene acceso al acueducto; el 66,7 % considera que el costo por el suministro de agua es económico, el 16,7 % muy económico, y el 16,7 % lo considera costoso.

San Daniel: La totalidad de las personas encuestadas en el corregimiento de San Daniel tiene acceso al acueducto; el 61,5 % considera que el costo por el suministro de agua es económico, el 35,9 % muy económico, y el 2,6 % lo considera costoso.

Pueblo Nuevo: La totalidad de las personas encuestadas en el corregimiento de Pueblo Nuevo tiene acceso al acueducto; el 42,1 % considera que el costo por el suministro de agua es económico, el 39,5 % costosa, y el 18,4 % muy económica.

Figura 43. Percepción de la población sobre el costo de la factura del agua en los corregimientos de Pensilvania, Caldas



Nota: elaboración propia.

Horas al día con las que se cuenta con el servicio de agua en los hogares

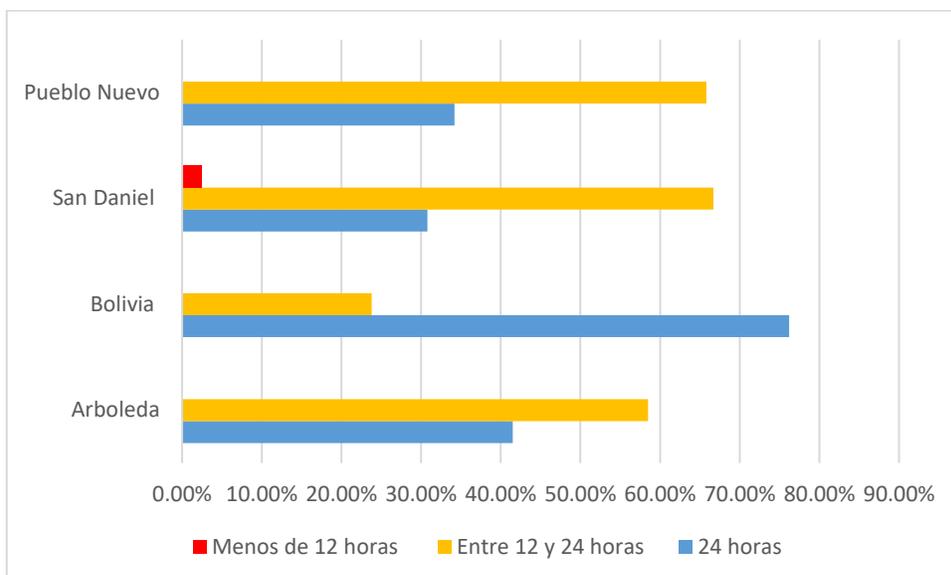
Arboleda: el 58,5 % afirman que cuentan con el servicio de agua entre 12 y 24 horas al día, el 41,5 % afirman que cuentan con el servicio de agua las 24 horas del día.

Bolivia: El 76,2 % afirman que cuentan con el servicio de agua las 24 horas del día, el 23,8% afirman que cuentan con el servicio de agua entre 12 y 24 horas.

San Daniel: La mayoría de los usuarios encuestados 66,7% afirman que cuentan con el servicio de agua entre 12 y 24 horas al día, el 30,8 % afirman que cuentan con el servicio de agua las 24 horas del día, el 2,5% menos de 12 horas.

Pueblo Nuevo: La mayoría de los usuarios encuestados 65,8 % afirman que cuentan con el servicio de agua entre 12 y 24 horas al día, el 34,2% afirman que cuentan con el servicio de agua las 24 horas del día.

Figura 44. Horas diarias de servicio de acueducto en los corregimientos de Pensilvania, Caldas



Nota: elaboración propia.

Evaluación de la prestación del servicio

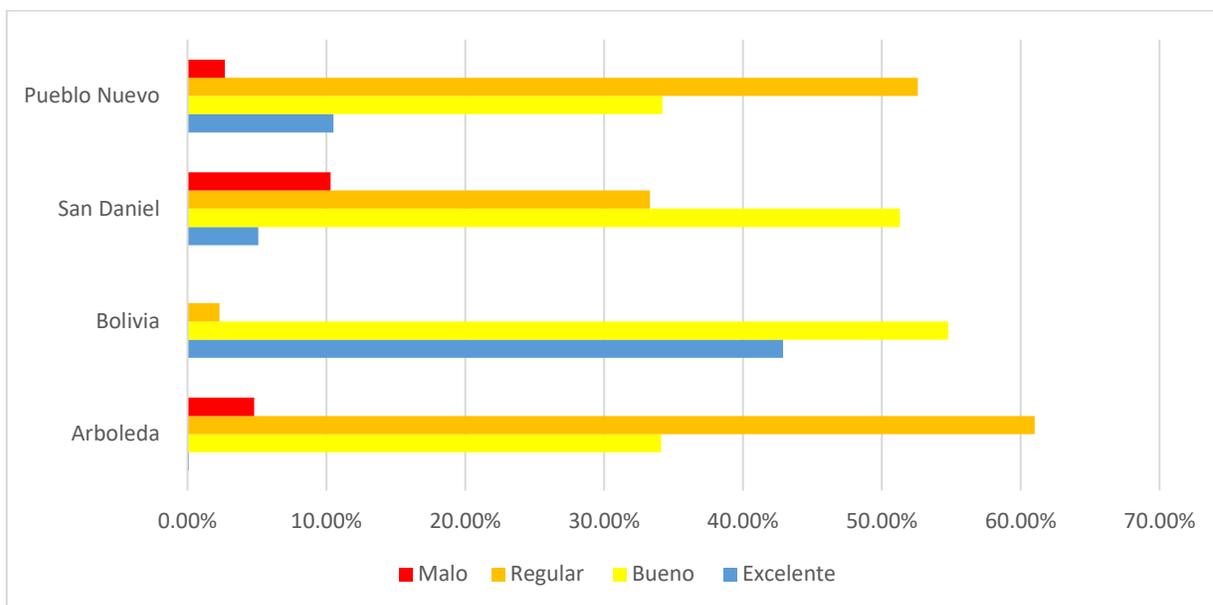
Arboleda: El 61 % de los usuarios encuestados evalúan la prestación del servicio como regular, el 34,1 % bueno y el 4,8 % malo.

Bolivia: El 54,8 % de los usuarios encuestados evalúan la prestación del servicio como bueno, el 42,9 % excelente, el 2,3 % regular.

San Daniel: El 51,3 % de los usuarios encuestados evalúan la prestación del servicio como bueno, el 33,3 % regular, el 10,3% malo y el 5,1 % excelente.

Pueblo Nuevo: El 52,6 % de los usuarios encuestados evalúan la prestación del servicio como regular, el 34,2 % bueno y el 10,5% excelente, el 2,7 % malo.

Figura 45. Percepción sobre la prestación del servicio en los corregimientos de Pensilvania, Caldas



Nota: elaboración propia.

Satisfacción de la comunidad con la prestación del servicio

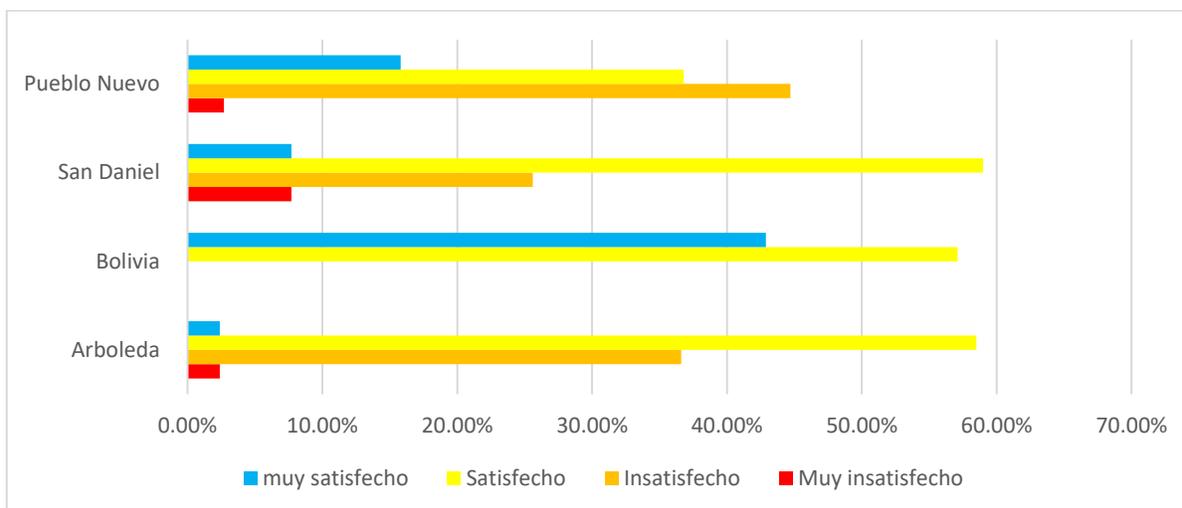
Arboleda: Al indagar por el grado de satisfacción frente al servicio prestado, el 58,5 % se encuentra satisfecho, el 36,6 % insatisfecho, el 2,4 % muy satisfecho y el 2,4 % muy insatisfecho.

Bolivia: Al indagar por el grado de satisfacción frente al servicio prestado, el 57,1 % se encuentra satisfecho, el 42,9 % muy satisfecho.

San Daniel: Al indagar por el grado de satisfacción frente al servicio prestado, el 59 % se encuentra satisfecho, el 25,6 % insatisfecho, el 7,7 % muy satisfecho y el 7,7 % muy insatisfecho.

Pueblo Nuevo: Al indagar por el grado de satisfacción frente al servicio prestado, el 44,7% se encuentra insatisfecho, el 36,8 % satisfecho, el 15,8 % muy satisfecho, el 2,7 % muy insatisfecho.

Figura 46. Grado de satisfacción con la prestación del servicio de acueducto en los corregimientos de Pensilvania, Caldas



Nota: elaboración propia.

Evaluación de la calidad de agua por parte de la comunidad

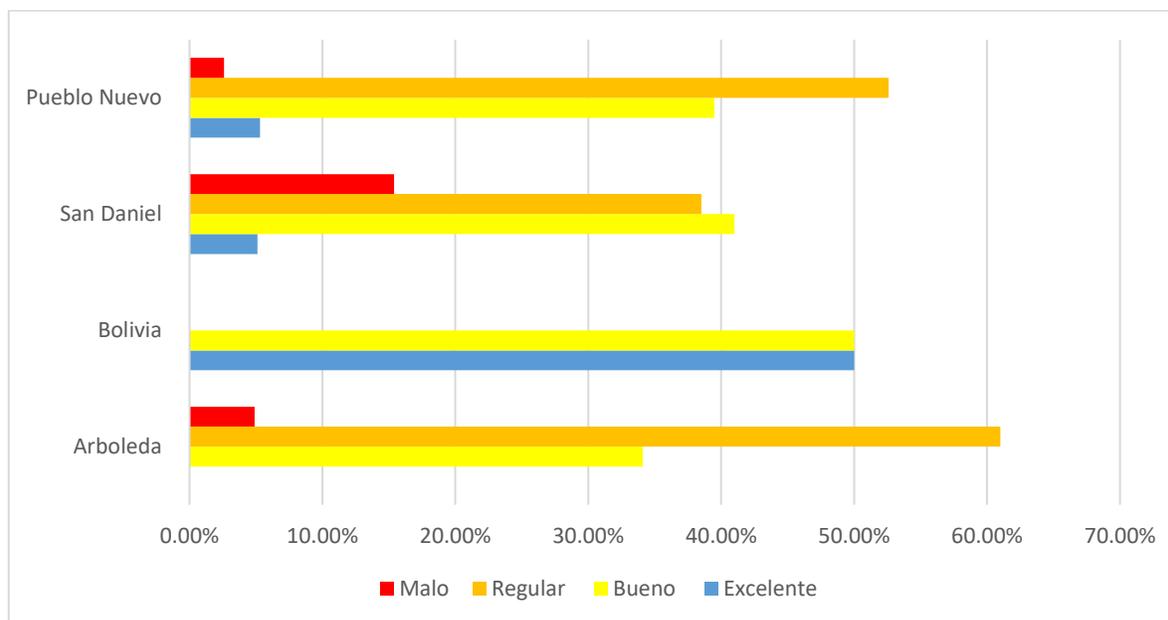
Arboleda: En relación calidad del agua el 61% la evalúan como regular, el 34,1 % bueno y el 4,9 % malo.

Bolivia: En relación calidad del agua el 50 % la evalúan como excelente y el 50 % bueno.

San Daniel: En relación calidad del agua el 41 % la evalúan como buena, el 38,5 % regular y el 15,4 % malo y el 5,1 % excelente.

Pueblo Nuevo: En relación calidad del agua el 52,6 % la evalúan como regular, el 39,5 % bueno, el 5,3 % excelente y el 2,6 % malo.

Figura 47. Percepción de la calidad del agua en los corregimientos de Pensilvania, Caldas



Nota: elaboración propia.

Problemas de sabor, turbiedad y olor detectados por la comunidad

Al preguntar a los usuarios sobre los problemas de sabor, turbiedad y olor en el agua, se tiene que en:

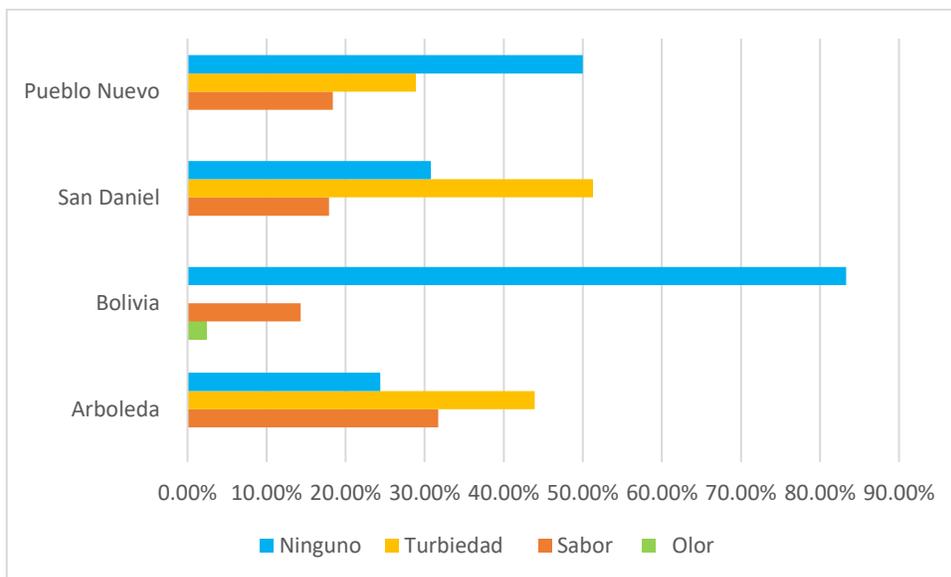
Arboleda: el 43,9 % identifica turbiedad, el 31,7 % sabor, el 24,4 % no identifican ningún problema.

Bolivia: el 83,3 % no identifica ningún problema, el 14,3 % sabor, el 2,4 % olor.

San Daniel: el 51,3 % identifica turbiedad, el 30,8% ninguno, el 17,9 % sabor.

Pueblo Nuevo: el 50 % no identifican ningún problema, 28,9 % turbiedad, 18,4 % sabor, 2,7 % olor.

Figura 53. Características físicas de la calidad de agua percibidas en los corregimientos de Pensilvania, Caldas.



Nota: elaboración propia.

Métodos de purificación usados en el hogar

En cuanto a los métodos de purificación en los hogares se tiene que:

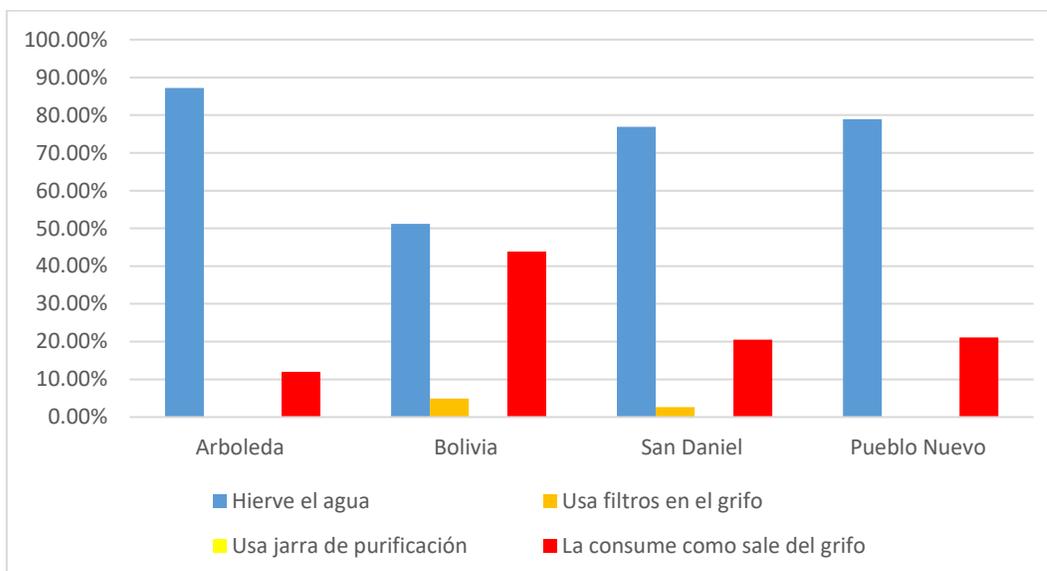
Arboleda: el 87,2 % hierva el agua antes de consumirla, mientras que el 12,8 % la consume directamente, tal como sale del grifo.

Bolivia: el 51,2 % hierva el agua antes de consumirla, mientras que el 43,9 % la consume directamente como sale del grifo y el 4,9 % usa filtros en el grifo.

San Daniel: En cuanto a los métodos de purificación en los hogares se tiene que el 76,9 % hierva el agua antes de consumirla, el 20,5 % la consume directamente como sale del grifo, el 2,6 % usa filtros en el grifo.

Pueblo Nuevo: En cuanto a los métodos de purificación en los hogares se tiene que el 78,9 % hierva el agua antes de consumirla, mientras que el 21,1 % la consume directamente como sale del grifo.

Figura 48. Formas de purificación del agua en los hogares de los corregimientos de Pensilvania, Caldas



Fuente: elaboración propia.

Enfermedades que la comunidad atribuye a la calidad del agua

En cuanto a las enfermedades que la comunidad atribuye a la calidad del agua se encontró que:

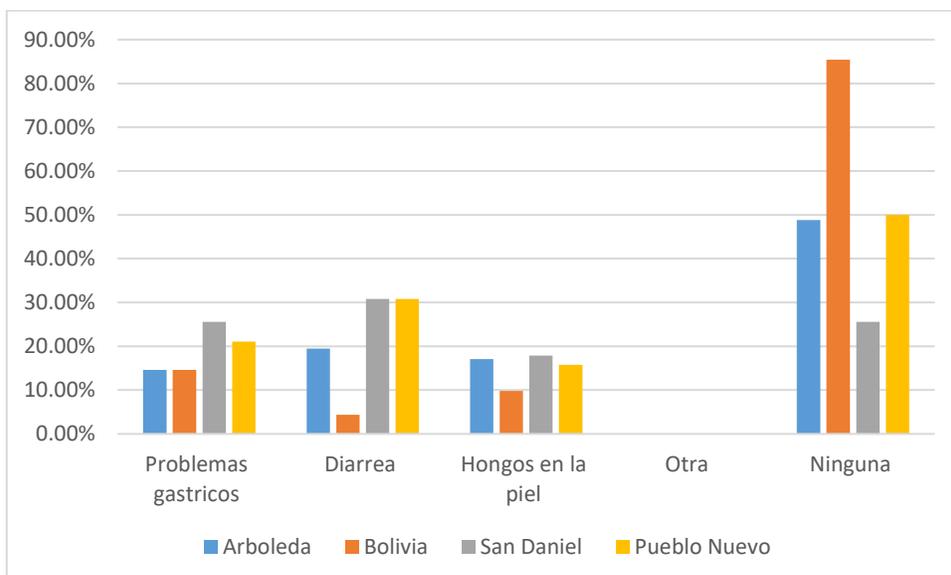
Arboleda: el 48,8% no atribuye ninguna enfermedad a la calidad del agua que llega a su hogar, el 19,5% diarrea, el 17,1% hongos en la piel, el 14,6% problemas gástricos.

Bolivia: el 85,4% no atribuye ninguna enfermedad a la calidad del agua que llega a su hogar, el 9,8% hongos en la piel, el 4,4% diarrea, el 4,4% problemas gástricos.

San Daniel: el 30,8% diarrea, el 25,6% problemas gástricos, el 25,6% ninguna y el 17,9% hongos en la piel.

Pueblo Nuevo: el 50% no atribuye ninguna enfermedad a la calidad del agua que llega a su hogar, el 21,1% problemas gástricos, el 15,8% hongos en la piel y el 13,2% diarrea.

Figura 49. Enfermedades atribuidas a la calidad del agua en los corregimientos de Pensilvania, Caldas



Fuente: Elaboración propia.

Mejoramiento del servicio prestado por el acueducto

En relación a las estrategias de mejoramiento del servicio prestado por el acueducto del corregimiento:

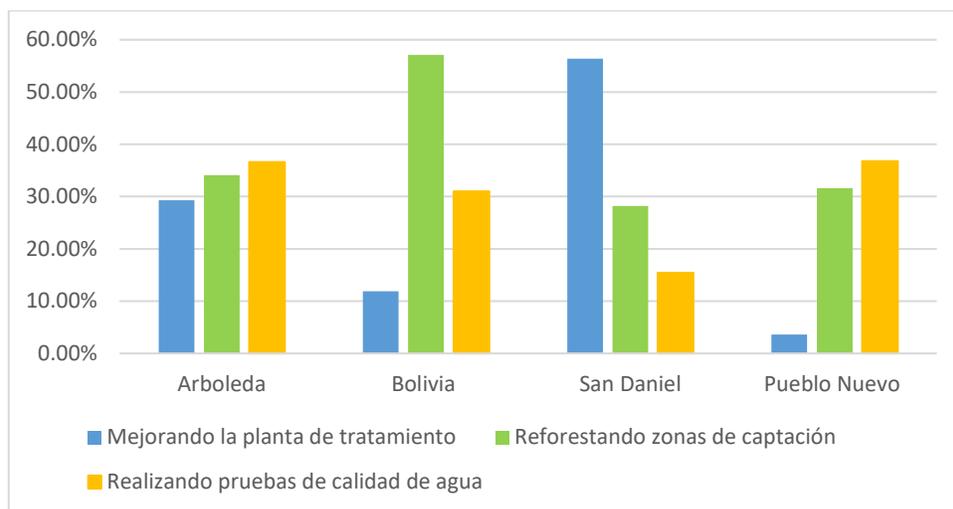
Arboleda: el 36,6 % cree que se puede lograr realizando pruebas de calidad, el 34,1 % reforestando las zonas de captación y el 29,3 % mejorando la planta de tratamiento.

Bolivia: el 57,1 % cree que se puede lograr reforestando las zonas de captación, el 31% realizando pruebas de calidad de agua y el 11,9 % mejorando la planta de tratamiento.

San Daniel: el 56,4 % cree que, mejorando la planta de tratamiento, el 28,2% reforestando las zonas de captación, el 15,4 % realizando pruebas de calidad de agua.

Pueblo Nuevo: el 36,8% cree que se puede lograr realizando pruebas de calidad, el 31,6 % reforestando las zonas de captación y el 31,6 % mejorando la planta de tratamiento.

Figura 50. Aspectos de mejora del servicio de los acueductos de Pensilvania, Caldas



Nota: elaboración propia.

Se determinó a través del análisis de los datos presentados que las características de calidad del agua para los corregimientos de Arboleda, San Daniel Pueblo Nuevo y Bolivia son las siguientes:

Dentro de las principales características, se tiene que el agua para consumo humano debe ser suficiente, saludable, aceptable accesible, asequible; teniendo en cuenta estos parámetros se determina que en los cuatro corregimientos mencionados se cuenta con agua suficiente para el abastecimiento de la comunidad, en donde se advierte que en el corregimiento de Arboleda la capacidad de abastecimiento se ve afectada parcialmente por los tiempos de sequía. En los cuatro corregimientos el agua cuenta con la característica de ser accesible en tanto los acueductos garantizan el transporte del líquido hasta los hogares, principalmente para el casco urbano de cada corregimiento, sin obviar que parte de las veredas del territorio se encuentran por fuera de la red de distribución del acueducto y realizan la captación por sus propios medios, para esta parte de la población la accesibilidad es menor.

En los cuatro corregimientos se considera que el agua es asequible, en cuanto las tarifas no superan el 3 % del ingreso mínimo. Arboleda, San Daniel y Pueblo Nuevo cuentan con

tarifas fijas de no más de \$9.000 mensuales, para el caso de Bolivia se identificaron conflictos e inconformidad por el pago de conexión y consumo, es decir, que esta población no considera el agua como un recurso asequible.

En relación a las características de saludable y aceptable, se tiene que el corregimiento de Bolivia cumple con todos los parámetros de calidad del agua para consumo humano; por otra parte, los corregimientos de Arboleda, San Daniel y Pueblo Nuevo no cuentan con agua saludable. Pueblo Nuevo reporta un riesgo *alto* en la calidad del agua; Arboleda y San Daniel reportan una calidad de agua *inviabile sanitariamente*.

En cuanto a las características físicas que hacen el agua aceptable a los sentidos (olor, sabor, turbiedad), la comunidad identificó problemas de turbiedad en los corregimientos de Arboleda y San Daniel.

14.2 OBJETIVO 2

Aspectos de mejora según las características de calidad de agua y eventos de salud, definidos a través de la aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices.

A partir de la aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices se definieron los principales aspectos de mejora correspondientes a cada uno de los indicadores.

14.2.1 Indicadores de fuerzas motrices

Articulación de programas con la comunidad local

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, los principales aspectos de mejora de carácter estructural se encuentran relacionados con los procesos de articulación e interrelación entre los programas del Estado y la sociedad, se encontró que los acueductos aun contando con infraestructuras similares, no cuentan con los mismas formas de administración que permitan el buen funcionamiento de los mismos, develando falencias en la articulación a programas del Estado para los corregimientos de Arboleda, San Daniel, y Pueblo Nuevo.

Teniendo en cuenta el Objetivo de Desarrollo Sostenible en el componente de “agua limpia y saneamiento”, se resalta la necesidad de enfatizar en la meta de cumplimiento 6B.

“Apoyar el compromiso local en el manejo de agua y saneamiento; Apoyar y fortalecer la

participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento”.

Se definió el siguiente aspecto de mejora en relación a los indicadores de Fuerza Motriz:

- 1) El fortalecimiento de las políticas públicas que impulsen la inversión de recursos en el mejoramiento de la calidad del agua.

14.2.2 Indicadores de Presión

Plantas de tratamiento

Se determinó que las estructuras de los acueductos en los corregimientos de Pensilvania tienen características similares, donde el acueducto de Bolivia puede ser tomado como referente para los demás, las diferencias más marcadas que se encuentran son a nivel administrativo y operativo de los acueductos.

Capacidad de pago

Se tiene que en su mayoría el agua es asequible a la población teniendo es su mayoría tarifas fijas, empero se han presentado conflictos por gastos de conexión y facturación.

Se definieron los siguientes aspectos de mejora en relación a los indicadores de presión:

- 1) Gestión administrativa
- 2) Cultura de pago por los servicios de acueducto
- 3) Recuperación de cuencas

14.2.3 Indicadores de Estado

Calidad del agua para el consumo humano

Teniendo en cuenta que los corregimientos de Arboleda y San Daniel reportan una calidad de agua *inviabile Sanitariamente* y el corregimiento de Pueblo Nuevo reporta riesgo *alto*, se hace necesario plantear estrategias que permitan la implementación de tecnologías y medios de vigilancia de la calidad del agua en estos corregimientos, teniendo como ejemplo

cercano el acueducto del corregimiento de Bolivia. el cual no reporta ningún riesgo en la calidad del agua y cumple con los parámetros normativos en la prestación del servicio.

Se definieron los siguientes aspectos de mejora para los indicadores de “Estado”:

- 1) Mejoramiento de infraestructura
- 2) Adecuación de laboratorios
- 3) Optimización del control de calidad
- 4) Procesos de potabilización
- 5) Fortalecimiento de conocimientos técnicos

14.2.4 Indicadores de exposición

Cobertura

Se advierte entonces la necesidad de trabajar en estrategias para mejorar los aspectos relacionados con la cobertura, con énfasis en ampliar el servicio a las veredas de cada corregimiento. De igual forma desarrollar estrategias para dar cobertura total al casco urbano de cada uno de los corregimientos, en tanto fueron reportadas un total de 4 a 5 familias fuera de cobertura en el casco urbano del corregimiento de Arboleda y de 7 a 8 familias en el casco urbano de Pueblo Nuevo.

Se definieron los siguientes aspectos de mejora para el indicador de exposición:

- 1) Ampliación de la cobertura en zonas rurales

14.2.5 Indicadores de Efecto

Enfermedades asociadas al consumo de agua no potable

Se determinó a través del cuestionario de percepción realizado con la comunidad, siendo Bolivia un corregimiento donde la mayor parte de la población (85,4%) no ha padecido de enfermedades que puedan asociarse al consumo de agua, por el contrario, el corregimiento donde un mayor porcentaje de la población afirma haber padecido alguna enfermedad que asocia al consumo de agua es San Daniel, siendo la diarrea la enfermedad que la población ha padecido con mayor frecuencia; en segundo lugar se encuentra Arboleda donde el 52%

de la población ha padecido alguna enfermedad, la mayoría (19,5%) diarrea; en tercer lugar se encuentra Pueblo Nuevo donde el 50% de la población afirma haber padecido alguna enfermedad que atribuye a la ingesta de agua, la mayoría (21,1%) problemas gástricos. Se determina que la diarrea y los problemas gástricos son las enfermedades más mencionadas por la comunidad y que se asocian al consumo de agua no potable.

Se definieron los siguientes aspectos de mejora correspondientes a los indicadores de efecto:

- 1) Educación sobre el consumo de agua no potable
- 2) Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable

14.2.6 Indicadores de Acción

Respuestas colectivas o individuales

Como respuesta a las características de la calidad del agua de los acueductos de los corregimientos de Pensilvania, se determinó a través del cuestionario de percepción que la mayor parte de la población tiene como estrategia hervir el agua antes de consumirla; al indagar sobre forma como considera la comunidad que se puede mejorar el servicio de acueducto, se obtuvo como respuesta mayoritaria para Arboleda la reforestación de las zonas de captación, para Bolivia la reforestación de las zonas de captación, para San Daniel el mejoramiento de la planta de tratamiento, para Pueblo Nuevo la realización de pruebas de calidad.

Se encontró a través de la visita, que los acueductos de los corregimientos de Arboleda, San Daniel y Pueblo Nuevo, no cuentan con plan de contingencia; el acueducto de San Daniel no se encuentra inscrito en el Registro Único de Prestadores de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Se advierte también una baja participación de la comunidad en los cuatro corregimientos, cuando la empresa prestadora del servicio realiza reuniones para temas de interés y rendición de cuentas.

Se definieron los siguientes aspectos de mejora correspondientes a los indicadores de acción:

- 1) Organización y participación de la comunidad
- 2) Programas para el uso eficiente y racional del agua
- 3) Plan de contingencia

14.3 OBJETIVO 3

Definición de lineamientos para los planes de mejora de los acueductos rurales de Pensilvania, Caldas.

El plan de mejoramiento de la calidad de agua tiene como propósito superar los aspectos y falencias identificadas mediante el proceso de investigación en el suministro de agua potable en los corregimientos de Pueblo Nuevo, San Daniel, Arboleda y Bolivia en el municipio de Pensilvania; se construyó como instrumento de prevención, control y seguimiento para el aseguramiento de la calidad de agua, estas acciones se encuentran planteadas para ser desarrolladas a corto plazo (1-2 años), mediano plazo (2-4 años) y largo plazo (4-6 años).

Tabla 32. Directrices de los planes de mejoramiento en los acueductos de los corregimientos de Pensilvania, Caldas

Categoría	Aspectos de Mejora	Acciones
Fuerza Motriz	El fortalecimiento de las políticas públicas	-Proyectos de acuerdo con el Concejo Municipal, para la conformación de mesas de trabajo con la comunidad en pro del mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano, con plazos establecidos para la ejecución.

Presión	Gestión administrativa	-Fomentar la estructuración normativa. -Fortalecimiento de conocimientos administrativos.
	Cultura de pago por los servicios de acueducto	-Campaña de concientización sobre la importancia del pago de servicios públicos.
	Recuperación de cuencas	-Compra de terrenos con el fin de reforestar las zonas de captación.
Estado	Mejoramiento de infraestructura	-Realizar ajustes en la infraestructura según las necesidades de cada acueducto.
	Adecuación de laboratorios	-Compra de equipos.
	Optimización del control de calidad	-Toma de muestras de calidad.
	Procesos de potabilización	-Cloración.
	Fortalecimiento de conocimientos técnicos	-Capacitación del personal.
Exposición	Ampliación de la cobertura en zonas rurales	-Ampliación de la capacidad de los acueductos.
Efecto	Educación sobre el consumo de agua no potable	-Implementación de cátedra sobre los riesgos de consumo de agua no potable.

	Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable	-Concientización sobre el riesgo de padecer enfermedades vehiculizadas por el agua.
Acción	Organización y participación de la comunidad	-Creación de espacios de asociación.
	Programas para el uso eficiente y racional del agua	-Formulación de plan de uso eficiente de agua.
	Plan de contingencia	-Determinar factores de riesgo. Plantear acciones de contingencia.

Nota: elaboración propia.

14.3.1 Plan de mejoramiento para la gestión en salud ambiental en el componente de calidad de agua en el acueducto del corregimiento de Pueblo Nuevo

Fortalecimiento de las políticas públicas que impulsen la inversión de recursos en el mejoramiento de la calidad del agua

Para la integración de la calidad del agua dentro de las políticas y planes a nivel nacional, regional y local se propone la identificación y contacto con los grupos de interés en cada uno de los niveles para el establecimiento de diálogos y mesas de trabajo que permitan una comunicación y discusión entre las entidades y la comunidad.

Tabla 33. Fortalecimiento de las políticas públicas acueducto de Pueblo Nuevo

Meta: Mayor inversión y priorización de los proyectos de mejoramiento de la calidad de agua en las zonas rurales		
Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, Viceministerio	Mediano plazo	-Convocar a la comunidad -Concertar de mesas de trabajo

de agua y saneamiento
Básico, Alcaldía Municipal,
comunidad del área de
influencia

-Contactar grupos de interés
-Formular proyectos de políticas
públicas

Nota: elaboración propia.

Gestión administrativa

Se propone gestionar con la administración municipal el apoyo para el manejo de aspectos normativos y legales; el conocimiento de normatividad vigente para la prestación del servicio de acueducto y el aseguramiento de agua potable para la comunidad; de igual forma se sugiere como alternativa tomar como ejemplo el modelo administrativo implementado por el corregimiento de Bolivia.

Fortalecer el esquema institucional y fomentar la participación de la comunidad en procesos administrativos, de vigilancia y control de la prestación del servicio de acueducto y las características de la calidad de agua.

Tabla 34. Gestión administrativa acueducto de Pueblo Nuevo

Meta 1: Cumplimiento de aspectos Normativos en la prestación del servicio

Meta 2: Adecuado manejo de los acueductos

Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía municipal, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, empresas prestadoras de servicios públicos	Mediano plazo	-Capacitación del personal administrativo en temas de normatividad. - Vigilancia del cumplimiento de normatividad en la prestación del servicio.

Nota: elaboración propia.

Cultura de pago por los servicios de acueducto

Se plantea como estrategia para la vinculación de los hogares a la red de acueducto, la realización de campañas de concientización sobre la importancia de pago por la prestación del servicio de los beneficios para la salud y el mejoramiento de la calidad de vida.

Realizar un plan de mejora en la prestación del servicio, dado que, a mejor prestación de servicio, mayor cultura de pago.

Tabla 35. Cultura de pago por los servicios del acueducto de Pueblo Nuevo

Meta: Vincular un mayor número de hogares a la red de acueducto		
Responsable	Plazo	Actividades
Comunidad, secretaria departamental y municipal de salud	Mediano plazo	-Convocar a la comunidad -Ejecutar campañas de vinculación a la red de acueducto. - Campañas de concientización sobre los riesgos del consumo de agua no potable.

Nota: elaboración propia.

Recuperación de cuencas

Se plantea como estrategia la compra de predios por parte del municipio, para esto se sugiere el levantamiento de mapas de riesgo para realizar la priorización de compra.

Tabla 36. Recuperación de cuencas del acueducto de Pueblo Nuevo

Meta: protección de caudal		
Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Ambiente, Gobierno departamental, Alcaldía municipal, Corporación Autónoma Regional, empresa prestadora del servicio	Largo plazo	-Elaboración de mapas de riesgo -compra de predios -Formulación de proyectos de recuperación

Nota: Elaboración propia.

Mejoramiento de infraestructura

Se propone la realización de ajustes en la infraestructura del acueducto necesaria para cada una de las etapas, bocatoma, tubería, planta, tanques y redes de distribución, se advierte la necesidad de identificación de redes de distribución obsoletas para su reposición.

Tabla 37. Mejoramiento de infraestructura del acueducto de Pueblo Nuevo

Meta: Contar la con infraestructura adecuada para la distribución de agua potable		
Responsable	Plazo	Actividades
Gobierno departamental, Alcaldía Municipal, Empresa prestadora del servicio, agencias de cooperación y desarrollo	Mediano plazo	-Reposición de redes en mal estado -Mantenimiento de infraestructura existente

Nota: elaboración propia.

Adecuación de laboratorios

Se requiere de la puesta en funcionamiento de los laboratorios, la adecuación y compra de equipos para el mejoramiento de la calidad de agua.

Tabla 38. Adecuación de laboratorios del acueducto de Pueblo Nuevo

Meta: Realizar pruebas de calidad de agua		
Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, Instituto Nacional de Salud, Laboratorios de análisis de calidad de agua, empresa prestadora del servicio	Mediano plazo	-Adecuación del laboratorio -Compra de equipos -Capacitación del personal en la realización de pruebas de calidad

-Presentar reporte de resultados de muestras a entes de control y vigilancia de la calidad del agua.

Nota: elaboración propia.

Procesos de potabilización

Se requiere del análisis de diferentes sistemas de tratamiento, así como de la implementación de programas de investigación que permitan la implementación de tecnologías para la calidad de agua, se requiere de implementar el proceso de cloración antes de la distribución del agua a los hogares.

Tabla 39. Proceso de potabilización del acueducto de Pueblo Nuevo

Meta: potabilización del agua		
Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía municipal, Empresa prestadora del servicio	Corto plazo	-Realizar proceso de cloración

Nota: elaboración propia.

Fortalecimiento de conocimientos técnicos

Se propone la capacitación in situ con acompañamiento diario durante un periodo de tiempo continuo no inferior a un mes, que garantice la aplicación de conocimientos en la práctica diaria.

Tabla 40. Fortalecimiento de conocimientos técnicos del acueducto de Pueblo Nuevo

Meta: Optimizar los procesos		
Responsable	Plazo	Actividades

Gobierno Departamental, Alcaldía Municipal, Empresa prestadora del servicio, SENA e instituciones de formación	Mediano plazo	-Capacitación in situ del personal de las diferentes áreas -Elaboración de manual de procedimientos
---	---------------	---

Nota: elaboración propia.

Ampliación de la cobertura en zonas rurales

Se propone la búsqueda de alternativas para garantizar la cobertura en las zonas rurales y la inversión en infraestructura para mejorar la capacidad de los acueductos.

Tabla 41. Ampliación de la cobertura del acueducto de Pueblo Nuevo

Meta: Ampliar la cobertura a las zonas rurales dispersas

Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, Viceministerio de agua y saneamiento Básico, Alcaldía Municipal, comunidad organizada	Largo plazo	-Convocar a la comunidad. -Formular estrategias para la implementación de tecnologías en zonas rurales. - Formular proyectos de inversión en ampliación de la capacidad del acueducto.

Nota: elaboración propia.

Educación sobre el consumo de agua no portable

Por medio de una política pública implementar cátedras sobre el consumo de agua en el área directa de impacto para los colegios y las instituciones educativas de la zona.

Tabla 42. Educación sobre el consumo de agua no potable en el corregimiento de Pueblo Nuevo

Meta: implementar la cátedra de agua y salud en las instituciones educativas		
Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, ministerio de educación, secretaría de salud, Alcaldía Municipal, directivos de instituciones educativas y universidades del área de influencia.	Mediano plazo	-Implementación de cátedra sobre el riesgo que representa para la salud el consumo de agua no potable.

Nota: elaboración propia.

Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable

En colaboración con las instituciones prestadoras de salud y con el apoyo de personal de la salud, generar programas de concientización que permitan a la comunidad conocer los casos puntuales de enfermedades ocasionadas por el consumo de agua no potable; de igual forma establecer investigaciones que permitan determinar y estudiar casos puntuales de la comunidad.

Tabla 43. Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable en el corregimiento de Pueblo Nuevo

Meta: formular medidas preventivas y educativas ante el consumo de agua no potable		
Responsable	Plazo	Actividades
Instituto Nacional de Salud, Alcaldía Municipal, Secretaría de Salud.	Mediano plazo	-Estudios de morbilidad relacionada con las características de calidad del agua

- formulación de medidas preventivas y correctivas en casos de consumo de agua no potable

Nota: elaboración propia.

Organización y participación de la comunidad

Capacitar a la comunidad en procesos de asociación y generar espacios de discusión para su participación en las decisiones que involucren la prestación del servicio de agua y la calidad de agua para consumo humano.

Tabla 44. Organización y participación de la comunidad del corregimiento de Pueblo Nuevo

Meta: lograr una mayor participación de la comunidad en los procesos de vigilancia y control de la calidad del agua

Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, empresa prestadora del servicio, asociaciones o grupos de usuarios, veedores ciudadanos	Corto plazo	-Convocar a la comunidad. -Concertar de mesas de trabajo -Capacitar a la población en temas de asociatividad. -Capacitar a la población en temas de participación ciudadana.

Nota: elaboración propia.

Programas para el uso eficiente y racional del agua

Crear campañas de uso eficiente y racional del agua, así como del cuidado y conocimiento de los ecosistemas.

Tabla 45. Programas para el uso eficiente y racional del agua en el corregimiento de Pueblo Nuevo

Meta: lograr un uso eficiente y racional del agua		
Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, empresa prestadora del servicio, comunidad del área de influencia, corporación Autónoma Regional	Corto plazo	-Formulación de estrategias para el ahorro de agua Formulación de estrategias para el cuidado de los recursos naturales.

Nota: elaboración propia.

Plan de contingencia

Identificar los factores de riesgo en la prestación del servicio de acueducto, realizar un análisis de vulnerabilidad de la población en el área de influencia y plantear las acciones de contingencia en acompañamiento con las entidades responsables, como Bomberos, Policía Nacional, Defensa Civil, entre otras.

Tabla 46. Plan de Contingencia acueducto de Pueblo Nuevo

Meta: elaboración de plan de contingencia		
Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, empresa prestadora del servicio, comunidad del área de influencia, entes relacionados con la atención y prevención de desastres	Corto plazo	-Identificación de factores de riesgo. -Análisis de vulnerabilidad del área de influencia. - Planteamiento de acciones de contingencia.

Nota: elaboración propia.

14.3.2 Plan de mejoramiento para la gestión en salud ambiental en el componente de calidad de agua en el acueducto del corregimiento de San Daniel.

Fortalecimiento de las políticas públicas que impulsen la inversión de recursos en el mejoramiento de la calidad del agua

Se requiere la formulación de proyectos y alternativas para la construcción del acueducto del corregimiento de San Daniel, para la participación en asignación de recursos por parte del departamento y el municipio, así como el emprendimiento en procesos de autogestión por parte de la comunidad. Se propone el establecimiento de mesas de trabajo que permitan la formulación de alternativas y la comunicación con los grupos de interés a nivel nacional, local y regional.

Tabla 47. Fortalecimiento de las políticas públicas que impulsen la inversión de recursos en el mejoramiento de la calidad del agua, corregimiento de San Daniel

Meta: construcción de la planta de tratamiento para el corregimiento de San Daniel		
Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, Viceministerio de agua y saneamiento Básico, Alcaldía Municipal, comunidad del área de influencia	Largo plazo	-Convocar a la comunidad -Formular proyectos de inversión

Nota: elaboración propia.

Gestión administrativa

Se propone la capacitación del personal en aspectos administrativos y conocimiento de la normatividad para la prestación del servicio, fomentar la participación de la comunidad en la búsqueda de alternativas para el fortalecimiento del esquema administrativo, de igual forma gestionar con el municipio la legalización de dicho acueducto y su respectivo registro en el Registro Único de Prestadores de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Tabla 48. Gestión administrativa acueducto del corregimiento de San Daniel

Meta 1: cumplimiento de aspectos normativos en la prestación del servicio

Meta 2: adecuado manejo de los acueductos

Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía municipal, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Empresas Prestadoras de Servicios Públicos.	Corto plazo	-Capacitación del personal administrativo en temas de normatividad, - Tramitar la inscripción en el Registro Único de Prestadores de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Nota: elaboración propia.

Cultura de pago por los servicios de acueducto

Se plantea como estrategia para la vinculación de los hogares a la red de acueducto la realización de campañas de concientización sobre la importancia de pago por la prestación del servicio, de los beneficios del agua potable para la salud y el mejoramiento de la calidad de vida.

Advertir a la población mediante campañas educativas, los riesgos de realizar la captación por sus propios medios y del consumo de agua no potable.

Tabla 49. Cultura de pago por los servicios de acueducto, corregimiento San Daniel

Meta: vincular un mayor número de hogares a la red de acueducto

Responsable	Plazo	Actividades
Comunidad, secretaría departamental y municipal de salud	Mediano plazo	-Convocar a la comunidad. -Ejecutar campañas de vinculación a la red de acueducto.

- Campañas de concientización sobre los riesgos del consumo de agua no potable.

Nota: elaboración propia.

Recuperación de cuencas

Se advierte la necesidad de priorizar el corregimiento de San Daniel en la compra de predios por parte del municipio para reforestación, dado que en la actualidad no cuenta con mapa de riesgos, ni zona de amortiguación.

Tabla 50. Protección del caudal corregimiento San Daniel

Meta: protección de caudal

Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Ambiente, Gobierno departamental, Alcaldía municipal, Corporación Autónoma Regional, empresa prestadora del servicio.	Largo plazo	-Elaboración de mapas de riesgo -compra de predios. -Formulación de proyectos de recuperación.

Nota: elaboración propia.

Mejoramiento de infraestructura

Gestión de la inversión para construcción de planta de tratamiento y la realización de ajustes en la infraestructura del acueducto necesaria para cada una de las etapas, bocatoma, tubería, planta, tanques y redes de distribución.

Tabla 51. Mejoramiento de infraestructura acueducto corregimiento de San Daniel

Meta: Contar la con infraestructura adecuada para la distribución de agua potable

Responsable	Plazo	Actividades
--------------------	--------------	--------------------

Gobierno departamental, Alcaldía Municipal, Empresa prestadora del servicio, agencias de cooperación y desarrollo	Mediano plazo	-Reposición de redes en mal estado. -Mantenimiento de infraestructura existente. - Formular proyecto de inversión en planta de tratamiento.
---	---------------	---

Nota: elaboración propia.

Adecuación de laboratorios

Se requiere de la construcción de laboratorios y compra de equipos para la medición de la calidad del agua.

Tabla 52. Adecuación de laboratorios acueducto, corregimiento San Daniel

Meta: contar con laboratorios para realización de pruebas de calidad de agua

Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, Instituto Nacional de Salud, Laboratorios de análisis de calidad de agua, empresa prestadora del servicio	Mediano plazo	-Construcción de laboratorio. -Compra de equipos. -Capacitación del personal en la realización de pruebas de calidad. -Presentar reporte de resultados de muestras a entes de control y vigilancia de la calidad del agua.

Nota: elaboración propia.

Procesos de potabilización

Se requiere de la implementación de procesos de cloración, la implementación de la planta de tratamiento y de la formación del personal en temas de calidad del agua y manejo operativo del acueducto.

Tabla 53. Procesos de potabilización acueducto del corregimiento de San Daniel

Meta: potabilización del agua

Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía municipal, Empresa prestadora del servicio	Corto plazo	-Realizar proceso de cloración

Nota: elaboración propia.

Fortalecimiento de conocimientos técnicos

Se propone la capacitación in situ con acompañamiento diario durante un periodo de tiempo continuo, no inferior a un mes, que garantice la aplicación de conocimientos en la práctica diaria.

Tabla 54. Fortalecimiento de conocimientos técnicos, acueducto corregimiento de San Daniel

Meta: optimizar los procesos

Responsable	Plazo	Actividades
Gobierno Departamental, Alcaldía Municipal, Empresa prestadora del servicio, SENA e instituciones de formación	Mediano plazo	-Capacitación in situ del personal de las diferentes áreas. -Elaboración de manual de procedimientos.

Nota: elaboración propia.

Ampliación de la cobertura en zonas rurales

Se propone la búsqueda de alternativas para garantizar la cobertura en las zonas rurales y la inversión en infraestructura para mejorar la capacidad de los acueductos

Tabla 55. Ampliación de la cobertura en zonas rurales, corregimiento San Daniel

Meta: ampliar la cobertura a las zonas rurales dispersas

Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, Alcaldía Municipal, comunidad organizada	Largo plazo	-Convocar a la comunidad. -Formular estrategias para la implementación de tecnologías en zonas rurales. - Formular proyectos de inversión en ampliación de la capacidad del acueducto.

Nota: elaboración propia.

Educación sobre el consumo de agua no potable

Por medio de una política pública implementar cátedras sobre el consumo de agua en el área directa de impacto para los colegios y las instituciones educativas de la zona.

Tabla 56. Educación sobre el consumo de agua no potable, corregimiento San Daniel

Meta: implementar la cátedra de agua y salud en las instituciones educativas		
Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Educación, Secretaría de Salud, Alcaldía Municipal, directivos de instituciones educativas y universidades del área de influencia.	Mediano plazo	-Implementación de cátedra sobre el riesgo que representa para la salud el consumo de agua no potable.

Nota: elaboración propia.

Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable

En colaboración con las instituciones prestadoras de salud y con el apoyo de personal de la salud, generar programas de concientización que permitan a la comunidad conocer los casos puntuales de enfermedades ocasionadas por el consumo de agua no potable; de igual

forma, establecer investigaciones que permitan determinar y estudiar casos puntuales de la comunidad.

Tabla 57. Enfermedades asociadas al consumo de agua no potable en el corregimiento de San Daniel

Meta: formular medidas preventivas y educativas ante el consumo de agua no potable		
Responsable	Plazo	Actividades
Instituto Nacional de Salud, Alcaldía Municipal, Secretaría de Salud.	Mediano plazo	-Estudios de morbilidad relacionada con las características de calidad del agua. - formulación de medidas preventivas y correctivas en casos de consumo de agua no potable.

Nota: elaboración propia.

Organización y participación de la comunidad

Capacitar a la comunidad en procesos de autogestión y formulación de proyectos de construcción de acueductos rurales. Capacitar a la comunidad en procesos de asociación y generar espacios de discusión para su participación en las decisiones que involucren la prestación del servicio de agua y la calidad de agua para consumo humano.

Tabla 58. Organización y participación de la comunidad, corregimiento de San Daniel

Meta: lograr una mayor participación de la comunidad en los procesos de vigilancia y control de la calidad del agua		
Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, empresa prestadora del servicio, asociaciones o grupos de usuarios, veedores ciudadanos	Corto plazo	-Convocar a la comunidad. -Concertar de mesas de trabajo- -Capacitar a la población en temas de asociatividad.

-Capacitar a la población en temas de participación ciudadana.

Nota: elaboración propia.

Programas para el uso eficiente y racional del agua

Crear campañas de uso eficiente y racional del agua, así como del cuidado y conocimiento de los ecosistemas.

Tabla 59. Programas para el uso eficiente y racional del agua en el corregimiento de San Daniel

Meta: lograr un uso eficiente y racional del agua

Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, empresa prestadora del servicio, comunidad del área de influencia, Corporación Autónoma Regional.	Corto plazo	-Formulación de estrategias para el ahorro de agua. Formulación de estrategias para el cuidado de recursos naturales.

Nota: elaboración propia.

Plan de contingencia

Identificar los factores de riesgo en la prestación del servicio de acueducto, realizar un análisis de vulnerabilidad de la población en el área de influencia y plantear las acciones de contingencia en acompañamiento con las entidades responsables, como Bomberos, Policía Nacional, Defensa Civil, entre otras.

Tabla 60. Plan de contingencia acueducto, corregimiento San Daniel

Meta: elaboración de plan de contingencia

Responsable	Plazo	Actividades
--------------------	--------------	--------------------

Alcaldía Municipal, empresa prestadora del servicio, comunidad del área de influencia, entes relacionados con la atención y prevención de desastres	Corto plazo	-Identificación de factores de riesgo. -Análisis de vulnerabilidad del área de influencia. - Planteamiento de acciones de contingencia.
--	-------------	---

Nota: elaboración propia.

14.3.3 Plan de mejoramiento para la gestión en salud ambiental en el componente de calidad de agua en el acueducto del corregimiento de Bolivia.

Cobertura

El corregimiento de Bolivia requiere de la ampliación de la capacidad de la planta para la prestación del servicio a las zonas rurales del corregimiento, principalmente a las zonas de territorio rural disperso.

Realizar un acompañamiento a las solicitudes presentadas por las veredas La Primavera y La Mesa, aledañas al casco urbano del corregimiento para ser incluidas en la prestación del servicio de agua potable.

Investigación enfocada a la búsqueda de alternativas para las zonas rurales, en relación a la prestación del servicio de agua potable.

Tabla 61. Cobertura acueducto del corregimiento de Bolivia

Meta: ampliar la cobertura a las zonas rurales dispersas		
Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, Alcaldía Municipal, comunidad organizada	Largo plazo	-Acompañar el proceso de integración de las veredas La Primavera y La Mesa de la red de acueducto del corregimiento.

- Formular proyectos de inversión en ampliación de la capacidad del acueducto.
- Formular estrategias para la expansión a las veredas Higuierón, Albania, Jardín y La Soledad.

Nota: elaboración propia.

Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable

En colaboración con las instituciones prestadoras de salud y con el apoyo de personal de la salud, generar programas de concientización que permitan a la comunidad conocer los casos puntuales de enfermedades ocasionadas por el consumo de agua no potable; de igual forma, establecer investigaciones que permitan determinar y estudiar casos puntuales de las enfermedades asociadas a la calidad del agua que se han presentado en la comunidad.

Tabla 62. Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable, acueducto del corregimiento de Bolivia

Meta: formular medidas preventivas y educativas ante el consumo de agua no potable

Responsable	Plazo	Actividades
Instituto Nacional de Salud, Alcaldía Municipal, Secretaría de Salud.	Mediano plazo	-Estudios de morbilidad relacionada con las características de calidad del agua. - formulación de medidas preventivas y correctivas en casos de consumo de agua no potable.

Nota: elaboración propia.

Educación sobre el consumo de agua no potable

Por medio de una política pública implementar cátedras sobre el consumo de agua en el área directa de impacto para los colegios y las instituciones educativas de la zona.

Tabla 63. Educación sobre el consumo de agua no potable, corregimiento de Bolivia

Meta: implementar la cátedra de agua y salud en las instituciones educativas		
Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, ministerio de educación, Secretaría de Salud, Alcaldía Municipal, directivos de instituciones educativas y universidades del área de influencia.	Mediano plazo	-Implementación de cátedra sobre el riesgo que representa para la salud el consumo de agua no potable.

Nota: elaboración propia.

Cultura de pago por los servicios de acueducto

Se plantea como estrategia para la vinculación de los hogares a la red de acueducto, la realización de campañas de concientización sobre la importancia de pago por la prestación del servicio, de los beneficios del agua potable para la salud y el mejoramiento de la calidad de vida.

Advertir a la población mediante campañas educativas, los riesgos de realizar la captación por sus propios medios y del consumo de agua no potable.

Tabla 64. Cultura de pago por los servicios de acueducto, corregimiento de Bolivia

Meta: vincular un mayor número de hogares a la red de acueducto		
Responsable	Plazo	Actividades
Comunidad, secretarías de Salud	Mediano plazo	-Ejecutar campañas de vinculación a la red de acueducto.

- Campañas de concientización sobre los riesgos del consumo de agua no potable.

Nota: elaboración propia.

14.3.4 Plan de mejoramiento para la gestión en salud ambiental en el componente de calidad de agua en el acueducto del corregimiento de Arboleda

Fortalecimiento de las políticas públicas que impulsen la inversión de recursos en el mejoramiento de la calidad del agua

Integración de la calidad del agua dentro de las políticas y planes a nivel nacional, regional y local, se propone la identificación de los grupos de interés en cada uno de los niveles para el establecimiento de diálogos y mesas de trabajo que permitan una comunicación y discusión entre las entidades y la comunidad.

Tabla 65. Fortalecimiento de las políticas públicas acueducto de Arboleda

Meta: Mayor inversión y priorización de los proyectos de mejoramiento de la calidad de agua en las zonas rurales

Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, Alcaldía Municipal, comunidad del área de influencia	Mediano plazo	-Convocar a la comunidad. -Concertar de mesas de trabajo. -Contactar grupos de interés. -Formular proyectos de políticas públicas.

Nota: elaboración propia.

Gestión administrativa

Se propone gestionar con la administración municipal el apoyo para el manejo de aspectos normativos y legales; el conocimiento de normatividad vigente para la prestación del servicio de acueducto y el aseguramiento de agua potable para la comunidad; de igual

forma, se sugiere como alternativa tomar como ejemplo el modelo administrativo implementado por el corregimiento de Bolivia.

Fortalecer el esquema institucional y fomentar la participación de la comunidad en procesos administrativos, de vigilancia y control de la prestación del servicio de acueducto y las características de la calidad de agua.

Tabla 66. Gestión administrativa acueducto de Arboleda

Meta 1: cumplimiento de aspectos normativos en la prestación del servicio		
Meta 2: adecuado manejo de los acueductos		
Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía municipal, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, empresas prestadoras de servicios públicos.	Mediano plazo	-Capacitación del personal administrativo en temas de normatividad. - Vigilancia del cumplimiento de normatividad en la prestación del servicio.

Nota: elaboración propia.

Cultura de pago por los servicios de acueducto

Se plantea como estrategia para la vinculación de los hogares a la red de acueducto, la realización de campañas de concientización sobre la importancia de pago por la prestación del servicio, de los beneficios del agua potable para la salud y el mejoramiento de la calidad de vida.

Tabla 67. Cultura de pago por los servicios del acueducto de Arboleda

Meta: vincular un mayor número de hogares a la red de acueducto		
Responsable	Plazo	Actividades

Comunidad, secretarías departamental y municipal de Salud	Mediano plazo	-Convocar a la comunidad. -Ejecutar campañas de vinculación a la red de acueducto. - Campañas de concientización sobre los riesgos del consumo de agua no potable.
---	---------------	--

Nota: elaboración propia.

Recuperación de cuencas

Se plantea como estrategia la compra de predios por parte del municipio, para esto se sugiere el levantamiento de mapas de riesgo para realizar la priorización de compra.

Tabla 68. Recuperación de cuencas del acueducto de Arboleda

Meta: protección de caudal		
Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Ambiente, Gobierno departamental, Alcaldía municipal, Corporación Autónoma Regional, empresa prestadora del servicio.	Largo plazo	-Elaboración de mapas de riesgo -compra de predios. -Formulación de proyectos de recuperación.

Nota: elaboración propia.

Mejoramiento de infraestructura

Se propone la realización de ajustes en la infraestructura del acueducto necesarios para cada una de las etapas, bocatoma, tubería, planta, tanques y redes de distribución y se advierte la necesidad de identificación de redes de distribución obsoletas para su reposición.

Tabla 69. Mejoramiento de infraestructura del acueducto de Arboleda

Meta: Contar la con infraestructura adecuada para la distribución de agua potable		
Responsable	Plazo	Actividades

Gobierno departamental, Alcaldía Municipal, Empresa prestadora del servicio, agencias de cooperación y desarrollo	Mediano plazo	- Reposición de redes en mal estado. - Mantenimiento de infraestructura existente.
--	---------------	---

Nota: elaboración propia.

Adecuación de laboratorios

Se requiere de la puesta en funcionamiento de los laboratorios, la adecuación y compra de equipos para el mejoramiento y medición de la calidad de agua.

Tabla 70. Adecuación de laboratorios del acueducto de Arboleda

Meta: Realizar pruebas de calidad de agua

Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, Instituto Nacional de Salud, laboratorios de análisis de calidad de agua, empresa prestadora del servicio	Mediano plazo	- Adecuación del laboratorio. - Compra de equipos. - Capacitación del personal en la realización de pruebas de calidad - Presentar reporte de resultados de muestras a entes de control y vigilancia de la calidad del agua.

Nota: elaboración propia.

Procesos de potabilización

Se requiere del análisis de diferentes sistemas de tratamiento, así como del desarrollo de programas de investigación que permitan la implementación de tecnologías para la calidad del agua. Además de implementar el proceso de cloración antes de la distribución del agua a los hogares.

Tabla 71. Proceso de potabilización del acueducto de Arboleda

Meta: potabilización del agua		
Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía municipal, empresa prestadora del servicio	Corto plazo	-Realizar proceso de cloración.

Nota: Elaboración propia.

Fortalecimiento de conocimientos técnicos

Se propone la capacitación in situ con acompañamiento diario durante un periodo de tiempo continuo, no inferior a un mes, que garantice la aplicación de conocimientos en la práctica diaria.

Tabla 72. Fortalecimiento de conocimientos técnicos del acueducto de Arboleda

Meta: optimizar los procesos		
Responsable	Plazo	Actividades
Gobierno Departamental, Alcaldía Municipal, empresa prestadora del servicio, SENA e instituciones de formación	Mediano plazo	-Capacitación in situ del personal de las diferentes áreas. -Elaboración de manual de procedimientos.

Nota: elaboración propia.

Ampliación de la cobertura en zonas rurales

Se propone la búsqueda de alternativas para garantizar la cobertura en las zonas rurales y la inversión en infraestructura para mejorar la capacidad de los acueductos.

Tabla 73. Ampliación de la cobertura del acueducto de Arboleda

Meta: Ampliar la cobertura a las zonas rurales dispersas		
Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, Alcaldía Municipal, comunidad organizada	Largo plazo	- Convocar a la comunidad. - formular estrategias para la implementación de tecnologías en zonas rurales. - formular proyectos de inversión en ampliación de la capacidad del acueducto.

Nota: elaboración propia.

Educación sobre el consumo de agua no potable

Por medio de una política pública implementar cátedras sobre el consumo de agua en el área directa de impacto para los colegios y las instituciones educativas de la zona.

Tabla 74. Educación sobre el consumo de agua no potable en el corregimiento de Arboleda

Meta: implementar la cátedra de agua y salud en las instituciones educativas		
Responsable	Plazo	Actividades
Ministerio de Medio Ambiente, ministerio de educación, Secretaría de Salud, Alcaldía Municipal, directivos de instituciones educativas y universidades del área de influencia.	Mediano plazo	-Implementación de cátedra sobre el riesgo que representa para la salud el consumo de agua no potable.

Nota: elaboración propia.

Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable

En colaboración con las instituciones prestadoras de salud y con el apoyo de personal de la salud, generar programas de concientización que permitan a la comunidad conocer los casos puntuales de enfermedades ocasionadas por el consumo de agua no potable; de igual forma, establecer investigaciones que permitan determinar y estudiar casos puntuales de la comunidad.

Tabla 75. Estudio de casos de enfermedades asociadas al consumo de agua no potable en el corregimiento de Arboleda

Meta: formular medidas preventivas y educativas ante el consumo de agua no potable		
Responsable	Plazo	Actividades
Instituto Nacional de Salud, Alcaldía Municipal, Secretaría de Salud.	Mediano plazo	-Estudios de morbilidad relacionada con las características de calidad del agua. - formulación de medidas preventivas y correctivas en casos de consumo de agua no potable.

Nota: elaboración propia.

Organización y participación de la comunidad

Capacitar a la comunidad en procesos de asociación y generar espacios de discusión para su participación en las decisiones que involucren la prestación del servicio de agua y la calidad de agua para consumo humano.

Tabla 76. Organización y participación de la comunidad del corregimiento de Arboleda

Meta: lograr una mayor participación de la comunidad en los procesos de vigilancia y control de la calidad del agua		
Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, empresa prestadora del	Corto plazo	-Convocar a la comunidad. -Concertar de mesas de trabajo.

servicio, asociaciones o grupos de usuarios, veedores ciudadanos

-Capacitar a la población en temas de asociatividad.
-Capacitar a la población en temas de participación ciudadana.

Nota: elaboración propia.

Programas para el uso eficiente y racional del agua

Crear campañas de uso eficiente y racional del agua, así como del cuidado y conocimiento de los ecosistemas.

Tabla 77. Programas para el uso eficiente y racional del agua en el corregimiento de Arboleda

Meta: lograr un uso eficiente y racional del agua

Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, empresa prestadora del servicio, comunidad del área de influencia, corporación Autónoma Regional.	Corto plazo	-Formulación de estrategias para el ahorro de agua. - Formulación de estrategias para el cuidado de los recursos naturales.

Nota: elaboración propia.

Plan de contingencia

Identificar los factores de riesgo en la prestación del servicio de acueducto, realizar un análisis de vulnerabilidad de la población en el área de influencia y plantear las acciones de contingencia en acompañamiento con las entidades responsables, como Bomberos, Policía Nacional, Defensa Civil, entre otras.

Tabla 78. Plan de Contingencia acueducto de Arboleda

Meta: elaboración de plan de contingencia

Responsable	Plazo	Actividades
Alcaldía Municipal, empresa prestadora del servicio, comunidad del área de influencia, entes relacionados con la atención y prevención de desastres	Corto plazo	-Identificación de factores de riesgo. -Análisis de vulnerabilidad del área de influencia. - Planteamiento de acciones de contingencia.

Nota: elaboración propia.

15 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

15.1 RELACIÓN CONTEXTO TEÓRICO-INFORMACIÓN PRIMARIA

En términos generales se advierte como, desde la salud ambiental se abre la posibilidad de impedir enfermedades y de fomentar la salud de las personas, es por tanto que hablar de salud ambiental remite al análisis de los factores externos, factores físicos, químicos y biológicos, al abordar estos factores desde el componente de calidad de agua, se advierte que para la población de los corregimientos de Arboleda, San Daniel y Pueblo Nuevo en el municipio de Pensilvania existe un grado *alto* de ocurrencia de enfermedades. Lo anterior sustentado en el valor del IRCA, que como indicador permite determinar el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el incumplimiento de características, químicas, físicas y microbiológicas del agua para consumo humano y que para el caso del presente estudio es en todos los casos mayor a 35, escala que implica riesgo *alto*.

Según la Organización Mundial de la Salud (2018), el agua para consumo humano debe cumplir unos criterios básicos como lo son: ser suficiente, saludable, aceptable, físicamente accesible, y asequible. Al realizar un contraste con la información primaria encontrada, se determina que para los corregimientos de Pensilvania el criterio *saludable* es el que presenta mayores dificultades, principalmente en San Daniel, Arboleda y Pueblo Nuevo, donde no se realiza ningún procedimiento de purificación/cloración del agua antes de su consumo; seguido del criterio *físicamente accesible* al identificar dificultades de cobertura relacionadas con la distancia de las veredas al casco urbano de cada uno de los cuatro corregimientos (San Daniel, Pueblo Nuevo, Arboleda y Bolivia), encontrando que la mayor parte de las veredas no cuentan con el servicio de acueducto y que realizan el suministro a los hogares por sus propios medios, tomándola directamente del cauce. En cuanto al criterio *suficiente*, se identifica que depende en gran medida de los cambios del clima, en tanto el caudal disminuye considerablemente en tiempos de sequía, lleva a los encargados del acueducto a tomar medidas como el razonamiento del servicio.

Los corregimientos de Pensilvania Caldas, presentan dificultades en el cumplimiento del ODS 6 “agua limpia y saneamiento básico”, San Daniel, Arboleda y Pueblo Nuevo, no brindan agua potable a la población, no realizan ningún procedimiento de purificación, se

garantiza la distribución de agua a los hogares, pero no la calidad para el consumo humano. Para el caso del corregimiento de Bolivia se tiene que, si bien brinda agua potable a sus usuarios, la cobertura abarca solo las zonas cercanas al sector urbano del corregimiento; con lo anterior se puede advertir que se requieren de políticas públicas y estrategias que coadyuven al cumplimiento de este ODS, así como las metas de “acceso universal al agua potable” y “mejoramiento de la calidad de agua”.

Teniendo en cuenta que el componente de calidad de agua es un determinante de la salud ambiental, y que además la salud ambiental se entiende desde el equilibrio ecológico entre el hombre y su medio; se identifica que la comunidad de los corregimientos de Pensilvania requieren de la formulación de medidas desde el componente de calidad de agua, que hagan posible el bienestar y el mejoramiento de la calidad de vida, se determina que dicha población, al encontrarse expuesta al consumo de agua no potable, presenta dificultades en el acceso al derecho a la buena salud.

El componente de calidad de agua es determinante en la aparición de enfermedades, las cuales se asumieron en esta investigación como Enfermedades Vehiculizadas por Agua, lo que se puede resaltar es dichas enfermedades pueden ser prevenidas modificando los factores ambientales que la provocan, en este caso la calidad de agua para consumo humano. Así, modificando las características de la calidad del agua que llega a los hogares de los corregimientos de Pensilvania, se pueden prevenir la aparición de algunas enfermedades, mejorando considerablemente la calidad de vida y el bienestar de la población. En cuanto a la información primaria recolectada a través de la encuesta de percepción, se puede establecer que la comunidad relaciona con mayor frecuencia las enfermedades con el consumo de agua, en los corregimientos de Pueblo Nuevo, Arboleda y San Daniel y con una menor frecuencia en el corregimiento de Bolivia, lo cual corrobora el hecho de que en los corregimientos donde no se garantiza el acceso al agua potable hay una mayor relación entre las enfermedades y el consumo de agua no potable, mientras que para el caso de Bolivia, donde se garantiza la calidad del agua, hay una menor relación entre el consumo de agua el padecimiento de enfermedades.

Tabla 79. Resumen de resultados aplicación MFM

CATEGORÍA	NIVEL	DETERMINANTE	INDICADORES	RESULTADOS
Fuerza Motriz	Estructural	Demográfico/ políticas	-Crecimiento demográfico	Pensilvania: 14.408 habitantes Bolivia: 2890 habitantes San Daniel: 2.470 habitantes Arboleda: 1914 habitantes Pueblo Nuevo: 1006 habitantes
			-Cobertura de servicio	Energía: 98,6% Gas: 29,8% Recolección de Basuras: 57,8% Cobertura de acueducto: 57,7%
			-Cumplimiento de metas del PDA.	En el municipio de Pensilvania no se está ejecutando ningún proyecto APSB (Agua Potable y Saneamiento Básico)

			-Nivel de cumplimiento de normativa en la prestación del servicio.	Bolivia: Alto Pueblo Nuevo: Bajo San Daniel: Bajo Arboleda: Bajo
Presión	Intermedio	Condiciones de vida	-Capacidad de pago de la población.	Bolivia: Media Pueblo Nuevo: Media San Daniel: Media Arboleda: Media
			Nivel de Abastecimiento	Bolivia: Medio Pueblo Nuevo: Medio San Daniel: Medio Arboleda: Medio
Estado	Intermedio	Calidad del Agua	-Calidad del agua superficial Cuenca hidrográfica del río Samaná Sur. (Según puntos de monitoreo índice ICA)	Buena: 60% Excelente:35% Media: 5%
			-Funcionamiento del acueducto (Muy bueno, Bueno, Regular, Malo, Muy malo)	Bolivia: Muy bueno Pueblo Nuevo: Malo

				San Daniel: Muy Malo
				Arboleda: Regular
			-Parámetros cumplidos para agua de consumo humano	Bolivia: Calidad de agua Pueblo Nuevo: Media San Daniel: Arboleda: Media
Exposición	Determinante intermedio	Repercusión en salud y bienestar	-Percepción de salud de la población expuesta al consumo de agua no potable.	Enfermedades atribuidas a la calidad del agua en los corregimientos Arboleda Ninguna: 48,8% Diarrea: 19,5% Hongos en la piel: 17,1% Problemas gástricos: 14,6% Bolivia Ninguna: 85,4% Diarrea: 4,4% Hongos en la piel: 9,8% Problemas gástricos: 4,4% San Daniel: Ninguna: 25,6% Diarrea: 30,8%

Hongos en la piel:

17,9%

Problemas

gástricos: 25,6%

Pueblo Nuevo

Ninguna: 50%

Diarrea: 13,2%

Hongos en la piel:

15,8%

Problemas

gástricos: 21,1%

-Percepción de la
comunidad sobre
la calidad de agua

**Evaluación de la
calidad de agua
por parte de la
comunidad**

Arboleda

Malo: 4,9%

Regular: 61%

Bueno: 34,1%

Excelente: 0%

Bolivia

Malo: 0%

Regular: 0%

Bueno: 50%

Excelente: 50%

San Daniel:

Malo: 15,4%

Regular: 38,5%

Bueno: 41%

Excelente: 5,1%

Pueblo Nuevo:

Malo: 2,6%

Regular: 52,6%

Bueno :39,5%

Excelente: 5,3%

Efecto	Determinante intermedio	Servicios de Salud	- Casos de consulta médica asociada al consumo de agua no potable	Casos de gastroenteritis de supuesto origen infeccioso: Bolivia: 34% San Daniel: 22% Arboleda: 19% Pueblo Nuevo: 25%
Acción	Determinante proximal	Políticas de desarrollo (aseguramiento del servicio de agua)	-Percepción sobre la prestación del servicio de acueducto	Arboleda: Malo: 4,8% Regular: 61% Bueno: 34,1% Excelente: 0% Bolivia:

Malo: 0%
Regular: 2,3%
Bueno: 54,8%
Excelente: 42,9%

San Daniel:

Malo: 10,3%
Regular: 33,3%
Bueno: 51,3%
Excelente: 0%

Pueblo Nuevo:

Malo: 2,7%
Regular: 52,6%
Bueno: 34,2%
Excelente: 10,5%

Nota: elaboración propia

15.2 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El Modelo de Fuerzas Motrices representa un punto de apoyo para orientar la definición de aspectos de mejora y la construcción de acciones territoriales, empero, requiere del apoyo interinstitucional y del interés de la comunidad en la construcción de estrategias de mejora.

El desarrollo del Modelo de Fuerzas Motrices depende en gran medida de los datos estadísticos disponibles que permitan un acercamiento a las características y dinámicas del territorio. A partir del análisis se identificó como limitación el acceso y la carencia de datos confiables y sistemáticos necesarios para el desarrollo del tema de investigación.

El Modelo de Fuerzas Motrices requiere de una complementariedad de otros enfoques como los son el enfoque de género, etnia, derechos y enfoque diferencial y poblacional.

Los datos encontrados a través del sistema de salud y las estadísticas de consulta médica, no permiten realizar una correlación y una generalización de los eventos de salud en relación con la calidad del agua y por tanto no se puede establecer generalidad en términos de salud ambiental.

Dadas las diferencias en términos de acceso a los datos, la investigación no permite establecer comparaciones entre los corregimientos principalmente en lo que respecta a las Enfermedades Vehiculizadas por Agua, dado que no se han aplicado las herramientas epidemiológicas pertinentes.

La construcción de los planes de acción requiere de la participación de los diferentes sectores comunitarios y gubernamentales, se requiere del apoyo a la participación de las comunidades en los procesos de desarrollo territorial, por tal razón, la investigación no profundiza en la elaboración de los planes de acción dado que estos deben involucrar a la comunidad.

16 CONCLUSIONES

En relación al objetivo 1 “*Determinar las características de la calidad del agua según los indicadores del MFM para los acueductos de los corregimientos San Daniel, Arboleda, Bolivia y Pueblo Nuevo en el municipio de Pensilvania Caldas*”. Se tienen las siguientes conclusiones:

- Se determinó, mediante el indicador de Fuerza Motriz, que existe una brecha en la prestación del servicio entre la zona rural y la zona urbana del municipio de Pensilvania. Caldas, en tanto al comparar los valores del IRCA rural con el IRCA municipal se nota una tendencia de incremento para el valor rural, representando un riesgo *alto*, mientras que el valor para la zona urbana es de cero (0), es decir, que el agua distribuida a los hogares no representa ningún riesgo de salud para el consumo humano.
- Se determinó que la cobertura se da principalmente para las zonas urbanas de cada uno de los corregimientos de Pensilvania, así, se denota la dificultad de cada uno de los acueductos de garantizar el servicio a las veredas y zonas rurales alejadas de la cabecera, advirtiendo entonces la necesidad de crear estrategias dirigidas a las veredas de cada corregimiento.
- Se determinó mediante el indicador de Presión, que los problemas de abastecimiento se encuentran relacionados con los cambios en el clima, principalmente en los tiempos de sequía; por otra parte, la presión de origen antrópico se encuentra asociada al uso del suelo para actividades agropecuarias y a la baja cobertura de alcantarillado en las zonas rurales.
- Se determinó a través del indicador de Estado, que la calidad de agua superficial en la cuenca del Río Samaná Sur es buena con tendencia a excelente, basado en los datos de monitoreo que realiza la corporación autónoma en diferentes puntos de la cuenca.
- Se determinó a través del indicador de Estado que la calidad de agua para consumo humano en los corregimientos de Pueblo Nuevo, San Daniel y Arboleda tiene un valor IRCA que la posiciona como de “mala calidad” con una tendencia al *inviabile*

sanitariamente, dado que se presenta una tendencia al incremento de dicho valor; mientras que el agua del corregimiento de Bolivia no representa ningún riesgo para el consumo humano, con un valor IRCA equivalente a cero.

- Se determinó a través de los resultados de la encuesta de percepción de la comunidad que las características físicas como olor, sabor y turbiedad son aceptables en el corregimiento de Bolivia, mientras que para los demás corregimientos la comunidad identifica problemas principalmente asociados con la turbiedad y sabor.
- Se determinó a través del indicador de acción que existe una necesidad de territorialización de las políticas de mejoramiento de la calidad del agua, la necesidad de una mayor inversión económica en términos de infraestructura y cobertura de los acueductos.
- Se determinó a través de los resultados de la encuesta de percepción, que el acueducto que tiene una mejor evaluación por parte de la comunidad en la prestación del servicio y la calidad del agua es el acueducto de Bolivia, de igual forma la comunidad no percibe como costosa la facturación, lo que permite entrever que a mayor satisfacción mayor cultura de pago, lo cual puede ser tenido en cuenta para los demás acueductos donde la percepción de la facturación es “costosa”, teniendo entonces que la inconformidad con los costos de facturación pueden estar asociados a la baja calidad en la prestación del servicio.
- Las características de la cuenca del Río Samaná Sur evidencian que esta es de gran interés para las regiones de Caldas y Antioquia, no solo por satisfacer la demanda del recurso hídrico para los habitantes de estas regiones, sino para la regeneración y conservación del ecosistema a través de la declaración de zonas de conservación como el caso del Parque Nacional Selva de Florencia, entre los municipios de Pensilvania y Samaná; empero se advierte cómo la intervención antrópica ha generado una transformación del territorio evidenciando la necesidad de estrategias para la gestión del recurso hídrico, se puede resaltar que la carga de contaminantes

arrojada a la cuenca afecta la calidad del agua superficial, identificando zonas de rellenos sanitarios, botaderos a cielo abierto, puntos de enterramiento y quema.

- Se evidencia, una dificultad de acceso al agua segura asociada también a las características generales de los acueductos de los corregimientos, encontrando que estos no realizan un tratamiento químico para garantizar la calidad del agua ni realizan un seguimiento periódico a través la toma de muestras de calidad, a excepción del acueducto del corregimiento de Bolivia, el cual cumple con todos los requerimientos en términos de calidad de agua para consumo humano, además de los requerimientos administrativos y legales.

En relación al objetivo 2 “*Aplicar el Modelo de Fuerzas Motrices (MFM) para la definición de aspectos de mejora según las características de calidad del agua y los eventos en salud*”. Se tienen las siguientes conclusiones:

- Mediante la aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices se advierte la necesidad de vincular a la población a los procesos de desarrollo territorial relacionados con el mejoramiento de la calidad de agua, haciendo énfasis en la territorialización de las políticas y estrategias. Así, uno de los principales aspectos de mejora tiene que ver con la comunidad, el empoderamiento, su capacidad de autogestión y administración de los recursos y se advierte la importancia de la participación de las comunidades locales en el logro de objetivos como el mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano.
- El mejoramiento en la inversión económica es uno de los aspectos identificados, requiriendo la priorización de proyectos relacionados con el saneamiento básico y la calidad de agua en las zonas rurales, de igual forma la inversión en el mantenimiento, adecuación y ampliación.
- A través de la encuesta de percepción de la comunidad se identificó que el principal aspecto de mejora para el corregimiento de Bolivia es la recuperación y conservación de zonas de amortiguación de la cuenca, para el corregimiento de San Daniel el principal aspecto es el mejoramiento de la infraestructura del acueducto;

para los corregimientos de Arboleda y Pueblo Nuevo el principal aspecto de mejora consiste en la realización de pruebas de calidad de agua para consumo humano.

- Se tiene que en su mayoría el agua es asequible a la población teniendo en su mayoría tarifas fijas, empero se han presentado conflictos por gastos de conexión y facturación.
- A través del cuestionario de percepción realizado con la comunidad se determinó que en el corregimiento de Bolivia un alto porcentaje de la comunidad (85,4%) afirman no haber padecido de enfermedades que puedan asociarse al consumo de agua, mientras que gran parte de la comunidad del corregimiento de San Daniel asocian las enfermedades, principalmente los problemas gástricos y diarrea, a la calidad de agua que consumen; lo cual permite advertir que la comunidad que considera tener una buena calidad de agua, asocia con menos frecuencia la calidad del agua a las enfermedades padecidas, mientras que en el resto de los corregimientos hay una tendencia mayor de la comunidad a asociar las enfermedades con la calidad de agua.
- Uno de los aspectos de mejora identificados es la estadística y los indicadores epidemiológicos manejados por las instituciones de salud de los corregimientos, las cuales no permiten establecer con claridad el origen de las principales enfermedades padecidas por la comunidad.
- Se determinó como aspecto de mejora la cultura de las personas frente al riesgo de consumo de agua no potable, en tanto se identificó que aproximadamente el 20% de la población de los cuatro corregimientos consumen el agua directamente de la llave.
- Se identificó como aspecto de mejora, para los corregimientos de San Daniel, Arboleda y Pueblo Nuevo, la organización y administración, enfatizando en la necesidad de que estos cuenten con plan de contingencia y mejoren los aspectos administrativos y legales.

En relación al objetivo 3 “*Definir lineamientos para los planes de mejora de los acueductos rurales de Pensilvania, Caldas*”:

- Se requiere como principal medida la adecuación de la infraestructura, para el inicio de proceso de cloración en los corregimientos de Arboleda, Pueblo Nuevo, y San Daniel.
- Los planes de mejoramiento, para los acueductos de Arboleda, Pueblo Nuevo, y San Daniel, deben formularse teniendo en cuenta la participación activa de la comunidad, como forma de articular los procesos nacionales con los procesos locales y comunitarios.
- El plan de mejoramiento debe ser enfocado al desarrollo de proyectos que amplíen la cobertura de los acueductos y la posibilidad de creación de estrategias para las veredas que actualmente no cuentan con el servicio.
- Se identificó la necesidad de generar programas de concientización que permitan a la comunidad conocer los casos puntuales de enfermedades ocasionadas por el consumo de agua no potable; de igual forma, establecer investigaciones que permitan determinar y realizar estudios de caso en cada uno de los corregimientos.

17 RECOMENDACIONES

17.1.1 Administración municipal de Pensilvania

- Teniendo en cuenta que el Modelo de Fuerzas Motrices permite establecer la relación entre la salud y medio ambiente, se recomienda tener en cuenta los resultados obtenidos a nivel estructural (sociales, económicos, políticos), a nivel intermedio (decisiones sobre el territorio) y a nivel proximal (exposición directa), como referente para la formulación de futuros planes y estrategias de mejoramiento de los acueductos de los corregimientos del Municipio de Pensilvania.
- A nivel estructural se establece la necesidad de apoyar y fortalecer la participación comunitaria en los procesos de mejora de la calidad de agua, en la vigilancia de la prestación del servicio y la formulación de estrategias a nivel local. En relación a los factores económicos es necesaria la presentación de proyectos que permitan acceder a beneficios económicos destinados al mejoramiento de la calidad del agua. En relación a las políticas existentes se recomienda la territorialización de las políticas públicas.
- Se sugiere la alianza estratégica entre los grupos de interés a nivel nacional, regional y local para la priorización e inversión en proyectos rurales orientados a la prestación del servicio de agua y el mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano en estas zonas.

17.1.2 Corporación Autónoma Regional

- Se recomienda la protección y restauración de los ecosistemas hídricos, el establecimiento de compromisos a nivel local para la formulación de estrategias de desarrollo sostenible, y conservación de los recursos.

17.1.3 Entidad de salud

- Se recomienda la capacitación de la comunidad en temas de salud y salud ambiental, en donde se informe a la comunidad sobre los riesgos del consumo de agua no potable y de las medidas que se pueden tomar desde el hogar para la reducción del riesgo de contraer Enfermedades Vehiculizadas por Agua.

- En relación a la salud ambiental, tomando como referente el componente de calidad de agua, se tiene que las características de la calidad del agua resultan determinantes para la salud de la población, se identificó que gran parte de la población consume el agua directamente de la llave. Se recomienda realizar campañas educativas que muestren a la comunidad la importancia del consumo de agua potable y los diferentes métodos de purificación que puede realizar en el hogar antes de consumir el agua, se recomienda también emprender procesos de concientización en colaboración con entes departamentales y municipales que permitan que las nuevas generaciones conozcan los riesgos en términos de salud a los cuales conlleva el consumo de agua no potable.
- La Secretaría de Salud en acompañamiento con el Instituto Nacional de Salud debe generar proyectos de investigación sobre los riesgos en salud asociados a la calidad del agua y generar estudios de caso que se puedan socializar con la comunidad como estrategia de concientización.
- Se recomienda el manejo de estadísticas e indicadores epidemiológicos en los puestos de salud de los corregimientos que permitan la correlación entre las enfermedades padecidas por la población y los factores de riesgo como la calidad del agua.
- Se sugiere que los procesos y campañas de educación tengan un acompañamiento de personal de la salud, de preferencia médico. para generar una mayor credibilidad y se impartan a través de metodologías de choque que le permitan a la población dimensionar los riesgos para la salud asociados al consumo de agua no potable.

17.1.4 Empresas prestadoras del servicio

- En términos de calidad de agua se recomienda la formulación de estrategias que le permita a los acueductos rurales principalmente en los corregimientos de San Daniel, Arboleda, Pueblo Nuevo, mejorar aspectos, administrativos, técnicos, financieros y legales. Al igual que la adaptación para inicio de proceso de cloración, como estrategia para reducir el valor actual del IRCA.

- Se recomienda la implementación continua de capacitaciones in situ que le permitan al personal estar actualizado en la implementación de tecnologías para la calidad de agua.
- Se recomienda el cumplimiento de la normatividad vigente en la prestación del servicio de acueducto, de igual forma, la presentación de muestras de laboratorio que permitan establecer frecuentemente la calidad de agua brindada a los beneficiarios.
- La empresa prestadora del servicio debe hacerse cargo de la vigilancia y control de la calidad de agua suministrada.

17.1.5 Comunidad educativa

- Las directivas de los colegios, en acompañamiento del Ministerio de Educación, Secretarías de Salud y corporaciones autónomas regionales, deben incluir en los PRAES, el componente de calidad de agua para consumo humano como una de las directrices; además de implementar cátedras continuas que permitan una formación y conciencia sobre la importancia que tiene para las comunidades contar con servicio de agua potable, con características de calidad aceptables que no representen riesgos para la salud.
- Las investigaciones realizadas desde las universidades deben ir más allá del análisis de indicadores de calidad del agua, incorporando en los estudios aspectos sociales, políticos, económicos y culturales de la comunidad beneficiada por el servicio de acueducto.

17.1.6 Comunidad (habitantes de los corregimientos de Pensilvania)

- Se recomienda a la comunidad, generar procesos de empoderamiento del territorio, la autogestión de recursos destinados al mejoramiento de los acueductos y de la calidad de agua: de igual forma se sugiere la conformación de comités de desarrollo y control social que permitan la vigilancia en la prestación del servicio de acueducto.

18 REFERENCIAS

- Alcaldía Municipal de Pensilvania (2019). Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud del Municipio Pensilvania.
- Alcaldía Municipal de Pensilvania (2018). Mapas de Pensilvania. <http://www.pensilvania-caldas.gov.co/mapas-de-pensilvania-783500/mapas-de-corregimientos>
- Asamblea General de las Naciones Unidas (2010). Resolución 64/292. https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf
- Bernal, Y. (2009). *Elementos para la formulación de planes de mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano*. Trabajo de Grado Universidad del Rosario. Bogotá D. C.
- Bolaños, F. (2014). *La gestión del agua potable como hecho metropolitano. Caso: corredor metropolitano Cali -Yumbo*. Universidad del Valle, facultad de Humanidades departamento de Geografía. Santiago de Cali. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/7965/CB-0516442.pdf?sequence=1&isAl>
- Botero, J., Gonzales, G., & Sánchez, A. (2017). *Diagnóstico del estado actual de redes y evaluación técnico económica de las alternativas para la optimización del sistema de acueducto del municipio de Anapoima*. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de especialización en Recursos Hídricos. Bogotá D.C.
- Blanco, L., Pinzón, C., & Idrovo, A. (2015). *Estudios ecológicos en salud ambiental: más allá de la epidemiología*. Revista Biomédica, 35 (supl.2):191-206. doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2819>
- Bríñez, A., Karol, J., Guarnizo, G., Juliana, C., Arias, V., & Samuel, A. (2012) Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, vol. 30, núm. 2, pp. 175-182 Universidad de Antioquia. Colombia.

- Carrasco, W. (2016) Estado del arte del agua y saneamiento rural en Colombia. *Revista de Ingeniería*, N.º 44, pp. 46-53.
- Castro, J. Alamida (2007) La privatización de los servicios de agua y saneamiento en América Latina. *NUEVA SOCIEDAD* No 207, enero-febrero de 2007, ISSN: 0251-3552
- Castro, J. Almada, J. Ferrer & D. Díaz, (2014). “Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global”. *Ingeniería Solidaria*, vol. 10, n.º 17, pp. 111-124. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.811>
- Castro, J. Almada (2011) El proceso de democratización de la gestión de servicios públicos esenciales de agua y saneamiento. *Hábitat y sociedad*, Nº2. p. 49-85.
- Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA (2018). Línea de Agua y Medio Ambiente propuestas de acciones y recomendaciones para mejorar la productividad del agua, la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales y el reúso del agua en Colombia. Medellín, Colombia.
- CEPAL. (2022). Informe del diálogo regional del agua. Hacia una transición hídrica inclusiva y sostenible en América Latina y el Caribe. https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/informe_dialogos_del_agua_2022_1.pdf
- Comisión Reguladora de Agua (CRA) (1997). - Departamento Nacional de Planeación Financiera de Desarrollo Territorial - Ministerio de Desarrollo Económico Ministerio de Medio Ambiente - Superintendencia de Servicios Públicos. Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Colombia. Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud. Serie Análisis No. 11
- Comité de Naciones Unidas de derechos económicos, sociales y culturales (2002) *Observación general N°15: El derecho al agua*. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>
- Congreso de la República. Ley 142 de 1994 servicios públicos domiciliarios. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html

- Consejo Nacional de Política Económica y Social & Departamento Nacional de Planeación. (2014). *CONPES 3810 de 2014*. Bogotá D.C. <http://www.minambiente.gov.co/>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social & Departamento Nacional de Planeación. (2018). *CONPES 3918 de 2018*. Bogotá D.C. <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social & Departamento Nacional de Planeación. (2008). *CONPES 3550 de 2008*. 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. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3550.pdf>
- Constitución Política de Colombia 1991 título xii del régimen económico y de la hacienda pública capítulo 5 de la finalidad social del Estado y de los servicios públicos (art. 366-370). <http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/cpcapitulo5publicos.pdf>
- Constitución Política de Colombia. (art. 49,79). <http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/cpcapitulo5publicos.pdf>
- Córdoba, M., Del Coco, V., Basualdo, J., (2010); Agua y salud humana, *Química Viva*, vol. 9, núm. 3, pp. 105-119 Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Correa Assmus, G. (2022). Disponibilidad, acceso y calidad del agua: una reflexión socioambiental para Colombia. *Revista de la Universidad de La Salle*, (87), 151-166.
- Datshkovsky, D.; Jesse, M.; Gomez, A. (2022); *Servicios de agua y saneamiento en América Latina y el Caribe: un panorama de las fuentes de datos y las brechas de información*. DOI: <http://dx.doi.org/10.18235/0004190>
- Decreto 1429 de 1995. Por el cual se reglamenta el Capítulo I del Título V de la Ley 142 de 1994, en relación con el control social de los servicios públicos domiciliarios. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1285774>

- Delgado, G., Trujillo, J., & Torres, M. (2017). Gestión del agua en comunidades rurales caso de estudio cuenca del río Guayuriba, Meta-Colombia. *Revista Luna Azul*, núm. 45, pp. 59-70 Universidad de Caldas Manizales, Colombia
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). Las dos grandes apuestas de Colombia para cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Las-16-grandes-apuestas-de-Colombia-para-cumplir-los-Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible.aspx>
- Garza, A. & Martínez, P. (2002). *Salud ambiental con un enfoque de desarrollo sustentable*. Centro de Estudios Ambientales, Universidad Autónoma de Cd. Juárez (México). <http://dsp.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2016/01/Salud-Ambiental-con-un-enfoque-de-desarrollo-sustentable.pdf>
- García-Ubaque, J., Vaca, M.; García-Ubaque, C. (2013). Determinación ambiental de la salud: un reto para Colombia. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*.
- Gualdron, L (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. *Revista Dinámica Ambiental* n° 1. Universidad Libre seccional Socorro.
- Guzmán, BL., Nava, G.; Bevilacqua. P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008-2012. *Rev. Biomédica*.
- Hantke-Domas, M.; Jouravlev, A. (2011) *Lineamientos de política pública para el sector de agua potable y saneamiento Comisión Económica para América Latina y el Caribe* (CEPAL) Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Hermann (2011) Agua, Saneamiento e higiene para las poblaciones en riesgo. ACF International.
- Instituto Nacional de Salud-INS (2011). Manual de métodos físico químicos, básicos para el análisis de aguas para consumo humano. Grupo Salud Ambiental “Jaime Eduardo Ortiz Varón”. Bogotá D. C.

- Instituto Nacional de Salud-INS-. (2014). Enfermedades vehiculizadas por agua (EVA) e índice de riesgo de la calidad agua (IRCA) en Colombia. Bogotá d.c –Colombia.
<https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2015%20Enfermedades%20Vehiculizadas%20por%20Agua%202014.pdf>
- Jiménez, J., & Vélez, M. (2006) Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial Avances en Recursos Hidráulicos, núm. 14, octubre, 2006, pp. 53-69
Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia
- Jiménez, M., & Jiménez (2007). Estrategias para optimizar el desempeño en la prestación del servicio de acueducto en la secretaría de servicios públicos de Ariguaní Magdalena.
Tesis de grado Universidad del Magdalena Santa Marta, Magdalena.
- Jouravlev, A. (2004). Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI.
CEPAL - SERIE Recursos Naturales e Infraestructura N° 74. Publicación de las Naciones Unidas. Santiago de Chile.
- Justo, J. (2013). El derecho humano al agua y al saneamiento frente a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Colección Documentos de proyectos.
- Lampoglia, T., Agüero, R., & Barrios, C. (2008) Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales. Asociación Servicios Educativos Rurales.
- Lentini, E. (2011) *Servicios de agua potable y saneamiento: lecciones de experiencias relevantes*. CEPAL. Santiago de Chile.
- Lockwood, H. (2002). Mecanismos de apoyo institucional para los sistemas rurales de agua potable y saneamiento manejados por las comunidades en América Latina.
Environmental Health Project. Oficina para Programas Mundiales, Apoyo de Campo e Investigación Oficina de Salud y Nutrición. Washington, DC
- Martínez, J., Iglesias, M., Pérez, A., Curbeira, & E., Sánchez, O. (2014). Salud ambiental, evolución histórica conceptual y principales áreas básicas, *Revista Cubana de Salud Pública*. pp. 403-411.

Mejía, A., Castillo, O., Vera, R., & Arroyo, V. (2016). *Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina*. Corporación Andina de Fomento.

Milenium y Cía. Ltda. (2020). Acueducto de Arboleda- Acueducto Pueblo Nuevo-Acueducto San Daniel-Acueducto de Bolivia. Alcaldía Municipal de Pensilvania.

Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 1541 de 1978.

https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_1541_de_1978.pdf

Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 3200 de 2008. Por el cual se dictan normas sobre Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento y se dictan otras disposiciones.

https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2009/dec_2371_2009.pdf

Ministerio de Medio Ambiente. Ley 373 de 1997 (Junio 6) Diario Oficial No. 43.058 de 11 de junio de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf

Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

<https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente. Resolución CRA 493 de 2010. Por la cual se adoptan medidas para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desincentivar su consumo excesivo. https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_493_2010.pdf

Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 3939 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del **Decreto**-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se

dictan otras disposiciones.

https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_3930_2010.pdf

Ministerio de Medio Ambiente. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico 2010-2022. <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>

Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

<https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente. Resolución 2115/2007 Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). *Plan Decenal de Salud Pública, PDSP, 2012-2021*.

Ministerio de Salud y Protección Social (2014). *Modelo de Fuerzas Motrices en el marco de la Dimensión de Salud Ambiental del Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021*.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/modelo-de-fuerzas-motrices-en-el-marco-de-la-dimension-de-salud-ambiental-del-plan-decenal-de-salud-publica-2012-2021.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social & Organización Panamericana de la Salud (2014). *Referentes conceptuales y abordajes sobre Determinantes Ambientales*.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2012) *Orientaciones Metodológicas para la Formulación de Metas en Agua Potable y Saneamiento Básico*.

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Plan Departamental de Agua PDA 2006.
<https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/planes-departamentales-de-agua>.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Resolución 0844 DE 2018. Requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales. <https://anraci.org/blog/resolucion-844-de-2018-del-ras-rural/>
- Ministerio de Salud y Protección Social & Organización Panamericana de la Salud (2012). *Modelo de Fuerzas Motrices en el marco de la Dimensión de Salud Ambiental del Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021*. Convenio de cooperación técnica 310/13 2014
- Ministerio de Salud Pública. Decreto 475 DE 1998 (marzo 10) Diario Oficial No. 43.259, del 16 de marzo de 1998 Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.
https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF
- Moncada, J., Pérez, C., & Valencia, G. (2013). Comunidades organizadas y el servicio público de agua potable en Colombia: una defensa de la tercera opción económica desde la teoría de recursos de uso común. *Ecos de Economía*. Universidad EAFIT N° 37 - Año 17 / pp. 125-159 I Medellín-Colombia
- Ocampo, O., et al. (2021). *Aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices para la caracterización de la salud ambiental*. Universidad Autónoma de Manizales. Manizales.
- Organización para las Naciones Unidas (2002). El derecho humano al agua y al saneamiento. Decenio internacional para la acción “el agua fuente de vida” 2005-2015.
- Ordóñez, G. (2000) Salud ambiental: conceptos y actividades. *Rev. Panamericana de Salud Pública/Pan Am J Public Health* 7(3), p. 137-147
- Organización Mundial de la Salud (1985). Normas de Calidad para el Agua para beber. Volumen III, Geneva.

Organización Mundial de la Salud (2006). *Salud ambiental. Información y recursos sobre la salud ambiental*. www.who.int/topics/environmental-health/es/ consultado 23 de mayo de 2020.

Organización Mundial de la Salud (2006). *Ambientes saludables y prevención de enfermedades. Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente*.

Organización Mundial de la Salud (2010). El derecho al agua: Folleto informativo N 35. Naciones Unidas. ACNUDH, ONU-Habitat OMS.

Organización Mundial de la Salud (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. 4° edición. Ginebra.

Organización Mundial de la Salud (2012). *Salud, ambiente y desarrollo sostenible: hacia el futuro que queremos*. Una colección de textos basados en la serie de seminarios de la OPS/OMS hacia Rio+20. <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2013/seminario-rio-20-spa.pdf>

Organización Mundial de la Salud (2015). *¡No contamines mi futuro! El impacto de los factores medioambientales en la salud infantil*.

Organización Mundial de la Salud (2018). *Guía para la calidad del agua de consumo humano*. Ginebra.

Organización Panamericana de la Salud (2022). *Las funciones esenciales de la salud pública ambiental: Un marco para poner en marcha la Agenda de las Américas sobre salud, medioambiente y cambio climático 2021-2030*.

https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55703/OPSCDECE220003_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Panamericana de la Salud. (2021). *Determinantes ambientales de salud*. <https://www.paho.org/es/temas/determinantes-ambientales-salud>.

- Organización Panamericana de la Salud (1988). Guías para la calidad del agua potable: Control de calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades. Washington, DC, 20037, EUA.
- Organización Panamericana de la Salud (1993). Nuestro planeta, nuestra salud: informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la OMS.
- Organización Panamericana de la Salud (2011). Agua y Saneamiento: Evidencias para políticas públicas con enfoque en derechos humanos y resultados en salud pública. Washington, D. C.
- Organización Panamericana de la Salud (2017). Salud en las Américas. Washington, D.C.
<https://www.paho.org/salud-en-las-americas-2017/wp-content/uploads/2017/09/Print-Version-Spanish.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas (1948). Declaración universal de los derechos humanos. Artículo 25. <https://www.un.org/es/universal-declaration-human-rights/>
- Organización de las Naciones Unidas (2000). Declaración del Milenio de las Naciones Unidas. https://www.who.int/topics/millennium_development_goals/about/es/
- República de Colombia (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - sistemas de potabilización. Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá D. C.
- Resolución CRA 151 de 2001. (enero 23). Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. <https://cra.gov.co/documents/resolucion-151-de-2001-cra.pdf>
- Resolución 1096 de 2000. (noviembre 17) "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS".
https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad_Gnl/Resolucion%201096%20de%202000-Nov-17.pdf

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

https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resoluci%C3%B3n_2115_de_2007.pdf

Rengifo, H. (2008) Conceptualización de la salud ambiental: Teoría y práctica. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. V. 25 N°4. Lima.

Rodríguez, J., García-Ubaque, C., & García-Ubaque, J. (2016) Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Rev. Salud pública*. 18 (5): 738-745

Salamanca, E. (2016). Tratamiento de aguas para el consumo humano. *Módulo Arquitectura CUC*, Vol.17 N°1, 29-48.

Samboni, N.; Reyes, A. & Carvajal, Y. (2011). Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta. *Ingeniería y Competitividad*, vol. 13, núm., pp. 49-60 Universidad del Valle Cali, Colombia.

Serrano, B., & Martínez, R. (2015). Guía básica de control de calidad del agua. Editado por ONGAWA. <https://www.ongawa.org/wp-content/uploads/2015/09/Agua-CAS-revisar2.pdf>

Torres, P.; Cruz, C., & Patiño, J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 8, No. 15 especial, pp. 79-94 - ISSN 1692-3324 - julio-diciembre de 2009/150 p. Medellín, Colombia.

Valencia, J. (2013). Estrategias para el fortalecimiento de la gestión del recurso hídrico en los acueductos rurales del municipio de Argelia, Valle del Cauca. Universidad Tecnológica de Pereira, facultad de Ciencias Ambientales, Programa de Administración Ambiental.

Zamudio, C. (2012). Gobernabilidad sobre el recurso hídrico en Colombia: entre avances y retos. *Gestión y Ambiente*, 15(3), 99-112.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169424893007>

19 ANEXOS

Anexo 1 Ficha de reconocimiento, recorrido bocatoma-planta de tratamiento

Fecha: _____ corregimiento: _____

Recorrido: _____ Duración: _____

1. Bocatoma –captación

Sistema de captación:

Estado: Bueno____ Regular ____ Malo_____

Fuente: _____

Uso de suelos:

Registro fotográfico

a. Red de Captación

Tipo de tuberías:

Estado de tuberías: Bueno_____ Regular: _____ Malo:

Registro fotográfico

2. Almacenamiento

Número de tanques: _____ capacidad en litros: _____

Estado de los tanques: Bueno: _____ Regular: _____ Malo: _____

Medición de agua producida: _____

Registro fotográfico

3. Tratamiento

Estado de planta de tratamiento: Bueno: _____ Regular: _____ Malo: _____

Tipo de tratamiento: _____

Laboratorios: _____

Registro fotográfico

4. Pruebas de calidad

Toma pruebas de calidad: Si: _____ No: _____

*si la respuesta es SI continuar con las demás preguntas, si la respuesta es no pasar al siguiente numeral.

¿Qué pruebas de calidad realizan?:

*marque con una x las opciones

Color _____ Turbiedad: _____ PH _____ Cloro residual: _____ Cloriformes:

Escherichia Coli _____ OTROS _____

Tiene si _____ No _____ VALOR IRCA: _____

Presenta informes de calidad: Si: _____ No: _____ ¿Ante qué entidad?

Registro fotográfico

5. Red de Distribución

Tipo de tubería de distribución:

Estado de la tubería: Bueno: _____ Regular: _____ Malo:

Problemas de desabastecimiento: Sí _____ No _____

¿Por qué?: _____

El agua distribuida es potable: Sí: _____ No:

Registro fotográfico

--

6. Servicio

Número de usuarios: _____

Facturación: Sí____ No____

Tipo de facturación: fija: _____ variable: _____

Valor promedio por factura: _____

Registro contable: Sí____ No____

Sistema PQR: _____

Rendición de cuentas Sí: _____ No____

7. Observaciones

Anexos 2. Entrevista semiestructurada

Esta entrevista se encuentra dirigida al encargado del acueducto o al representante legal, el cual será informado con anterioridad.

Consentimiento aprobado: aprueba ser entrevistado y conoce los términos de la entrevista

Sí: _____ No: _____

1. Datos del entrevistado

Nombre: _____

Teléfono: _____

Correo electrónico: _____

Acueducto: _____

Cargo: _____

1. ¿Cómo funciona el acueducto?
2. ¿Cómo es la estructura administrativa del acueducto?
3. ¿Con que operarios cuentan para la prestación del servicio?
4. ¿A qué normativas está sujeta la prestación del servicio?
5. ¿Por parte de qué entidades han recibido orientación y capacitación en los temas de agua potable y prestación del servicio?
6. ¿Tienen registro de superservicios?
7. ¿En qué proyectos están vinculados para el mejoramiento de calidad del agua?
8. ¿Cuentan con plan de contingencia?
9. ¿Reportan información al SUI (Sistema Único de información Superservicios)?
10. ¿Tienen concesión de aguas?
11. ¿Cuáles son los parámetros técnicos que tienen que cumplir?
12. ¿Tienen manejo contable?
13. ¿Cómo considera que es la calidad del agua suministrada?

Anexos 3. Guía temática de percepción de la comunidad

A través del diálogo abierto con la comunidad se pretende conocer la percepción sobre la prestación del servicio y la calidad del agua en sus hogares; se propone el siguiente eje temático:

1. Calidad en la prestación del servicio

- Horas del día con las que cuenta con el servicio
- Percepción sobre la calidad del servicio que presta el acueducto

2. Calidad del agua

- percepción sobre la calidad del agua
- Cuidados que tiene la comunidad en la ingesta de agua

3. Capacidad de pago

-percepción de la población sobre los costos de facturación

4. Enfermedades ocasionadas por el consumo de agua no potable

-conocimiento de la población sobre las enfermedades que puede ocasionar el consumo de agua no potable

- Problemas de salud atribuidos al consumo de agua no potable

5. ¿Cómo se podría mejorar el servicio?

-sugerencias de la comunidad para el mejoramiento del servicio de acueducto.