

**PROPUESTA METODOLOGICA PARTICIPATIVA PARA LA ADAPTACIÓN A LA  
VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS  
MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE LOS ACUEDUCTOS  
DE GOLONDRINAS, LA SIRENA Y CASCAJAL**

**ISABEL CRISTINA BOLAÑOS PORTILLA**



**Universidad del Valle  
Escuela de Recursos Naturales y del Ambiente  
Postgrado en Ingeniería Sanitaria y Ambiental  
Cali, 2014**

PROPUESTA METODOLOGICA PARTICIPATIVA PARA LA ADAPTACIÓN A LA VARIABILIDAD  
CLIMÁTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS MICROCUENCAS ABASTecedorAS  
DE LOS ACUEDUCTOS DE GOLONDRINAS, LA SIRENA Y CASCAJAL

ISABEL CRISTINA BOLAÑOS PORTILLA

UNIVERSIDAD DEL VALLE  
ESCUELA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE  
POSTGRADO EN INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL  
CALI  
2014

**PROPUESTA METODOLOGICA PARTICIPATIVA PARA LA ADAPTACIÓN A LA VARIABILIDAD  
CLIMÁTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS MICROCUENCAS ABASTECEDORAS  
DE LOS ACUEDUCTOS DE GOLONDRINAS, LA SIRENA Y CASCAJAL**

**ISABEL CRISTINA BOLAÑOS PORTILLA**

**Trabajo de investigación presentado para optar al título de:  
Magister en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental**

**Director: PhD. INES RESTREPO TARQUINO**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
ESCUELA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE  
POSTGRADO EN INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL  
CALI  
2014**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>2</b>
<b>1. PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>4</b>
1.1 Evidencia del problema.....	4
1.2 Alcance de la investigación .....	5
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>3. JUSTIFICACION.....</b>	<b>9</b>
<b>4. MARCO TEORICO .....</b>	<b>12</b>
4.1 Gestión Integrada del Recurso Hídrico - GIRH.....	12
4.2 Cambio climático y Variabilidad climática .....	13
4.3 Vulnerabilidad .....	16
4.4 Adaptación .....	16
4.5 Principios de evaluación .....	18
4.6 Indicadores .....	21
<b>5. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>22</b>
5.1 Generalidades de las localidades .....	23
5.1.1 Sector La Sirena .....	23
5.1.2 Corregimiento de Golondrinas .....	24
5.1.3 Vereda Cascajal.....	25
<b>6. OBJETIVOS.....</b>	<b>27</b>
6.1 Objetivo general .....	27
6.2 Objetivos específicos.....	27
<b>7. CARACTERIZACION DE ESTRATEGIAS IMPLEMENTADAS EN LATINOAMERICA PARA LA ADAPTACION A LA VARIABILIDAD CLIMATICA .....</b>	<b>28</b>
7.1 Metodología .....	28
7.2 El recurso hídrico en Latinoamérica.....	31
7.3 La variabilidad climática en el sector agua.....	32
7.4 Indicadores para la evaluación y gestión del recurso hídrico.....	33
7.5 Definición de estrategias de adaptación .....	37

7.6 Estrategias de adaptación en regiones de Colombia apoyados por IDEAM y PNUD .....	39
7.7 Caracterización de estrategias implementadas para adaptación al cambio climático en los acueductos de Golondrinas, La Sirena y Asocascajal, con base en los principios de equidad, eficiencia, género y reducción de pobreza .....	42
7.7.1 Acueducto Golondrinas .....	42
7.7.2 Acueducto La Sirena .....	47
7.7.3 Acueducto Asocascajal .....	53
<b>8. ANALISIS COMPARATIVO DE INDICADORES AMBIENTALES Y SOCIOECONOMICOS EN LOS ACUEDUCTOS RURALES: GOLONDRINAS, LA SIRENA Y ASOCASCAJAL .....</b>	<b>61</b>
8.1 Metodología .....	61
8.2 Indicadores ambientales y socioeconómicos .....	63
<b>9. PROPUESTA METODOLOGICA PARTICIPATIVA PARA LA ADAPTACION A LA VARIABILIDAD CLIMATICA EN MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTOS RURALES.....</b>	<b>83</b>
9.1 Metodología .....	83
9.2 Identificación de necesidades de información esencial para la adaptación a la variabilidad climática (AVC) en comunidades rurales andinas .....	84
9.3 Fases de la metodología propuesta para la adaptación a la variabilidad climática (AVC) en acueductos rurales .....	85
<b>10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>94</b>
10.1 Conclusiones .....	94
10.2 Recomendaciones .....	96
<b>11. TEMAS FUTURAS INVESTIGACIONES .....</b>	<b>98</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXOS</b>	

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Impactos en el sector agua.....	33
Tabla 2. Indicadores utilizados en diferentes estudios en Latinoamérica.....	35
Tabla 3. Estado actual del sistema de acueducto y efecto de la VC y el CC en Golondrinas.....	43
Tabla 4. Estado actual del sistema de acueducto y efecto de la VC y el CC en La Sirena.....	47
Tabla 5. Estado actual del sistema de acueducto y efecto de la VC y CC en Cascajal.....	53
Tabla 6. Características de pozos ubicados en la zona de Cascajal.....	55
Tabla 7. Resumen de estrategias de adaptación a la variabilidad climática en los acueductos de Golondrinas, La Sirena y Asocascajal.....	59
Tabla 8. Indicadores ambientales y socioeconómicos.....	61
Tabla 9. Información esencial recopilada para la adaptación a la variabilidad climática en localidades rurales.....	84
Tabla 10. Criterios para la identificación de comunidades rurales con potencial de daño por VC.....	86

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema representativo de las causas y efectos del cambio climático .....	14
Figura 2. Localización de los sitios piloto del estudio .....	23
Figura 3. Consumo anual de agua en América Latina y el Caribe .....	31
Figura 4. Estructura organizacional Junta Administradora Acueducto de Golondrinas .....	42
Figura 5. Estructura organizacional Junta Administradora Acueducto de La Sirena .....	47
Figura 6. Estructura organizacional Junta Administradora Acueducto de Asocascajal .....	53
Figura 7. Localización de pozos profundos alrededor del pozo de abastecimiento de la vereda Cascajal (VC 688) .....	56
Figura 8. Esquema de la propuesta metodológica participativa para facilitar la adaptación a la variabilidad climática (AVC) en microcuencas abastecedoras de acueductos rurales .....	85
Figura 9. Flujo de información a nivel local para adaptación a la variabilidad climática .....	91
Figura 10. Actores involucrados en el proceso de adaptación a la variabilidad climática a nivel rural .....	92

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Taller de socialización con los acueductos rurales .....	28
Fotografía 2. Entrevista en Golondrinas .....	29
Fotografía 3. Entrevista en La Sirena .....	30
Fotografía 4. Entrevista en Asocasajal .....	30
Fotografía 5. Taller de socialización de resultados parciales e identificación de información esencial para adaptación a la variabilidad climática .....	84

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato entrevista aplicada a integrantes Junta Administradora de Acueductos – Golondrinas, La Sirena y Asocasjal .....	1
Anexo 2. Formatos registro mensual de información ambiental y socioeconómica de los acueductos – análisis de indicadores .....	6
Anexo 3. Formato encuesta recopilación de información – Censo usuarios acueductos .....	8
Anexo 4. Formatos recopilación y procesamiento criterios de selección – Fase 1.....	11
Anexo 5. Formato recopilación información manejo integral del recurso hídrico – Fase 2.....	13
Anexo 6. Propuesta de indicadores ambientales y socioeconómicos – Fase 3 .....	14
Anexo 7. Formato para caracterización de estrategias de adaptación a la VC comunes y no comunes en comunidades rurales colombianas – Fase 4 .....	17
Anexo 8. Formato SI – Estructura y procesamiento - Fase 5 .....	20
Anexo 9. Priorización problemas – Técnica GUT – guía de apoyo para la toma de decisiones .....	21

## GLOSARIO

AVC	Adaptación a la variabilidad climática
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CC	Cambio climático
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
ENA	Estudio Nacional del Agua
ENOS	Fenómeno El Niño/Oscilación del Sur
FIME	Planta de tratamiento de filtración en múltiples etapas
GEI	Gases de efecto invernadero
GIRH	Gestión Integrada de Recursos Hídricos
GWP	Asociación Mundial para el Agua
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.
IDRC	International Development Research Centre
IPA	Índice Pobreza del Agua
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
JAC	Junta de Acción Comunal
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SI	Sistema de información
VC	Variabilidad climática
ZCIT	Zona de Confluencia Intertropical

## RESUMEN

*El clima puede ofrecernos o denegarnos lo necesario para vivir en todas partes del mundo. Puede propiciar una mayor producción de alimentos, pero también puede provocar estrés hídrico extremo, hambre, altos niveles de pobreza e incluso pérdida de vidas humanas (OMM, 2009).*

La variabilidad climática está teniendo un impacto significativo en las reservas de agua y en la duración e intensidad de las estaciones secas y húmedas en Colombia y en muchas otras regiones de América Latina. Esta variación ha exacerbado los desastres siconaturales y con ello se ha deteriorado la calidad de vida de los habitantes especialmente la población rural, afectando de manera directa los sistemas de abastecimiento de agua desde la fuente hasta el usuario. Bajo este panorama, se ha incrementado la necesidad de plantear estrategias de adaptación a la variabilidad climática, que respondan a los cambios actuales y futuros y que minimicen la vulnerabilidad de las comunidades rurales y de sus sistemas de acueducto.

La presente investigación se enmarca en el proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural: el papel de la gobernanza"; financiado por la agencia canadiense International Development Research Centre- IDRC y ejecutada por el Instituto Cínara de la Universidad del Valle y la Fundación Evaristo García. Dicho proyecto tiene como objeto central generar y utilizar indicadores y datos sobre la gobernanza del agua en los Andes colombianos, con el fin de proporcionar opciones viables para las comunidades locales y los proveedores de agua, para monitorear y mejorar su desempeño en la gestión del agua.

Esta investigación se llevó a cabo en tres localidades de la zona rural andina colombiana, localizadas en el departamento del Valle del Cauca: Golondrinas, La Sirena y Asocascajal, en las cuales se trabajó con las juntas administradoras de los acueductos rurales como unidad de análisis. Como pilares de esta investigación se tuvieron los principios de equidad en el acceso al agua, eficiencia del sistema de acueducto, reducción de la pobreza y enfoque de género; con base en esto se analizaron las estrategias de adaptación identificadas en diferentes contextos que han sido implementadas por las juntas administradoras de los acueductos y los indicadores ambientales y socioeconómicos medidos en cada comunidad. La temática central abordada en esta investigación, correspondió a la variabilidad climática, la cual fue el hilo conductor para el desarrollo de esta investigación. El objetivo principal se orientó hacia la formulación de una metodología participativa que facilite la adaptación a la VC y CC en acueductos rurales, tomando como casos de estudio las tres comunidades mencionadas anteriormente; para lograrlo se realizó una revisión de literatura sobre las estrategias de adaptación implementadas a nivel mundial y a escala rural, con el fin ampliar la visión y el análisis de las estrategias de adaptación identificadas en el terreno y de los indicadores medidos. El análisis de estos indicadores fue realizado de manera comparativa con el propósito de argumentar cada fase de la metodología, de tal manera que ésta sea aplicable y replicable en comunidades a nivel rural. Como resultado principal se propuso una metodología de adaptación a la variabilidad climática en acueductos rurales, compuesta de cinco fases.

**Palabras claves:** *adaptación, eficiencia de los sistemas, enfoque de género, equidad en el acceso al agua, indicadores ambientales y socioeconómicos, metodología participativa, reducción de pobreza, variabilidad climática.*

## INTRODUCCION

Hasta hace algunos años el tema del calentamiento global era preocupación de sólo un grupo de investigadores; en la actualidad, y ante las rotundas e inminentes evidencias disponibles, los temas de cambio climático (CC) y variabilidad climática (VC) se han puesto en la mesa de discusión y decisión en todos los niveles. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático - IPCC en el año 2007, declaró que el CC es atribuible a las actividades humanas. Esto afecta la vida en toda su dimensión. Entre sus principales evidencias están el aumento de la temperatura, deshielo de los polos y glaciares, aumento del nivel de océanos y mares, incremento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos, desastres naturales, deterioro de los ecosistemas, detrimento de la calidad de vida, escasez del recurso hídrico, deterioro de la calidad de las fuentes de agua, baja disponibilidad de los recursos naturales, disminución de la seguridad alimentaria, enfermedades y encarecimiento del costo de vida (Samaniego, 2009, Feo *et al.*, 2009). Por su parte, la VC se refiere a las variaciones en las condiciones climáticas medias, y otras estadísticas del clima (como las desviaciones típicas y los fenómenos extremos, entre otras), en todas las escalas temporales y espaciales que se extienden más allá de la escala de un fenómeno meteorológico en particular (Quintero *et al.*, 2012).

A nivel mundial, la evaluación de la política del agua ha sido desarrollada mediante la aplicación de criterios o principios de adaptación al cambio climático, los cuales están relacionados con la equidad y la eficiencia (Neil Adger *et al.*, 2005). Incorporar ambos principios es fundamental a la hora de plantear estrategias para una exitosa adaptación a la variabilidad y cambio climático. *La equidad* se centra en la distribución equitativa de los recursos independiente de la capacidad económica de los grupos sociales. En el caso de la distribución del agua para abastecimiento humano, una asignación equitativa sugiere que todos los hogares, independientemente de su capacidad de pago, cuenten con este servicio. Para lograrlo, el estado deberá subsidiar dichos costos o adoptar una estructura de precios diferenciales según los ingresos y, de esta manera reducir las desigualdades en la distribución de recursos existentes que minimicen las vulnerabilidades de las comunidades (Dinar *et al.*, 1997). Por su parte, *la eficiencia* puede referirse a dos aspectos, el técnico y el económico. La eficiencia técnica de los sistemas de distribución se mide comparando el agua que se trata en el sistema en relación con los consumos medidos en las viviendas, mientras que la eficiencia económica hace referencia al máximo beneficio obtenido por la utilización de los recursos y por la producción de los mejores rendimientos en todos los sectores (Dinar *et al.*, 1997).

En la gestión integrada del agua y en el trabajo por una adecuada y exitosa adaptación a la variabilidad climática, no pueden dejar de considerarse los procesos de reducción de pobreza y enfoque de género, sobre todo en países en desarrollo, los cuales deben estar basados en marcos normativos claros y acordes a las condiciones de cada zona. Con estas consideraciones se espera lograr que el trabajo a diferentes escalas del sector agua aporte significativamente a la construcción metodológica de estrategias de adaptación, que faciliten la comunicación entre los usuarios y administradores de los acueductos rurales con instituciones gubernamentales, de tal manera que propenda por el bienestar social y comunitario.

Los países en desarrollo se caracterizan por su alta vulnerabilidad a la variabilidad del clima, siendo el sistema de acueducto uno de los más propensos a enfrentar los cambios por este fenómeno, debido a que los efectos de la VC sumados al uso inadecuado de los recursos naturales puede desencadenar un detrimento progresivo de la microcuenca, deterioro de la infraestructura y por consiguiente déficit de agua. Paralelo al incremento de las amenazas climáticas, se evidencia un incremento de los daños y costos socioeconómicos asociados, debido a las condiciones de vulnerabilidad de las personas; entendiéndose este concepto como la susceptibilidad física, económica, política o social de una comunidad cuando es afectada por una amenaza (Quintero *et al.*, 2012). El riesgo y la vulnerabilidad se incrementan si se tienen en cuenta las limitaciones económicas, técnicas, políticas y de gestión de recursos, dado que estos son aspectos claves del desarrollo que facilitan la adaptación a la variabilidad del clima. En Colombia y América Latina, la variabilidad climática tiene un impacto significativo sobre el recurso hídrico, las reservas de agua y la intensidad de las estaciones seca y húmeda. Por esta razón es indispensable proponer en la mesa de discusión y concertación la necesidad de la población para adaptarse no solamente a las épocas de sequía y escasez de agua sino también a las inundaciones, avalanchas, deslizamientos, y a los daños colaterales que estos fenómenos traen consigo.

En Colombia, la regulación del agua en general es planificada y/o diseñada desconociendo las condiciones locales y las necesidades principales domésticas y productivas de pequeña escala de sus habitantes. La zona rural padece las consecuencias con una asignación y acceso al agua de manera inequitativa; lo que a su vez genera conflictos sociales, presión sobre los recursos naturales e inconformidad por los servicios prestados, ocasionando una baja sostenibilidad y eficiencia de los sistemas tecnológicos locales.

Esta propuesta de investigación tiene como producto plantear una metodología participativa de adaptación a la variabilidad climática en comunidades rurales, que pueda ser aplicada por las comunidades y de manera opcional con el apoyo institucional; que considere los principios de evaluación de equidad en el acceso al agua, eficiencia de los sistemas de acueducto, enfoque de género y reducción de pobreza, a partir del análisis de las condiciones ambientales y socioeconómicas vivenciadas en las comunidades de Golondrinas, La Sirena y Cascajal.

Este documento presenta en el capítulo 1 la problemática identificada asociada al desconocimiento de información esencial ambiental y socioeconómica necesaria para reducir su vulnerabilidad ante la variabilidad climática, y a la falta de herramientas fundamentales por parte de los usuarios y administradores de los acueductos de Golondrinas, La Sirena y Cascajal, para una exitosa adaptación a la variabilidad del clima, además de la evidencia y alcance de la investigación; en los capítulos 2 y 3 se presentan antecedentes y justificación; el capítulo 4 desarrolla el marco teórico basado en los conceptos de Gestión Integrada del Recurso Hídrico GIRH, variabilidad climática, cambio climático, adaptación, indicadores y principios de evaluación; posteriormente en el capítulo 5 se presenta un marco referencial, en el cual se describen generalidades de los sitios piloto; los objetivos del estudio se muestran en el capítulo 6; y del capítulo 7 al capítulo 9, se dan a conocer al inicio de cada capítulo las actividades realizadas (metodología) para el cumplimiento de cada objetivo y los resultados y análisis respectivo; al final del capítulo 9 se presenta la propuesta metodológica participativa para la adaptación a la variabilidad climática como producto de esta investigación y conclusiones.

## 1. PROBLEMÁTICA

Las comunidades rurales en el Valle del Cauca y más específicamente los administradores/usuarios de los sistemas de los acueductos de Golondrinas, Cascajal, y La Sirena, localizados en la zona rural del municipio de Cali, a pesar de tener conocimiento sobre las condiciones ambientales y socioeconómicas de su entorno, no cuentan con información esencial medida para lograr el diseño de estrategias exitosas para la adaptación a la variabilidad climática.

Las medidas implementadas actualmente, se plantean a escala nacional, por lo cual, la zona rural no se ve reflejada en las acciones y/o estrategias que apuntan a metas claras de adaptación. Esto sugiere, la necesidad de diseñar métodos acordes a los contextos rurales reales, que guarden armonía con las condiciones ambientales y socioeconómicas, que le permitan a las comunidades adaptarse a los efectos de la VC en todos los aspectos del abastecimiento de agua, con el fin de garantizar la equidad en el acceso al agua, eficiencia de los sistemas de acueducto, reducción de la pobreza en la población usuaria y en los sistemas e incrementar la participación de la mujer en los procesos administrativos y de toma de decisión. A partir de la implementación de estas estrategias de adaptación se pretende reducir efectos negativos que afectan directamente el abastecimiento, entre ellos se menciona: el deterioro de la calidad y cantidad del agua en las microcuencas abastecedoras, la dificultad en el desarrollo de las actividades domésticas y productivas de los habitantes y en el desarrollo de las localidades y como consecuencia limitaciones en una adecuada, balanceada y efectiva comunicación entre actores.

### 1.1 Evidencia del problema

La variabilidad del clima, está teniendo un impacto significativo en las reservas de agua y en la duración e intensidad de las estaciones secas y húmedas en Colombia y en muchas otras regiones de América Latina. Cambios previstos en las precipitaciones en la región andina, debido a esta variabilidad son el aumento de las precipitaciones en la temporada de lluvias y disminución durante la estación seca (Vuille *et al.*, 2008). La escasez de agua se produce tanto durante la estación seca debido a la poca lluvia, como durante la temporada de lluvias debido a las tormentas torrenciales que producen deslizamientos de tierra y la erosión del suelo que se traducen en cargas de sedimentos en la corriente de agua (Samaniego, 2009). Se reconoce que los grupos más pobres y vulnerables son los que experimentan de manera desproporcionada los efectos negativos de esta variabilidad en el siglo XXI, y que el impacto más probable de este fenómeno, está en los países en desarrollo donde la dependencia por los recursos naturales es mayor (Rodríguez *et al.*, 2010).

Según el Informe de Desarrollo Humano del año 2011, en Colombia la población rural alcanza el 32% del total de habitantes, sin embargo, existe un desequilibrio entre lo urbano y lo rural, en lo referente a la pobreza. Las cifras del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – NBI, muestran que en promedio, la pobreza en los municipios con alta ruralidad es 2,3 veces mayor que en los centros urbanos, lo cual marca una diferencia en las condiciones de vida de los habitantes, en el acceso a los servicios públicos, condiciones de vivienda, baja escolaridad y escasas posibilidades de generación de ingresos y empleos dignos. Lo anterior, sugiere mayor vulnerabilidad de la población pobre a sufrir los efectos de la VC y con ello el detrimento de su calidad de vida (PNUD, 2011a).

La regulación del agua a escala nacional es generalmente diseñada sin tener en cuenta los contextos rurales; como consecuencia de esto se presenta el acceso inequitativo al agua, que a su vez crea tensiones y conflictos entre las comunidades, las actividades económicas y el incremento de la presión por el recurso hídrico. La VC, ha comenzado a exacerbar estos problemas a través de la notable reducción de la oferta hídrica durante la estación seca y la interrupción del suministro de agua como consecuencia de los daños causados en la infraestructura por avalanchas y/o deslizamientos.

Las comunidades que no tienen un acceso seguro al agua a través de concesiones legales son mucho más vulnerables a los impactos que dicha variabilidad está produciendo sobre el agua. La capacidad de las zonas rurales, tradicionalmente pobres, para adaptarse a las condiciones más variables de disponibilidad de agua, está basada en la capacidad para planificar y enfrentar los impactos de esta variabilidad a escala local, que considere su vulnerabilidad y relación con el sector agua a mayores escalas (municipal, regional o nacional).

Entre la población más vulnerable a los efectos de la VC, están las mujeres, sobre todo de países pobres, las cuales por lo general participan de manera desproporcionada en la agricultura de subsistencia y en la recolección de agua para diversos usos, de modo que las consecuencias adversas de la degradación ambiental las afectan más (PNUD, 2011b).

La medición de las cantidades existentes de agua por parte de las organizaciones gubernamentales, no son suficientes para dar una idea de las fluctuaciones temporales de los flujos, y por lo tanto es de uso limitado para la planificación y la evaluación de la escasez de agua. La creciente demanda y la variabilidad en los recursos naturales por el cambio climático hacen que sea necesario integrar el monitoreo bio-físico e institucional. Instituciones ineficaces que no supervisan e informan de sus problemas en diversas escalas de la gestión del agua, pueden agravar las condiciones de desigualdad de las condiciones más extremas de la cantidad de agua y la disminución de la calidad del agua cada vez más frecuentes (Samaniego, 2009) .

## **1.2 Alcance de la investigación**

La presente investigación tiene como alcance los sistemas de acueductos rurales que abastecen las comunidades de Golondrinas, La Sirena y Cascajal. Este estudio propone una metodología para la adaptación a la variabilidad climática y el cambio climático en comunidades rurales que minimice la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento frente a las amenazas del clima. Dicha metodología está dirigida y podrá ser aplicada por las organizaciones comunitarias encargadas del manejo del agua a nivel rural y como opción viable, puede considerarse el apoyo institucional.

## 2. ANTECEDENTES

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) tiene como función proporcionar una plataforma en la región para la creación de estadísticas comparables sobre el medio ambiente, siguiendo las directrices de la Estadística de Naciones Unidas (UNSD) (Norman *et al.*, 2010). El objetivo particular de los recursos hídricos mediante el uso del Sistema de Contabilidad Ambiental Económica del Agua (SCAEI) es proporcionar un marco conceptual para la información económica del agua que permite un análisis consistente de la contribución del agua a la economía y el impacto de la economía sobre los recursos hídricos.

Iniciativas concretas para mejorar la capacidad de adaptación a la VC y al CC suelen tener lugar en la escala de la comunidad a pesar de las estrechas conexiones entre la capacidad de adaptación a nivel local y los sistemas socio-económicos generales y políticos (Smit y Pilifosova, 2003, Tisdell, 2003). Adaptación a la variabilidad y al cambio climático es probable que se produzca a escala local y la coordinación de los planes de adaptación local con las políticas nacionales se pondrá a prueba a escala nacional, donde la vulnerabilidad es mayor. Esto refuerza la necesidad de comprender la forma en que la información fluye a través de escalas, las barreras que limitan el diseño de las políticas pertinentes a escala nacional y la operación de las políticas a escala local. De la misma manera, es indispensable sostener la relación entre la vulnerabilidad y la adaptación, dado que no es posible hablar de la condición futura, sin tener clara la situación actual de estos dos elementos, es así, como en la propuesta del marco para políticas de adaptación, se considera relevante la evaluación integrada de la vulnerabilidad y la adaptación (actual y futura), de la cual se generan las estrategias para reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad adaptativa a diferentes escalas (Aldunce *et al.*, 2008).

La recogida de datos para crear cuentas ambientales tradicionalmente ha seguido un modelo de tubería, en el que los informes científicos de evaluación se producen en una escala y son canalizados por los responsables políticos. Problemas de escala en la gestión de las situaciones ambientales han sido motivo de preocupación desde hace muchos años, particularmente en relación con la falta de correspondencia entre los límites de los sistemas ambientales y humanos (Holling, 1995, IPCC, 2007a).

A pesar de las barreras existentes y la ineficiente fluidez de la información y, dado que la evolución de la variabilidad climática y el cambio climático, son ahora unos de los grandes temas de la política mundial y nacional, la adaptación según el cuarto informe del IPCC (2007), es una necesidad inmediata que involucra un conjunto de acciones que significan un ajuste de un sistema natural o humano, como respuesta a los efectos actuales o esperados de estos fenómenos para moderar el daño o aprovechar oportunidades benéficas (Barton, 2009).

Las estrategias de adaptación deben ser desarrolladas de acuerdo con el contexto específico de cada ciudad o región. El caso de Londres es un ejemplo de un proceso de adaptación que surge con el *Climate Change Partnership* formado en 2001, que agrupa más de 30 agencias públicas, entidades privadas y de la sociedad civil (Barton, 2009), las cuales enfatizaron su necesidad en "*futuro – proof*" el desarrollo y construcción de resiliencia a los impactos de cambio climático ahora y

en futuro”, basada en la línea de la Unión Europea con sus cuatro pilares de adaptación: respuesta temprana en nuevas actividades, incorporación en actividades existentes y nuevas direcciones; integración en acciones asociadas con países externos a la Unión Europea; aumento en la capacidad científica integrada; y la necesidad de aumentar la participación de diversos actores en la formulación de respuestas de forma coordinada y comprensiva.

En cuanto a la planificación de la adaptación como clave de la sustentabilidad de ciudades – regiones, se han desarrollado metodologías o estrategias de adaptación, que consisten en la evaluación de la vulnerabilidad (estrés socioeconómico-impactos de la variabilidad climática), desarrollo de estrategias económicas de desarrollo local, planes de desarrollo integral, estrategia nacional de variabilidad climática y evaluaciones locales; posteriormente, la formulación de escenarios para identificar áreas vulnerables, desarrollo de estrategias de adaptación, priorización de acciones y finalmente la construcción del plan de adaptación municipal (Barton, 2009). El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, ha diseñado una metodología de estrategias de adaptación al cambio climático, la cual consiste en seis pasos que deben ser modificados de acuerdo a las condiciones específicas de cada lugar, estos son: 1) definición del problema, 2) identificación de causas, 3) identificación y articulación de normativas, 4) determinación de barreras, 5) formulación resultados esperados y 6) seguimiento y verificación (PNUD, 2010).

Instituciones nacionales relacionadas con los recursos hídricos en Colombia han comenzado a moverse en la dirección de mejorar la contabilidad del agua y con esto la adaptación al cambio climático: por ejemplo, el Ministerio de Medio Ambiente creó en 2007, el Sistema de Información de Recursos Hídricos - SIRH, que constituye el marco institucional para la recogida y notificación de la cantidad y calidad de los datos en todo el país. Responsabilidades institucionales han sido asignadas al IDEAM para el diseño del sistema global que incluye la estrategia de recolección de datos, el mecanismo de transferencia de datos y la estructura del SIRH (incluyendo variables, métodos, protocolos e indicadores). El Departamento de Estadística de Colombia - DANE ha comenzado a trabajar en la creación de métodos y normas para la recolección de datos ambientales. Estos procesos están en sus etapas iniciales y existe la posibilidad de incorporar los principios que son fundamentales para la exitosa adaptación al cambio climático.

Por otra parte, el IDEAM con el apoyo de Conservación Internacional-Colombia, ha coordinado el Proyecto Piloto Nacional de Adaptación al Cambio Climático (INAP), el cual se concentra en que la mayor vulnerabilidad del país son las zonas marinas y costeras, los ecosistemas de alta montaña y la salud humana, este programa aborda como objetivos específicos a) apoyar la protección de los ecosistemas de páramo y la adaptación de las comunidades locales al cambio climático, además de disminuir su vulnerabilidad, específicamente por la disminución de agua; b) desarrollar medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de las zonas insulares costeras e insular del Caribe por el aumento del nivel del mar, la reducción de disponibilidad de agua para las poblaciones locales y la protección de los arrecifes de coral y; c) la prevención y reducción de la vulnerabilidad humana al dengue y la malaria (IDEAM, 2010b).

En muchos países, la mayoría de los pobres rurales viven en áreas expuestas y marginales, situación que puede incrementar los impactos negativos de la variabilidad climática, en los cuales, aún los eventos menores en el clima, pueden ocasionar fuertes impactos desastrosos en sus vidas y

en la fuente de sustento. Entre ellas, se encuentra la agricultura de subsistencia, donde se han presentado grandes cambios en productividad, por la relación existente entre la necesidad del agua para los cultivos (Altieri y Nicholls, 2009). Entre las estrategias de adaptación implementadas por los campesinos rurales, en relación con la problemática que enfrentan, pueden mencionarse: la minimización de las pérdidas en productividad mediante el uso incrementado de variedades locales tolerantes a la sequía, cosecha de agua, policultivos, agroforestería, desyerbe oportuno, colecta de plantas silvestres y una serie de otras técnicas (Altieri y Nicholls, 2009).

A nivel rural, la Superintendencia de Servicios Públicos ha puesto en marcha el Sistema Único de Información Rural – SUIR, que si bien, no es una medida de adaptación al cambio climático, es una herramienta de control de los servicios públicos que promueve y asegura la prestación de un mejor servicio de acueducto, alcantarillado, aseo, energía y gas en la zona rural colombiana. La recaudación y consolidación de la información en materia técnica, comercial y operativa de las asociaciones prestadoras de servicios públicos, permite conocer el estado y funcionamiento de estos en el campo, con lo que se pretende identificar falencias y deficiencias a tiempo, que directa o indirectamente contribuyen a lograr una adaptación.

Esta investigación se enmarca en la necesidad de aportar una metodología acorde a las condiciones ambientales y socioeconómicas de cada sitio del estudio, que facilite la adaptación de los acueductos y habitantes a la variabilidad climática, de tal manera que las comunidades tengan las herramientas y la información clave para mejorar los canales de comunicación con las instituciones encargadas del control y manejo del recurso hídrico. Para el desarrollo de esta propuesta se han seleccionado como sitios piloto tres acueductos localizados en la zona rural y periurbana del municipio de Cali: Golondrinas (corregimiento de Golondrinas), Asocasajal (corregimiento El Hormiguero) y La Sirena (Comuna 19 Sector La Sirena). En estos se han detectado amenazas en los sistemas de abastecimiento, como por ejemplo, la escasez de agua, inadecuados usos del suelo en la parte alta de las microcuencas y contaminación de los suelos por inadecuada disposición de aguas residuales y residuos sólidos; que a su vez incrementan el riesgo y la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento para la adaptación.

### 3. JUSTIFICACION

La información histórica existente sobre los efectos de la variabilidad y cambio climático en América Latina y el Caribe es limitada, se tienen datos sobre las variaciones de las precipitaciones y la temperatura, el aumento de los fenómenos meteorológicos extremos, incremento del nivel del océano y la reducción de las reservas de agua de los glaciares (Samaniego, 2009). Estos cambios repercuten en diferentes sistemas, entre ellos, el sistema agrícola, silvicultura y los ecosistemas, el sector de los recursos hídricos, la salud humana y los asentamientos humanos, industria e infraestructura. Además, se han presentado eventos como el incremento de enfermedades (dengue y la malaria); pérdidas económicas a causa de fenómenos naturales extremos, aumento del proceso de degradación por cambio de uso del suelo en todos los países, disminución del balance de masa glaciar en Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia; reducción de la capa forestal en la Amazonía y en aumento de especies en peligro de extinción (Colombia 11%), entre otros (Samaniego, 2009).

Entre los efectos más contundentes están los episodios meteorológicos como el ENOS (Fenómeno de El Niño y La Niña) presentados entre 1982 – 1983; 1997 – 1998 y 2010 – 2011, el cual consiste en una fase cálida (El Niño) y una fase fría (La Niña), que se presenta en la franja tropical del océano pacífico. Este fenómeno es considerado un caso típico de la VC, incluso más fuerte que el mismo CC en países del trópico, que presenta una interacción entre la escala anual e interanual en la hidrología colombiana, siendo considerado el más importante con relación a otros fenómenos hidroclimatológicos (Poveda *et al.*, 2001, Quintero *et al.*, 2012). Diversos impactos asociados a este fenómeno han marcado el desarrollo del país, entre los más relevantes se han considerado las inundaciones y sequías extremas que han afectado severamente la economía colombiana y los sistemas socionaturales.

América Latina, una de las regiones con mayor disponibilidad hídrica y biodiversidad del planeta, presenta una alta fragilidad ecológica frente a la VC; entre 1960 y 1993 se presentaron pérdidas económicas producidas por desastres naturales que ascienden a: inundaciones (13,792 US \$millones) y sequías (9,280 US \$ millones) (Carvajal *et al.*, 2007). De la misma manera en el último siglo la temperatura mundial promedio ha aumentado 0,5°C debido en parte a las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de las actividades antrópicas y a cambios en el uso del suelo y se prevé un incremento entre 1,4 – 5,8°C, para el siglo XXI (Carvajal *et al.*, 2007). Los países en desarrollo y en particular las zonas rurales son más vulnerables a la variabilidad del clima, debido a la escasez de recursos técnicos, financieros y de gestión. Los impactos en el abastecimiento dependerán de la capacidad de respuesta de los sistemas a la demanda de agua, a los cambios en la tecnología, y a la necesidad de desarrollo económico, social y normativo (Carvajal *et al.*, 2007).

En Colombia, alrededor de 20 millones de habitantes viven en áreas entre los 15 y 26 °C de temperatura media, donde pueden tener incidencia el dengue y la malaria, por lo tanto, un aumento de 2 °C en la temperatura aumentará la exposición de la población a estas enfermedades (IDEAM, 2010b). Durante el 2007 alrededor de 200.000 habitantes fueron afectados por eventos de inundación (o colapso del sistema de alcantarillado), cerca de 500.000 personas se vieron afectadas por suspensión del servicio de acueducto como consecuencia de avalanchas, incremento en los niveles de turbiedad de los ríos, taponamiento o colapso de captaciones, y aproximadamente

200.000 habitantes sufrieron de corte de agua por deslizamiento de suelos y daños en infraestructura (Wilches, 2009).

En el año 2009, en ciudades como Bucaramanga y Cúcuta en temporada seca, se interrumpió el suministro de agua, debido a la baja disponibilidad de oferta hídrica en las fuentes; una situación más crítica se presentó en los municipios de Popayán, Palmira, Buenaventura, Maicao, Santander de Quilichao y Pamplona, en donde hubo un déficit de agua entre el 15% y 30% (Wilches, 2009). La región andina y en algunos casos de manera especial la zona rural, presenta amenazas que sumadas a los efectos de la variabilidad del clima, pueden volverse situaciones más complejas o simplemente desastres naturales, entre los cuales se resaltan las inundaciones (crecientes súbitas), vendavales y tornados (lluvias fuertes), tormentas eléctricas (periodos secos acentuados), sismos y amenazas volcánicas, fenómenos de remoción en masa (fase fría del ENOS), también, deben considerarse los accidentes tecnológicos, el conflicto armado, desplazamientos y las tensiones fronterizas (Wilches, 2009).

La relación VC, CC y pobreza se estrecha cada vez más, sobre todo, cuando se habla de impactos negativos se hace énfasis en la baja productividad agrícola, pecuaria y la disminución de la seguridad alimentaria para la población más pobre; por ello, no se puede desconocer esta relación, la cual generalmente está dada en términos socioeconómicos y percibida como una condición donde la capacidad de sustento de las personas es inadecuada para satisfacer sus propias necesidades básicas y las de sus hijos (GWP, 2006). La variabilidad climática, generalmente afecta a los más pobres, entre los cuales pueden situarse, aquellos cuyo sustento se encuentra continuamente amenazado por sequías e inundaciones graves; los que viven a largas distancias de la fuente de agua, quienes tienen su base natural de sustento sujeta a erosión, degradación o confiscación por parte del estado (por ejemplo, para la construcción de infraestructuras de envergadura) sin la debida compensación, los que se ven amenazados por el deterioro de calidad del agua, falta de continuidad del servicio, o quienes se ven en la necesidad de comprar agua embotellada para suplir sus necesidades básicas (GWP, 2006).

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, en el boletín informativo de principios del año 2013, reveló que la incidencia de la pobreza en el país para 2011 fue de 34,1%; y para el Valle del Cauca una incidencia de pobreza del 30% (DANE, 2013). Por su parte el Departamento Nacional de Planeación, mostró en su informe de Pobreza monetaria y desigualdad de ingresos 2010 – 2012, una incidencia de la pobreza monetaria a nivel rural del 46, 8% (2012) y se menciona que se redujo en 14 puntos porcentuales entre este periodo de tiempo (DNP, 2013).

De esta manera, se observa que la variabilidad y cambio climático son fenómenos reales. Por esto surge la necesidad de construir la adaptación como acciones en toda la sociedad, compuesta por individuos, grupos y gobiernos; y que puede ser motivada por muchos factores incluyendo la protección del bienestar económico o la mejora de la seguridad de los individuos (Neil Adger *et al.*, 2005). El IPCC en el 2001 define la adaptación al cambio climático como un ajuste en los sistemas ecológicos, sociales o económicos que dan respuesta a los estímulos climáticos presentes o esperados y a sus efectos e impactos (Samaniego, 2009). No obstante, para el contexto de esta investigación se hablará de adaptación a la variabilidad climática, debido a que en la franja tropical del océano Pacífico, en la escala interanual, los cambios en el clima, están asociados a épocas de

sequias extremas y altas precipitaciones (fenómeno ENOS), haciendo de la zona rural, una de las más vulnerables a estas variaciones climáticas. La adaptación implica la capacidad de los individuos para adaptarse a los cambios y la transformación de la capacidad de entrar en acción. Por esto la importancia de proponer una metodología que acorde a las condiciones del entorno, facilite la adaptación a la variabilidad climática y, que brinde herramientas para mejorar la comunicación entre los usuarios/administradores de los acueductos y los entes gubernamentales.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 Gestión Integrada del Recurso Hídrico - GIRH

La GIRH es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, el suelo y recursos asociados para maximizar equitativamente el bienestar social y económico resultante, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas (GWP, 2000). La gestión integrada del agua que hace referencia a su conservación, manejo y uso sostenible, parte del conocimiento del recurso, de los diferentes usuarios que lo demandan y de los diversos usos a los que se destina; a partir de este conocimiento se determina la regulación normativa y se establecen los instrumentos económicos y de planificación para que la sociedad en conjunto determine la más óptima asignación del recurso hídrico, así como su administración y manejo, de manera que permita satisfacer las necesidades ecológicas, productivas y sociales (MAVDT, 2004).

De acuerdo al concepto anterior, la GIRH propende por la ejecución armónica y coordinada de las actividades y acciones conducentes a lograr la oportuna disponibilidad del agua para satisfacer las necesidades propias del desarrollo económico y social con sostenibilidad ambiental, con un enfoque más participativo de las diferentes organizaciones, personas naturales y jurídicas cuyo interés sea el agua, sus diferentes usos y beneficios (Alzate y Bolaños, 2008).

Los países en desarrollo se caracterizan por su alta vulnerabilidad a la variabilidad del clima, siendo los sistemas de acueducto rurales algunos de los más propensos a enfrentar los cambios por este fenómeno, debido a que los efectos de esta variabilidad sumados al uso inadecuado de los recursos naturales puede desencadenar un detrimento progresivo de la microcuenca, deterioro de la infraestructura y por consiguiente déficit del suministro de agua potable (Carvajal *et al.*, 2007). El riesgo y la vulnerabilidad se incrementan si se tienen en cuenta las limitaciones económicas, técnicas, políticas y de gestión de recursos, dado que estos son aspectos claves del desarrollo que facilitan la adaptación.

Un aspecto importante que debe incluirse en los procesos de adaptación es la seguridad hídrica, que junto a la GIRH pueden propiciar el logro de los niveles mínimos aceptables para el desarrollo social, económico, ambiental y humano, factores claves en las estrategias de adaptación al cambio climático (Sadoff y Muller, 2009). La Seguridad Hídrica se define como “la provisión confiable de agua cuantitativa y cualitativamente aceptable para la salud, la producción de bienes y servicios y los medios de subsistencia, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua” (Grey y Sadoff, 2007). Alcanzar la seguridad hídrica implica la capacidad de aprovechar el potencial productivo del agua, es decir la destinación del recurso para múltiples usos y limitar su potencial destructivo, el cual se ve afectado por las variaciones de clima global, brindando así, un enfoque para las estrategias de adaptación y un marco para la acción (Sadoff y Muller, 2009).

En este contexto, la variabilidad climática representa una seria amenaza, si la precipitación media declina o las sequías duran más tiempo de lo esperado, seguramente, los suministros de agua domiciliarios podrían estar en peligro; de la misma manera, los agricultores y otros usuarios del agua

enfrentarían amenazas similares. A pesar de esto, el panorama no es desalentador, dado que invertir en la seguridad hídrica es invertir en la adaptación. Dichas inversiones ayudarán a las sociedades a adaptarse al cambio climático en el largo plazo y a manejar los impactos de la variabilidad climática actuales favoreciendo a las poblaciones y a los países más vulnerables en el mundo.

Para lograrlo, la Asociación Mundial para el Agua - GWP, propone trabajar en conjunto por lo que se denomina las tres "I": Información más accesible y adecuada, Instituciones más fuertes y flexibles e Infraestructura natural y artificial para el almacenamiento, transporte y tratamiento del agua; tanto a nivel comunitario, nacional, de cuenca, y a nivel global. Así mismo, la contribución y el papel central de la GIRH para enfrentar los impactos de la variabilidad climática son ampliamente reconocidos. Tres elementos principales de la GIRH justifican esta visión (Buccheri y Comellas, 2012):

- i. Reconoce el ciclo hidrológico y a sus diferentes usuarios de forma holística y tiene como objetivo asegurar la participación de todos los actores con el fin de llegar a un plan integrado, en el que las actividades puedan llevarse a cabo de forma equilibrada.
- ii. Fomenta el desarrollo de instituciones fuertes, que son esenciales en la gestión equitativa y eficiente del agua.
- iii. Es una forma de gestión adaptativa que es inherentemente flexible a los cambios en la demanda y la oferta de agua.

#### **4.2 Cambio climático y Variabilidad climática**

La variabilidad del clima y el cambio climático, son procesos reales que tienen incidencia en los recursos naturales, en sus ecosistemas asociados y en la población. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) en el año 2007, definió el cambio climático (CC) como un fenómeno que puede atribuirse a procesos naturales internos, y/o a cambios inducidos antropogénicos persistentes de la composición de la atmósfera o el uso de la tierra, a lo largo del tiempo; es decir, que el cambio en el clima que experimenta el planeta incorpora el subsistema humano como una de las variables causantes de esta problemática, que ocurre a grandes escalas de tiempo, usualmente décadas (IPCC, 2007a). Siguiendo el planteamiento de diferentes escenarios futuros, ésta problemática tendrá un importante efecto sobre los ecosistemas y las actividades humanas en general, afectando principalmente los países en desarrollo, los cuales tienen mayor vulnerabilidad por sus características geográficas, económicas y sociales (p.e. Glaciaciones, el efecto invernadero, el calentamiento global, entre otros) (Quintero *et al.*, 2012) .

El grupo de expertos IPCC en el año 2007, define que la variabilidad climática (VC), corresponde a fluctuaciones del clima, en todas las escalas temporales y espaciales que se extienden más allá de la escala de un fenómeno meteorológico en particular y que genera un comportamiento anormal, que puede ocasionar excesos o déficit de precipitación (p.e. fenómenos naturales como el evento cálido de El Niño y su contraparte fría, La Niña, conocidos conjuntamente como El Niño Oscilación del Sur - ENOS) (Aldunce *et al.*, 2008, Quintero *et al.*, 2012, Torres *et al.*, 2004) (Figura 1).

El fenómeno conocido como "El Niño" y su fase opuesta "La Niña" son la causa de la mayor señal de variabilidad climática en la franja tropical del océano Pacífico, en la escala interanual. Son las componentes oceánicas del ENOS (Oscilación del Sur) que corresponde a la aparición, de tiempo en tiempo, de aguas superficiales relativamente más cálidas (El Niño) o más frías (La Niña) que lo normal en el Pacífico tropical central y oriental, frente a las costas del norte de Perú, Ecuador y sur de Colombia. Por su localización geográfica, Colombia recibe la influencia directa de los procesos que se suscitan en el sistema acoplado océano-atmósfera del Pacífico tropical, asociados al ciclo ENOS, y se ha podido establecer claramente, que la intensidad de los fenómenos "El Niño" y "La Niña" están en relación directa con la magnitud de las anomalías registradas en la temperatura superficial y subsuperficial del océano y con el área que cubren esas anomalías (Poveda *et al.*, 2001).



Figura 1. Esquema representativo de las causas y efectos del cambio climático  
Fuente: (IPCC, 2007a)

A pesar de la diferencia existente entre estos dos conceptos, es importante resaltar que el CC interactúa con la VC, y otros factores no climáticos, lo cual crea una dificultad, a la hora de distinguir claramente entre sus respectivos impactos, sobre todo en regiones donde la influencia de la VC es más fuerte que el mismo CC en las condiciones corrientes del clima, como sucede en países del trópico (Quintero *et al.*, 2012).

En Colombia los mayores efectos de la VC y/o CC, independientemente de la causa que lo origine, corresponden a: el aumento de la escorrentía superficial que a su vez disminuye la capacidad de infiltración del agua en el suelo; los episodios de sequía extrema recrudecen la escasez de agua que

existen en algunas regiones del mundo; el aumento del nivel de mar tendría entre otros, un efecto de contaminación de acuíferos costeros por la intrusión salina, ocasionando inhabilidad de las reservas de agua costeras para el abastecimiento humano; incremento de la presión por el acceso a los recursos hídricos, disminución en la seguridad alimentaria, incremento de la mortalidad en las regiones más vulnerables y encarecimiento del costo de vida (Samaniego, 2009). También, puede considerarse que por las condiciones topográficas, de clima e hidrología del país, éste es propenso a fenómenos de erosión, deslizamientos, avalanchas y amenazas hidrometeorológicas, tales como: crecientes torrenciales, desbordamientos, inundaciones, huracanes y tormentas (Quintero *et al.*, 2012).

En la región andina se cuenta con el 9.5% de las reservas mundiales de agua potable; que abastecen la mayoría de las cuencas de Suramérica y proporciona un gran porcentaje de estabilidad hidrológica del continente que depende de las zonas de recarga de agua (páramos y glaciares), localizados a más de 4000 msnm. Dentro de este contexto, esta estabilidad ambiental está amenazada por los efectos de la variabilidad y cambio climático, los cuales según el informe del IPCC del 2007, están asociados al incremento del margen de temperaturas extremas y aumento de los períodos de lluvias y sequías, lo que agravará los efectos del fenómeno de El Niño así como la intensidad de desastres naturales como inundaciones y sequías (FAO, 2010). A su vez, estas condiciones adversas ponen en riesgo las actividades agrícolas de la población rural, la seguridad alimentaria, y el suministro de agua en las poblaciones de Suramérica (Altieri y Nicholls, 2009).

Frente a esta variedad de amenazas, el aumento del riesgo por la variabilidad climática parece inminente, considerando la vulnerabilidad de la región, país o localidad. En general, traería consecuencias fuertes sobre diferentes sectores productivos, como lo son el sector alimentario, turismo, industrial entre otros, lo que generaría pérdidas económicas y conflictos políticos, sociales y ambientales determinantes (Samaniego, 2009).

En Colombia, el Instituto Nacional de Hidrología y Estudios Ambientales IDEAM, se encarga del diseño de planes nacionales para la adaptación a partir de las condiciones de cada región del país. En el marco del Estudio Nacional del Agua ENA del año 2000, desarrolló la valoración de tres indicadores con los cuales se compara la vulnerabilidad al cambio climático entre los municipios, estos fueron: el índice de escasez de agua, índice de capacidad de regulación del agua y el índice de vulnerabilidad. La combinación de estos indicadores mostró que el 48% de las cabeceras municipales tiene alta probabilidad de sufrir escasez de agua en el año 2025, en condición hidrológica seca. En el estudio se reveló que gran parte de los municipios y regiones del país gozan de un adecuado abastecimiento de agua, acorde a la buena disponibilidad del recurso en la mayor parte del territorio colombiano; sin embargo, debido a la reducción progresiva que experimenta la oferta hídrica en la actualidad, de no tomarse medidas de conservación y manejo adecuadas, para el 2015 y 2025, respectivamente el 66% y el 69% de los colombianos podrían estar en riesgo alto de desabastecimiento en condiciones hidrológicas secas (IDEAM, 2000). Esto tendría implicaciones en el panorama a futuro, dado que puede cambiar considerable y aceleradamente la disponibilidad hídrica, sobretudo en localidades densamente pobladas. Este planteamiento surge a partir del aumento progresivo de la demanda de agua para diversos usos y lo más grave aún, la disminución de la oferta hídrica, atribuida principalmente a las tendencias actuales de la deforestación y a la ausencia de tratamiento de las aguas residuales (IDEAM, 2000).

Por otra parte, el Estudio Nacional del Agua-ENA del año 2010, fundamentó su investigación en el impacto de la variabilidad y cambio climático en las cuencas y en el régimen hidrológico del país, encontrando que, para el caso de la cuenca del río Cauca, las presiones por el uso del agua son muy altas, sobre todo el uso agrícola. Cuando se presenta fenómeno de El Niño, el efecto sobre los caudales de los ríos se expresa en reducciones, y puede superar el 30% con respecto al periodo de referencia. Mientras que, cuando se presenta el fenómeno de La Niña, los efectos son contrarios y pueden presentarse excedentes de caudales con un incremento desde el 12% hasta el 60%, con respecto a un periodo de referencia (IDEAM, 2010a).

### 4.3 Vulnerabilidad

Diversas definiciones de vulnerabilidad suscitan alrededor de las disciplinas que usualmente usan este término; entre ellas se menciona la descrita por (Romero y Maskrey, 1993), que considera que ser vulnerable a un fenómeno es "ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad para recuperarse de ello", así mismo, el Departamento de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (DHA, por sus siglas en inglés) manejaban la vulnerabilidad como el "grado de pérdida de (0% a 100%) resultado de un fenómeno potencialmente dañino (DHA, 1992). Sin embargo, esta definición ha evolucionado; el IPCC en su tercer informe, definió este concepto como el grado en el que un sistema es incapaz de enfrentar los efectos del cambio climático, incluyendo la variabilidad del clima y sus extremos; no obstante, cuando se trata el tema de VC y CC puede adoptarse la definición de vulnerabilidad como la susceptibilidad física, económica, política o social de una comunidad cuando es afectada por una amenaza (Quintero-Ángel, 2007), entendiendo como amenaza los efectos de la VC y CC. Es importante considerar que en los Andes tropicales dada la heterogeneidad espacial de la región y los complejos sistemas, no es fácil identificar las respuestas futuras de distintos sistemas a este cambio, más aún si existen variables como los niveles de pobreza que limitan las capacidades adaptativas de las comunidades, en especial las rurales y que sobre todo son determinantes en la medición de la vulnerabilidad (Barrera *et al.*, 2010).

En general, para la evaluación integrada de la vulnerabilidad en los Andes tropicales se recomienda tener en cuenta un conjunto de variables, que considere la acelerada tasa de cambio del clima, entre las más importantes, se mencionan el contexto social, político, económico, y cultural de los sistemas analizados, con una mirada de género y reducción de pobreza (Barrera *et al.*, 2010).

### 4.4 Adaptación

Numerosas definiciones de adaptación, pueden encontrarse en la literatura. Sin embargo, en el contexto de las dimensiones humanas del cambio global, la adaptación a la variabilidad climática hace referencia al ajuste en los sistemas naturales y de creación humana (hogar, comunidad, grupo, región, país), como respuesta al fenómeno climático y sus efectos actuales o esperados; es decir, ajustes que podrían reducir la vulnerabilidad, moderar los daños ocasionados e incrementar oportunidades y/o beneficios para manejar o ajustarse a una condición cambiante, estrés, amenaza, riesgo u oportunidad; es decir, representa una oportunidad de mejorar mediante la transformación tecnológica, educación, política pública o infraestructura, y aunque se considera flexible no es la

definitiva (Barton, 2009, Quintero *et al.*, 2012, Aldunce *et al.*, 2008). Es importante que la adaptación se incorpore como un elemento estratégico fundamental en la gestión integrada de los recursos hídricos.

El papel de la adaptación debe involucrar la capacidad sociopolítica con la cual se atenúa el riesgo real de incrementar la vulnerabilidad de las sociedades frente a impactos potencialmente devastadores, es decir, esta capacidad se debe construir no solo en lo referente a la gobernanza de los sistemas de suministro de agua potable y saneamiento, sino también en los distritos de riego, industria, acuícolas y de generación de energía hidroeléctrica. Además, la adaptabilidad implica fomentar esfuerzos coordinados y transdisciplinarios en relación con la protección y conservación de las áreas naturales, como bosques, humedales y manglares que tienen un rol elemental en el equilibrio del ciclo hidrológico y la protección frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos (Miralles *et al.*, 2010).

La GIRH considera que las medidas de adaptación facilitan el alcance del uso sostenible del recurso hídrico bajo un contexto de VC y CC donde existen crecientes demandas de agua. Teniendo en cuenta que el fenómeno climático que enfrenta el planeta y que cada vez crece y agrava las presiones sobre los recursos hídricos, la GIRH ofrece mecanismos efectivos de gestión que garantizan cantidad y calidad del agua para consumo humano, tanto de aguas superficiales como subterráneas, así como la distribución equitativa a todos los usuarios, partiendo de las necesidades básicas sociales y ambientales requeridas para el abastecimiento humano, producción agrícola, generación de energía y los usos industriales (Miralles *et al.*, 2010).

La Primera Comunicación Nacional del año 2001, ante la convención marco del cambio climático y recientes estudios han demostrado que los ecosistemas de alta montaña de la zona andina colombiana son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático (IDEAM, 2010b), y aunque, la adaptación se percibe como muy importante para proteger las sociedades contra los efectos de la VC y el CC, las estadísticas revelan un fuerte impacto en los países en desarrollo y las poblaciones pobres (Carvajal *et al.*, 2008). Estos impactos y sus costos económicos asociados conllevan a grandes retos para las proyecciones de desarrollo sostenible en el país. De ahí surge la necesidad de implementar estrategias urgentes de adaptación con participación de sectores privados, públicos nacionales y territoriales. Como respuesta a esta necesidad, instituciones como el IDEAM y PNUD, principalmente han desarrollado programas y/o proyectos piloto en diferentes regiones del país, con enfoque de adaptación y con el agua como eje transversal. En dichos proyectos se han integrado aspectos ecosistémicos, socioeconómicos y de ordenamiento territorial, con los cuales se ha fortalecido la generación de información climática como una de las medidas de adaptación prioritarias para la toma de decisiones. Así mismo, se ha logrado una reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas de alta montaña, marino costeros e insulares y en temas de salud sobre vigilancia y control del dengue y la malaria (IDEAM, 2010b).

A nivel rural, los impactos de estos fenómenos se ven reflejados en los sistemas de suministro de agua potable, y en actividades productivas como la agricultura campesina principalmente. Esta amenaza global ha causado preocupación en los científicos ya que variables climáticas claves para el crecimiento de los cultivos como precipitación y temperatura, serán severamente afectadas e impactarán la producción agrícola. Estas implicaciones suelen ser muy profundas para los

agricultores de subsistencia, afectando su productividad y con esto la seguridad alimentaria. El manejo del riesgo y con ello los mecanismos de adaptación por el campesino rural se derivan del uso de autogestión inventiva, conocimiento experimental, uso de recursos locales disponibles y esquemas de manejo diversificado; necesarios para subsistir (Altieri y Nicholls, 2009). Para lograrlo, la adaptación a la variabilidad climática en microcuencas rurales surge a partir de la formulación de estrategias desarrolladas de manera participativa, considerando a las comunidades y usuarios de los sistemas de acueducto como actores principales; de esta manera, es indispensable basar la adaptación en cuatro principios fundamentales: la equidad en el acceso al agua, la eficiencia de los sistemas de suministro, la reducción de pobreza y el enfoque de género, que evalúan la política del agua y que guardan relación con los objetivos de adaptación.

#### **4.5 Principios de evaluación**

Los criterios más importantes para la evaluación de la política del agua y que guardan relación con los objetivos de adaptación a la VC, según Neil Adger *et al.* (2005), son: (1) La equidad, y (2) la eficiencia. Sin embargo, al mirar la adaptación de las comunidades a los eventos extremos de esta variabilidad no puede obviarse la reducción de pobreza y el enfoque de género que son aspectos o principios importantes para la sostenibilidad de las estrategias de adaptación y de los sistemas de acueductos constituidos.

##### ***Equidad***

*La equidad en el acceso al agua* no está claramente definida, no está claro quién lo define y cómo se podría aplicar en la práctica (Wegerich, 2007). Las políticas gubernamentales hacen énfasis en asignar los recursos "por igual", pero la definición de los términos "justo", o "equitativo" normalmente no aparecen (Syme *et al.*, 1999). Se hizo distinción entre los términos de equidad y justicia procesal. En la psicología social, la equidad está determinado por el equilibrio entre la proporcionalidad (los recursos son distribuidos de acuerdo a la entrada de las personas o merecimiento) y la igualdad (todos deben ser tratados por igual). Los términos se han diferenciado en la literatura de bienestar social, pero no han sido discutidos en relación con la asignación de los recursos naturales. La igualdad se deriva del concepto de equidad como una distribución uniforme, donde todos tienen derecho al mismo nivel de acceso (Kranich, 2005).

En este contexto, para la adaptación, los resultados de la equidad deben identificar quién gana y quién pierde con cualquier impacto o de acuerdo a la decisión política de adaptación. Hoy en día estas evaluaciones han permitido disminuir las desigualdades existentes que alivian un poco las vulnerabilidades subyacentes (Neil Adger *et al.*, 2005).

##### ***Eficiencia***

*La eficiencia* en la gestión del agua puede tener al menos dos interpretaciones: la técnica y la económica. La eficiencia técnica de los sistemas de distribución se mide comparando el agua que se entrega al usuario final con el agua que se trata o se pierde en el sistema de distribución. La eficiencia económica es un término que se ha aplicado al agua, ya que se convierte en un recurso escaso para los usuarios en competencia (Dinar *et al.*, 1997). La máxima eficiencia económica se

alcanza cuando el beneficio marginal de la utilización de los recursos es igual en todos los sectores (Dinar *et al.*, 1997) o cuando las actividades a que se destina el agua producen el mejor rendimiento (Allan *et al.*, 2000).

En Colombia, las legislaciones y/o regulaciones no definen con claridad los principios de equidad, y eficiencia, tampoco son claros en el cumplimiento de estos independientemente de la época del año; por el contrario, se esfuerzan en aclarar que el agua se distribuirá mediante procesos administrativos que terminan descuidando las verdaderas necesidades de las poblaciones. Estas decisiones de distribución suelen ser desiguales sobre todo en tiempo de escasez; las estructuras de poder tienen tendencia a ignorar el colectivo de los actores por lo que la distribución es desigual, pero los efectos son colectivos. Si bien, las leyes, declaraciones y decretos están llenos de términos como "justicia social" y "equidad", éstas se quedan en frases escritas, dado que en el momento de aplicación deberían llevar consigo principios que sustenten estas declaraciones con el fin de evaluar de manera efectiva la ley o política (Tisdell, 2003).

### ***Reducción de pobreza***

Generalmente, la pobreza es definida en términos socioeconómicos y es percibida como una condición donde la capacidad de sustento de las personas es inadecuada para satisfacer sus propias necesidades básicas y las de sus hijos. La razón de esta definición, puede estar relacionada con un acceso deficiente a la base de recursos naturales, la escasez de empleo remunerado, alguna forma de vulnerabilidad particular y el insuficiente acceso a los servicios básicos (salud, educación, suministro de agua y saneamiento, entre otros) (GWP, 2006). Entre los principales enfoques, pueden mencionarse el relacionado con el agua, el cual debe ir más allá del suministro de agua potable y los servicios de saneamiento; para ello, se ha propuesto realizar este análisis con base en la GIRH, que puede prestar mayor atención a las consideraciones sobre equidad en la distribución de los recursos y en los cambios ambientales, atribuidos a la producción principalmente.

Entre los enfoques de la reducción de pobreza y el agua pueden mencionarse: aquellos cuya base natural de sustento se encuentra continuamente amenazada por las sequías o inundaciones graves, aquellos cuyo sustento depende del cultivo de alimentos o de la cosecha de productos naturales y cuyas fuentes de aguas no son fiables o suficientes, los que tienen su base natural de sustento sujeta a erosión, degradación o confiscación por parte del estado (por ejemplo, para la construcción de infraestructuras de envergadura) sin la debida compensación, quienes viven a una larga distancia (definida) de una fuente de agua potable constante y los que deben incurrir en costos para tomar agua de buena calidad microbiológica (GWP, 2006).

En Colombia la situación de pobreza es dramática, se alcanzan niveles hasta del 34% (Sedano *et al.*, 2013); esta realidad, junto al crecimiento de sociedades que no aseguran la preservación de los recursos naturales en un contexto de desarrollo sostenible, ni la equidad social, pueden potenciar la ocurrencia de desastres y dejar amplios sectores con baja capacidad de respuesta ante eventos catastróficos, como los ocasionados por la variación del clima (PNUD, 2011b).

En los últimos años, ha tomado fuerza la visión económica del agua, introduciendo el concepto de "pobreza del agua", que se refiere a las causas que originan la escasez del recurso, y que se

produce básicamente cuando se cumplen tres condiciones: falta de disponibilidad de agua en la fuente, falta de potabilización y escasez de ingresos. Con base en esto, y teniendo como propósito la evaluación de la escasez del agua y la accesibilidad al recurso por parte de las poblaciones pobres, se ha utilizado el Índice de Pobreza del Agua (IPA), propuesto por Sullivan *et al.*, 2003, el cual evalúa de manera integrada el estrés hídrico y la escasez, y permite vincular la oferta hídrica y los factores socioeconómicos asociados relacionados con el acceso y el uso del recurso (Sullivan, 2002). Por ello, integrar el principio de reducción de pobreza a los procesos de adaptación a la variabilidad climática es cada vez más importante, dado que las afectaciones de este fenómeno pueden incrementar las necesidades básicas de los pobladores rurales y con esto la pobreza.

De esta manera el diseño de políticas de reducción de la pobreza deberán considerar la variabilidad climática y por ende las condiciones de cada zona, con el fin de plantear alternativas de desarrollo económico integrales que abarquen diversos sectores a nivel nacional, regional, local, pero sobre todo los lugares más pobres y marginales, de tal forma que se promueva la generación de empleo y con ello el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes rurales (IDEAM, 2010b).

### ***Enfoque de género***

El concepto de género hace referencia a las relaciones entre hombres y mujeres, las cuales son socioculturalmente construidas y determinan roles, responsabilidades y ejercicios de poder (GWA y PNUD, 2003). Aplicar el análisis de género ayuda a las organizaciones del sector agua a distribuir mejor sus recursos para poder atender las diferentes necesidades de mujeres y hombres y grupos marginados. Los enfoques centrados en las personas no siempre garantizan que se tomen en cuenta las perspectivas de género. Por ello, una estrategia deliberada de transversalización del enfoque de género puede ser útil para asegurar que los problemas relacionados con la gestión, asignación y seguimiento de los recursos hídricos sean incorporados en el análisis y la planificación, ejecución y evaluación de los programas y proyectos; y lo que es más importante aún, la transversalización del enfoque de género puede ayudar a generar el cambio institucional y organizacional necesario para garantizar que la igualdad de género se convierta en un compromiso permanente (GWA y PNUD, 2003).

Por lo general este término es asociado a la desigualdad tanto en el poder como en el acceso a las decisiones y los recursos, permitiendo incrementar la discriminación y violación de los derechos humanos de la mujer. Las mujeres y los hombres definen de maneras diferentes sus necesidades en distintas sociedades, a partir de esto se constituyen las relaciones de género, las cuales son construidas por un grupo de instituciones, tales como: la familia, los sistemas legales o el mercado. Las relaciones de género son relaciones de poder jerárquicas entre las mujeres y los hombres y tienden a poner a la mujer en desventaja (Alzate y Bolaños, 2008).

Las amenazas asociadas a la VC y el CC impactan las sociedades de todo el mundo, sin embargo, existen grupos más vulnerables como las poblaciones pobres o grupos marginales, además que puede existir un efecto diferencial entre hombres y mujeres, debido a sus roles sociales, a la desigualdad en el acceso y control sobre los recursos y por la poca participación de las mujeres en la toma de decisiones. Evidencias empíricas muestran que ellas sufren mayores impactos en los desastres asociados a estos fenómenos; y como consecuencia de esto puede reconocerse que el rol

de la mujer en la adaptación es fundamental en la esfera doméstica, laboral y comunitaria (Carvajal *et al.*, 2008).

#### 4.6 Indicadores

Los “indicadores” son definidos como los parámetros o herramientas utilizadas en un proceso evaluativo de cualquier actividad. Normalmente, están asociados en conjunto con variables, de tal manera que resaltan una faceta del objeto de la evaluación. Esto se evidencia en el caso de la ciencia, que al ser multidimensional no puede valorarse como un indicador simple. Es por ello, que cuanto más pequeña sea la unidad a evaluar, más complejo será este proceso (Sancho, 2002).

La literatura menciona el uso de los indicadores como el eje que define la recopilación de los datos necesarios para efectuar el seguimiento de la ejecución de un proyecto y su posterior evaluación (BID, 1997). La información recopilada mediante estos parámetros debe ser muy precisa, para ello, estos deben especificarse con precisión y en todos los niveles de objetivos, dejando claro los niveles de cantidad, calidad y tiempo requeridos. Además, enmarcan las características de las respuestas operativas a los problemas que intenta resolver el proyecto. Proporciona un punto de referencia para la recopilación de datos y una carta de navegación para guiar las actividades de monitoreo y evaluación.

Esta metodología de adaptación se basará en la utilización de sistemas de indicadores ambientales y socioeconómicos para el caso de comunidades rurales, los cuales sirven como herramientas que no solo permiten la recopilación y organización de la información a disposición de los usuarios y administradores de los acueductos, sino que también permiten sistematizar la evaluación ambiental facilitando la toma de decisiones (Manteiga, 2000). La recopilación de esta información en microcuencas rurales de la zona andina colombiana, es fundamental si se considera que la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático se incrementa cada vez más, afectando la fuente abastecedora y por ende el suministro de agua para diversas actividades.

En este contexto, esta propuesta aborda la necesidad de trabajar por la generación de información y el flujo de ésta a través de diferentes escalas del sector agua, aportando metodológicamente estrategias para el conocimiento de las condiciones del entorno en aras de lograr la adaptación a la variabilidad climática, sin desconocer los principios de equidad, eficiencia, reducción de pobreza y enfoque de género mencionados en el marco teórico. Lo anterior, facilitará la comunicación entre los usuarios y administradores de los acueductos rurales con las instituciones gubernamentales, en relación con la vulnerabilidad de sus comunidades frente a los eventos extremos del clima que enfrenta el planeta y que impactan de gran manera y en un amplio rango de sectores rurales de la zona andina colombiana.

## 5. MARCO DE REFERENCIA

Los andes colombianos se localizan entre el Ecuador geográfico y los 10°N, en su mayoría en la franja ecuatorial; aspecto que los expone a la influencia de los Alisios y de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), lo que genera la condición climática de macroescala y por ende mayor vulnerabilidad a las variaciones climáticas (Rodríguez *et al.*, 2010). La variabilidad climática está teniendo un impacto significativo en las reservas de agua y en la duración e intensidad de las estaciones secas y húmedas en Colombia y en muchas otras regiones de América Latina. Los cambios previstos en las precipitaciones en la región andina, debido a este fenómeno son el aumento de las mismas en la temporada de lluvias y la disminución durante la estación seca (Vuille *et al.*, 2008), lo que se ve reflejado de manera fuerte en la escasez de agua en los sistemas de acueducto, para ambas condiciones del estado del tiempo, generando impactos negativos en los ecosistemas, recursos hídricos y en las actividades antrópicas.

La región andina se caracteriza por su amplia variabilidad climática la cual se deriva de la altura sobre el nivel del mar, generando los pisos térmicos que le proporcionan a la región diferentes niveles de humedad, radiación solar y temperatura. Esta es la región del país que concentra la mayoría de la población colombiana (alrededor de 34 millones de habitantes) (CINARA, 2011); por esto, se han desarrollado planes de educación ambiental, seguridad alimentaria, uso eficiente del agua, producción más limpia y sensibilización ambiental encaminadas a garantizar la calidad y cantidad del recurso hídrico, protección de los ecosistemas, fortalecimiento de agricultura y desarrollo sustentable, con el propósito de adaptarse a la VC y CC sin afectar significativamente el desarrollo de la región (CINARA, 2011).

En Colombia la población rural abarca casi el 32% del total de habitantes; el Informe Nacional de Desarrollo Humano del 2011, indica que en las tres cuartas partes de los municipios predomina la población rural, la cual es compleja y no reconocida en los marcos institucionales actuales. No obstante, la falta de oportunidades y la carencia de recursos para una mejor calidad de vida, son aspectos que sumados a la VC, incrementan los impactos en estas sociedades (PNUD, 2011a).

La unidad de análisis definida en esta investigación son los sistemas de acueductos rurales, que abarcan desde la microcuenca abastecedora hasta el usuario del sistema. Conceptualmente, esta delimitación permite estudiar y analizar la gestión de los recursos hídricos, considerando las dinámicas e interacciones entre los factores físicos, bióticos, y antrópicos, en función de la hidrografía y la oferta de servicios ambientales. Es por esto que el análisis de esta unidad debe reconocer los valores e identidades culturales y sociales colectivos que se tienen en las microcuencas, su complejidad y la valoración de la importancia de los equilibrios y funciones del ciclo antrópico del agua, para asegurar una gestión sostenible de los ecosistemas hídricos con una mirada holística (Pulgarín G, 2011). A continuación en la (Figura 2), se presenta la localización de los sitios piloto del estudio y una descripción de los aspectos generales de cada localidad abastecida por los acueductos seleccionados como unidad de análisis.

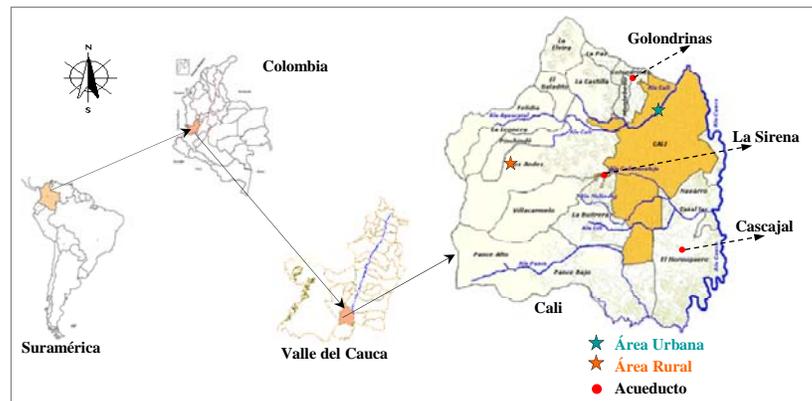


Figura 2. Localización de los sitios piloto del estudio

## 5.1 Generalidades de las localidades

Como marco referencial se presentan aspectos de localización, condiciones ambientales y recurso hídrico, usos del suelo, condiciones socioculturales, económicas de cada localidad. Esta información fue tomada de la caracterización del territorio realizada por las comunidades en el marco del proyecto macro “Adaptación al cambio climático en la Colombia rural: el papel de la gobernanza” (IDRC, 2011). Los sitios pilotos del estudio son tres de los siete acueductos en los que trabaja el proyecto macro. Estos son: Acueducto La Sirena perteneciente a la comuna 19 Sector La Sirena al Sur de la ciudad, Acueducto Golondrinas localizado en el corregimiento de Golondrinas al noroeste y Acueducto Asocascajal localizado en el corregimiento de El Hormiguero.

### 5.1.1 Sector La Sirena

**Localización.** El sector de La Sirena, perteneciente a la comuna 19 de Cali, está ubicado en el sur-occidente de la ciudad, en la ladera de la cordillera occidental. La forma de acceso es por la calle quinta en la ruta hacia los cementerios Jardines del Recuerdo y Jardines de la Aurora, y luego de pasar el río Cañaveralejo. Está localizado a una altura de 1100 msnm y tiene una temperatura promedio de 23°C y un área aproximada de 15 hectáreas.

**Condiciones ambientales y recurso hídrico.** En el año 1986 se construyó la primera bocatoma en la quebrada Epaminondas y dos años más tarde fue necesaria la construcción de las captaciones sobre la quebrada Las Valencias y sobre el río Meléndez, para suplir las necesidades de la población. Los caudales captados son 1,5 l/s, 5 l/s y 11 l/s para las quebradas Epaminondas, Las Valencias y el río Meléndez, respectivamente. Entre las tres fuentes de agua, el río Meléndez es el que mayor nivel de turbiedad presenta en época de lluvias, seguida de la quebrada Epaminondas.

**Usos del suelo.** Las bocatomas están localizadas en el corregimiento de Villacarmelo; tienen un gran porcentaje de área de reserva dentro de la zona rural del municipio. A pesar de esto, en el Plan de Desarrollo para el período 2008-2011, se identificó que no se cumplen las normas de uso del suelo y hay poco control sobre las entidades competentes. Además se mencionó que no hay planes de mitigación de riesgos, se presentan deficiencias en el plan de manejo y ordenamiento de las cuencas hidrográficas. Igualmente se identificó una ausencia de programas de educación y

conservación ambiental y poca apropiación ciudadana. Se advirtió sobre aumentos en la erosión del suelo, cambios en la cobertura forestal y vegetal, disminución de los recursos hídricos, lo que ha afectado gradualmente las actividades productivas, la oferta alimentaria para la región y ha generado un aumento gradual de la pobreza en la zona rural del corregimiento.

**Condiciones socioculturales y servicios públicos.** Según la información suministrada por el acueducto en la actualidad se atienden 690 casas y otras más en los corregimientos de Los Andes, La Buitrera, y en el sector de Los Mangos y San Agustín para un total de 843 usuarios. Herrera (2000) reportó un alto desempleo en el sector, lo cual es una característica común de los sectores suburbanos. En el censo del 2005 no se encuentra información de población en este sector. No existe regulación en los procesos de densificación de viviendas, hay baja cobertura de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, alumbrado público y telefonía), el servicio de transporte es deficiente ya que se presentan sobrecupos, tarifas altas, y automotores en mal estado, el sistema vial es inadecuado debido a la ausencia de vías, el mal estado de las existentes, y la ausencia de señalización.

**Condiciones económicas.** Se identifica que los proyectos productivos actuales son ineficientes, hay poca continuidad, falta de control, evaluación y el modelo de contratación excluye a gran parte de la comunidad. En relación con los proyectos, estos se concentran en pocas familias y hay falta de credibilidad en las instituciones, polarización comunitaria e incremento de la pobreza. Los programas turísticos son deficientes por falta de recursos, no hay infraestructura física para atraer el turismo y no hay un inventario de la oferta turística, por lo tanto se han desperdiciado oportunidades de creación de fuentes de empleo.

### 5.1.2 Corregimiento de Golondrinas

**Localización.** Está ubicado al norte del municipio de Cali, en la cuenca del río Aguacatal, ocupando el 18,7 % de esta cuenca (1046,78 ha). Limita al norte con el municipio de Yumbo, al este con el sector de Chipichape de la ciudad de Cali, al sur con el corregimiento de Montebello, al oeste con el corregimiento de La Castilla y al noroeste con el corregimiento de La Paz. El corregimiento está conformado por la cabecera municipal, El Filo, La María, Fragua, Sector Tres Cruces Alto y Sector Tres Cruces bajo.

**Condiciones ambientales y recurso hídrico.** En cuanto a la situación ambiental, no hay recolección adecuada de basuras, ni programas de prevención y atenuación de los daños que causan los incendios forestales; de manera ilegal se depositan basuras y escombros especialmente por el acceso desde Chipichape. En el abastecimiento, la bocatoma del corregimiento está ubicada en la quebrada El Chocho; la parte alta de esta cuenca está situada en los corregimientos de La Paz y La Castilla. En el plan de desarrollo del corregimiento La Paz, los habitantes de este corregimiento advierten la necesidad de una capacitación a los campesinos para un mejor uso agrícola del agua dada su escasez. Gran parte de la comunidad se encuentra ubicada en zona de reserva, lo que limita la construcción y mejoramiento de viviendas. La comunidad considera necesario concertar con Planeación Municipal una nueva categoría a esta zona, que permita la construcción de nuevas viviendas y el mejoramiento de la infraestructura especialmente para saneamiento básico. El problema de la legalización de predios aumenta la contaminación de las fuentes.

Se presenta desabastecimiento de agua causado por deforestación y uso inadecuado de la tierra en la zona de nacimiento y no hay presencia de autoridades ambientales. Esta fuente es abastecedora de 8 acueductos: La Paz, El Rosario y Lomitas (corregimiento de La Paz); Montebello y Campoalegre (corregimiento de Montebello); Golondrinas (corregimiento de Golondrinas); El Pinar y Las Palmas (corregimiento de La Castilla).

**Usos del suelo.** Los suelos no son potencialmente aptos para la agricultura por las condiciones climáticas y de suelos. La vocación territorial es forestal y de conservación. Las resoluciones 07 y 09 de 1943 del Ministerio de Economía Nacional así lo indican, sin embargo hay actividades mineras para la explotación de carbón, agricultura y ganadería a menor escala, actividades agropecuarias, explotación de carbón vegetal y residencial y no existen restricciones para la agricultura según el POT (2000) tanto para este corregimiento como para Montebello. Por otra parte, el incremento de la población y la ausencia de políticas claras de intervención y sostenibilidad son las causas principales del deterioro de la zona que se evidencia en la calidad y cantidad del recurso hídrico. Hay diferentes usos del suelo en el corregimiento La Paz entre los que se encuentran: forestal, ganadería, cultivos de pancoger (aromáticas en su mayoría, maíz, frijol y tomate). En el corregimiento de La Castilla se encuentran los mismos usos que en La Paz y algunos cultivos de plátano, banano y café.

**Condiciones socioculturales y servicios públicos.** Para el 2005, el corregimiento de Golondrinas estaba conformado por 376 viviendas y habitaban 2349 de habitantes. La densidad de habitantes por hectárea es de 2,2 estando por encima del promedio de los corregimientos de Cali. Se presenta deficiencia en infraestructura, equipos y materiales para énfasis empresarial y técnico (insuficientes aulas, computadores), deficiencias en el manejo del área empresarial por parte de los profesores, y ausencia del SENA. Hay poca dotación salud, débiles programas en salud oral, y mejoramiento de la calidad de vida. Respecto a los servicios públicos, hay insuficiente cobertura de alcantarillado, vías en mal estado y sin alumbrado público en la carretera Cali-Golondrinas.

**Condiciones económicas.** Dado que los suelos de la zona, no son potencialmente aptos para la agricultura, sus habitantes se dedican al trabajo informal y para ello se desplazan a la ciudad de Cali. Sin embargo, se practican actividades mineras para la explotación de carbón, agricultura y ganadería a menor escala y actividades agropecuarias principalmente.

### 5.1.3 Vereda Cascajal

**Localización.** La vereda de Cascajal pertenece al corregimiento de El Hormiguero, el cual está ubicado al sur oriente del municipio de Cali, en el valle geográfico del río Cauca. Su topografía es completamente plana; tiene una altura promedio de 900 msnm y una temperatura promedio de 23°C. Este corregimiento es uno de los más extensos con 5660 ha. Está compuesto por las veredas Flamenco, Cascajal I y II y Pízamos.

**Condiciones ambientales y recurso hídrico.** El acueducto se construyó en 1983 y abastece la cabecera y la Vereda de Cauca Viejo con agua proveniente de pozos subterráneos. La Vereda Cascajal se sirve de dos (2) pozos profundos: uno (1) construido en 1890 y otro en 1994, en el sector de Flamenco. La comunidad manifiesta que ha aumentado la inestabilidad de los suelos

debido al aumento del dragado del río Cauca, que ha profundizado y ampliado el cauce del río. La comunidad considera que el corregimiento no debe seguir siendo considerado como de alto riesgo por inundaciones, argumentando la función de la represa La Salvajina para prevenir estos eventos.

**Usos del suelo.** La mayoría del suelo de Cascajal, es usado para cultivos de caña, los cuales se encuentran alrededor de las viviendas de esta vereda.

**Condiciones socioculturales y servicios públicos.** El corregimiento El Hormiguero es uno de los más poblados con 15,1% de la población de todos los corregimientos (7303 habitantes) al año 2005. Su densidad de población (1,3 habitantes por hectárea) está por encima del promedio para corregimientos (1,1 habitantes por hectárea). En términos generales, la cobertura de acueducto es bastante baja. Se cuenta con energía, aunque no totalmente legalizada, dado que aunque se cuenta con servicio por parte de Emcali, algunas de las viviendas no tienen contadores. No existe tratamiento para las aguas residuales, el cual es un problema compartido con otros corregimientos rurales. Las vías de acceso son deficientes lo que dificulta el transporte.

**Condiciones económicas.** La comunidad identifica la carencia de apoyo institucional, para nuevos proyectos empresariales, evaluación y seguimiento; falta presupuesto para capital semilla y ausencia de gestión comunitaria. La comunidad solicita la legitimización de la actividad minera, cumplir con la normatividad, generar más oportunidades de ingreso y empleo y dignificación del oficio.

## 6. OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos de este estudio, que darán respuesta a la siguiente pregunta de investigación: **¿Cómo pueden las comunidades rurales adaptar sus sistemas de abastecimiento a la variabilidad climática y el cambio climático?**

### 6.1 Objetivo general

Formular una metodología participativa que facilite la adaptación a la variabilidad climática y el cambio climático en acueductos rurales.

### 6.2 Objetivos específicos

Para el desarrollo de estos objetivos, se tomaron como casos de estudio, tres acueductos rurales que abastecen las comunidades de Golondrinas, La Sirena y Asocascajal.

1. Caracterizar las diferentes estrategias implementadas en Latinoamérica para conocer y generar estrategias de adaptación a la variabilidad climática.
2. Analizar indicadores ambientales y socioeconómicos para determinar las condiciones del entorno y del manejo del agua, que permitan obtener información para la adaptación.
3. Determinar las necesidades de información y capacidades de las comunidades para la adaptación a la variabilidad climática, considerando los principios de equidad en el acceso al agua, eficiencia del sistema de acueducto, reducción de pobreza y enfoque de género.

## 7. CARACTERIZACION DE ESTRATEGIAS IMPLEMENTADAS EN LATINOAMERICA PARA LA ADAPTACION A LA VARIABILIDAD CLIMATICA

Con el fin de caracterizar las diferentes acciones que se han realizado para conocer y generar estrategias de adaptación a la variabilidad climática en acueductos rurales (Objetivo 1), se realizaron una serie de actividades descritas al inicio de este capítulo. Posteriormente se presentan los resultados obtenidos y un análisis detallado de lo encontrado, que permite dar cumplimiento al alcance de este objetivo.

### 7.1 Metodología

En primera instancia se realizó una revisión de literatura, sobre la variabilidad climática en el sector agua, los impactos negativos asociados y las diferentes estrategias de adaptación que han sido implementadas en países de Latinoamérica; además, el uso de indicadores como herramienta para medir la situación real del agua en cada contexto, desde el punto de vista ambiental y socioeconómico, de tal manera que la información proporcionada sea útil en los procesos evaluación de los recursos hídricos a nivel local, regional, y mundial; con el propósito de aportar a la resolución de conflictos, ajustes de políticas públicas, toma de decisiones y, en consecuencia a la consecución de las metas de desarrollo del milenio relacionadas con el agua. De la misma manera, se consultó sobre los diferentes indicadores propuestos e implementados que responden a los principios o pilares de esta investigación, tanto a nivel urbano como rural, ellos son: la equidad en el acceso al agua, eficiencia del sistema de acueducto, reducción de pobreza y enfoque de género.

Se efectuaron visitas de reconocimiento a los diferentes acueductos, con el fin de tener un primer acercamiento con los integrantes de las juntas administradoras de los acueductos y líderes comunitarios. De igual manera se llevó a cabo el 10 de abril de 2012, el taller de socialización de la propuesta investigación, en la cual se presentaron los objetivos y el cronograma de trabajo (Fotografía 1).



Fotografía 1. Taller de socialización con los acueductos rurales

Luego de esto, se realizó la caracterización de las estrategias o acciones que han adoptado las comunidades involucradas en el estudio para la adaptación a la variabilidad del clima. Esta actividad fue desarrollada mediante visitas a cada localidad, en las cuales se aplicó una entrevista a personas

integrantes de las juntas administradoras de los acueductos rurales (unidad de análisis de este estudio) y en algunos casos a representantes comunitarios/usuarios del servicio. El formato de entrevista (Anexo 1) consideró preguntas relacionadas con la estructura organizacional de la junta; oferta hídrica; el estado del recurso en cuanto a la cantidad, calidad, continuidad y cobertura; amenazas en la cuenca abastecedora; impactos en el suministro de agua en época de sequía y lluvias; acciones que realiza el acueducto en la cuenca; sistema de acueducto y en las viviendas y establecimientos; la aceptación de estas acciones por parte de los usuarios; los resultados obtenidos; el papel de la mujer en las medidas implementadas y los efectos positivos o negativos en la economía del acueducto y de los habitantes, debido a la variabilidad climática.

A partir de la aplicación de la entrevista, se identificaron si existen o no acciones de adaptación por parte de los administradores del acueducto y habitantes, de qué tipo son, cuándo se implementan, cómo reaccionan los usuarios, si existe o no aceptación comunitaria, y que resultados se obtienen; y, como están siendo implementadas con respecto a la equidad en el acceso al agua, eficiencia del sistema, enfoque de género y reducción de la pobreza. Con esta información se procedió a realizar la caracterización de las estrategias en mención.

Las entrevistas fueron realizadas a las siguientes personas en septiembre de 2013, a continuación un registro fotográfico:

#### **Acueducto Golondrinas:**

Presidenta Junta Administradora Acueducto: Margarita Moreno

Expresidente Junta Administradora Acueducto: Oliverio Suárez

Tesorera: Daciely Gómez

Usuario del sistema: Edinson Suárez



**Fotografía 2.** Entrevista en Golondrinas

Para el caso de Golondrinas, esta actividad fue previamente concertada con los integrantes de la junta administradora del acueducto. La actividad tomó cerca de tres horas. Se destaca, la participación del sr. Oliverio Suárez, expresidente de la junta administradora del acueducto y actualmente usuario y líder de la comunidad; quien con su amplia experiencia en el manejo del acueducto, recurso hídrico y variabilidad climática, realizó aportes significativos en el tema.

### **Acueducto La Sirena:**

Presidente Junta Administradora Acueducto: José Noe García

Secretaria de acueducto: Anyela Torres



**Fotografía 3.** Entrevista en La Sirena

En La Sirena, se programó esta actividad con integrantes de la junta administradora del acueducto, quienes aceptaron reunirse en la oficina del acueducto y dar respuesta a las preguntas planteadas. Se resalta el interés por parte del presidente del acueducto, por participar de estas actividades investigativas en las cuales se muestren los avances de la localidad en el tema agua y se adquieran herramientas para adaptación a la variabilidad del clima y reducción de los efectos negativos de estos fenómenos naturales y antrópicos.

### **Acueducto Asocasajal:**

Vicepresidenta Junta Administradora Acueducto: María Eugenia Labrada

Exintegrante Junta Administradora Acueducto: Yadira Gutiérrez



**Fotografía 4.** Entrevista en Asocasajal

Es importante mencionar, que en este acueducto se presenta una situación transitoria relacionada con la capacidad de gestión y administración de la junta administradora del acueducto. Por ello, la entrevista se realizó a un exintegrante de la organización, con quién se ha trabajado desde hace dos años en el proyecto de Adaptación al CC en la Colombia rural y quién lideraba y gestionaba el manejo del agua en esta vereda. Se presenta una situación difícil con la presidenta actual, dado que

existe un alto grado de desconocimiento sobre la vulnerabilidad de las microcuencas, fuentes abastecedoras y el sistema en general; además, de otros aspectos como falta de compromiso y voluntad para esta labor. Sin embargo, esta investigación consideró pertinente conservar este caso de estudio, por la relevancia del sistema de acueducto desde la fuente hasta el usuario, la vinculación con el proyecto macro y la capacidad de gestión y liderazgo de una de sus ex integrantes. También, se resalta la diferencia existente de este sistema de acueducto en relación con los otros dos casos, en cuanto a la vulnerabilidad y efectos observados a lo largo del tiempo, debido a la variabilidad climática, por ser éste un acueducto abastecido mediante fuente de agua subterránea.

## 7.2 El recurso hídrico en Latinoamérica

Latinoamérica tiene la segunda mayor reserva de agua dulce del mundo, sin embargo, 70 millones de sus habitantes padecen escasez de agua potable y el 13% de la población urbana carece de servicios de saneamiento (Mejía, 2008).

A pesar de contar con esta riqueza hídrica la población que carece del servicio de agua potable alcanza el 39% de la población mundial (Figura 3).

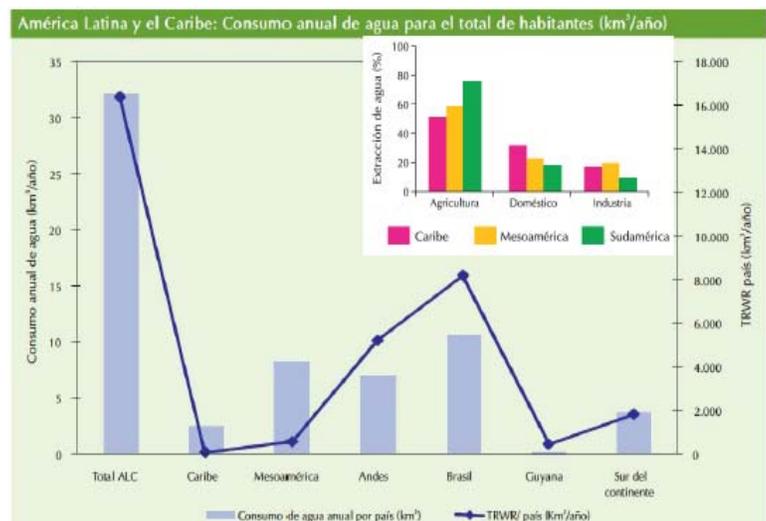


Figura 3. Consumo anual de agua en América Latina y el Caribe  
Fuente: (PNUMA, 2008)

Esta región posee gran cantidad de cuencas hidrográficas compartidas por varios países. Gran parte de los principales ríos como el Amazonas, Orinoco, y Magdalena, tienen más del 30% del agua superficial continental del mundo. No obstante, aunque América Latina es considerada una de las zonas del planeta más rica en agua, tiene una distribución variable y la situación de abastecimiento no es la mejor, la falta de recursos y la apropiación de los mismos para una adecuada gestión del agua, hace que esta riqueza se convierta en uno de los grandes problemas de la región, desencadenando conflictos ambientales, sociales, económicos que deterioran la salud ambiental de los ecosistemas y el bienestar de los seres humanos. América Latina no escapa a esta tendencia de deterioro de su ambiente, sus recursos hídricos y biodiversidad, entre los principales problemas ambientales están: la contaminación del agua, deforestación, aumento de ecosistemas en riesgo, pérdida de áreas naturales, el deterioro del suelo y zonas áridas (23%).

Las principales causas de estos problemas se asocian con los vertimientos puntuales y el uso de agroquímicos, las prácticas agropecuarias, la minería y la deforestación. Aunque también se consideran los cambios en el uso del suelo y la silvicultura, la contribución conjunta de los países suramericanos a la emisión de dióxido de carbono es de solo un 3.11% del total mundial, siendo

Brasil el mayor contribuyente de la región. No obstante, al considerar las emisiones per cápita de todos los gases de efecto invernadero (GEI), el promedio de Suramérica es de 12.4 ton por persona, cercano a las 14.1 ton/persona promedio de los países desarrollados y lejos de las 4.3 ton/persona de los países en desarrollo (CINARA, 2010).

### 7.3 La variabilidad climática en el sector agua

Las actividades humanas, fundamentalmente la quema de combustibles fósiles y los cambios en los usos del suelo, alteran la composición química de la atmósfera al emitir grandes cantidades de GEI. El incremento en la atmósfera terrestre de la presencia de gases, transparentes a la radiación solar y que absorben la radiación de onda larga emitida por la tierra, ha ocasionado aumento del calor solar retenido por la atmósfera, calor que normalmente se irradia de nuevo al espacio, siendo este calor atrapado el origen del cambio climático (IPCC, 2007b).

La variabilidad y el cambio climático y sus posibles impactos sobre los recursos hídricos se han convertido en un tema cada vez más común que integra instituciones y organismos internacionales encargados de la gestión del agua. El IPCC presta especial atención a la relación entre estos temas a través de la publicación del Documento Técnico VI (Bates et al., 2008); en el cual se llega a la conclusión que “los registros de observaciones y las proyecciones climáticas aportan abundante evidencia de que los recursos de agua dulce son vulnerables y pueden resultar gravemente afectados por estos fenómenos, con diversas consecuencias para las sociedades humanas y los ecosistemas”. También se sugiere la necesidad de consolidar las prácticas de gestión hídrica actuales que faciliten contrarrestar los efectos sobre la fiabilidad del abastecimiento, el riesgo de inundación, la salud, agricultura, energía y/o los ecosistemas.

La zona andina concentra un 75% de la población del país con solamente un 6% de recurso hídrico. La presión sobre todos los recursos ambientales es inmensa y será un gran desafío que el desarrollo humano sea sostenible. En la zona andina y Caribe, donde los recursos hídricos son más escasos y dependen de ecosistemas amenazados como los glaciares y los páramos, la presión y el estrés hídrico será mayor y la posibilidad de dejar ecosistemas naturales sin agua es alta. De hecho, esta situación se presenta en muchas cuencas andinas en la actualidad (CINARA, 2010).

Según estudios nacionales (IDEAM, 2010a), pueden definirse como las regiones más vulnerables de Colombia la zona Andina y el Caribe, dado su baja disponibilidad para el abastecimiento, frente al 80% de población del país que habita en ella. En gestión de recursos, Colombia ha mostrado un gran avance en políticas que buscan prevenir y mitigar los efectos de la disminución de oferta hídrica y el cambio climático. Se busca reducir con esto el índice de vulnerabilidad, por medio del desarrollo de planes estratégicos que permitan gestionar el riesgo al que se encuentran expuestas las fuentes hídricas en Colombia, e impulsen un modelo de mejoramiento de calidad de vida para los habitantes.

Al considerar los sistemas de acueducto como el fundamento de la unidad de análisis, y teniendo en cuenta que en un sistema de recursos hídricos se tiene un componente biofísico (el ciclo hidrológico) y un componente social (la relación oferta/demanda de agua), se estudiarán los posibles impactos de la variabilidad climática sobre los componentes del sector agua, que se agrupan en: impactos biofísicos y socioeconómicos (Tabla 1). Los primeros hacen referencia a las afecciones sobre la

hidrología de la microcuenca, la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos; y los segundos consideran los impactos sobre la demanda y los sistemas de explotación del agua (UNEP/IVM, 1998).

**Tabla 1.** Impactos en el sector agua

Clase de impacto	Área afectada	Impacto
Biofísico	Recursos hidrológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios en parámetros climáticos (radiación solar, viento, temperatura, humedad, nubosidad, precipitación)</li> <li>- Cambio en caudales de ríos y aguas subterráneas</li> <li>- Aumento del nivel del mar</li> <li>- Cambio en la humedad del suelo</li> </ul>
	Calidad del Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de caudales y disminución de la capacidad de dilución</li> <li>- Incremento de costos de tratamiento y mantenimiento de unidades de los sistemas</li> <li>- Disminución de la temperatura que provoca reducción del oxígeno disuelto del agua y limita la capacidad de autodepuración</li> <li>- Aumento de las cargas vertidas</li> </ul>
	Ecosistema acuático	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificación del clima que produce cambios en las variables del ecosistema, afectando el hábitat y los factores bióticos</li> </ul>
Socioeconómico	Demanda de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectos sobre las demandas municipales, industriales y agrícolas, sobre todo uso agrícola (prácticas de reuso y uso eficiente de agua)</li> <li>- Agricultura, por el aumento de la evaporación que aumentan la demanda de agua en el riego</li> </ul>
	Reservas*	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efecto de la disminución en la disponibilidad de agua superficial y subterránea</li> <li>- Disminución de agua para consumo y riego</li> <li>- Incrementos en costos de bombeo</li> <li>- Pérdida de humedad de los suelos por evapotranspiración</li> </ul>
	Sistemas de explotación de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se condicionan las decisiones sobre la planificación de los recursos hídricos, diseño y construcción de infraestructura</li> <li>- Limitación del uso del agua, tipo y área de cultivo y operación de embalses y sistemas hidráulicos</li> </ul>

Fuente: \*(CINARA, 2010)

#### 7.4 Indicadores para la evaluación y gestión del recurso hídrico

El uso de indicadores se ha extendido gracias a su función como herramienta de ayuda en la toma de decisiones. En el caso de la gestión del recurso hídrico, los indicadores tratan de representar y relacionar múltiples factores que afectan el uso del agua, así como de establecer criterios comparativos para estudiar los cambios en el sector. La tendencia en la elaboración de indicadores se ha visto reforzada en las Naciones Unidas con la *Declaración del Milenio* en el año 2000 y la aprobación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM); que se componen de 8 objetivos y 21 metas cuantificables supervisadas mediante 60 indicadores. Dentro de los cuales, el objetivo 7

apunta a garantizar el bienestar del medio ambiente y con esto la provisión de los servicios de agua y saneamiento a un porcentaje de la población mundial.

En el sector agua se emplean habitualmente dos tipos de indicadores: ambientales y socioeconómicos. Los primeros se emplean en el análisis y evaluación del estado ecológico de las aguas y en el estudio de la sostenibilidad del uso de los recursos hídricos dentro de los ecosistemas. Los segundos se utilizan en las evaluaciones de recursos hídricos regionales y mundiales, considerando los aspectos sociales, políticos y económicos que afectan o que se ven influenciados por el agua.

Los indicadores ambientales permiten incorporar el conocimiento ambiental a la fase de evaluación y análisis de políticas públicas para su ajuste; con la información proporcionada tratan de representar los fenómenos complejos de este sector de manera completa y comprensible tanto a nivel espacial como temporal, de tal manera que facilite involucrar la gestión eficaz de este recurso a los responsables políticos, en aras de la consecución de las metas de desarrollo del milenio relativas al agua. Según (ONU/WWAP, 2003), los indicadores en el sector agua pueden proporcionar diversos tipos de información:

- i. Descriptiva: reflejan el estado de los recursos y el funcionamiento de los sistemas de aprovechamiento.
- ii. Reveladora de tendencias: la medición periódica proporcionan series temporales que pueden mostrar tendencias que proporcionarían información sobre el funcionamiento de los sistemas o sobre su respuesta a la gestión.
- iii. Comunicación: pueden ser instrumento para comunicar de manera sencilla objetivos y/o resultados.
- iv. Evaluación: mediante comparación del valor de un indicador con un valor de referencia que represente una situación deseable.
- v. Predicción del futuro: se obtiene vinculando indicadores a un modelo, son lo cual se puede extender la serie temporal de valores de indicadores y estimar evolución futura.

Los indicadores ambientales deben estar apoyados en requisitos, entre ellos: i) validez científica, ii) representatividad en el marco de la preocupación ambiental, (iii) fácil interpretación, (iv) respuesta a cambios, (v) comparabilidad en el marco regional, nacional, entre otros. Estos condicionantes marcan las propias limitaciones a las que se enfrentan los indicadores ambientales, una de las principales es la calidad de las estadísticas (Buccheri y Comellas, 2012).

En esta investigación se emplearon indicadores técnicos basados en las mediciones físicas de los recursos hídricos y de sus ambientes asociados, a escala de microcuenca, tratando de evaluar las condiciones ambientales y socioeconómicas como herramientas de análisis que permitieron conocer y describir la situación real de cada sistema de acueducto en cada localidad, a partir de la conceptualización de los principios de equidad en el acceso al agua, eficiencia de los sistemas de abastecimiento de agua, y con una mirada hacia la reducción de pobreza y el enfoque de género.

Está claro que toda propuesta de indicadores se diseña según la necesidad propia del sistema, es decir no existe una receta universal aplicable para cualquier caso, ya sea para monitorear y/o evaluar el avance hacia un proceso de adaptación considerando la GIRH de y la sustentabilidad del recurso hídrico o la solución de una problemática en particular sobre la misma. A continuación se presenta el resultado obtenido de la revisión de literatura, con base en la consulta de indicadores utilizados en diferentes estudios (Tabla 2).

**Tabla 2.** Indicadores utilizados en diferentes estudios en Latinoamérica

Tipo	Estudio	Objeto del estudio/resultado encontrado	Indicador (es)
Indicadores de Eficiencia	(Carrasco <i>et al.</i> , 2007)	Metodología de análisis de sistemas de acueducto. La base para la evaluación del funcionamiento del sistema es el cálculo de la garantía con que se atienden las demandas de agua. Las demandas de un sistema de acueducto pueden agruparse en diversas categorías dependiendo del uso que se dé al agua (abastecimiento, riego, industria, recreación, entre otros) y de su importancia para la cuenca.	- Grado de satisfacción de la demanda: valora la capacidad con la que el sistema atiende sus demandas de agua.
			- Calidad del servicio de la demanda: valora la bondad con que el sistema satisface sus demandas
			- Sostenibilidad del aprovechamiento de recursos: que valora la utilización adecuada o no que se realiza de los recursos hídricos involucrados en el sistema
			- Tasa de agua que sale de la planta contra consumo: valora la eficiencia del sistema de distribución y sus componentes.
			- Tarifas por consumo: que tan sostenible puede ser llegar a ser el sistema por el servicio prestado
			- Continuidad y cobertura del sistema: valora la capacidad del sistema para satisfacer las demandas en espacio y tiempo
			- Potencial de recuperación del sistema: valora la posibilidad de mejorar el servicio de la demanda a partir de medidas de gestión.
Indicadores de equidad en el acceso al agua	(Fernández y Du Mortier, 2005)	Literatura limitada. ¿Cómo mejorar el acceso al agua tratada en poblaciones rurales campesinas?, es la pregunta a estudiar. La presente investigación propone estos indicadores:	- Concesiones de agua en la microcuenca: determina la relación del agua captada por el acueducto en relación con la concesionada, y la dotación teórica con respecto al agua tratada
			- Consumos: valora la relación entre los consumos identificados en la localidad y la relación con la información disponible en la junta del acueducto, además, si existe estratificación como es el consumo a largo de los estratos socioeconómicos definidos
			- Continuidad y cobertura del sistema: identifica cómo está la distribución del agua en la localidad y si existen o no restricciones o cortes en algunos segmentos de la población

Tipo	Estudio	Objeto del estudio/resultado encontrado	Indicador (es)
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarifas por consumo: analiza la distribución del cobro de la tarifa en los diferentes sectores de la localidad, de acuerdo a los usos del agua y sus consumos</li> <li>- Subsidios: analiza la gestión de los acueductos para acceder a los subsidios en el manejo del agua por parte de la empresa privada o pública</li> </ul>
Indicadores de reducción de pobreza	(Guio Leiman, 2012) (GWA y PNUD, 2003)	<p>Literatura limitada.</p> <p>En el desarrollo del proyecto de Sullivan, 2000, se plantearon indicadores con una mirada hacia la reducción de pobreza como estrategia adoptada por las comunidades rurales en la adaptación a la variabilidad del clima.</p> <p>La presente investigación propone estos indicadores:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Continuidad del servicio: visto desde la óptica de disponibilidad del recurso para la realización de actividades domésticas y productivas, y su influencia en la economía del hogar.</li> <li>- Remoción de coliformes totales y fecales: determina la necesidad de invertir recursos en fuentes alternas de agua e incurrir en costos de atención medica por contaminación del agua.</li> <li>- Cobertura y capacidad de almacenamiento: en época crítica o de sequía, como se afecta la comunidad para el abastecimiento.</li> <li>- Tarifas por consumo: analiza si el valor cobrado es acorde a la situación económica de la población y si es equitativo.</li> <li>- Costo del agua perdida: evalúa la situación del sistema y la afectación de esta en la gestión y administración del recurso.</li> <li>- Número de viviendas con sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias: analiza el aprovechamiento de otras fuentes de agua, y la incidencia en la economía del hogar.</li> </ul>
Indicadores de enfoque de género	(GWA y PNUD, 2003)	<p>Hoy en día, acciones como la participación de la mujer en la gestión del agua, le han permitido fortalecer la dignidad, dándole una voz y la opción de elegir. Esto la ha situado en un espacio en el cual, a pesar de la competencia existente en torno al recurso hídrico, la mujer y otros grupos vulnerables pueden exigir el cumplimiento de sus derechos.</p> <p>En el estudio de indicadores de seguimiento y enfoque de género se han encontrado dificultades al investigar los efectos de dichas intervenciones sobre diferentes grupos sociales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El impacto/la eficacia de las actividades dirigidas a satisfacer las necesidades prácticas de las mujeres y los hombres, es decir, adquisición de destrezas nuevas, conocimiento, recursos, oportunidades o servicios en el contexto de sus roles de género existentes.</li> <li>- El impacto/la eficacia de las actividades diseñadas para fortalecer la igualdad de género en materia de oportunidad, influencia o beneficio, por ejemplo, intervenciones puntuales para impulsar el papel de la mujer en la toma de decisiones; creación de oportunidades nuevas para la mujer/el hombre en áreas relacionadas con destrezas no tradicionales.</li> <li>- La participación de la mujer en procesos administrativos y de toma de decisión.</li> </ul>

## 7.5 Definición de estrategias de adaptación

La planificación y el desarrollo estratégico son elementos estrechamente vinculados; sin embargo, mientras el objetivo de la planificación es identificar las actividades concretas, el desarrollo de estrategias pone énfasis en la definición de directrices y lineamientos para lograr dichas metas en el futuro. Las estrategias impulsan la innovación, se guía por visiones y metas y se basa en las posibilidades del futuro.

Los instrumentos de gestión son los elementos y métodos que asisten a los actores públicos en la adopción de decisiones racionales y basadas en diversas alternativas. Estas opciones en general, se basan en decisiones políticas consensuadas, los recursos disponibles, los impactos ambientales y las repercusiones socioeconómicas. Los métodos que pueden emplearse en el análisis de los sistemas pueden ser cuantitativos y cualitativos, los cuales contribuyen a definir y evaluar los distintos desarrollos estratégicos. En este sentido, los métodos propuestos para la evaluación de la vulnerabilidad del sistema al desconocimiento de información esencial por parte de los integrantes de las juntas administradoras de acueducto, para la adaptación a la variabilidad climática permiten identificar desarrollos estratégicos para adaptar el abastecimiento a dicho fenómeno climático.

Para concretar una estrategia de adaptación es indispensable definir un plan de acción, y su formulación implica situar la variabilidad climática en un contexto en el que intervienen numerosas partes y/o actores interesados. Con el respaldo de una metodología rigurosa, las fases para elaborar una estrategia concreta de adaptación podría ser la siguiente:

- i. Evaluar la vulnerabilidad del sistema al desconocimiento de información esencial por parte de los integrantes de las juntas administradoras de acueducto para la adaptación a la variabilidad climática e identificar las estrategias potenciales de adaptación. El análisis de vulnerabilidad es el punto de partida; dado que la información identificada y suministrada por los integrantes de estas organizaciones comunitarias permite la caracterización de las estrategias implementadas por las comunidades para adaptar sus sistemas de acueducto a estos efectos actuales y futuros.
- ii. Identificar y formular las estrategias concretas de adaptación. Se basa en la caracterización de estrategias de adaptación en términos de costos, impactos y barreras potenciales, mediante el desarrollo de criterios para su priorización. La participación de los actores clave es esencial para garantizar que los criterios reflejen las necesidades del sistema, para que la aprobación general sea más sencilla y la implementación más eficaz.

Entre algunas opciones de adaptación habitualmente consideradas a nivel urbano y rural, se tienen:

- i. La reducción de la demanda se ha recomendado por varios autores como un modo de disminuir la vulnerabilidad de la gestión del agua a la variabilidad. Esta permite hacer un mejor uso del agua, reducir los residuos y aumentar la eficiencia económica del sistema. Los servicios de acueducto pueden fomentar la conservación del agua con medidas de ahorro y tarificación (Bates *et al.*, 2008).

- ii. En el sector agrícola se han desarrollado acciones tendientes a disminuir la demanda de agua, tales como: siembras en épocas de mayor precipitación, selección de variedades que se adapten a las condiciones del entorno, acondicionamiento de los suelos, tecnificación en la mecanización de los suelos, implementación de técnicas que preserven biodiversidad de los suelos, y optimización de los sistemas de aplicación de agua a las plantaciones, entre ellas riego por aspersión, goteo, microgoteo, conducción de agua por tuberías que disminuye las pérdidas de agua por evaporación e infiltración. También se han considerado cambios en el manejo de cultivos, sistemas de captura de agua lluvia, programas de cultura del agua y reforestación con especies nativas resistentes a sequías (Aldunce *et al.*, 2008, Ocampo, 2011, Torres *et al.*, 2004)
- iii. Mejorar los mecanismos de mercado que fundamentan las transferencias de agua entre usos, es decir, la existencia de bancos y reservas de agua y el incremento de uso voluntario de agua de arrendamiento pueden aumentar las oportunidades de los titulares con derechos de agua y transferir su uso, esta puede ser temporal durante años secos, mediante el mercado del agua a precios más altos que proporcionan incentivos para la conservación del agua (Brekke, 2009).
- iv. En algunas zonas puede reducirse la disponibilidad efectiva de los recursos hídricos como consecuencia de esta variabilidad, por lo que se puede proponer la construcción de nueva infraestructura para incrementar las reservas actuales de agua, mantenimiento, rehabilitación y flexibilidad de los sistemas ante diferentes variaciones del clima (Brekke, 2009).
- v. Estudiar diferentes fuentes de abastecimiento, esto permite integrar nuevas capacidades de embalse, acuíferos y/o fuentes no convencionales, cuya gestión conjunta pueda satisfacer la demanda total. Esta gestión incluye la reutilización de aguas grises, uso de aguas lluvias, exploración de aguas subterráneas y el tratamiento de fuentes de agua deterioradas para su uso y protección del suministro (Arama, 2008).
- vi. Implementar acciones de restauración y preservación de la cobertura vegetal en las partes altas de las cuencas abastecedoras, con el fin de lograr regulación hídrica natural (Jurado, 2011).
- vii. La Organización Meteorológica Mundial y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1997, mencionan directrices como estrategias de adaptación, aplicables a contextos urbanos y rurales: determinación de tarifas, eficiencia hídrica, mejoras en infraestructura de suministro de agua, políticas agrícolas y la planificación/gestión urbanística. A nivel regional, trabajar por la visión de la cuenca como unidad de gestión de recursos (WMO y UNEP, 1997).
- viii. Algunas de las estrategias propuestas mundialmente, que pueden ser aplicadas a diferentes contextos y escalas (Kundzewicz y Mata, 2004), entre las cuales están: el uso de mecanismos de mercado para aumentar la eficacia del uso del agua; incremento de la habilidad de intercambio entre sectores; incorporación de cambios potenciales en la demanda y oferta, en la planificación y diseño de infraestructura, reubicación de asentamientos fuera de planicies inundables; identificación de formas sostenibles de manejar la oferta disponible incluyendo la superficial y subterránea; restauración y

mantenimiento de fuentes de agua como estrategia de calidad y cantidad; reducción del arrastre de sedimentos y nutrientes; reuso de las aguas municipales previamente tratadas; mejoramiento del manejo del drenaje urbano y promoción de sistemas para recolección de agua lluvia que refuerce suministros de agua; incremento del uso de herramientas para predicción del clima y posibles efectos como el fenómeno del niño y niña; mejoramiento del monitoreo de datos para la modelación climática e hidrológica con el fin de ayudar al entendimiento de los impactos relacionados con agua y posibles estrategias de manejo (García *et al.*, 2011).

## 7.6 Estrategias de adaptación en regiones de Colombia apoyados por IDEAM y PNUD

El IDEAM en la segunda comunicación nacional ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático, en el año 2010, presentó las experiencias obtenidas relacionadas con la adaptación del cambio climático, en las cuales se destacó la importancia de la participación ciudadana a través de los diferentes espacios y mecanismos en la formulación de procesos de adaptación, que faciliten la interiorización de metas y resultados; es decir, que la acción de involucrar a las comunidades desde principio a fin, eduque y sensibilice a sus pobladores con respecto a la necesidad de adoptar medidas de adaptación en aras de preservar su calidad de vida pese a las dificultades y cambio globales que sufre el planeta. Con esto además, se espera un mayor sentido de pertenencia o empoderamiento que se ve reflejado en la sostenibilidad de los proyectos y medidas adoptadas (IDEAM, 2010b).

Para la obtención de resultados adecuados, es necesario integrar las políticas de pobreza al desempeño sostenible de los mayores sectores productivos del país, que también tendrán afectaciones por el cambio climático. Esto tocará aspectos como: la generación de empleo y la integración de sectores marginados de la población en pro del desarrollo del país. A partir de estas consideraciones, es muy clara la necesidad de tener una postura integral que responda a las necesidades inmediatas de las comunidades en todas las escalas, que propenda por la calidad de vida de las poblaciones y del ambiente.

En este orden de ideas, las acciones deberán estar relacionadas con i) el diseño de políticas de reducción de la pobreza considerando el cambio climático; ii) la disminución de la afectación económica por el impacto climático y iii) el fortalecimiento de la organización social. En concordancia con lo anterior, en Colombia se ha desarrollado proyectos piloto de adaptación al cambio climático, los cuales se analizan a continuación (IDEAM, 2010b):

i) *Definición de la vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Año 2003)*. Este proyecto se desarrolló en el marco del Programa Holandés de Asistencia para Estudios sobre Cambio Climático (NCCSAP), y fue ejecutado por el Invemar para estudiar la definición de la vulnerabilidad y de las medidas de adaptación de los sistemas biogeofísicos, socioeconómicos y de gobernabilidad en las costas Caribe y Pacífico de Colombia, en el evento de un posible ascenso en el nivel del mar.

De los avances obtenidos se destacan: la conformación de una Red de Centros de Investigación para la cooperación interinstitucional y el intercambio de información en materia de ciencias marinas y de extensión en la temática de cambio climático; la generación de insumos importantes sobre geomorfología, coberturas, ecosistemas, sistemas productivos y usos de la zona costera, en el Laboratorio de Sistemas de Información LabSIS del Inveemar; la formulación del "Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia" (INVEMAR, 2008); avances en los planes de desarrollo y al riesgo de las zonas costeras en relación con las amenazas naturales que las afectan, además de las medidas de mitigación que han sido incluidas o están siendo involucradas en los planes de ordenamiento territorial (como el POT de Tumaco, Cartagena, y los EOT de Turbo, Necoclí, San Juan de Urabá y Arboletes).

ii) *Proyecto piloto nacional de adaptación al cambio climático (Inap) (Año 2010)*. Este proyecto financiado por el Banco Mundial, enfocó sus acciones en cuatro componentes específicos que resultaron de las conclusiones de la primera comunicación, sobre las variables ambientales y de salud más afectadas: a) generación de información confiable sobre cambio climático; b) diseño e implementación de un programa de adaptación en ecosistemas de alta montaña; c) desarrollo de un programa de adaptación insular continental está a cargo del Inveemar y el desarrollo de un programa de adaptación insular oceánico lo desarrolla Coralina; d) El Instituto Nacional de Salud, busca disminuir la morbilidad de malaria y dengue a través del diseño e implementación de un Sistema Integrado de Vigilancia y Control (SIVCMD) que responda a los posibles cambios en las dinámicas de transmisión y exposición, inducidos por el cambio climático.

De los resultados obtenidos, se ha permitido un avance en la capacidad del país para la producción y difusión de información climática, la elaboración de escenarios de cambio climático y el fortalecimiento de la capacidad técnica y científica. También, se ha promovido el desarrollo de medidas de adaptación claves para reducir la vulnerabilidad del macizo de Chingaza, junto con el monitoreo del área glaciar en los nevados relacionados con el ciclo del agua; la reducción de los impactos negativos en la regulación hídrica de la cuenca del río Blanco por medio de restauración ecológica participativa del paisaje; la adopción de modelos de planificación del uso de la tierra incorporando los impactos del cambio climático en los municipios de La Calera y Choachí, a través de Planes de Vida Adaptativos; además de la adaptación de los sistemas productivos al cambio climático, a través de la capacitación de comunidades locales en agroecología y agricultura orgánica.

iii). *Programa conjunto: integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el macizo colombiano*. Este programa conjunto parte del análisis conjunto del país realizado por el Sistema de Naciones Unidas (SNU) y las prioridades definidas por el gobierno a través del Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. El área piloto fue la cuenca alta del río Cauca en los municipios de Puracé y Popayán y cuenta con 11.219 habitantes aproximadamente, distribuidos en los Resguardos Indígenas de Puracé, Kokonuco, Paletará, Quintana, junto con la comunidad campesina asociada en Asocampo, Asproquintana, sectores campesinos de Poblazón y Paletará. A partir del análisis de vulnerabilidad de esta área se definió trabajar en tres grandes ejes como guía del plan nacional de adaptación:

- Agua segura: en el cual se planteó la construcción participativa de modelos piloto en viviendas y escuelas con tecnologías apropiadas de almacenamiento, manejo y saneamiento del agua;

fortalecimiento de capacidades a las juntas administradoras de acueductos veredales por parte del gobierno; priorización de áreas con capacidad de regulación hídrica; diseño e implementación de acciones de almacenamiento con uso colectivo y familiar del recurso, además de la regulación de corrientes, con base en los impactos las sequías y excesos hídricos; generar apropiación comunitaria de nuevas prácticas sanitarias para manejar los riesgos del cambio climático en la salud; fortalecer capacidad local de monitoreo hidrometeorológico; implementación de sistemas de alertas tempranas y planes locales de emergencias comunitarias y la definición de áreas inseguras debido a amenazas naturales recurrentes.

- Comida segura: se planteó en la necesidad de identificar y desarrollar alternativas de producción y generación de ingresos sostenibles; acciones para mejorar la producción de alimentos y la dieta alimentaria para mejorar niveles de nutrición con prioridad para las mujeres cabeza de hogar; manejo de agroquímicos en la vivienda y escuela (almacenamiento); priorizar la incidencia en el plan municipal de seguridad alimentaria y la incorporación de la gestión del riesgo en el EOT; generar valor agregado con enlaces productivos (Trueque); mejora de la estructura de fondos rotatorios con capacitación para mejores prácticas (capitalización); iniciar procesos de reconversión de usos del suelo con ordenamiento y planificación de la producción agropecuaria que permitan liberar áreas para conservación y conservación hídrica, establecimiento de banco de semillas y parcelas de paso para adaptación climática de material vegetal de propagación y los arreglos productivos de agrosistemas a partir de "buenas prácticas" y enriquecimiento de la biodiversidad en términos de germoplasmas más flexibles o adaptables entre un piso bioclimático y otro.

- Fortalecimiento de capacidades: en la cual se formularon propuestas educativas para el relevo generacional y la preparación ante el cambio climático, empoderando a los jóvenes como agentes de acciones positivas y de cambio; incorporar estrategias diferenciadas con enfoque de género y aspectos étnico-culturales en la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático para facilitar el logro de los ODM; analizar la participación de las mujeres en la toma de decisiones, diseño, promoción de las acciones; fortalecer capacidades en las autoridades regionales, municipales, ambientales y tradicionales con énfasis en la prevención de riesgos y la planificación del territorio.

En el panorama general del territorio colombiano, se ha realizado una gestión ambiental, social y del riesgo adecuado, que ha llevado implícitamente a la lucha por la adaptación. Sin embargo, cuando este proceso no ha tenido en cuenta la capacidad de carga de los ecosistemas, ni sus dinámicas o cuando ha generado inequidades o exclusiones de cualquier tipo, puede llamarse "desadaptación" (Wilches, 2009). Por ello, el escenario de los planes y proyectos para la adaptación deben considerar el enfoque de género, dado que en gran medida la responsabilidad de la educación, de la salud y del hogar, dependen de la mujer y del tiempo y "calidad" que ella esté en condiciones de dedicarle estas actividades; es por esto que la reducción de bienes y servicios ambientales afecta a toda la comunidad, y en especial a la mujer y los menores, debido a que en el momento de una disminución de leña o agua, significa que estos grupos deben invertir más tiempo y esfuerzo para la consecución de estos recursos. Así se consolida la necesidad de desarrollar estrategias y promover espacios de adaptación con enfoque de género e interculturalidad.

Para lograrlo, es conveniente fortalecer el Sistema Nacional Ambiental SINA y el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (o Sistema Nacional de Gestión del Riesgo) e integrarlos de manera efectiva al Sistema Nacional de Protección Social, de tal manera que se logre una verdadera coordinación entre sistemas, evitando generar nuevas estructuras para la “administración” del cambio climático, cuando se debe luchar por una mirada común del país y todos los sectores, en torno al cambio climático y al desarrollo sustentable (Wilches, 2009).

En la zona andina colombiana, las mayores amenazas surgen en torno a los accidentes tecnológicos, conflicto armado, desplazamientos y tensiones fronterizas, que exacerbaban las amenazas naturales y ponen en riesgo las poblaciones y el desarrollo de sus actividades domésticas y productivas de pequeña escala. Es importante resaltar que esta investigación apunta hacia la construcción de una metodología de adaptación a escala local, que guarde armonía con las condiciones del entorno y las necesidades de sus habitantes.

### 7.7 Caracterización de estrategias implementadas para adaptación al cambio climático en los acueductos de Golondrinas, La Sirena y Asocascajal, con base en los principios de equidad, eficiencia, género y reducción de pobreza

#### 7.7.1 Acueducto Golondrinas

A partir de la entrevista realizada a integrantes de la junta administradora del acueducto en el corregimiento de Golondrinas, se obtuvieron los siguientes resultados relacionados con la situación actual del sistema de acueducto y las estrategias implementadas para la adaptación a la variabilidad climática, caracterizadas a partir de los principios evaluados.

El acueducto de Golondrinas fue constituido legalmente en el mes de agosto de 1997; la estructura organizacional que actualmente se tiene se representa en la Figura 4, en la cual se puede observar que existe una buena participación de la mujer en aspectos administrativos y en procesos de toma de decisiones en lo concerniente al manejo del agua en este corregimiento:

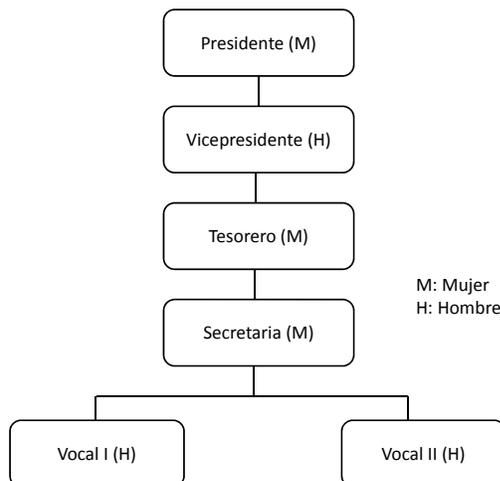


Figura 4. Estructura organizacional Junta Administradora Acueducto de Golondrinas

*Situación actual del sistema de acueducto y efectos de la variabilidad climática y el cambio climático*

En la Tabla 3, se presenta una síntesis de los resultados encontrados a partir de la entrevista realizada en el acueducto de Golondrinas.

**Tabla 3.** Estado actual del sistema de acueducto y efecto de la VC y el CC en Golondrinas

Aspecto	Resultado
Fuente abastecimiento	Superficial: Quebrada El Chocho
Caudal concesionado	3 l/s
Número de suscriptores	495
Usos del agua	Consumo humano y doméstico (principal) y agrícola y pecuario en pequeña escala
Fuentes de agua alternas en las viviendas diferentes al acueducto	Cuatro familias se abastecen de otras fuentes superficiales, conectadas a otros acueductos, agua lluvia para fines domésticos, agua embotellada para consumo
Oferta hídrica y servicio suministro	Cantidad periodos lluviosos: Buena
	Cantidad periodos secos: Regular
	Calidad periodos lluviosos: Mala (por alta turbiedad)
	Calidad periodos secos: Regular
	Continuidad servicio: Buena (se cuenta con almacenamiento domiciliario)
	Tiempo aproximado de servicio: 6 horas
	Cobertura servicio: Buena Porcentaje aproximado cobertura: 90%
Amenazas en la cuenca y microcuenca	Sistema de distribución: Regular Material: RDE 21 – PVC Las redes tienen más de 20 años de uso
	Porcentaje promedio de pérdidas de agua (2012 y 2013): 31% Pérdidas de agua 2012 y 2013 en (pesos/mes): \$800.000 a \$1.300.000
Efectos de la sequía en el servicio de acueducto	Pertenece a la microcuenca de la quebrada El Chocho. - Ganadería extensiva e intensiva en la parte alta de la microcuenca - Ganadería en zona de ladera - Uso inadecuado del suelo - Extracción de agua sin control para uso agrícola - Cambio de uso del suelo, que pasa de cobertura boscosa a ganadería y agricultura - Ampliación de la frontera agrícola, potrerización, erosión de los suelos - Pérdida de la cobertura vegetal - Deslizamientos
Efectos de la lluvia en el servicio de acueducto	-Con sequías prolongadas se presenta reducciones de caudal significativo, el último episodio se presentó entre el 2009 y 2010, esto afectó el suministro de agua y conllevó a tomar medidas extremas -La red de distribución se afecta, dado que al no haber agua en las tuberías, están se llenan de aire y se rompen - Se presenta alta turbiedad en el agua de la fuente, lo cual impide su tratamiento y por ende limita la potabilización. En estos casos se debe suspender el servicio de suministro a la población. - Se deben realizar con mayor frecuencia mantenimientos a la planta de tratamiento de potabilización de agua - Arrastre de sedimentos y taponamiento de la bocatoma - Deslizamientos de tierra que pueden dañar las tuberías de conducción y se debe

Aspecto	Resultado
	suspender el sistema
Efectos de la variabilidad climática en la disponibilidad económica del acueducto	Mayores costos de operación y mantenimiento en las unidades del sistema, desde la conducción hasta la red de distribución. Mayores costos de personal, porque se incrementa el tiempo de trabajo en la distribución del agua
Efectos de la variabilidad climática en la disponibilidad económica de los usuarios del sistema	Los usuarios se ven en la necesidad de comprar agua embotellada para la preparación de alimentos y bebidas.

*Caracterización y análisis de estrategias implementadas para adaptación a la variabilidad climática en el acueducto de Golondrinas*

Aunque son claras las amenazas en la microcuenca abastecedora, son pocas las acciones o intervenciones que se pueden emprender, para la adaptación y reducción de las mismas. Esto se debe a la escasez de recursos económicos para promover alternativas de producción más limpia en la agricultura, por ejemplo, el cambio del sistema de riego que consuma menos agua, que tenga mayor eficiencia (p.e. riego por goteo y/o micro aspersión) y el manejo adecuado de agroquímicos o cambios en las prácticas agrícolas ecológicas (uso de abonos de origen orgánico y/o compostajes). Además, la mayoría de predios son privados, lo cual dificulta la intervención del acueducto en el manejo del recurso en actividades agrícolas y pecuarias. Durante la entrevista se mencionó que se realizó gestión con el municipio para la compra de terrenos como zonas de conservación alrededor de la microcuenca, desafortunadamente, no se obtuvo una respuesta positiva a esta gestión.

A continuación se presenta la caracterización de las estrategias o acciones implementadas por la junta administradora del acueducto en la microcuenca, en el servicio de acueducto y en las viviendas y establecimientos, para enfrentar la variabilidad climática y sus efectos. Las estrategias presentadas, responden al procesamiento y análisis de la información encontrada mediante la aplicación de la entrevista a la junta administradora del acueducto, y a la revisión de literatura previamente realizada.

✓ **Uso de herramientas e instrumentos para conocimiento y estudio del comportamiento de la precipitación**

La variabilidad climática y los efectos del cambio climático son escenarios reales y actuales en el mundo, que afectan de manera drástica los sistemas de abastecimiento de acueductos rurales, sobre todo en los países en desarrollo. El acueducto de Golondrinas, desde hace aproximadamente dos años, está vinculado al proyecto de "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural", por lo que en el marco de esta participación, ha implementado el uso de herramientas e instrumentos para el conocimiento y predicción del comportamiento de la precipitación (pluviómetro) en la parte alta de la microcuenca de El Chocho, con el fin de tener información histórica que facilite la modelación climática e hidrológica de la zona e inferir la tendencia de la precipitación, la cual puede aumentar o disminuir en una época del año. La información recopilada y resultados obtenidos hasta el momento hacen parte de los alcances del proyecto macro.

Aunque es reciente el uso de esta herramienta en esta comunidad, les ha permitido tener una medida comportamiento de la precipitación en la zona, y sobre todo la incidencia directa o indirecta de la época de sequía y de lluvias en la disponibilidad de agua. Entre los principales resultados obtenidos en el proyecto macro, se destaca que se ha documentado a la junta administradora sobre las condiciones biofísicas de la zona, con datos de caudales, precipitaciones, entre otros. Con esta información, se ha logrado mejorar la capacidad de gestión del acueducto con entes gubernamentales, en temas relacionados con la necesidad de reposición de redes por pérdidas de agua y el incremento del caudal concesionado. Hasta el momento, estas solicitudes se encuentran en estudio. La aceptación de esta estrategia es excelente, dado que se tienen expectativas para mejorar la gestión, consecución de recursos y alcanzar niveles altos de equidad y eficiencia del sistema de acueducto.

En cuanto a la reducción de pobreza, a medida en que se puedan generar alertas sobre la sequía y las lluvias extremas, se podrán tomar decisiones a tiempo, con base en un protocolo previo, lo cual evitará la suspensión del servicio de suministro a los usuarios. De la misma manera, esta estrategia puede ser implementada por hombres o mujeres de la comunidad en general e integrantes de la junta administradora, quienes además pueden tener a su cargo la gestión del acueducto con otras instituciones.

✓ **Programas de uso eficiente y ahorro de agua y promoción del uso de fuentes alternas de agua**

Para la implementación de esta estrategia, el acueducto realiza las siguientes actividades:

- Instalación de vallas publicitarias con mensajes alusivos al manejo adecuado del recurso hídrico en las viviendas, priorizando el uso para consumo humano y doméstico
- Mensajes enviados a través de las facturas de cobro, indicando que no hay agua disponible para nuevos suscriptores
- Visitas domiciliarias para hacer revisión de las conexiones hidráulicas domiciliarias y para capacitar a los usuarios en temas de uso eficiente del agua
- Perifoneo para promover el uso del agua lluvia en las viviendas, con fines domésticos

Estas actividades se realizan frecuentemente y han sido bien aceptadas por la comunidad. Aunque se resalta que las visitas domiciliarias suelen ser menos aceptadas. Entre los principales resultados obtenidos, se tiene que la comunidad utiliza el agua lluvia para labores domésticas como el aseo de casa, lavado de vehículos, baños y en algunos casos, se recolecta y se le aplica hipoclorito como medio de desinfección para la preparación de alimentos y bebidas.

Esta estrategia ha sido bien implementada, pero se considera que falta fortalecer este programa de uso eficiente y ahorro del agua, en aras de obtener menores consumos y con esto mejorar la eficiencia del sistema. En cuanto a la reducción de la pobreza, el uso de fuentes alternas mejora la disponibilidad económica en los habitantes y en sistema de acueducto, lo cual es aprovechado para la reparación de daños, fugas y pago de personal en épocas críticas.

✓ **Mejoramiento y control riguroso en unidades y dispositivos (redes) del sistema de distribución y al interior de las viviendas**

Como medida para la adaptación a la VC la junta administradora del acueducto realiza en épocas previas a los periodos de lluvia, el lavado y mantenimiento en las tuberías (abrir las purgas), con el fin de disminuir el taponamiento y rebose de las mismas. También, se realiza de manera frecuente el lavado al desarenador y un seguimiento a los consumos de agua de cada usuario, con el fin de verificar posibles fugas o daños en las instalaciones hidráulicas domiciliarias.

Desde hace seis años, se implementó una tubería de 6" y 4" pulgadas de diámetro en la aducción de agua, con el fin de disminuir la entrada de sedimentos al sistema de abastecimiento. La tubería fue instalada por el Comité de Cafeteros con recursos de la Secretaría de Salud. Entra en funcionamiento, cuando se requiere hacer limpieza a la tubería de aducción que conecta la bocatoma con el desarenador.

Estas acciones de adaptación han dado buenos resultados, por un lado se invierten recursos económicos en operaciones de limpieza y mantenimiento y por otro se evitan daños severos en el sistema y en la red de distribución. Esto ha contribuido a incrementar la eficiencia de sistema y la disponibilidad de recursos económicos en el acueducto y en los usuarios.

✓ **Racionamiento de agua**

En época de sequía y sobre todo con periodos de tiempo prolongados, el acueducto realiza racionamientos de agua hasta por 48 horas. En total en Golondrinas existen 8 sectores. El tanque de almacenamiento tarda un total de 11 horas en llenarse, por lo que se abastecen dos sectores por jornada. Para la selección de los sectores a abastecer, se tiene en cuenta el tamaño del sector y se escoge uno grande y uno pequeño. Esta operación se realiza 4 veces cada 11 horas. Como es de esperarse, esta acción genera conflicto por el agua en la población, dado que no todos tienen conocimiento de los efectos del clima en la fuente, a pesar que el acueducto informa de manera oportuna la situación que se presenta. Esta medida es casi de carácter obligatorio por parte del acueducto, dado que en esta condición del clima la fuente queda casi con el caudal concesionado de 3 l/s, lo cual dificulta captar el caudal necesario para el tratamiento y posterior distribución. Esta se realiza de manera equitativa en toda la población usuaria, y puede llegar a reflejarse negativamente en la disponibilidad económica de los habitantes.

Por ello, los habitantes han implementado sistemas para recolección y aprovechamiento de aguas lluvias y tanques de almacenamiento en promedio con capacidad de 1000 litros en adelante. Además, se han visto en la necesidad de comprar agua embotellada para satisfacer parte de sus necesidades.

### 7.7.2 Acueducto La Sirena

Del trabajo realizado con la junta administradora del acueducto en la localidad de La Sirena, se obtuvieron los siguientes resultados relacionados con la situación actual del sistema de acueducto y las estrategias implementadas para la adaptación a la variabilidad climática, caracterizadas a partir de los principios evaluados.

El acueducto de La Sirena fue legalmente constituido en marzo de 1998, actualmente, su estructura organizacional está conformada de la siguiente manera Figura 5, en la cual puede observarse que el 16,7% está representado por la mujer.

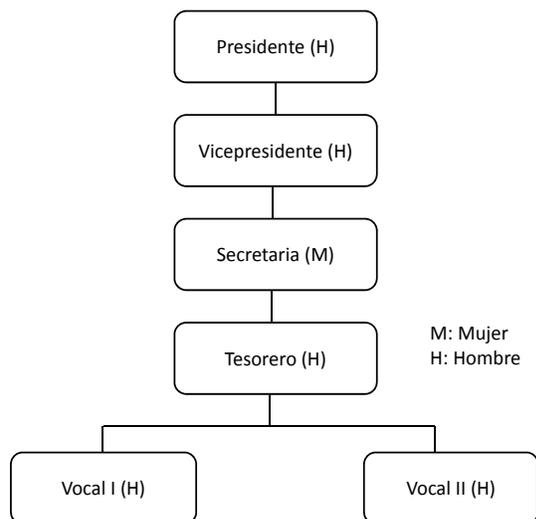


Figura 5. Estructura organizacional Junta Administradora Acueducto de La Sirena

#### *Situación actual del sistema de acueducto y efectos de la variabilidad climática y el cambio climático*

En la Tabla 4, se presenta una síntesis de los resultados encontrados a partir de la entrevista realizada en La Sirena, en relación con la situación actual del sistema de acueducto.

Tabla 4. Estado actual del sistema de acueducto y efecto de la VC y el CC en La Sirena

Aspecto	Resultado
Fuente abastecimiento	Río Meléndez Quebrada Epaminondas Quebrada Las Valencias
Caudal concesionado	18 l/s
Número de suscriptores	918
Usos del agua	Consumo humano y doméstico Uso industrial (2 suscriptores) Uso oficial (3 suscriptores)
Fuentes de agua alternas en las viviendas diferentes al acueducto	Q. San Agustín Q. Cascaribal

Aspecto	Resultado
	Q. Cafetal Río Cañaveralejo Agua lluvia para labores domésticas
Oferta hídrica y servicio suministro	Cantidad periodos lluviosos: Buena Cantidad periodos secos: - Río Meléndez: Buena - Q. Las Valencias: Regular - Q. Epaminondas: Mala
	Calidad periodos lluviosos: Buena Calidad periodos secos: Buena
	Continuidad servicio: Buena Tiempo aproximado de servicio: 24 horas
	Cobertura servicio: Buena Porcentaje aproximado cobertura: 95%
	Sistema de distribución: Bueno
	Pérdidas de agua: 5,249 m <sup>3</sup> /mes En pesos/mes: \$ 2,519,424 pesos
Amenazas en la cuenca y microcuenca	<i>Río Meléndez:</i> - Posible minería oro en la parte alta de la cuenca - Ampliación de la frontera agrícola - Ganadería extensiva  <i>Q. Epaminondas y Q. Las Valencias:</i> - Deforestación - Cambio en el uso del suelo por ampliación de la frontera agrícola - Contaminación por uso de agroquímicos - Tala indiscriminada de bosques - Ganadería extensiva
Efectos de la sequía en el servicio de acueducto	Aunque se baja el caudal en las fuentes de abastecimiento, el servicio de acueducto no se ve afectado, porque se cuenta con tres fuentes de abastecimiento; en esta época, el río Meléndez surte el acueducto.
Efectos de la lluvia en el servicio de acueducto	En episodios de lluvia fuerte, se elevan los niveles de turbiedad, por lo que es necesario parar la operación de la PTAP. Sin embargo, se cuenta con buena capacidad de almacenamiento que reduce el efecto de este impase y no afecta el servicio. En algún momento, en un periodo de lluvia extremo, un deslizamiento arrastró y dañó parte de la tubería de conducción, por lo que hubo necesidad de suspender el servicio de suministro por un periodo de 24 horas. Cuando se presentan daños en la infraestructura, es posible que se requiera hacer racionamiento de agua en la población.
Efectos de la variabilidad climática en la disponibilidad económica del acueducto	Las inversiones en infraestructura son mayores
Efectos de la variabilidad climática en la disponibilidad económica de los usuarios del sistema	Regularmente, se sostiene el servicio por lo que no hay afectaciones directas. Esto se debe a que el acueducto tiene buen almacenamiento de agua y suple las necesidades de la población.

### *Caracterización y análisis de estrategias implementadas para adaptación a la variabilidad climática en el acueducto de La Sirena*

Las amenazas en las fuentes abastecedoras del acueducto de La Sirena tienen una tendencia a crecer en el tiempo; aunque hoy en día no inciden severamente en el servicio de acueducto en época de lluvia y sequía, pueden tener efectos significativos a mediano y largo plazo en la oferta hídrica y en la calidad de las fuentes.

A continuación se presenta la caracterización de las estrategias implementadas por la junta administradora del acueducto en la microcuenca, en el servicio de acueducto y en las viviendas y establecimientos, para enfrentar la VC. Las estrategias presentadas responden al procesamiento y análisis de la información encontrada mediante la aplicación de la entrevista a la junta administradora del acueducto y a la revisión de literatura previamente realizada.

#### **✓ Uso de herramientas e instrumentos para conocimiento y estudio del comportamiento de la precipitación**

De la misma manera que sucede en el acueducto de Golondrinas, La Sirena desde hace aproximadamente dos años, está vinculado al proyecto de "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural", por lo que en el marco de esta participación, ha implementado el uso de herramientas e instrumentos para el conocimiento del comportamiento de la precipitación (pluviómetro) en la parte alta de las microcuencas del río Meléndez, y las quebradas Epaminondas y Las Valencias, actuales fuente de abastecimiento. Si bien, la implementación de estos equipos no se considera como una estrategia de adaptación, la recopilación y probable uso de la información si lo es; dado que a escala rural la obtención de recursos económicos para estos alcances es una labor difícil, con lo cual se espera en el tiempo tener información histórica y documentada para la posible modelación climática e hidrológica de la zona e inferir la tendencia de la precipitación, la cual puede aumentar o disminuir en una época del año.

El uso de esta herramienta es una medida que les ha permitido tener los primeros acercamientos al comportamiento de la precipitación en la zona, y sobre todo la incidencia directa o indirecta de la época de sequía y de lluvia en la disponibilidad de agua. Entre los principales resultados que se han obtenido en el marco del proyecto macro, se destaca la capacitación recibida para el uso de estos equipos y herramientas y para el conocimiento e interpretación de las condiciones biofísicas de la zona, con datos de caudales, precipitaciones, entre otros. Se espera obtener en el tiempo, herramientas para mejorar la capacidad de gestión del acueducto con entes gubernamentales y participar en los procesos de toma de decisiones.

La aceptación de esta estrategia es excelente, dado que se tienen expectativas para mejorar la gestión, consecución de recursos y alcanzar niveles altos de equidad y eficiencia del sistema de acueducto, involucrando la comunidad y despertando el sentido de pertenencia por el sistema.

De acuerdo con los principios evaluados en esta investigación, se tiene que en la medida en que se puedan generar alertas sobre los periodos de sequía y lluvia extremos, se podrán tomar decisiones a tiempo, que evitarán la suspensión del servicio de suministro a los usuarios, lo cual contribuirá a la

reducción de la pobreza para el acueducto y para los usuarios. De la misma manera, esta estrategia puede ser implementada por hombres o mujeres de la comunidad en general e integrantes de la junta administradora, quienes además pueden tener a su cargo, la gestión del acueducto con otras instituciones. Además, se espera plantear estrategias para la protección y conservación de las microcuencas en aras de conservar la oferta hídrica.

✓ **Veeduría para el control de acciones en las microcuencas, restauración y preservación de la cobertura vegetal en la parte alta de las mismas**

Como medio para la conservación y preservación del área de regulación hídrica en las tres microcuencas abastecedoras de La Sirena, la junta administradora del acueducto realiza visitas periódicas con autoridades competentes, con el fin de inspeccionar posibles usos inadecuados del recurso hídrico y del suelo. En estas visitas se han detectado prácticas y/o acciones que ocasionan impacto negativo en las fuentes y que pueden deteriorar la calidad del agua y reducir la oferta hídrica, entre ellas se pueden mencionar: el desperdicio del agua, conexiones fraudulentas, prácticas y manejo inadecuado de aguas residuales, contaminación puntual y difusa por el uso indiscriminado de agroquímicos, tala excesiva de bosques, potrerización, zonas deforestadas para ampliación de la ganadería y ampliación de la frontera agrícola, extracciones de agua ilegales, entre otros. Cuando se detectan estas acciones, se denuncia ante la autoridad ambiental mediante oficio, quienes en algunos casos toman medidas para control de estas acciones, entre las cuales pueden mencionarse la delimitación de áreas de interés para abastecimiento de agua y campañas para reducir el uso indiscriminado de agroquímicos.

El control y/o la inspección periódica en las microcuencas es una medida que contribuye al uso eficiente del recurso hídrico y a la implementación de prácticas de producción más limpia en la agricultura y ganadería; con esto se espera mejorar el acceso al recurso y la equidad y eficiencia en los sistemas de abastecimiento.

Por otra parte, el acueducto realiza gestión ante la autoridad ambiental para la restauración de la orilla de la quebrada Epaminondas, la cual se ha visto afectada por la tala indiscriminada de bosques, que afecta la disponibilidad de agua y su calidad. Como resultado de esta acción, se espera mejorar la oferta hídrica de esta fuente en época de sequía extrema.

Hace 15 años aproximadamente, se convocó a la comunidad para realizar una campaña de siembra de árboles en la parte media de la microcuenca de la quebrada Epaminondas. Participaron alrededor de 50 personas, quienes además realizaron la limpieza de la bocatoma. Esta acción fue financiada por el acueducto. Luego, en el 2011, en la parte media de la microcuenca del río Meléndez, se realizó la siembra de especies arbóreas para la restauración y preservación; esta campaña, contó con la participación de aproximadamente 100 personas y la financiación fue con recursos externos. En las campañas realizadas en las microcuencas, la mujer ha tenido una participación y desempeño importante, que la vincula a la protección del recurso hídrico y el uso eficiente del agua y que ha incentivado el sentido de pertenencia por los recursos naturales y por las fuentes que abastecen sus sistemas de acueducto.

### ✓ Reducción de arrastre de sedimentos en la fuente abastecedora

Como medida para reducir el arrastre de sedimentos en la fuente y posteriormente en el sistema de acueducto, se realizó un mejoramiento a las bocatomas del río Meléndez y la quebrada Epaminondas. Esto consistió en una adecuación a la cámara de captación, la cual fue optimizada como tipo desarenador, es decir, se realizó la construcción de cuatro tabiques que tienen como función evitar el paso de sólidos gruesos y sedimentables y material flotante a la tubería de conducción. Esta obra fue financiada por el acueducto y, entre los resultados obtenidos, se resalta la disminución de sólidos gruesos, material flotante en el sistema, sobre todo en periodos lluviosos, lo cual se ha visto reflejado en la continuidad del servicio, y en la reducción de costos de operación y mantenimiento a las unidades del sistema.

Esta obra fue efectuada en una fase para la quebrada Epaminondas (año 2006) y en dos fases en el río Meléndez (2008 y 2010). Esto ha contribuido a mejorar la disponibilidad de recursos económicos en la administración del acueducto y a mejorar la eficiencia del sistema en diferentes épocas climáticas.

### ✓ Programas de uso eficiente y ahorro de agua y promoción del uso de fuentes alternas de agua

La estrategia de promover el uso eficiente y ahorro del agua en los usuarios del acueducto de La Sirena, se realiza de manera permanente. Se convocan reuniones y se realiza la promoción mediante mensajes alusivos al manejo adecuado del recurso hídrico en las viviendas, uso de otras fuentes de agua (lluvia), y el control y vigilancia permanente en los usuarios. Se menciona, que aún no se ha promovido el uso de aparatos de bajo consumo de agua, los cuales según la literatura reducen hasta un 30% los consumos en las viviendas.

Cuando se detectan usos inadecuados, como el lavado de medios de transporte con el agua del acueducto, aquellos habitantes reciben un llamado de atención por parte de la junta administradora, mediante un formato establecido. Si se repite la acción el fontanero suspende el servicio al suscriptor por un lapso de tiempo de 24 horas, además del pago del derecho de reconexión (\$15.000) y si está en mora con el pago de la tarifa, debe ponerse al día.

Estas actividades se realizan frecuentemente y se destaca que el llamado de atención y la suspensión del servicio no son muy bien recibidos. Entre los principales resultados obtenidos, se tiene que la comunidad utiliza el agua principalmente para consumo humano y doméstico y se hace uso del agua lluvia para otras labores domésticas como el aseo de casa, lavado de vehículos y baños.

Esta estrategia ha sido bien implementada, pero se considera que falta fortalecer este programa de uso eficiente y ahorro del agua, en aras de obtener menos consumos y con esto mejorar la eficiencia del sistema. En cuanto a la reducción de la pobreza, el uso de fuentes alternas mejora la disponibilidad económica en los habitantes y en sistema de acueducto.

### ✓ Capacitación en GIRH

Los integrantes de la junta administradora del acueducto, constantemente reciben capacitación en diversos temas de la GIRH (uso eficiente del agua, gobernanza del agua, educación ambiental, entre otros) que dicta el Instituto Cinara; esto se ha realizado en el marco del proyecto de "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural"; se cuenta con un interés por parte de los administradores por mejorar la gestión y/o manejo del agua en su comunidad y acueducto, lo cual ha permitido que se obtengan conocimientos para cambiar el paradigma en la visión integral de la cuenca y el sistema de acueducto. De tal manera, que actualmente se presta un mejor servicio y se percibe un mayor grado de satisfacción en los usuarios del mismo, estos resultados hacen parte del alcance del proyecto macro.

El acueducto emplea el canal comunitario para compartir la charla "Conversatorios, venga hablemos del acueducto", este llega a la población y es bien acogido por los usuarios. En esta charla al igual que cuando se invita un experto en el tema, se refuerzan los conceptos de microcuenca, sistema, uso eficiente del agua, aprovechamiento de fuentes alternas y reuso del agua. También, se explica a los usuarios sobre el estado del acueducto, en los aspectos técnicos, ambientales y administrativos.

Esta estrategia es actualmente bien implementada y aceptada de manera adecuada, los principales resultados obtenidos, han estado relacionados con la reducción de consumos, sentido de pertenencia por la microcuenca y el sistema de acueducto y aceptación a los llamados de atención que hace el acueducto por el uso inadecuado del agua. Esto ha contribuido a mejorar la eficiencia del sistema, la participación de la mujer y la equidad en el acceso al agua.

### ✓ Mejoramiento y control en unidades y dispositivos (redes) del sistema de distribución y al interior de las viviendas

Como estrategia para implementar un control en unidades y dispositivos del sistema de distribución y de las viviendas, se realizan periódicamente campañas para detectar técnicamente fugas imperceptibles en la red de distribución, para esto se usan geófonos, equipos alquilados y se programa el orden de los sectores. Toda la red es atendida por un tiempo de 3 horas. Esta acción es financiada por el acueducto y ha tenido muy buenos resultados; entre ellos, se destaca la detección de daños y fugas, disminución de pérdidas en la red y detección de fraudes.

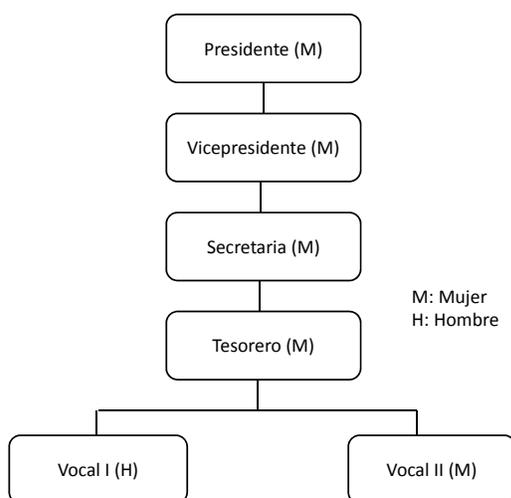
De igual manera, cuando se presentan consumos excesivos de agua que superan el promedio, se realizan visitas domiciliarias de inspección para revisar las conexiones e infraestructura hidráulica domiciliaria. Esta acción es bien aceptada por los usuarios del servicio y se han corregido daños que se reflejan en reducciones del consumo de agua.

Esta estrategia se ha implementado de manera adecuada y los resultados han sido satisfactorios, así mismo, ha contribuido a mejorar la eficiencia del sistema y la reducción de la pobreza tanto de los usuarios como de la administración del acueducto.

### 7.7.3 Acueducto Asocascajal

Del trabajo realizado en Asocascajal se obtuvieron los siguientes resultados relacionados con la situación actual del sistema de acueducto y las estrategias implementadas para la adaptación a la variabilidad climática en el abastecimiento de agua.

El acueducto de Asocascajal se constituyó legalmente en mayo de 2000; actualmente la junta administradora del acueducto está conformada de la siguiente manera (Figura 6), además, se puede observar que un alto porcentaje de los cargos (84%), son representados por la mujer:



**Figura 6.** Estructura organizacional Junta Administradora Acueducto de Asocascajal

#### *Situación actual del sistema de acueducto y efectos de la variabilidad climática y el cambio climático*

En la Tabla 5, se presenta una síntesis de los resultados encontrados a partir de la entrevista realizada en la vereda Cascajal.

**Tabla 5.** Estado actual del sistema de acueducto y efecto de la VC y CC en Cascajal

Aspecto	Resultado
Fuente abastecimiento	Pozo profundo
Caudal concesionado	12,62 l/s
Número de suscriptores	357
Usos del agua	Consumo humano y doméstico
Fuentes de agua alternas en las viviendas diferentes al acueducto	Aljibes, agua embotellada para consumo
Oferta hídrica y servicio suministro	Cantidad periodos lluviosos: Buena Cantidad periodos Secos: Regular
	Calidad periodos lluviosos: Buena Calidad periodos Secos: Buena

Aspecto	Resultado
	Continuidad servicio: Regular Tiempo aproximado de servicio: 16 horas
	Cobertura servicio: Buena Porcentaje aproximado cobertura: 98%
	Sistema de distribución: Regular Material: RDE 21 – PVC Hasta el momento no se ha realizado revisión ni mantenimiento a las redes
	No existe macromedición, por lo tanto no es posible contabilizar las pérdidas de agua en la distribución, ni la cantidad de agua tratada.
Amenazas en la cuenca y microcuenca	Pertenece a la cuenca Pance. - Uso ineficiente del agua - Vertimiento de aguas residuales - Inadecuada disposición de residuos sólidos - Cultivos de caña a menos de 30 m de la fuente - Uso de insecticidas para el cultivo de la caña - Cambio del uso del suelo: construcción
Efectos de la sequía en el servicio de acueducto	Se baja el nivel de agua en el pozo, en la sequía anterior se presentó una disminución de hasta 12m de profundidad, posiblemente por el incremento de la demanda de agua para otros usos, entre los cuales se destaca, el uso agrícola en el riego de cultivos de caña de azúcar.
Efectos de la lluvia en el servicio de acueducto	No hay afectaciones directas
Efectos de la variabilidad climática en la disponibilidad económica del acueducto	Para prevenir posibles inundaciones en época de lluvia, se requiere realizar mantenimiento y limpieza a las cámaras de alcantarillado, localizadas en la oficina del acueducto
Efectos de la variabilidad climática en la disponibilidad económica de los usuarios del sistema	No hay afectaciones directas

*Caracterización y análisis de estrategias implementadas para adaptación a la variabilidad climática en el acueducto de Asocasajal*

A continuación se presenta la caracterización de las estrategias implementadas por la junta administradora del acueducto en la microcuenca, en el servicio de acueducto y en las viviendas y establecimientos, para enfrentar la VC. Se aclara que parte de la información aquí presentada, corresponde a las acciones realizadas en la administración anterior que estuvo vigente entre marzo del 2010 y agosto del 2012, las cuales se espera sean retomadas una vez se resuelva la situación con la junta administradora actual. Las estrategias presentadas responden al procesamiento y análisis de la información encontrada mediante la aplicación de la entrevista, y a la revisión de literatura previamente realizada.

✓ **Uso de herramientas e instrumentos para conocimiento y estudio del comportamiento de la precipitación**

La variabilidad climática y los efectos del cambio climático son escenarios reales y actuales en el mundo, que afectan de manera drástica los sistemas de abastecimiento de acueductos rurales, sobre todo en los países en desarrollo. En particular, en el acueducto de Asocasajal se ha venido implementando desde la administración anterior, el uso de herramientas e instrumentos para el conocimiento del comportamiento de la precipitación en la microcuenca. Es importante mencionar que aunque esta zona cuenta con información histórica medida por parte de la Autoridad Ambiental, ésta no está disponible para la comunidad; no obstante, el uso de la herramienta instalada y la interpretación de su información, puede llegar a ser una estrategia de adaptación a la VC, con la cual se puedan adoptar medidas para el adecuado uso del agua, con el fin de tener información para la modelación climática e hidrológica de la zona e inferir la tendencia de la precipitación, la cual puede aumentar o disminuir en una época del año.

El uso de esta herramienta es una medida que les ha permitido tener conocimiento del comportamiento de la precipitación en la zona, y sobre todo la incidencia directa o indirecta de la época de sequía en la disponibilidad de agua del acuífero. Dado que las actividades económicas del entorno y en especial los cultivos de caña de azúcar, demanda grandes volúmenes de agua para suplir sus necesidades de riego. En la zona, la única fuente de abastecimiento es el acuífero (pozo VC 688), y en un radio de 1000 m existen alrededor de 2 pozos (VC 132 y VC 801)<sup>1</sup> (Figura 7), con una profundidad promedio de 141m y 16m, respectivamente y con una extracción de agua de alrededor de 75,7 l/s (pozo 1) y 1,5 l/s (pozo 2) (Tabla 6). El uso de estos volúmenes de agua para riego puede afectar considerablemente la disponibilidad de agua para abastecimiento, sin embargo, aún no se tienen previstas estrategias para adaptarse a estos posibles efectos, dado que la comunidad no lo considera amenaza.

**Tabla 6.** Características de pozos ubicados en la zona de Cascajal

Características	Pozos en la zona de Cascajal		
	VC 132	VC 801	VC 688
Uso	Riego	Doméstico y riego	Consumo humano y doméstico
Predio	Privado	Privado	Acueducto Vereda Cascajal
Régimen de explotación	16 h/d – 6 días/semana	4 h/d – 7 días/semana	24 h/d 7 días/semana
Caudal extracción	75,7 l/s	1,5 l/s	12,62 l/s
Profundidad	141m	16m	145m

<sup>1</sup> Información CVC - Dirección Técnica Ambiental. Septiembre de 2013



**Figura 7.** Localización de pozos profundos alrededor del pozo de abastecimiento de la vereda Cascajal (Vc 688)

En relación con los principios evaluados y a esta estrategia implementada por el sistema de acueducto, se encontró que facilita la adaptación a los eventos extremos de variabilidad climática y en especial a la sequía; y que a su vez propende por que exista un acceso equitativo al agua y a conservar la eficiencia del sistema de acueducto en relación con la cantidad de agua necesaria para el abastecimiento de la población.

#### ✓ Capacitación en GIRH

Durante la administración anterior, los integrantes de la junta administradora del acueducto participaron con frecuencia de talleres y jornadas de capacitación en el tema de GIRH, que dicta el Instituto Cinara de la Universidad del Valle, además, se vincularon en el año 2011 al proyecto de investigación "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural". Los conocimientos adquiridos en el marco de este proyecto, sobre la implementación de estas acciones de participación y/o capacitación fueron transmitidos a los usuarios y al grupo ambiental de niños, con el propósito de sensibilizar a la comunidad en temas relacionados con el sistema de abastecimiento desde la microcuenca hasta el manejo del agua en la vivienda; resaltando la labor de la junta administradora del acueducto y los derechos y deberes de los usuarios del sistema.

Las capacitaciones se realizaban periódicamente y fueron bien aceptadas por la comunidad en general, con esta acción se obtuvo "un cambio de mentalidad y cultura del agua en los habitantes"<sup>2</sup>; dado que a pesar de la inconformidad con la nueva administración, los usuarios realizan prácticas de uso eficiente del agua y reuso de las aguas grises para las labores domésticas. En relación con los principios evaluados, esta estrategia contribuyó a mejorar el cuidado por el agua, el manejo

<sup>2</sup> Tomado del testimonio de Yadira Gutiérrez, Acueducto de Asocascajal. Septiembre 10 de 2013

integrado en el sistema y al interior de las viviendas, y con ello la eficiencia del sistema. La participación fue acogida en la mayoría de casos por las mujeres, usuarias del acueducto, quienes realizan las labores domésticas y controlan el uso del agua en las viviendas.

✓ **Programas de uso eficiente y ahorro de agua y promoción del uso de fuentes alternas de agua**

La implementación de programas de uso eficiente y ahorro del agua estuvo más direccionada hacia los usuarios del sistema, y en particular a aquellos grupos de viviendas en los cuales se registran mayores consumos de agua. Esta acción fue desarrollada mediante reuniones convocadas por el acueducto y, aunque no tenían buena aceptación y acogida en su momento, se logró disminuir los consumos de agua mensual. Los programas de uso eficiente y ahorro del agua estuvieron acompañados por un experto (a) en el tema, invitado por la junta del momento, quien daba a conocer la importancia del recurso hídrico, y los mecanismos para ahorrar agua desde la vivienda. Aunado a esto, el acueducto repartía mensajes alusivos al tema en los recibos de cobro de la tarifa. Además, se incluía como tema importante en las reuniones, el uso de fuentes alternas de agua, como el agua lluvia o acequias, para realizar las labores de limpieza de las viviendas, lavado de andenes y medios de transporte. Se resalta que no se han implementado aparatos de bajo consumo en las viviendas.

En la actualidad, esta acción se lleva a cabo de manera parcial, dado que se realizan visitas a los usuarios con mayores consumos con el fin de hacer un llamado de atención sobre el manejo del agua; esta labor ha sido regularmente aceptada, debido a la forma en que se realiza la visita, se llega al usuario y se aborda el tema a tratar.

En cuanto a los resultados obtenidos, se lograron disminuir los consumos de agua en una parte usuarios y que se usaran fuentes como el agua proveniente de acequias para el lavado de bicicletas, motos y carros. Esto permitió mejorar la eficiencia del sistema en relación con los consumos de agua, el grado de satisfacción de los usuarios y la sostenibilidad del sistema. Y, en cuanto a la equidad en el acceso al agua, la población al hacer un uso eficiente del recurso y usar fuentes alternas para otras labores, garantiza consumos equitativos acordes a las labores domésticas y a la capacidad de pago.

✓ **Campañas con el grupo ambiental de niños, en torno al uso eficiente del agua y cuidado de la microcuenca**

La administración anterior implementó campañas de uso eficiente del agua y cuidado de la microcuenca con el grupo ambiental de niños de la comunidad. Estas jornadas se llevaron a cabo con frecuencia y la acogida por parte de la comunidad fue excelente. El objetivo principal fue inculcar en los niños la importancia del recurso hídrico, la necesidad de conservar la microcuenca, los problemas que se pudieran presentar por la escasez y contaminación de agua, y cómo debería ser el manejo del agua en las viviendas.

Entre los principales resultados obtenidos, se demostró que los niños son el canal efectivo para llegar a los adultos, y que gracias a esta labor, se despertó el interés por el uso eficiente del recurso

y por la participación de los demás habitantes en las actividades propuestas por el acueducto. Estos logros fueron medidos de manera cualitativa y por manifestaciones de los usuarios a los miembros del acueducto.

Esta estrategia fue exitosa, durante el tiempo en que se implementó y contribuyó a mejorar la eficiencia del sistema en cuanto a los consumos de agua y el grado de satisfacción de los usuarios; y, a hacer uso eficiente del recurso en las labores diarias domésticas, en aras de usar el agua de manera equitativa entre los usuarios del sistema.

✓ **Mejoramiento en unidades y dispositivos (redes) del sistema al interior de las viviendas**

Como medida para disminuir los consumos de agua en las viviendas y el uso ineficiente del recurso hídrico en general, la administración anterior realizaba asesoría, inspección y en algunos casos reparación de daños y fugas, en las instalaciones hidráulicas al interior de las viviendas. Esta acción, requería invertir recursos económicos por parte del acueducto, pero se obtenían considerables ahorros de energía para la dotación de agua y la satisfacción de una de las necesidades básicas: el agua potable.

Como era de esperarse, la medida era en un principio rechazada por los usuarios, pero en el momento de la reparación no existía ningún tipo de objeción. Se detectaron un gran número de fugas, que una vez reparadas contribuyeron a la eficiencia del sistema, uso equitativo del agua y a la reducción de la pobreza en el acueducto, debido a la disminución de las pérdidas de agua contabilizada y no contabilizada.

De la misma manera, cuando se realizó la instalación de los micromedidores de agua, se detectaron conexiones domiciliarias fraudulentas, estas fueron sancionadas y permitieron mejorar la eficiencia, y el uso equitativo del agua. La instalación de los micromedidores inicialmente fue rechazada por los usuarios, dado que ellos pensaban que hacía parte de una estrategia para cobrar una mayor tarifa por el servicio, no obstante, con el trabajo de sensibilización del acueducto, esto fue aceptado como una medida de equidad y uso racional del agua y actualmente, solo el 1% de los usuarios no tiene micromedición.

✓ **Racionamiento de agua**

En la administración actual se está implementando la estrategia de racionar el agua; el objetivo principal, no está directamente relacionado con la variabilidad climática, es una medida tomada para disminuir los costos de energía asociados al sistema de bombeo. El racionamiento se realiza por 8 horas diarias, entre las 9:00 pm y 5:00am, tiempo en el cual la población se abastece del agua almacenada, cuando se cuenta con tanques.

La medida es regularmente aceptada, dado que además de no disponer de agua las 24 horas del día, cuando se restablece el servicio se observa turbiedad y color en el agua. Esto ha ocasionado que la población se vea en la necesidad de comprar agua embotellada para suplir sus necesidades, lo cual, afecta la capacidad económica de la población. En cuanto al acueducto, se ha presentado

disminución del costo de energía y mayor disponibilidad de recursos para otras labores; entre ellas, se menciona, el mantenimiento a las cámaras de alcantarillado para evitar inundaciones en periodos de lluvia extrema.

### ***Resumen de las estrategias planteadas por los acueductos para la adaptación a la variabilidad climática***

El aumento de la demanda y la sensibilidad de muchos sistemas de gestión de agua simples, en especial en los países en desarrollo, frente a las fluctuaciones de precipitación y escorrentía y las considerables cantidades de tiempo y dinero que se requieren para implementar medidas de adaptación, incrementan la vulnerabilidad del sector del recurso hídrico al cambio climático en varias regiones y países (Carvajal *et al.*, 2007). En particular los acueductos rurales, debido a la escasez de recursos técnicos, financieros y de gestión en algunos casos para adaptarse a las situaciones de escasez y/o para implementar medidas de adaptación, dependerán de varios factores, entre ellos, el estado comparativo de abastecimiento de agua, la capacidad de la GIRH para responder al crecimiento de la población, las condiciones económicas, sociales, culturales y la sensibilización de los usuarios del sistema con una mirada integral de la cuenca.

Durante las entrevistas y visitas realizadas a los tres acueductos del estudio, se encontró que se han implementado una serie de medidas o estrategias de adaptación a la variabilidad climática (Tabla 7), en las microcuencas abastecedoras, en los sistemas de acueducto y en las viviendas o establecimientos de cada localidad; el éxito de cada una de ellas y los resultados óptimos de adaptación se han visto reflejados, en el momento en que éstas son diseñadas e implementadas con la participación social y el compromiso de las autoridades cuando se requiere.

**Tabla 7.** Resumen de estrategias de adaptación a la variabilidad climática en los acueductos de Golondrinas, La Sirena y Asocascajal

Acueducto	Estrategia de adaptación a la VC	Principio que involucra
Golondrinas	Uso de herramientas e instrumentos para conocimiento y estudio del comportamiento de la precipitación	- Equidad en el acceso al agua - Eficiencia del sistema - Reducción de pobreza - Enfoque de género
	Programas de uso eficiente y ahorro de agua y promoción del uso de fuentes alternas de agua	- Eficiencia del sistema - Reducción de pobreza
	Mejoramiento y control riguroso en unidades y dispositivos (redes) del sistema de distribución y al interior de las viviendas	- Eficiencia del sistema - Reducción de pobreza
	Racionamiento de agua	- Equidad en el acceso al agua - Reducción de pobreza en el acueducto
La Sirena	Uso de herramientas e instrumentos para conocimiento y estudio del comportamiento de la precipitación	- Equidad en el acceso al agua - Eficiencia del sistema - Reducción de pobreza - Enfoque de género
	Veeduría para el control de acciones en las microcuencas, restauración y preservación de la cobertura vegetal en la parte alta de las mismas	- Equidad en el acceso al agua - Eficiencia del sistema - Enfoque de género

Acueducto	Estrategia de adaptación a la VC	Principio que involucra
	Reducción de arrastre de sedimentos en la fuente abastecedora	- Eficiencia del sistema - Reducción de pobreza
	Programas de uso eficiente y ahorro de agua y promoción del uso de fuentes alternas de agua	- Eficiencia del sistema - Reducción de pobreza
	Capacitación en GIRH	- Equidad en el acceso al agua - Eficiencia del sistema - Enfoque de género
	Mejoramiento y control en unidades y dispositivos (redes) del sistema de distribución y al interior de las viviendas	- Eficiencia del sistema - Reducción de pobreza
<b>Asocasajal</b>	Uso de herramientas e instrumentos para conocimiento y estudio del comportamiento de la precipitación y para el control riguroso del nivel de agua en el pozo de abastecimiento	- Equidad en el acceso al agua - Eficiencia del sistema - Reducción de pobreza - Enfoque de género
	Capacitación en GIRH	- Eficiencia del sistema - Enfoque de género
	Programas de uso eficiente y ahorro de agua y promoción del uso de fuentes alternas de agua	- Equidad en el acceso al agua - Eficiencia del sistema
	Campañas con el grupo ambiental de niños, en torno al uso eficiente del agua y cuidado de la microcuenca	- Equidad en el acceso al agua - Eficiencia del sistema
	Mejoramiento en unidades y dispositivos (redes) del sistema al interior de las viviendas	- Equidad en el acceso al agua - Eficiencia del sistema - Reducción de pobreza
	Racionamiento de agua	- Equidad en el acceso al agua - Reducción de pobreza en el acueducto

## 8. ANALISIS COMPARATIVO DE INDICADORES AMBIENTALES Y SOCIOECONOMICOS EN LOS ACUEDUCTOS RURALES: GOLONDRINAS, LA SIRENA Y ASOCASCAJAL

Las actividades realizadas para el análisis comparativo de los indicadores ambientales y socioeconómicos en los tres acueductos rurales de este estudio (objetivo 2), se presentan al inicio de este capítulo, seguidamente se ilustran los resultados obtenidos y el análisis de cada indicador desde el punto de vista de los principios considerados en esta investigación.

### 8.1 Metodología

La determinación del estado y manejo del recurso hídrico en las comunidades de Golondrinas, La Sirena y Cascajal, se llevó a cabo mediante la recopilación y posterior análisis de indicadores ambientales y socioeconómicos definidos para esta investigación (Tabla 8), clasificados de acuerdo a los cuatro principios de esta investigación:

- Equidad en el acceso al agua
- Eficiencia del sistema de acueducto
- Reducción de pobreza
- Enfoque de género

La definición de los indicadores mostrados a continuación, fue el resultado de una sección de la revisión de literatura presentada en el capítulo anterior para cada principio de esta investigación y la información disponible en las organizaciones administradoras de los acueductos.

**Tabla 8.** Indicadores ambientales y socioeconómicos

Principio	Indicador
Equidad en el acceso al agua	Tarifas por consumo (\$/m <sup>3</sup> )
	Continuidad del servicio (horas/día)
	Cobertura del servicio (%)
	Cobertura por segmentos de la población (%)
	Recibe subsidios de la administración municipal?
	Racionamientos de agua (horas/día)
	Consumo (m <sup>3</sup> /mes)
	Concesión de agua (l/s)
	No. de bocatomas con/sin concesión
	Conexiones con/sin micromedición (%)
Eficiencia del sistema de acueducto	Tarifas por consumo (\$/m <sup>3</sup> )
	Continuidad del servicio (horas/día)
	Cobertura del servicio (%)
	Tasa de agua que sale de la planta vs. consumo (l/mes)

Principio	Indicador
	Presencia de coliformes totales en el sistema de acueducto (UFC/100ml)
	Presencia de coliformes fecales en el sistema de acueducto (UFC/100ml)
	Pérdidas de agua en la distribución (%)
	Suspensión del servicio de suministro (horas/mes)
	Grado de satisfacción de la demanda (encuestas pregunta 34)
Reducción de pobreza	Continuidad del servicio (horas/día)
	Presencia de coliformes totales en el sistema de acueducto (UFC/100ml)
	Presencia de coliformes fecales en el sistema de acueducto (UFC/100ml)
	Cobertura del servicio (%)
	Uso de Tarifas por consumo (\$/m3)
	Costos del agua perdida (\$/mes)
	No. Viviendas con sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias
	Consumo promedio (m3/mes)
	Capacidad de almacenamiento de agua tratada (m3)
	Capacidad de almacenamiento de agua promedio en las viviendas (m3)
Enfoque de género	Participación de la mujer en la gestión del agua (No. de mujeres que integran la junta administradora de acueducto)

La información recopilada es de tipo primaria y secundaria, el periodo de recopilación de información fue de 15 meses, desde diciembre de 2011 hasta marzo de 2013. La mayor parte de información (secundaria), fue recogida a través de las actividades del proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural", en el cual se enmarca esta investigación; ésta información se recopiló con el apoyo de los integrantes de las juntas administradoras de los acueductos. Entre los mecanismos y/o herramientas empleados para su recopilación (Anexos 2 y 3), se mencionan los formatos que mes a mes, los acueductos diligencian con información relacionada con la prestación del servicio de acueducto y la encuesta aplicada al 100% de los suscriptores en cada acueducto; la información recogida estuvo relacionada con la continuidad, capacidad de almacenamiento del agua tratada, porcentaje de pérdidas de agua en el sistema de distribución, tasa de agua que sale de la planta vs. Consumo (m<sup>3</sup>/mes), racionamientos de agua, usos de fuentes alternas de abastecimiento y capacidad de almacenamiento en las viviendas. Entre la información socioeconómica se obtuvieron datos de los usos del agua, la distribución de las tarifas desde el punto de vista de equidad, el consumo de agua en la población, acueductos con subsidios por parte de la administración municipal o empresa privada, grado de satisfacción de la demanda de agua por parte de los usuarios, entre otros.

En relación con la información primaria se aprovechó la visita y el formato de entrevista aplicado para la fase de caracterización de estrategias de adaptación y se obtuvo información faltante, relacionada con la cobertura, calidad del servicio, racionamientos de agua y la participación de la mujer en la gestión del agua.

Con respecto a la información recopilada se destaca que para el caso del acueducto de Asocascajal, no se obtuvieron datos de todos los periodos o meses en los que el proyecto realizó seguimiento a los indicadores dinámicos; esta situación dificultó el análisis comparativo de la información ambiental y socioeconómica, con los otros dos casos de estudio, dado que Asocascajal proporcionó información únicamente de tres meses. Esto se presentó posiblemente, por los conflictos que surgieron con la elección de la nueva Junta administradora del acueducto y la disposición de sus integrantes para continuar con la recopilación de la información. Sin embargo, se consideró importante conservar este caso dentro de este estudio, por ser el acueducto con fuente de agua subterránea para abastecimiento, en el cual se presenta una situación particular a nivel ambiental, técnico y administrativo en relación con los efectos de la variabilidad climática. Se espera que una vez solucionados los conflictos administrativos y de gestión actuales, se pueda continuar con la vinculación de este acueducto en el proyecto macro.

La información recopilada fue procesada y analizada de manera comparativa para los tres casos de estudio. Se utilizaron gráficos en aquellos casos en los que se pudo sistematizar la información, posteriormente se construyeron fichas de indicadores con su respectivo análisis.

## 8.2 Indicadores ambientales y socioeconómicos

En las siguientes fichas se presenta el análisis comparativo de los indicadores ambientales y socioeconómicos, que describen las condiciones actuales de los sistemas de acueducto de este estudio y el manejo integrado del agua, desde el punto de vista de los principios de esta investigación: *equidad en el acceso al agua, eficiencia del sistema de acueducto, reducción de pobreza y enfoque de género.*

9.1 Tarifas por consumo																					
<b>Definición</b>	Indica si el acueducto cobra una tarifa diferenciada cuando el consumo de cada usuario pasa de un volumen de agua al mes.																				
<b>Relevancia e interacciones</b>	Este indicador muestra cómo están distribuidas las tarifas, la diferenciación en las tarifas por estratos (si existen) y por volumen de agua consumida, según valor del m <sup>3</sup> de agua.																				
<b>Unidad de medida</b>	\$/m <sup>3</sup>																				
<b>Periodicidad</b>	Datos fijos (Diciembre de 2011)																				
<b>Gráficos comparativos</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Acueductos con tarifa por consumo</b></p> <table border="1"> <caption>Acueductos con tarifa por consumo</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiene tarifa por consumo</td> <td>67%</td> </tr> <tr> <td>No tiene tarifa por consumo</td> <td>33%</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Tarifas por Consumo</b></p> <table border="1"> <caption>Tarifas por Consumo (Costo por metro cúbico \$/m³)</caption> <thead> <tr> <th>Estrato por Acueducto</th> <th>Costo por metro cúbico (\$/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gol_Est_1</td> <td>~220</td> </tr> <tr> <td>Gol_Est_2</td> <td>~270</td> </tr> <tr> <td>Gol_Est_3</td> <td>~320</td> </tr> <tr> <td>Gol_Est_Ofc</td> <td>~380</td> </tr> <tr> <td>La Sir_Est_1</td> <td>~380</td> </tr> <tr> <td>La Sir_Est_Ofc</td> <td>~380</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>	Categoría	Porcentaje	Tiene tarifa por consumo	67%	No tiene tarifa por consumo	33%	Estrato por Acueducto	Costo por metro cúbico (\$/m³)	Gol_Est_1	~220	Gol_Est_2	~270	Gol_Est_3	~320	Gol_Est_Ofc	~380	La Sir_Est_1	~380	La Sir_Est_Ofc	~380
Categoría	Porcentaje																				
Tiene tarifa por consumo	67%																				
No tiene tarifa por consumo	33%																				
Estrato por Acueducto	Costo por metro cúbico (\$/m³)																				
Gol_Est_1	~220																				
Gol_Est_2	~270																				
Gol_Est_3	~320																				
Gol_Est_Ofc	~380																				
La Sir_Est_1	~380																				
La Sir_Est_Ofc	~380																				

	<p style="text-align: center;"><b>Cargo Fijo</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Cargo Fijo Chart</caption> <thead> <tr> <th>Estrato por Acueducto</th> <th>Cargo Fijo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Gol_Est_1</td><td>~5,000</td></tr> <tr><td>La Sirena_Est_1</td><td>~5,000</td></tr> <tr><td>Asoca_Est_1</td><td>~10,000</td></tr> <tr><td>Asoca_Est_2</td><td>~15,000</td></tr> <tr><td>Asoca_Est_3</td><td>~50,000</td></tr> <tr><td>Asoca_Est_4</td><td>~300,000</td></tr> <tr><td>Asoca_Est_Off</td><td>~50,000</td></tr> <tr><td>Asoca_Est_Ind</td><td>~125,000</td></tr> <tr><td>Asoca_Est_Com</td><td>~15,000</td></tr> </tbody> </table>	Estrato por Acueducto	Cargo Fijo (\$)	Gol_Est_1	~5,000	La Sirena_Est_1	~5,000	Asoca_Est_1	~10,000	Asoca_Est_2	~15,000	Asoca_Est_3	~50,000	Asoca_Est_4	~300,000	Asoca_Est_Off	~50,000	Asoca_Est_Ind	~125,000	Asoca_Est_Com	~15,000
Estrato por Acueducto	Cargo Fijo (\$)																				
Gol_Est_1	~5,000																				
La Sirena_Est_1	~5,000																				
Asoca_Est_1	~10,000																				
Asoca_Est_2	~15,000																				
Asoca_Est_3	~50,000																				
Asoca_Est_4	~300,000																				
Asoca_Est_Off	~50,000																				
Asoca_Est_Ind	~125,000																				
Asoca_Est_Com	~15,000																				
<p><b>Equidad en el acceso al agua</b></p>	<p>Dos acueductos, Golondrinas y Asocascajal, cuentan con asignación de tarifa acorde a los consumos de agua, esto le permite tener un control más riguroso y sensibilizar a la población para hacer un uso racional y eficiente del recurso, en aras de mejorar la distribución del mismo y aplicar de manera correcta el cobro de esta tarifa. Ninguno de los tres acueductos tiene estratificación establecida por planeación Municipal, pero si una diferenciación por uso, capacidad económica y por “estrato”, para controlar el consumo. En el caso de La Sirena se tiene un valor asignado o cargo fijo para el 100% de suscriptores.</p> <p>El costo por m<sup>3</sup> de agua en Golondrinas aumenta acorde con el estrato, se tiene establecido entre 216 y 378 \$/m<sup>3</sup>. En La Sirena se tiene igual valor 380 \$/m<sup>3</sup> y, para el caso de Asocascajal hay variación en el cargo fijo pero no se cuenta con información del costo por metro cubico.</p> <p>Con respecto al cargo fijo en Golondrinas y La Sirena, la asignación es igual, sin embargo, para el acueducto de Asocascajal el estrato 4 presenta el mayor cobro por uso del agua.</p> <p>La distribución observada de las tarifas acordes a los consumos de agua y los valores de cargo fijo, permiten considerar que en Golondrinas y La Sirena a pesar de no contar con estratificación notificada por Planeación Municipal, hay equidad en el cobro de las mismas, lo cual regula el consumo del agua, y el pago del servicio prestado.</p>																				
<p><b>Eficiencia del sistema</b></p>	<p>En los tres acueductos se presenta una cartera morosa del pago de esta tarifa asignada. Sin embargo, en todos los casos se han diseñado medidas para recuperar esta cartera y para utilizar los recaudos en el mismo sistema. En la mayoría de casos, al presentarse fenómenos de variabilidad climática en el año, el acueducto sufre los costos de prevención, reparación y gestión, en las diferentes unidades y procesos del sistema de abastecimiento, con el fin de propender por la sostenibilidad de los mismos y garantizar un servicio de buena calidad y cantidad a sus usuarios.</p>																				
<p><b>Reducción de pobreza</b></p>	<p>El análisis de este indicador en todos los acueductos puede determinar que la tarifa cobrada por el servicio prestado, no está acorde a los ingresos económicos de la población, la cual según la Ley de servicios públicos, no debe exceder el 8% de los ingresos de los habitantes. Esto puede notarse en La Sirena, en donde el estrato uno paga el mismo valor que el estrato oficial. Adicionalmente, en ambas localidades existe cartera morosa que limita la disponibilidad de recursos para inversión en prevención y/o reparación. No obstante, se trata de sostener un servicio de alta calidad y un control sobre los consumos de la población.</p>																				
<p><b>Fuente</b></p>	<p>Proyecto “Adaptación al cambio climático en la Colombia rural”  Diciembre 2011 – Julio 2013 Golondrinas  Diciembre 2011 – Marzo 2013 La Sirena  Diciembre 2011 – Febrero 2012 Asocascajal</p>																				

9.2 Continuidad del servicio																																																																					
<b>Definición</b>	Número de horas que los usuarios reciben de servicio de agua potable al día.																																																																				
<b>Relevancia e interacciones</b>	Los usuarios del sistema tienen disponibilidad del agua las 24 horas para sus usos múltiples? o han adoptado medidas para los cortes de agua?																																																																				
<b>Unidad de medida</b>	Horas/día																																																																				
<b>Periodicidad</b>	Datos mensuales																																																																				
<b>Gráficos comparativos</b>	<table border="1"> <caption>Continuidad del servicio (hr/día)</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Golondrinas</th> <th>La Sirena</th> <th>Asocascajal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>dic-11</td><td>8</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>ene-12</td><td>11</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>feb-12</td><td>21</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>mar-12</td><td>22</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>abr-12</td><td>17</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>may-12</td><td>22</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>jun-12</td><td>23</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>jul-12</td><td>24</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>ago-12</td><td>22</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>sep-12</td><td>24</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>oct-12</td><td>22</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>nov-12</td><td>22</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>dic-12</td><td>23</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>ene-13</td><td>23</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>feb-13</td><td>23</td><td>24</td><td>24</td></tr> <tr><td>mar-13</td><td>24</td><td>24</td><td>24</td></tr> </tbody> </table>	Mes	Golondrinas	La Sirena	Asocascajal	dic-11	8	24	24	ene-12	11	24	24	feb-12	21	24	24	mar-12	22	24	24	abr-12	17	24	24	may-12	22	24	24	jun-12	23	24	24	jul-12	24	24	24	ago-12	22	24	24	sep-12	24	24	24	oct-12	22	24	24	nov-12	22	24	24	dic-12	23	24	24	ene-13	23	24	24	feb-13	23	24	24	mar-13	24	24	24
Mes	Golondrinas	La Sirena	Asocascajal																																																																		
dic-11	8	24	24																																																																		
ene-12	11	24	24																																																																		
feb-12	21	24	24																																																																		
mar-12	22	24	24																																																																		
abr-12	17	24	24																																																																		
may-12	22	24	24																																																																		
jun-12	23	24	24																																																																		
jul-12	24	24	24																																																																		
ago-12	22	24	24																																																																		
sep-12	24	24	24																																																																		
oct-12	22	24	24																																																																		
nov-12	22	24	24																																																																		
dic-12	23	24	24																																																																		
ene-13	23	24	24																																																																		
feb-13	23	24	24																																																																		
mar-13	24	24	24																																																																		
<b>Equidad en el acceso al agua</b>	<p>Para el caso del acueducto de La Sirena la continuidad del servicio es de 24 horas/día; esto se da, debido a la oferta hídrica para este sector de la ciudad (3 fuentes de agua), la cual es aprovechada por la población y contribuye en gran manera a la satisfacción del usuario por la gestión del acueducto y servicio prestado.</p> <p>Para Golondrinas se observa que la continuidad ha ido mejorando, gracias a la gestión del acueducto e inversión realizada en mejoramiento de unidades del sistema y operación de la PTAP. En este caso, la continuidad del servicio ha pasado de 8 horas/día a 24 horas/día a lo largo del tiempo. Se continúan presentando dificultades sobre todo en periodos de lluvia extrema.</p> <p>En Asocascajal, la variabilidad del clima no tiene un impacto directo significativo en la continuidad del servicio, el corte de agua diario, se atribuye a los costos de energía eléctrica generados por el bombeo de agua. A pesar de que no se cuenta con información mensual histórica, actualmente se cuenta con un servicio de 16 horas/día*.</p> <p>Como puede observarse, la mejor situación del acueducto en cuanto al indicador de continuidad se presenta en La Sirena, sin embargo, en los tres casos, el servicio de agua potable se presta de manera equitativa en toda la población usuaria del acueducto.</p>																																																																				
<b>Eficiencia del sistema</b>	<p>El análisis desde el punto de vista de la eficiencia del sistema, determina que en el acueducto de La Sirena, se cuenta con mayor disponibilidad de agua potable, es decir, el sistema responde aproximadamente al 100% de la demanda de agua. En situaciones extremas con incidencia del clima, se pueden presentar cortes o suspensiones del servicio, pero no afectan drásticamente a la población.</p> <p>En Golondrinas, la eficiencia del sistema ha tenido una evolución considerable que se refleja en la disponibilidad de agua potable, casi en el 100% en los últimos meses. Sin</p>																																																																				

	<p>embargo, en periodos de sequía y lluvia intensos, y debido a los efectos en la oferta hídrica y a la capacidad de las redes de conducción y distribución, se ocasiona fuertes impactos en unidades del sistema, lo que obliga a suspender el servicio por periodos prolongados.</p> <p>La vereda Cascajal presenta actualmente un racionamiento de 8 horas/día, lo cual genera malestar en la población y propicia conflictos a la hora de pagar la tarifa.</p>
<b>Reducción de pobreza</b>	La disponibilidad de agua las 24 horas del día en La Sirena, es una situación que facilita la satisfacción de las necesidades básicas de los habitantes, mientras que en Asocascajal y Golondrinas, un porcentaje de usuarios, en algunos casos debe recurrir al consumo de agua embotellada, lo cual disminuye la disponibilidad económica y limita la realización de actividades domésticas.
<b>Fuente</b>	<p>Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural"</p> <p>Diciembre 2011 – Julio 2013 Golondrinas</p> <p>Diciembre 2011 – Marzo 2013 La Sirena</p> <p>Diciembre 2011 – Febrero 2012 Asocascajal</p> <p>* Información obtenida en entrevistas realizadas en Acueductos-septiembre de 2013</p>

9.3 Cobertura del servicio									
<b>Definición</b>	El porcentaje de población que cuenta con servicio de agua potable								
<b>Relevancia e interacciones</b>	Del total de los habitantes de cada localidad que porcentaje cuenta con el servicio de acueducto. Este indicador está ligado con la continuidad del servicio								
<b>Unidad de medida</b>	%								
<b>Periodicidad</b>	Datos mensuales que varían con poca frecuencia								
<b>Gráficos comparativos</b>	<p style="text-align: center;"><b>Cobertura del Servicio</b></p> <table border="1"> <caption>Cobertura del Servicio</caption> <thead> <tr> <th>Localidad</th> <th>Cobertura (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Golondrinas</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>La Sirena</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>Asocascajal</td> <td>98</td> </tr> </tbody> </table>	Localidad	Cobertura (%)	Golondrinas	90	La Sirena	95	Asocascajal	98
Localidad	Cobertura (%)								
Golondrinas	90								
La Sirena	95								
Asocascajal	98								
<b>Equidad en el acceso al agua</b>	<p>En los tres acueductos se presenta una cobertura de servicio de agua potable mayor o igual al 90%. Esto permite inferir que la situación de abastecimiento en estas localidades es buena y contribuye al desarrollo de la comunidad y al bienestar de sus habitantes. En épocas de variabilidad climática extremas, el servicio es suspendido por igual en toda la población.</p> <p>Se resalta que el mayor porcentaje de cobertura, se presenta para el acueducto de Asocascajal (98%), seguido de La Sirena (95%) y Golondrinas (90%).</p>								
<b>Eficiencia del sistema</b>	El mejoramiento de los sistemas de acueducto y la capacitación permanente en torno a los temas de Gestión integrada del recurso hídrico, uso eficiente y ahorro del agua y manejo y operación de los sistemas, para los tres acueductos, ha reflejado un buen desempeño de sus administradores, que eleva los porcentajes de cobertura de agua potable, en comparación con el promedio nacional, según los datos del informe "Agua								

	potable y saneamiento en los planes de desarrollo”, en el cual, se comenta que el área rural solo 87 municipios (25%) tienen cobertura de acueducto mayor al 75% de la población (Procuraduría, 2003).
<b>Reducción de pobreza</b>	En épocas de variabilidad climática extremas, en algunas localidades de este estudio, se realizan cortes o suspensiones del servicio, esto se lleva a cabo de manera equitativa, así como el restablecimiento del mismo, el cual se ajusta a la programación del acueducto y a la disponibilidad del almacenamiento de agua. Como se mencionó en el análisis de continuidad, en algunos casos este corte de agua, conlleva al uso de agua embotellada para la satisfacción de necesidades básicas, lo cual influye en la capacidad económica de la población.
<b>Fuente</b>	Entrevistas realizadas en Acueductos rurales, en septiembre de 2013

9.4 Cobertura por segmentos de la población	
<b>Definición</b>	El porcentaje viviendas que cuenta con servicio de agua potable, de manera sectorizada, sobre todo en épocas críticas de lluvia o sequía
<b>Relevancia e interacciones</b>	Indican la existencia de segmentos de la población que cuenten con el servicio, mientras otros no. Este indicador está ligado con la continuidad del servicio y racionamiento
<b>Unidad de medida</b>	%
<b>Periodicidad</b>	Datos mensuales que varían con poca frecuencia, sobre todo en épocas críticas
<b>Resultados comparativos</b>	El 100% de los acueductos no cuentan con segmentación de la población para la cobertura de servicios.
<b>Equidad en el acceso al agua</b>	En ninguno de los casos se ha considerado segmentar la población por estrato, capacidad económica, actividades productivas o comerciales, para la dotación de agua y/o para las medidas de corte o racionamiento del servicio. En este aspecto, existe equidad en el acceso al agua total.
<b>Fuente</b>	Entrevistas realizadas en Acueductos rurales, en septiembre de 2013

9.5 Recibe subsidios de la administración municipal?	
<b>Definición</b>	Permite conocer si existe apoyo de la empresa pública o privada para la gestión del acueducto
<b>Relevancia e interacciones</b>	De los tres acueducto, cuántos y cuáles reciben subsidios económicos por parte de empresa pública o privada y qué valor en \$/mes?, analiza la gestión para el acceso a estos beneficios
<b>Unidad de medida</b>	\$/mes
<b>Periodicidad</b>	Datos fijos
<b>Resultados comparativos</b>	El 100% de los acueductos no recibe subsidios de parte de la administración Municipal o empresa privada.
<b>Equidad en el acceso al agua</b>	Ninguno de los acueductos de esta investigación cuenta con subsidios por parte de la administración Municipal o la empresa privada. Sin embargo, se menciona que en La Sirena, se realizan gestiones para optar a estos beneficios.
<b>Fuente</b>	Entrevistas realizadas en Acueductos rurales, en septiembre de 2013

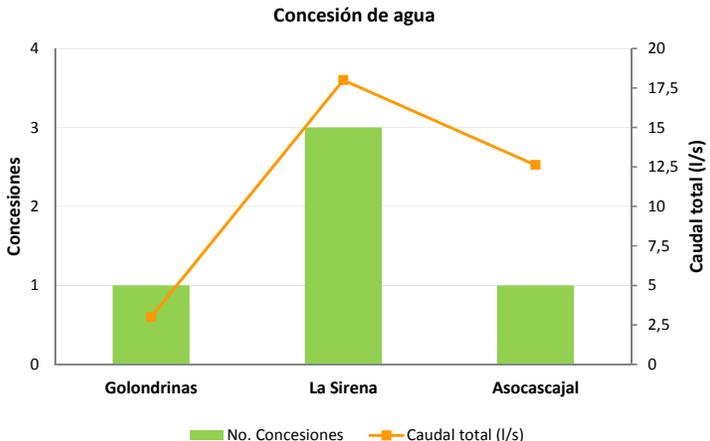
9.6 Racionamiento de agua	
<b>Definición</b>	Cuántas horas al día, los usuarios no cuentan con agua tratada en sus viviendas.
<b>Relevancia e interacciones</b>	Este indicador puede analizarse desde el punto de vista del racionamiento de agua en todo el año o solamente en las épocas críticas de lluvia y sequía. Está relacionado con la suspensión del servicio, causas, continuidad y satisfacción del usuario por el servicio.
<b>Unidad de medida</b>	Horas/día

Periodicidad	Datos mensuales								
Gráficos comparativos	<p style="text-align: center;"><b>Racionamiento de agua</b></p> <table border="1"> <caption>Racionamiento de agua (horas/día)</caption> <thead> <tr> <th>Lugar</th> <th>Racionamiento (horas/día)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Golondrinas</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>La Sirena</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Asocascajal</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	Lugar	Racionamiento (horas/día)	Golondrinas	18	La Sirena	0	Asocascajal	8
Lugar	Racionamiento (horas/día)								
Golondrinas	18								
La Sirena	0								
Asocascajal	8								
Equidad en el acceso al agua	<p>En los acueductos de Golondrinas y Asocascajal, se presenta actualmente racionamiento de agua de 18 h/d y 8 h/d, respectivamente. Para suplir esta necesidad, los habitantes de Golondrinas en su mayoría cuentan con almacenamiento de agua domiciliarios para suplir sus necesidades básicas, mientras que en Asocascajal, es bajo el porcentaje de suscriptores con unidades de almacenamiento (como se verá en el indicador de almacenamiento de agua domiciliario).</p> <p>Los cortes de agua se presentan en el caso de Golondrinas, por baja oferta hídrica en la fuente (Qda. El Chocho), incrementándose en épocas de sequía. Para el caso del acueducto de Asocascajal, el racionamiento actual, está relacionado con los elevados costos de la energía eléctrica por causa del bombeo de agua; ellos mencionan que la variabilidad del clima no influye severamente no en la cantidad ni calidad de su acuífero. Como se mencionó en el análisis de continuidad del servicio, los cortes de agua y su posterior restablecimiento se realizan a la población en general de manera equitativa y programada. En el caso de La Sirena, esta situación no se presenta.</p>								
Fuente	Entrevistas realizadas en Acueductos rurales, en septiembre de 2013								

9.7 Consumo promedio de agua	
Definición	Es la cantidad en m <sup>3</sup> /mes de agua potable consumida por parte de los usuarios, a partir de las mediciones de micro-medidores, totalizando por ruta y estratos. Este consumo normalmente es la cantidad de agua facturada
Relevancia e interacciones	Permite conocer los consumos de agua potable y detectar posibles daños, fugas, o ineficientes usos del recurso.
Unidad de medida	m <sup>3</sup> /mes
Periodicidad	Datos mensuales

Gráficos comparativos	<p style="text-align: center;"><b>Consumo promedio de agua</b></p> <table border="1"> <caption>Consumo promedio de agua (m³/mes)</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Golondrinas</th> <th>La Sirena</th> <th>Asocascajal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>dic-11</td><td>8.5</td><td>20.5</td><td>12.5</td></tr> <tr><td>ene-12</td><td>9.0</td><td>22.5</td><td>9.5</td></tr> <tr><td>feb-12</td><td>8.5</td><td>20.5</td><td></td></tr> <tr><td>mar-12</td><td>8.0</td><td>21.5</td><td></td></tr> <tr><td>abr-12</td><td>7.5</td><td>21.0</td><td></td></tr> <tr><td>may-12</td><td>7.5</td><td>21.0</td><td></td></tr> <tr><td>jun-12</td><td>9.0</td><td>22.0</td><td></td></tr> <tr><td>jul-12</td><td>9.0</td><td>22.5</td><td></td></tr> <tr><td>ago-12</td><td>9.5</td><td>24.0</td><td></td></tr> <tr><td>sep-12</td><td>10.5</td><td>21.5</td><td></td></tr> <tr><td>oct-12</td><td>9.0</td><td>21.5</td><td></td></tr> <tr><td>nov-12</td><td>10.5</td><td>21.5</td><td></td></tr> <tr><td>dic-12</td><td>9.0</td><td>22.5</td><td></td></tr> <tr><td>ene-13</td><td>8.5</td><td>25.0</td><td></td></tr> <tr><td>feb-13</td><td>10.0</td><td>25.0</td><td></td></tr> <tr><td>mar-13</td><td>10.5</td><td>21.5</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Mes	Golondrinas	La Sirena	Asocascajal	dic-11	8.5	20.5	12.5	ene-12	9.0	22.5	9.5	feb-12	8.5	20.5		mar-12	8.0	21.5		abr-12	7.5	21.0		may-12	7.5	21.0		jun-12	9.0	22.0		jul-12	9.0	22.5		ago-12	9.5	24.0		sep-12	10.5	21.5		oct-12	9.0	21.5		nov-12	10.5	21.5		dic-12	9.0	22.5		ene-13	8.5	25.0		feb-13	10.0	25.0		mar-13	10.5	21.5	
Mes	Golondrinas	La Sirena	Asocascajal																																																																		
dic-11	8.5	20.5	12.5																																																																		
ene-12	9.0	22.5	9.5																																																																		
feb-12	8.5	20.5																																																																			
mar-12	8.0	21.5																																																																			
abr-12	7.5	21.0																																																																			
may-12	7.5	21.0																																																																			
jun-12	9.0	22.0																																																																			
jul-12	9.0	22.5																																																																			
ago-12	9.5	24.0																																																																			
sep-12	10.5	21.5																																																																			
oct-12	9.0	21.5																																																																			
nov-12	10.5	21.5																																																																			
dic-12	9.0	22.5																																																																			
ene-13	8.5	25.0																																																																			
feb-13	10.0	25.0																																																																			
mar-13	10.5	21.5																																																																			
Equidad en el acceso al agua	<p>Para el análisis de este indicador, puede considerarse que en el corregimiento de Golondrinas, los mayores consumos están asociados al estrato 3 y el oficial, y en el caso de La Sirena, los mayores consumos son por parte del estrato oficial e industrial. En Asocascajal no se contó con información suficiente para este análisis comparativo.</p> <p>En esta comparación, se resalta que el mayor consumo promedio de agua en m<sup>3</sup>/mes, se presenta en el acueducto de La Sirena, en el cual estos valores oscilan entre 21 y 25 m<sup>3</sup>/mes, mientras que en Golondrinas, estos valores están alrededor de 8 y 11 m<sup>3</sup>/mes.</p> <p>En relación con la equidad en el acceso al agua, puede notarse una variación considerable entre el consumo de agua de la mayoría de usuarios pertenecientes a los estratos 1 y 2 y el estrato oficial. Esto se considera relevante, dado que el agua suministrada proviene de la misma fuente de abastecimiento, la cual al verse afectada por temporadas climáticas de sequía y lluvia, restringe el uso y disponibilidad al 100% de los usuarios, sin distinción alguna.</p>																																																																				
Reducción de pobreza	<p>Con referencia al principio de reducción de la pobreza, se menciona que la disponibilidad de agua en la fuente de abastecimiento, es un factor importante en la dotación de agua. Además, de los usos del recurso y la sensibilización por el uso eficiente del mismo. Con el respecto a la dotación, puede notarse que en La Sirena, se presenta el mayor consumo promedio, por la cantidad de suscriptores con que cuenta el acueducto actualmente.</p>																																																																				
Fuente	<p>Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural"  Diciembre 2011 – Julio 2013 Golondrinas  Diciembre 2011 – Marzo 2013 La Sirena  Diciembre 2011 – Febrero 2012 Asocascajal</p>																																																																				

9.8 Concesión de agua	
Definición	Es el número de concesiones que tiene adjudicadas un acueducto y el caudal de agua asignado por la Corporación Autónoma Regional
Relevancia e interacciones	Permite determinar la relación del agua captada por el acueducto con respecto al caudal concesionado
Unidad de medida	l/s
Periodicidad	Datos fijos

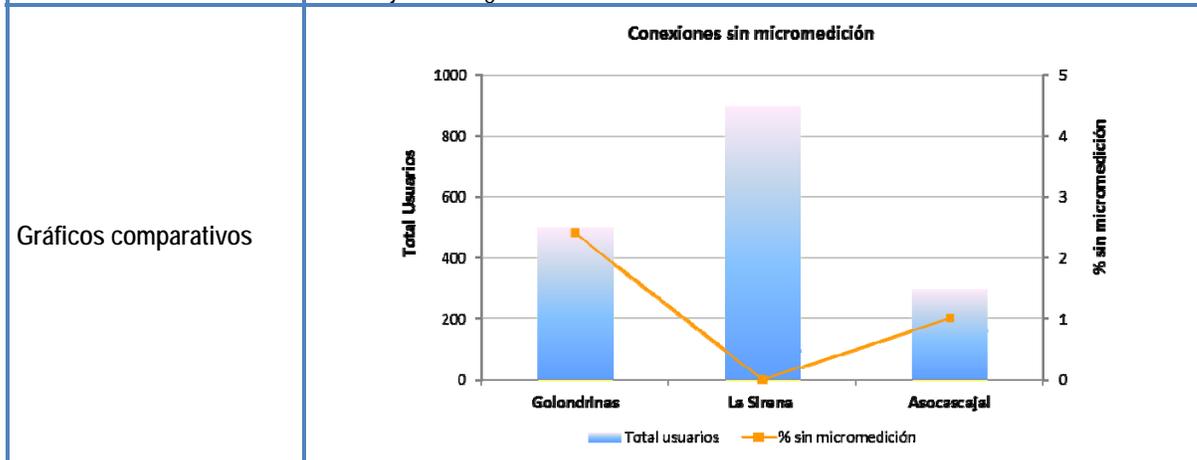
Gráficos comparativos	 <p><b>Concesión de agua</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Acueducto</th> <th>No. Concesiones</th> <th>Caudal total (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Golondrinas</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>La Sirena</td> <td>3</td> <td>18,62</td> </tr> <tr> <td>Asocascajal</td> <td>1</td> <td>12,62</td> </tr> </tbody> </table>	Acueducto	No. Concesiones	Caudal total (l/s)	Golondrinas	1	3	La Sirena	3	18,62	Asocascajal	1	12,62
Acueducto	No. Concesiones	Caudal total (l/s)											
Golondrinas	1	3											
La Sirena	3	18,62											
Asocascajal	1	12,62											
Equidad en el acceso al agua	<p>La mayor concesión de agua la tiene el acueducto de La Sirena (río Meléndez, Qdas. Epaminondas y Las Valencias). El caudal total concesionado es de 18 l/s. En cuanto a Golondrinas y Asocascajal se tiene una concesión de agua para cada uno, con un caudal de 3 y 12,62 l/s, respectivamente.</p> <p>Actualmente, el acueducto de Golondrinas está captando un caudal de 7.5 l/s, acorde a la disponibilidad del agua en la fuente. Esta captación supera el caudal concesionado, lo cual no es equitativo con usuarios del recurso aguas abajo de la bocatoma. Para el caso de La Sirena se está captando actualmente 12 l/s, por debajo de la concesión total de agua. En Asocascajal no se cuenta con esta información.</p> <p>Del análisis de la relación de la dotación teórica del agua (150 l/hab/d) y número de suscriptores con respecto al volumen de agua tratada, puede considerarse que para el acueducto de La Sirena hay una relación proporcional acorde a los consumos registrados mensualmente. Mientras que para Golondrinas, se observa que puede haber pérdidas de agua a lo largo del sistema de suministro; según el gráfico presentado más adelante de Volumen de agua tratada vs. Consumo.</p>												
Fuente	<p>Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural"  Diciembre 2011 – Julio 2013 Golondrinas  Diciembre 2011 – Marzo 2013 La Sirena  Diciembre 2011 – Febrero 2012 Asocascajal</p>												

9.9 Número de bocatomas con/sin concesión	
Definición	Da a conocer la equidad en el acceso al agua en la microcuenca, y la necesidad o demanda para abastecer la población
Relevancia e interacciones	Permite determinar si los caudales concesionados son suficientes para atender el crecimiento de la población
Unidad de medida	
Periodicidad	Datos fijos
Resultados comparativos	El 100% de las bocatomas de los acueductos de este estudio tienen concesión por parte de la autoridad ambiental.
Equidad en el acceso al agua	De acuerdo a la información recopilada en los tres acueductos se encontró que el 100% de las bocatomas tienen concesión de agua, en las fuentes abastecedoras. Sin embargo, en la parte alta de las microcuencas (Golondrinas y La Sirena) existen otras captaciones aguas arriba de las bocatomas, para uso agrícola en su mayoría. Esto puede tener efectos en la oferta hídrica sobre todo en épocas de sequía. A pesar de esta amenaza, en

	ninguno de los acueductos se ha realizado una acción para mejorar esta situación. Los tres acueductos a lo largo del tiempo, se han capacitado en el cuidado y preservación de las microcuencas abastecedoras, aspecto que ha contribuido a tener un cambio de paradigma en relación con la GIRH y a la distribución equitativa del agua.
Fuente	Entrevistas realizadas en Acueductos rurales, en septiembre de 2013

### 9.10 Conexiones con/sin micromedición

Definición	Es el porcentaje de suscriptores que cuentan con micromedición en las localidades que esta medida de cuantificación existe
Relevancia e interacciones	Determina al acueducto los consumos de cada vivienda, promedios históricos y picos de consumos. Es un insumo no solo para el cobro de la tarifa, sino también para detectar fugas, daños o ineficientes usos del agua
Unidad de medida	%
Periodicidad	Datos fijos con alguna variación



Equidad en el acceso al agua	Desde el punto de vista de equidad en el acceso al agua, se encontró comparativamente que en los tres acueductos existe micromedición para el control del consumo de agua en las viviendas suscritas al acueducto. En La Sirena, acueducto con mayor número de suscriptores se tiene que el 100% de suscriptores tiene micromedición. Así mismo, el acueducto con mayor porcentaje de usuarios que no tiene micromedición es Golondrinas, con un 2,3% aproximadamente. Esta micromedición ha dado resultado como control de los consumos de agua y como herramienta de gestión para el uso eficiente y equitativo de agua en todos los usuarios del sistema. Actualmente, esta medida sumada a las campañas, han influenciado para reducir consumos y lograr una medida exitosa de adaptación al cambio climático.
Fuente	Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural" Diciembre 2011 – Julio 2013 Golondrinas Diciembre 2011 – Marzo 2013 La Sirena Diciembre 2011 – Febrero 2012 Asocascajal

### 9.11 Volumen de agua tratada vs. Consumo

Definición	Permite determinar la relación entre la cantidad de agua al mes que es tratada, medida con un macromedidor a la salida de la planta de tratamiento y el consumo de agua
Relevancia e interacciones	Determina si el sistema está adecuadamente diseñado, subdimensionado o sobredimensionado, y, esto como afecta el servicio cuando se presentan crisis por agua (época de lluvia o sequía).

Unidad de medida	m <sup>3</sup> /mes																																																																																					
Periodicidad	Datos mensuales																																																																																					
Gráficos comparativos	<p style="text-align: center;"><b>Volumen agua tratada vs. Consumo</b></p> <table border="1"> <caption>Datos estimados del gráfico: Volumen agua tratada vs. Consumo</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Gol_Vol_Tra (m³/mes)</th> <th>La Sir_Vol_Tra (m³/mes)</th> <th>Gol_Cons (m³/mes)</th> <th>La Sir_Cons (m³/mes)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>dic-11</td><td>9</td><td>24</td><td>8</td><td>21</td></tr> <tr><td>ene-12</td><td>14</td><td>27</td><td>9</td><td>23</td></tr> <tr><td>feb-12</td><td>17</td><td>25</td><td>9</td><td>21</td></tr> <tr><td>mar-12</td><td>14</td><td>26</td><td>8</td><td>22</td></tr> <tr><td>abr-12</td><td>8</td><td>26</td><td>7</td><td>21</td></tr> <tr><td>may-12</td><td>14</td><td>25</td><td>7</td><td>21</td></tr> <tr><td>jun-12</td><td>14</td><td>26</td><td>9</td><td>22</td></tr> <tr><td>jul-12</td><td>16</td><td>27</td><td>9</td><td>23</td></tr> <tr><td>ago-12</td><td>14</td><td>28</td><td>10</td><td>24</td></tr> <tr><td>sep-12</td><td>14</td><td>26</td><td>11</td><td>22</td></tr> <tr><td>oct-12</td><td>14</td><td>24</td><td>9</td><td>22</td></tr> <tr><td>nov-12</td><td>13</td><td>24</td><td>10</td><td>22</td></tr> <tr><td>dic-12</td><td>13</td><td>25</td><td>9</td><td>23</td></tr> <tr><td>ene-13</td><td>13</td><td>27</td><td>8</td><td>25</td></tr> <tr><td>feb-13</td><td>12</td><td>27</td><td>10</td><td>25</td></tr> <tr><td>mar-13</td><td>13</td><td>24</td><td>10</td><td>22</td></tr> </tbody> </table>	Mes	Gol_Vol_Tra (m³/mes)	La Sir_Vol_Tra (m³/mes)	Gol_Cons (m³/mes)	La Sir_Cons (m³/mes)	dic-11	9	24	8	21	ene-12	14	27	9	23	feb-12	17	25	9	21	mar-12	14	26	8	22	abr-12	8	26	7	21	may-12	14	25	7	21	jun-12	14	26	9	22	jul-12	16	27	9	23	ago-12	14	28	10	24	sep-12	14	26	11	22	oct-12	14	24	9	22	nov-12	13	24	10	22	dic-12	13	25	9	23	ene-13	13	27	8	25	feb-13	12	27	10	25	mar-13	13	24	10	22
Mes	Gol_Vol_Tra (m³/mes)	La Sir_Vol_Tra (m³/mes)	Gol_Cons (m³/mes)	La Sir_Cons (m³/mes)																																																																																		
dic-11	9	24	8	21																																																																																		
ene-12	14	27	9	23																																																																																		
feb-12	17	25	9	21																																																																																		
mar-12	14	26	8	22																																																																																		
abr-12	8	26	7	21																																																																																		
may-12	14	25	7	21																																																																																		
jun-12	14	26	9	22																																																																																		
jul-12	16	27	9	23																																																																																		
ago-12	14	28	10	24																																																																																		
sep-12	14	26	11	22																																																																																		
oct-12	14	24	9	22																																																																																		
nov-12	13	24	10	22																																																																																		
dic-12	13	25	9	23																																																																																		
ene-13	13	27	8	25																																																																																		
feb-13	12	27	10	25																																																																																		
mar-13	13	24	10	22																																																																																		
Eficiencia del sistema de acueducto	<p>De acuerdo al gráfico comparativo, puede observarse que a mayor volumen de agua tratada, mayores consumos por parte de los usuarios del sistema. El agua facturada es proporcional a estos volúmenes, lo que indica que en ambos acueductos se cuenta con un sistema bien diseñado que satisface la demanda de agua de sus habitantes en la actualidad. Se resalta que en Golondrinas, se presentan porcentajes de pérdidas de agua elevados, que desfavorece la sostenibilidad del acueducto y la eficiencia del mismo. Estas pérdidas de agua, incrementan los efectos de la época de sequía en el sistema de suministro, en la cual, se presenta una reducción de agua considerable en la fuente, lo que conlleva a racionar el agua, dañar las tuberías de conducción y distribución y a desmejorar el servicio.</p> <p>En Asocascajal no es posible realizar este análisis dado que no existe macromedidor a la salida de la PTAP.</p>																																																																																					
Fuente	<p>Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural"  Diciembre 2011 – Julio 2013 Golondrinas  Diciembre 2011 – Marzo 2013 La Sirena  Diciembre 2011 – Febrero 2012 Asocascajal</p>																																																																																					

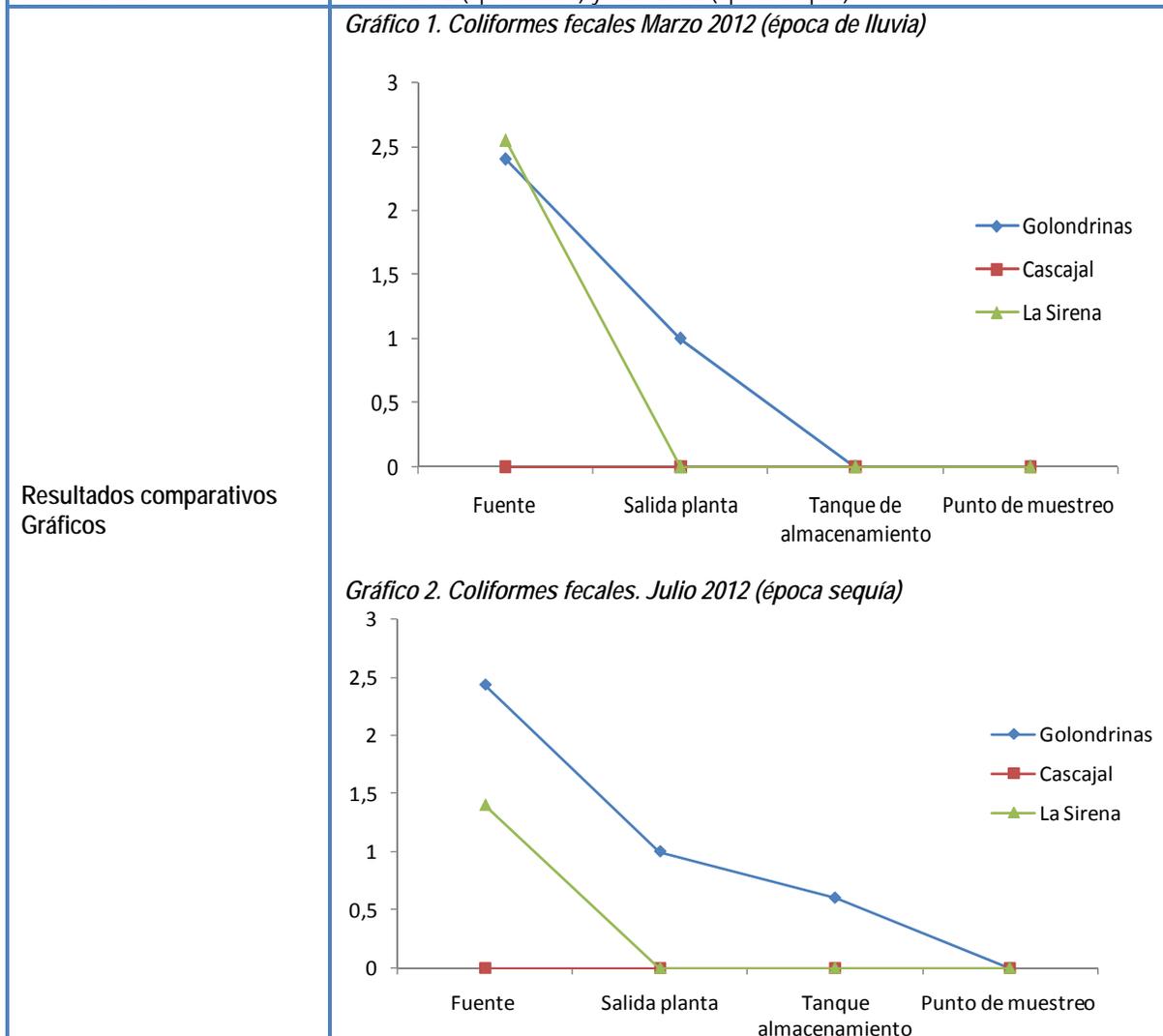
9.12 Presencia de Coliformes totales en el sistema	
Definición	Las coliformes totales, determinan la presencia de bacterias entéricas con características bioquímicas en común, son indicadores de contaminación del agua y deben eliminarse en el sistema de tratamiento de potabilización
Relevancia e interacciones	Este indicador determina el estado de calidad del agua a lo largo del sistema de acueducto desde la fuente de abastecimiento hasta el usuario (vivienda)
Unidad de medida	UFC / 100 ml
Periodicidad	Marzo 2012 (época lluvia) y Julio 2012 (época sequía)
Resultados comparativos Gráficos	

	<p><b>Gráfico 1. Coliformes totales. Marzo 2012 (época de lluvia)</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sistema</th> <th>Fuente</th> <th>Salida planta</th> <th>Tanque almacenamiento</th> <th>Punto de muestreo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Golondrinas</td> <td>3.1</td> <td>1.5</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Cascajal</td> <td>0</td> <td>0.5</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>La Sirena</td> <td>3.4</td> <td>0.7</td> <td>1.2</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Gráfico 2. Coliformes totales. Julio 2012 (época sequía)</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sistema</th> <th>Fuente</th> <th>Salida planta</th> <th>Tanque almacenamiento</th> <th>Punto de muestreo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Golondrinas</td> <td>3.2</td> <td>1.5</td> <td>1.6</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>Cascajal</td> <td>0.3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>La Sirena</td> <td>3.5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Sistema	Fuente	Salida planta	Tanque almacenamiento	Punto de muestreo	Golondrinas	3.1	1.5	0	0	Cascajal	0	0.5	0	0	La Sirena	3.4	0.7	1.2	0	Sistema	Fuente	Salida planta	Tanque almacenamiento	Punto de muestreo	Golondrinas	3.2	1.5	1.6	1.0	Cascajal	0.3	0	0	0	La Sirena	3.5	0	0	0
Sistema	Fuente	Salida planta	Tanque almacenamiento	Punto de muestreo																																					
Golondrinas	3.1	1.5	0	0																																					
Cascajal	0	0.5	0	0																																					
La Sirena	3.4	0.7	1.2	0																																					
Sistema	Fuente	Salida planta	Tanque almacenamiento	Punto de muestreo																																					
Golondrinas	3.2	1.5	1.6	1.0																																					
Cascajal	0.3	0	0	0																																					
La Sirena	3.5	0	0	0																																					
<p><b>Eficiencia del sistema de acueducto</b></p>	<p>En época de lluvia, la mayor eficiencia de remoción de coliformes totales es llevada a cabo por el sistema de tratamiento del acueducto de Asocascajal, seguido de Golondrinas. Es importante resaltar que el acueducto de Asocascajal se surte de pozo profundo, en el cual se espera encontrar mejor calidad del agua en la fuente por su baja exposición a fuentes de contaminación puntual. Debido a esto, se resalta la labor del sistema de acueducto de Golondrinas, el cual reduce significativamente estos microorganismos a la salida de la planta de potabilización, manteniendo una óptima calidad hasta el usuario.</p> <p>En época de sequía, se observó un incremento de contaminación en el agua subterránea de la vereda Cascajal, situación que se controla a lo largo del tratamiento. También, puede observarse una mejora en el sistema de tratamiento de La Sirena en comparación al muestreo anterior. Por el contrario en Golondrinas se observó un detrimento de la calidad del agua a lo largo del sistema, esto puede ser un indicio del mal funcionamiento de alguno de los componentes del sistema FIME que no elimina totalmente los coliformes totales, poniendo en riesgo la salud de los usuarios del sistema.</p>																																								
<p><b>Reducción de pobreza</b></p>	<p>Los acueductos han mejorado la eficiencia de los sistemas de abastecimiento y con esto los tratamientos de potabilización del agua. En todos los sitios del estudio, el uso del agua que predomina es el consumo humano y doméstico. Este comportamiento de</p>																																								

	los coliformes totales facilita la realización de actividades domésticas. En las comunidades de Golondrinas y Asocasajal, algunos usuarios se ven en la necesidad de comprar agua embotellada, pero esto no está relacionado con la calidad sino con la continuidad del servicio.
Fuente	Datos recopilados durante muestreos de calidad del agua: época de lluvia (del 12 al 14 marzo de 2012), época seca (del 4 al 6 julio de 2012).

### 9.13 Presencia de Coliformes fecales en el sistema

Definición	Las coliformes fecales determinan la presencia de bacterias entéricas de origen fecal, con características bioquímicas en común, son indicadores de contaminación del agua por materia fecal y deben ser removidas durante la potabilización del agua
Relevancia e interacciones	Este indicador determina el estado de calidad del agua a lo largo del sistema de acueducto desde la fuente de abastecimiento hasta el usuario (vivienda)
Unidad de medida	UFC / 100 ml
Periodicidad	Marzo 2012 (época lluvia) y Julio 2012 (época sequía)

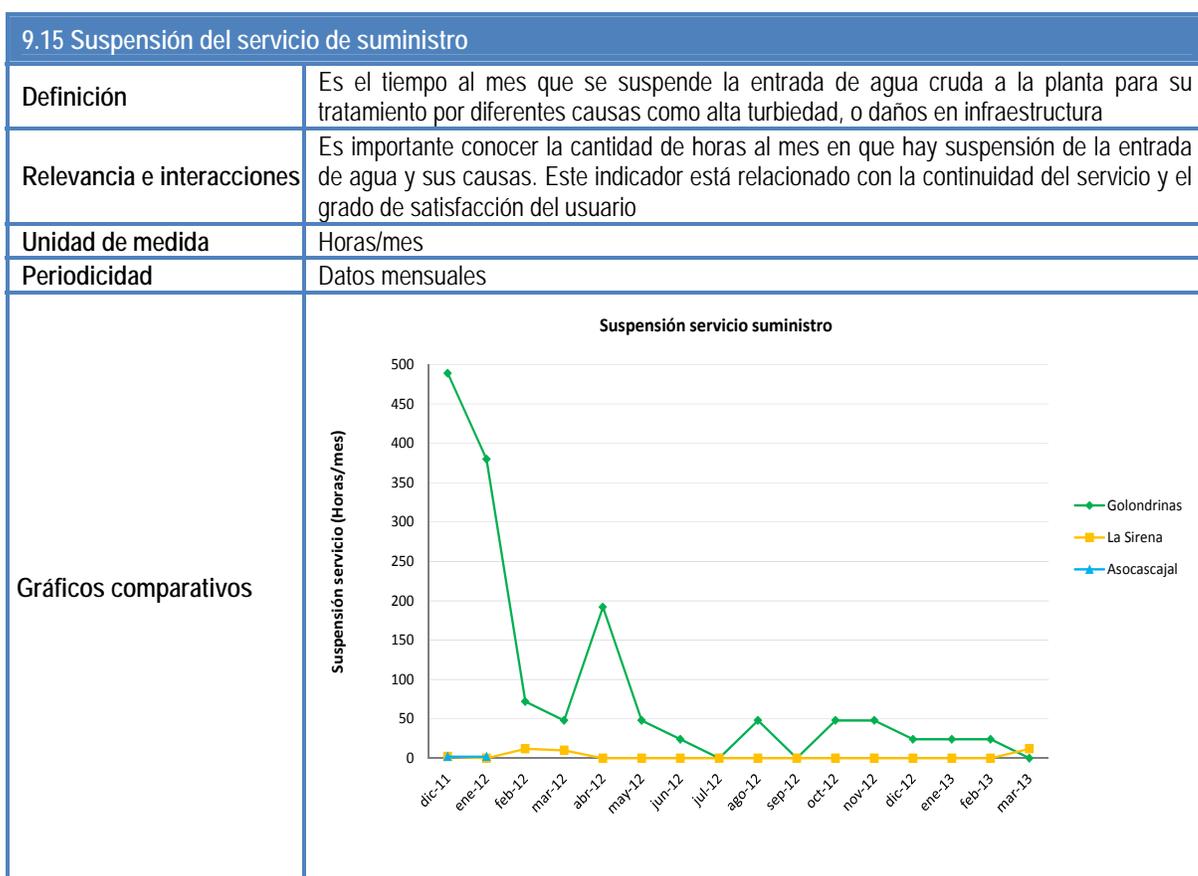


Eficiencia del sistema de acueducto	En época de lluvia, la mejor condición de calidad del agua en todo el sistema la tiene el acueducto de la vereda Cascajal; al igual que en el índice de coliformes totales no
-------------------------------------	---

	<p>se reportaron valores de coliformes fecales en el pozo ni a lo largo del sistema de acueducto. En cuanto a Golondrinas y La Sirena la mejor situación se presenta en ésta última dado que a la salida de la planta se presentan cero coliformes fecales asegurando una buena calidad a la entrada de la distribución.</p> <p>En época de sequía se observó una buena calidad del agua en Cascajal al igual que en época de lluvia. En cuanto a Golondrinas persiste un deterioro de la calidad del agua luego de la salida de la planta de potabilización, situación que afirma aún más el posible mal funcionamiento del sistema de tratamiento y de la red de distribución. En La Sirena el sistema de acueducto se muestra eficiente en cuanto a la remoción de coliformes fecales.</p>
Reducción de pobreza	Los acueductos han mejorado la eficiencia de los sistemas de abastecimiento y con esto los tratamientos de potabilización del agua. En todos los sitios del estudio, el uso del agua que predomina es el consumo humano y doméstico. Este comportamiento de los coliformes fecales facilita la realización de actividades domésticas. En las comunidades de Golondrinas y Asocascajal, algunos usuarios se ven en la necesidad de comprar agua embotellada, pero esto no está relacionado con la calidad sino con la continuidad del servicio.
Fuente	Datos recopilados durante muestreos de calidad del agua: época de lluvia (del 12 al 14 marzo de 2012), época sequía (del 4 al 6 julio de 2012).

9.14 Pérdidas de agua en el sistema																																																				
Definición	Es el porcentaje del volumen de agua tratada al mes que se pierde en el sistema (desde la planta hasta los usuarios). Se calcula dividiendo el consumo de agua sobre el volumen de agua tratada al mes y multiplicando por 100. Esto nos da el porcentaje de agua tratada que fue facturada. La diferencia entre 100 y este valor, corresponde al porcentaje de pérdidas.																																																			
Relevancia e interacciones	Este indicador permite identificar el volumen de agua perdida a lo largo de la red, e implementar campañas de detección de fugas, daños o conexiones ilegales																																																			
Unidad de medida	%																																																			
Periodicidad	Datos mensuales																																																			
Gráficos comparativos	<p style="text-align: center;"><b>Pérdidas de agua</b></p> <table border="1"> <caption>Data for 'Pérdidas de agua' graph</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Golondrinas (%)</th> <th>La Sirena (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>dic-11</td><td>10</td><td>18</td></tr> <tr><td>ene-12</td><td>39</td><td>18</td></tr> <tr><td>feb-12</td><td>47</td><td>18</td></tr> <tr><td>mar-12</td><td>43</td><td>18</td></tr> <tr><td>abr-12</td><td>7</td><td>18</td></tr> <tr><td>may-12</td><td>48</td><td>18</td></tr> <tr><td>jun-12</td><td>36</td><td>18</td></tr> <tr><td>jul-12</td><td>43</td><td>18</td></tr> <tr><td>ago-12</td><td>31</td><td>10</td></tr> <tr><td>sep-12</td><td>29</td><td>10</td></tr> <tr><td>oct-12</td><td>37</td><td>10</td></tr> <tr><td>nov-12</td><td>24</td><td>10</td></tr> <tr><td>dic-12</td><td>31</td><td>10</td></tr> <tr><td>ene-13</td><td>35</td><td>10</td></tr> <tr><td>feb-13</td><td>14</td><td>10</td></tr> <tr><td>mar-13</td><td>25</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>	Mes	Golondrinas (%)	La Sirena (%)	dic-11	10	18	ene-12	39	18	feb-12	47	18	mar-12	43	18	abr-12	7	18	may-12	48	18	jun-12	36	18	jul-12	43	18	ago-12	31	10	sep-12	29	10	oct-12	37	10	nov-12	24	10	dic-12	31	10	ene-13	35	10	feb-13	14	10	mar-13	25	10
Mes	Golondrinas (%)	La Sirena (%)																																																		
dic-11	10	18																																																		
ene-12	39	18																																																		
feb-12	47	18																																																		
mar-12	43	18																																																		
abr-12	7	18																																																		
may-12	48	18																																																		
jun-12	36	18																																																		
jul-12	43	18																																																		
ago-12	31	10																																																		
sep-12	29	10																																																		
oct-12	37	10																																																		
nov-12	24	10																																																		
dic-12	31	10																																																		
ene-13	35	10																																																		
feb-13	14	10																																																		
mar-13	25	10																																																		
Eficiencia del sistema de acueducto	En el acueducto de Golondrinas, se presenta un mayor porcentaje de pérdidas de agua en la distribución, que oscila entre el 7% y el 47% aproximadamente. En La Sirena, se cuenta con menores porcentajes de pérdidas de agua. La mayor causa de esto en																																																			

	<p>Golondrinas puede relacionarse posiblemente con el mal estado de las redes de distribución y fugas en las conexiones domiciliarias. Sin embargo, esta situación ha mejorado en esta localidad, por las constantes revisiones de la infraestructura en las redes y la reparación de daños y fugas.</p> <p>En La Sirena se menciona que las permanentes campañas e inspecciones a las redes y a las conexiones, han permitido detectar conexiones fraudulentas en el sistema. Para el caso de Asocascajal, no se cuenta con macromedición del agua tratada, por lo cual no se puede contabilizar este indicador.</p>
Fuente	<p>Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural"</p> <p>Diciembre 2011 – Julio 2013 Golondrinas</p> <p>Diciembre 2011 – Marzo 2013 La Sirena</p> <p>Diciembre 2011 – Febrero 2012 Asocascajal</p>



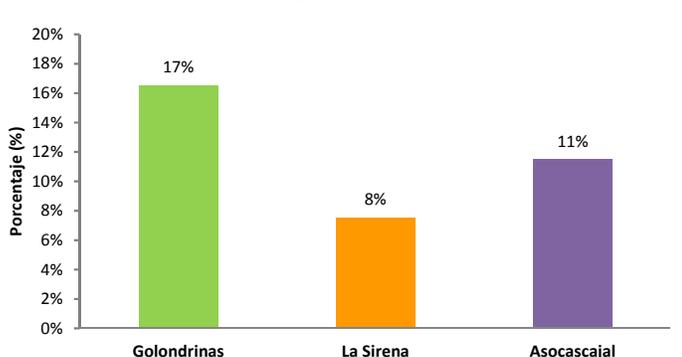
	<p style="text-align: center;"><b>Causas suspensión servicio suministro</b></p>
<p><b>Eficiencia del sistema de acueducto</b></p>	<p>La situación más crítica entre diciembre de 2011 y abril de 2012, se presentó para el acueducto de Golondrinas, en el cual el periodo de lluvias marcó un notable efecto en el sistema de suministro. Las principales causas estuvieron asociadas con daños en la infraestructura del sistema y en particular en diciembre de 2011 con alta turbiedad.</p> <p>En este corregimiento la suspensión del servicio ha disminuido, y cuando se presenta, se atribuye al incremento de turbiedad en la quebrada El Chocho, sobre todo en periodos de lluvia prolongados, lo cual requiere suspender la entrada del agua a la PTAP y con esto suspender el servicio.</p> <p>En el caso de La Sirena, no se han registrado cortes del servicio que afecte a los usuarios. Las causas cuando esto ha ocurrido, han estado relacionadas con alta turbiedad.</p> <p>En Asocascajal no se contó con información suficiente para este análisis.</p>
<p><b>Fuente</b></p>	<p>Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural"  Diciembre 2011 – Julio 2013 Golondrinas  Diciembre 2011 – Marzo 2013 La Sirena  Diciembre 2011 – Febrero 2012 Asocascajal</p>

<p>9.16 Grado de satisfacción de la demanda</p>	
<p><b>Definición</b></p>	<p>El grado de satisfacción de la demanda de agua, hace alusión a la percepción de la comunidad por la gestión administrativa de la junta administradora del acueducto.</p>
<p><b>Relevancia e interacciones</b></p>	<p>Considera además, la continuidad del servicio, las acciones realizadas para enfrentar los eventos climáticos extremos de lluvia y sequía y la reacción oportuna a las peticiones, quejas y reclamos de los usuarios.</p>
<p><b>Unidad de medida</b></p>	<p>Escala: Excelente, Buena, Normal, Deficiente, Muy deficiente, Ns/Nr</p>
<p><b>Periodicidad</b></p>	<p>Datos dinámicos con alguna variación</p>

Gráficos comparativos	<p style="text-align: center;"><b>Grado de satisfacción de la demanda</b></p> <table border="1"> <caption>Grado de satisfacción de la demanda (%)</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Golondrinas (%)</th> <th>La Sirena (%)</th> <th>Asocascajal (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Excelente</td> <td>2</td> <td>13</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Buena</td> <td>40</td> <td>49</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>Normal</td> <td>40</td> <td>15</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Deficiente</td> <td>11</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Muy deficiente</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Ns/Nr</td> <td>7</td> <td>21</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Golondrinas (%)	La Sirena (%)	Asocascajal (%)	Excelente	2	13	18	Buena	40	49	38	Normal	40	15	24	Deficiente	11	2	3	Muy deficiente	1	0	0	Ns/Nr	7	21	16
Categoría	Golondrinas (%)	La Sirena (%)	Asocascajal (%)																										
Excelente	2	13	18																										
Buena	40	49	38																										
Normal	40	15	24																										
Deficiente	11	2	3																										
Muy deficiente	1	0	0																										
Ns/Nr	7	21	16																										
Eficiencia del sistema de acueducto	<p>Para la población usuaria de los sistemas de acueducto en las tres localidades, la percepción sobre la eficiencia del sistema, fue medida en la escala presentada en el gráfico. En general, todos sitúan la eficiencia y/o gestión del acueducto es una calificación de Buena, distribuida así: Golondrinas (40%), La Sirena (49%) y Asocascajal (38%).</p> <p>También, cabe resaltar que en Golondrinas el 11% consideran la eficiencia del sistema como deficiente, esto es por los continuos cortes de agua que se presentan y que se incrementan en periodos de sequía o lluvias.</p>																												
Fuente	<p>Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural" Encuestas aplicadas en el 100% de los usuarios. Entre marzo – julio de 2012</p>																												

9.17 Costos del agua perdida																																																	
Definición	Es el valor del agua que ha sido perdida en la conducción y distribución (desde la planta hasta los usuarios)																																																
Relevancia e interacciones	Se calcula multiplicando el % pérdidas x At (m3/mes) x Costo de tratar el agua (Costo At en \$/m3). El Costo At puede equivaler también a la tarifa plena de cobro del agua potable																																																
Unidad de medida	\$/mes																																																
Periodicidad	Datos mensuales																																																
Gráficos comparativos	<p style="text-align: center;"><b>Costos del agua perdida</b></p> <table border="1"> <caption>Costos del agua perdida (\$/mes)</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Golondrinas (\$/mes)</th> <th>La Sirena (\$/mes)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ene-12</td><td>1,550,000</td><td>1,850,000</td></tr> <tr><td>feb-12</td><td>2,100,000</td><td>1,700,000</td></tr> <tr><td>mar-12</td><td>1,650,000</td><td>1,750,000</td></tr> <tr><td>abr-12</td><td>1,600,000</td><td>1,750,000</td></tr> <tr><td>may-12</td><td>1,850,000</td><td>1,700,000</td></tr> <tr><td>jun-12</td><td>1,400,000</td><td>1,750,000</td></tr> <tr><td>jul-12</td><td>1,850,000</td><td>1,800,000</td></tr> <tr><td>ago-12</td><td>1,200,000</td><td>1,100,000</td></tr> <tr><td>sep-12</td><td>1,150,000</td><td>1,050,000</td></tr> <tr><td>oct-12</td><td>1,400,000</td><td>1,000,000</td></tr> <tr><td>nov-12</td><td>1,000,000</td><td>1,000,000</td></tr> <tr><td>dic-12</td><td>1,100,000</td><td>1,000,000</td></tr> <tr><td>ene-13</td><td>1,250,000</td><td>1,350,000</td></tr> <tr><td>feb-13</td><td>450,000</td><td>1,350,000</td></tr> <tr><td>mar-13</td><td>1,000,000</td><td>1,100,000</td></tr> </tbody> </table>	Mes	Golondrinas (\$/mes)	La Sirena (\$/mes)	ene-12	1,550,000	1,850,000	feb-12	2,100,000	1,700,000	mar-12	1,650,000	1,750,000	abr-12	1,600,000	1,750,000	may-12	1,850,000	1,700,000	jun-12	1,400,000	1,750,000	jul-12	1,850,000	1,800,000	ago-12	1,200,000	1,100,000	sep-12	1,150,000	1,050,000	oct-12	1,400,000	1,000,000	nov-12	1,000,000	1,000,000	dic-12	1,100,000	1,000,000	ene-13	1,250,000	1,350,000	feb-13	450,000	1,350,000	mar-13	1,000,000	1,100,000
Mes	Golondrinas (\$/mes)	La Sirena (\$/mes)																																															
ene-12	1,550,000	1,850,000																																															
feb-12	2,100,000	1,700,000																																															
mar-12	1,650,000	1,750,000																																															
abr-12	1,600,000	1,750,000																																															
may-12	1,850,000	1,700,000																																															
jun-12	1,400,000	1,750,000																																															
jul-12	1,850,000	1,800,000																																															
ago-12	1,200,000	1,100,000																																															
sep-12	1,150,000	1,050,000																																															
oct-12	1,400,000	1,000,000																																															
nov-12	1,000,000	1,000,000																																															
dic-12	1,100,000	1,000,000																																															
ene-13	1,250,000	1,350,000																																															
feb-13	450,000	1,350,000																																															
mar-13	1,000,000	1,100,000																																															

<p><b>Reducción de pobreza</b></p>	<p>En relación con este indicador y considerando este aspecto como muy relevante para la determinación de las acciones para la adaptación al cambio climático con enfoque de reducción de la pobreza, puede mencionarse que a pesar de que el valor por m<sup>3</sup> de agua, es ligeramente mayor para La Sirena, los costos del agua perdida son similares. Esto ratifica el elevado porcentaje de pérdidas de agua en el sistema de acueducto de Golondrinas, que incrementa este costo y pone en riesgo la sostenibilidad del sistema.</p> <p>En promedio estos costos están alrededor de \$ 1.400.000 pesos, mensuales en ambos acueductos, lo cual disminuye la capacidad económica de las administraciones para atender posibles emergencias que se puedan presentar en periodos de lluvias y sequía, y para implementar acciones de adaptación al cambio climático en la microcuenca, en el sistema y en las viviendas.</p> <p>Los acueductos han establecido acciones para detectar fugas, reparar daños y disminuir las pérdidas de agua, sin embargo, estos costos son altos y pueden poner en riesgo la sostenibilidad de los sistemas y con esto la calidad del servicio de suministro de agua potable.</p>
<p><b>Fuente</b></p>	<p>Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural"  Diciembre 2011 – Julio 2013 Golondrinas  Diciembre 2011 – Marzo 2013 La Sirena  Diciembre 2011 – Febrero 2012 Asocascajal</p>

<p>9.18 Número de viviendas con sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias</p>									
<p><b>Definición</b></p>	<p>De la totalidad de suscriptores del sistema de acueducto, cuantos utilizan el agua lluvia como fuente alterna para abastecimiento</p>								
<p><b>Relevancia e interacciones</b></p>	<p>Permite identificar el uso y aprovechamiento de fuentes alternas de agua, y los impactos en la reducción de la pobreza y en el uso eficiente del recurso hídrico desde los hogares</p>								
<p><b>Unidad de medida</b></p>	<p>%</p>								
<p><b>Periodicidad</b></p>	<p>Cada vez que se realice una consulta a la población sobre la disponibilidad de fuentes de agua</p>								
<p><b>Gráficos comparativos</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Viviendas con sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias</b></p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Acueducto</th> <th>Porcentaje (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Golondrinas</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>La Sirena</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Asocascajal</td> <td>11%</td> </tr> </tbody> </table>	Acueducto	Porcentaje (%)	Golondrinas	17%	La Sirena	8%	Asocascajal	11%
Acueducto	Porcentaje (%)								
Golondrinas	17%								
La Sirena	8%								
Asocascajal	11%								
<p><b>Reducción de pobreza</b></p>	<p>Los tres acueductos realizan aprovechamiento del agua lluvia para actividades domésticas, como: aseo de casa, riego de plantas y jardines y en algunos casos para ser consumida. El acueducto que mayor uso hace de esta fuente alterna es Golondrinas (17%), seguido de Asocascajal (11%) y La Sirena (8%).</p> <p>Según la encuesta realizada al 100% de los suscriptores en cada acueducto, quienes utilizan esta agua como fuente alterna, consideran que es adecuado este</p>								

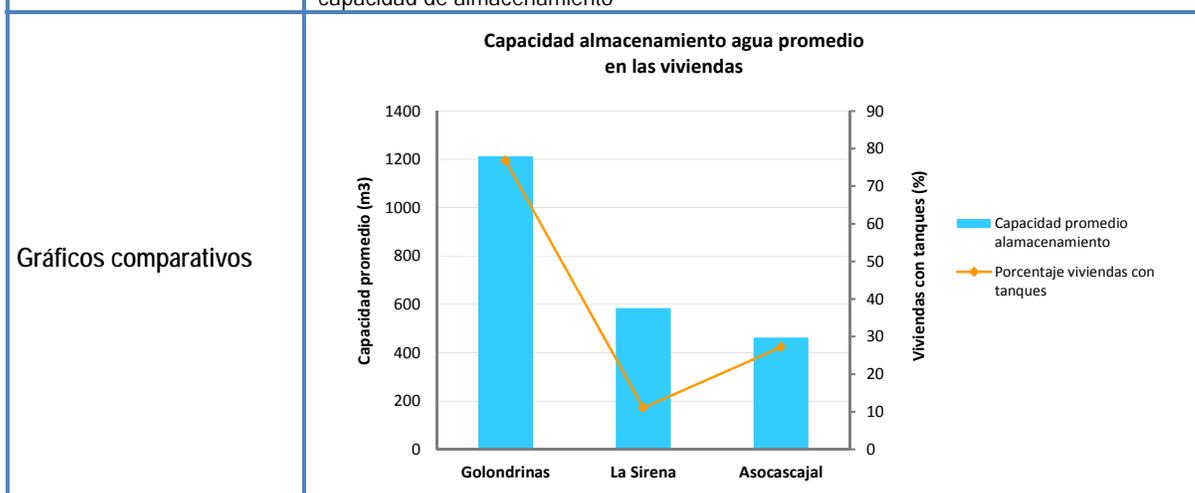
	<p>aprovechamiento siempre y cuando se tengan en cuenta aspecto de cómo se está realizando la captación y en qué se está utilizando esta agua.</p> <p>Se tiene información que en los acueductos de Golondrinas y La Sirena, la junta administradora actual promueve el uso del agua lluvia como fuente alterna de abastecimiento, con el propósito de usar de manera eficiente el recurso hídrico, y contribuir a la reducción de la pobreza en los usuarios y en el sistema en general; dado que esto reduce el consumo de agua de la vivienda, y con esto los costos de tratamiento y operación de los sistemas; convirtiéndose en un factor de sostenibilidad.</p>
<b>Fuente</b>	<p>Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural"</p> <p>Encuestas aplicadas en el 100% de los usuarios. Entre marzo – julio de 2012</p>

9.19 Capacidad de almacenamiento de agua tratada													
<b>Definición</b>	Es la cantidad de agua que el acueducto almacena en tanques, para una posterior distribución												
<b>Relevancia e interacciones</b>	Permite identificar y analizar la capacidad del acueducto para atender emergencias relacionadas con variaciones climáticas en lluvia y sequía, o daños en infraestructura												
<b>Unidad de medida</b>	m <sup>3</sup>												
<b>Periodicidad</b>	Datos fijos con poca variación												
<b>Gráficos comparativos</b>	<p style="text-align: center;"><b>Capacidad almacenamiento agua tratada</b></p> <table border="1"> <caption>Datos del gráfico: Capacidad almacenamiento agua tratada</caption> <thead> <tr> <th>Acueducto</th> <th>No. Tanques</th> <th>Volumen (m<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Golondrinas</td> <td>1</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>La Sirena</td> <td>5</td> <td>715</td> </tr> <tr> <td>Asocasajal</td> <td>1</td> <td>49</td> </tr> </tbody> </table>	Acueducto	No. Tanques	Volumen (m <sup>3</sup> )	Golondrinas	1	170	La Sirena	5	715	Asocasajal	1	49
Acueducto	No. Tanques	Volumen (m <sup>3</sup> )											
Golondrinas	1	170											
La Sirena	5	715											
Asocasajal	1	49											
<b>Reducción de pobreza</b>	<p>Con referencia a la capacidad de almacenamiento de agua tratada, el acueducto de La Sirena cuenta con mayor número de tanques (5) y con un volumen de 715 m<sup>3</sup>. Esto se debe a que tiene mayor número de suscriptores con respecto a los otros dos acueductos. Este almacenamiento le ha permitido al acueducto, realizar labores de limpieza y mantenimiento a las demás unidades de tratamiento sin dificultad alguna y atender posibles emergencias que surgen por las lluvias o sequía, sin descuidar la continuidad del servicio. Para el caso de Golondrinas, se cuenta con un tanque de 170 m<sup>3</sup> de agua, que en caso de emergencia, debido a la variabilidad del clima (en su mayoría), atiende la demanda de dos sectores de la población, por ello, los racionamientos de agua son más prolongados y la población se ve en la necesidad de comprar agua embotellada para la preparación de alimentos y bebidas.</p> <p>En Asocasajal se cuenta con un tanque de almacenamiento de 49 m<sup>3</sup>, que satisface la demanda de agua en caso de suspender el tratamiento por un lapso de 4-5 horas, por lo cual sus habitantes al igual que en Golondrinas se ven en la necesidad de comprar agua embotellada para consumo humano.</p>												
<b>Fuente</b>	Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural"												

	Diciembre 2011 – Julio 2013 Golondrinas Diciembre 2011 – Marzo 2013 La Sirena Diciembre 2011 – Febrero 2012 Asocascajal
--	---

### 9.20 Capacidad de almacenamiento de agua promedio en las viviendas

<b>Definición</b>	Mide el volumen promedio de agua almacenada por vivienda, en el caso en que exista almacenamiento
<b>Relevancia e interacciones</b>	Permite determinar la disponibilidad de agua para diversos usos al interior de la vivienda, y cómo sirve esta medida para adaptarse a la variabilidad climática y a las estrategias que deben tomar los acueductos
<b>Unidad de medida</b>	m <sup>3</sup>
<b>Periodicidad</b>	Cada vez que se realice una consulta a la población sobre la disponibilidad y su capacidad de almacenamiento



**Reducción de pobreza**

En relación con el número de viviendas que cuentan con tanques de almacenamiento se encontró que en Golondrinas el 77% de la población suscrita al acueducto, cuenta con estas unidades; en Asocascajal el 27% tienen almacenamiento, mientras que en La Sirena, solamente el 11% de la población suscriptor almacena agua al interior de sus casas. Esta medida, puede tomarse como un mecanismo de prevención y/o adaptación a los cortes o racionamientos de agua, y puede garantizar la disponibilidad del recurso para las 24 horas del día.

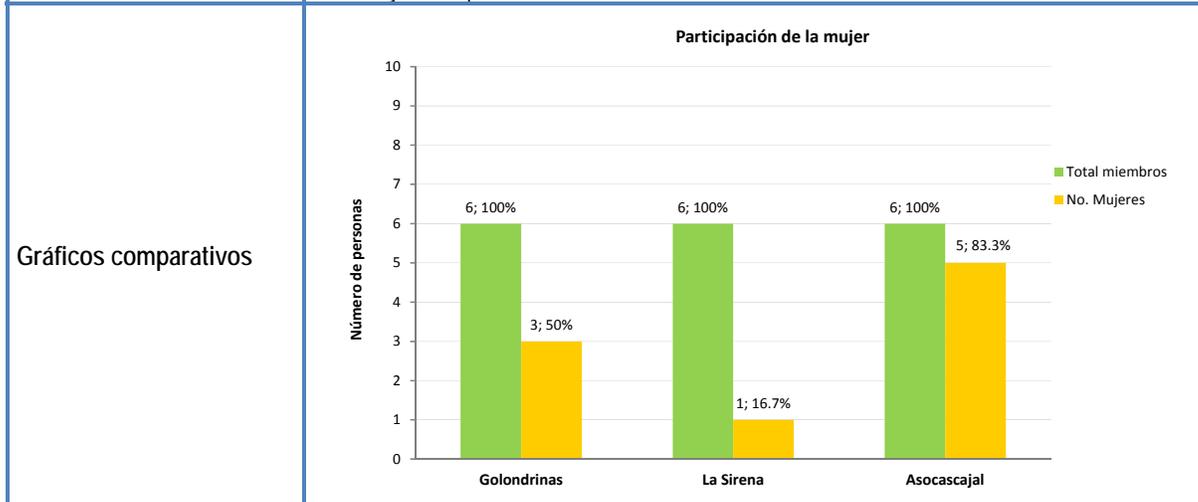
No obstante, en La Sirena la continuidad del servicio es muy buena, por lo que se presume que la población no se ha visto en la necesidad de adoptar esta medida. En el caso de Golondrinas, en donde el volumen promedio de agua almacenada es de 1212 litros aproximadamente, esta acción permite mejorar las condiciones de los usuarios del recurso y con ello su calidad de vida. Por el contrario, en Asocascajal, en donde años atrás se contaba con el servicio las 24 horas del día, no se dispone de estas unidades, razón por la cual, en la actualidad se sufre por el agua y a su vez se crea tensión sobre el recurso hídrico, presentándose dificultades para el abastecimiento durante el periodo de racionamiento.

Es importante mencionar, que para que esta medida sea exitosa y contribuya a la disponibilidad del agua, en épocas de variabilidad climática (sequía y lluvia), es indispensable garantizar la calidad del agua que proporciona el acueducto (que sale de la PTAP) y la operación y mantenimiento de estos dispositivos, este último factor influye en la calidad del agua de consumo y puede cumplir el objetivo del abastecimiento o

	desmejorar la salud de los usuarios, poniendo en riesgo la salud pública y afectando la capacidad económica de la población.
Fuente	Proyecto "Adaptación al cambio climático en la Colombia rural" Encuestas aplicadas en el 100% de los usuarios. Entre marzo – julio de 2012

### 9.21 Número de mujeres que integran la junta administradora de acueducto

Definición	Participación de la mujer en la gestión del agua
Relevancia e interacciones	Permite determinar el papel o rol de la mujer en cada asociación de acueducto y participación en procesos de toma de decisión
Unidad de medida	%
Periodicidad	Datos fijos con poca variación



Enfoque de género

La participación de la mujer en los procesos administrativos y de toma de decisiones, es fundamental en la gestión integrada del recurso hídrico. De los tres acueductos, se puede observar que en Asocascajal, la participación de la mujer es casi del 84% del total de integrantes de la junta administradora del acueducto, mientras que en La Sirena, esta participación alcanza un 17% y en Golondrinas el 50%. La relevancia del rol de la mujer en las acciones de adaptación al cambio climático en la microcuenca, en el funcionamiento del sistema y en las viviendas como usuarias del sistema, ha despertado el interés por parte de las juntas administradoras, para incluirlas en los procesos de toma de decisiones y en la planificación y ejecución de estrategias en pro de los sistemas y de la calidad del servicio.

Fuente	Entrevistas realizadas en Acueductos rurales, en septiembre de 2013
--------	---

## 9. PROPUESTA METODOLOGICA PARTICIPATIVA PARA LA ADAPTACION A LA VARIABILIDAD CLIMATICA EN MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTOS RURALES

Este capítulo contiene en un principio las actividades desarrolladas para el cumplimiento del objetivo 3, el cual está orientado a la determinación de las necesidades de información y capacidades de las comunidades del estudio para lograr una exitosa adaptación a la VC. Posteriormente, con base en esta información y con los resultados y análisis llevados a cabo en los anteriores capítulos (7 y 8), se propone la metodología participativa para la adaptación a la VC, en las microcuencas abastecedoras de los acueductos de Golondrinas, La Sirena y Cascajal, el cual es el objetivo general de este estudio.

### 9.1 Metodología

Para la identificación de la información esencial de los acueductos, necesaria para lograr una exitosa adaptación a la VC, se realizó un taller con las comunidades-integrantes de las juntas administradoras de los sistemas, con el fin de socializar la información encontrada y con esto determinar las necesidades reales para dicha adaptación. El taller fue realizado el 10 de octubre de 2013, al cual asistieron 4 personas representantes de los acueductos y de las localidades (Fotografía 5); en él se socializaron los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, relacionados con las estrategias de adaptación a la variabilidad climática (objetivo 1) y el análisis comparativo de indicadores ambientales y socioeconómicos en las tres localidades del estudio (objetivo 2). Al taller fueron convocados quienes respondieron las entrevistas de las fases anteriores.

Al final de dicho taller, se realizó un ejercicio para la identificación de la información esencial de las microcuencas, acueductos y localidades, necesaria para la exitosa adaptación a la variabilidad del clima. Esta información no necesariamente requiere de monitoreo permanente a lo largo de un periodo de tiempo, pueden ser datos puntuales; la información recopilada fue clasificada en aspectos ambientales, institucionales, técnicos, económicos y educativos y se constituyó en un insumo clave para la formulación de las fases metodológicas, las cuales al ser aplicadas y validadas en diversas comunidades rurales, posiblemente contribuirán a los procesos de toma de decisiones y a la adaptación exitosa a la variabilidad del clima. Se aclara que el alcance de esta investigación llega hasta la formulación o propuesta metodológica.

La información obtenida en el desarrollo de los objetivos anteriores, fue insumo para la formulación de la metodología participativa de adaptación a la VC en acueductos rurales, en la cual, se propusieron cinco fases considerando las condiciones ambientales y socioeconómicas de las localidades rurales y las actividades realizadas durante esta investigación, se consideró tanto la información disponible en los sistemas de acueducto como la información esencial faltante para la adaptación.



Fotografía 5. Taller de socialización de resultados parciales e identificación de información esencial para adaptación a la variabilidad climática

## 9.2 Identificación de necesidades de información esencial para la adaptación a la variabilidad climática (AVC) en comunidades rurales andinas

Con la participación de algunos miembros de las juntas administradoras de los acueductos rurales de este estudio, se identificaron las necesidades de información esencial para la adaptación a la variabilidad climática en comunidades rurales, y se obtuvieron los siguientes resultados, mostrados en la Tabla 9, en la cual, además se presenta si cada necesidad encontrada requiere de monitoreo permanente o si es suficiente con un dato puntual.

Tabla 9. Información esencial recopilada para la adaptación a la variabilidad climática en localidades rurales

Aspecto	Necesidad encontrada	Requiere Monitoreo	Información puntual
Ambiental	Temperatura	X	
	Información de área reforestada en la microcuenca abastecedora	X	
	Información del agua subterránea para otros usos (p.e pozos para riego)	X	
	Estudio de suelos (capacidad infiltración)		X
Institucional	Acompañamiento para tecnificación		X
	Programas ambientales en la zona para sensibilización en el tema de los recursos naturales, en especial el recurso hídrico	X	
	Número total de concesiones de agua otorgadas en la fuente abastecedora, aguas arriba del sitio de captación para el acueducto		X
Técnico	Conocer los programas de asesoría para la construcción de infraestructura, por parte de instituciones gubernamentales y no gubernamentales		X
Económico	Conocer los recursos económicos para inversión en las localidades	X	
Educativo	Actualización de las normas	X	

Fuente: Información recopilada con las comunidades rurales – Taller de socialización octubre 10 de 2013

### 9.3 Fases de la metodología propuesta para la adaptación a la variabilidad climática (AVC) en acueductos rurales

La propuesta metodológica presentada a continuación responde a los resultados obtenidos en el transcurso de esta investigación; como se mencionó en la metodología, para su formulación se tuvieron en cuenta los efectos de la VC en microcuencas abastecedoras, en los sistemas de acueducto rurales y en las viviendas usuarias del servicio, las acciones implementadas por las juntas administradoras de los acueductos para enfrentar estas amenazas, la situación actual ambiental y socioeconómica del entorno, los avances en adaptación a la VC en latinoamérica a nivel urbano y rural y las necesidades de información esencial para una exitosa adaptación. Esta metodología, se construyó con el fin de facilitar la adaptación a la VC (sequía y lluvia intensa – Fenómeno ENOS) a los sistemas de acueductos rurales colombianos, de tal manera que sea confiable y replicable en comunidades rurales con condiciones ambientales y socioeconómicas similares a los casos de estudio trabajados. La metodología está dirigida a las juntas administradoras de acueductos rurales interesadas en reducir su vulnerabilidad ante esta realidad, como opción viable puede considerarse el apoyo institucional para su aplicación. Se presenta una explicación del alcance en cada fase, como recoger y procesar la información y que resultados se esperan obtener. Esta propuesta está compuesta de cinco fases, mencionadas a continuación y presentadas en la Figura 8:

- Fase 1. Identificación de las comunidades rurales colombianas con potencial de daño por la variabilidad climática
- Fase 2. Recopilación de información y diagnóstico de la situación actual en el manejo integral del recurso hídrico
- Fase 3. Formulación de indicadores ambientales y socioeconómicos acordes al contexto de cada localidad y a la disponibilidad de información
- Fase 4. Caracterización de estrategias implementadas para adaptación a la variabilidad climática en comunidades rurales
- Fase 5. Sistema de información para facilitar la AVC en comunidades rurales con población entre 1000 y 12,500 habitantes

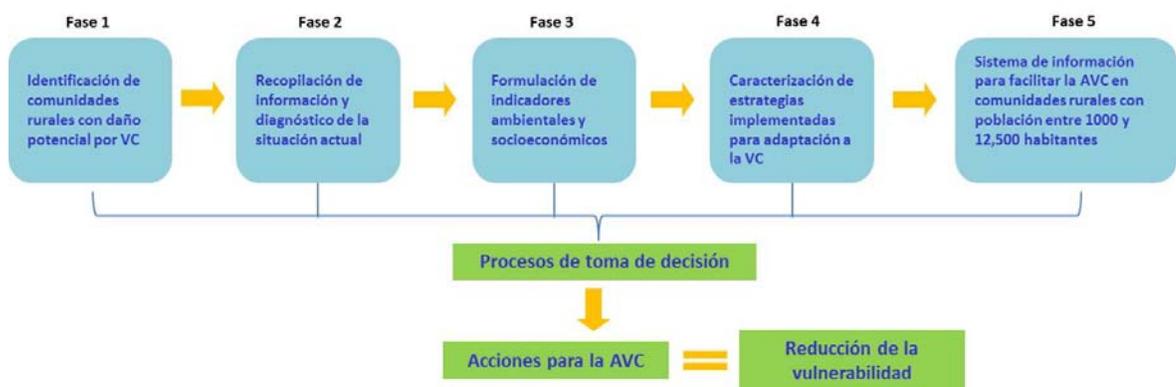


Figura 8. Esquema de la propuesta metodológica participativa para facilitar la adaptación a la variabilidad climática (AVC) en microcuencas abastecedoras de acueductos rurales

**Fase 1. Identificación de las comunidades rurales con potencial de daño por la variabilidad climática (VC).**

*Descripción:* los efectos de la VC sobre las microcuencas abastecedoras y los sistemas de acueducto de la zona rural colombiana, son reales y contundentes; los cuales aunados a otras variables de tipo social, económico, político, técnico y educativo, pueden exacerbar los daños en el servicio de acueducto prestado a la población. La variación en el clima se presenta en una escala interanual, con presencia de fuertes precipitaciones y sequía extrema, que afectan de manera directa las fuentes de abastecimiento superficiales, la infraestructura de las diferentes unidades del sistema y las plantas de tratamiento, estos impactos negativos se ven reflejados en la disponibilidad de agua para diversos usos tanto en cantidad como en calidad, lo cual incrementa el detrimento ambiental (presión por el recurso hídrico) y el deterioro de la calidad de vida.

Para la identificación de las comunidades rurales con potencial de daño por la VC, se deberán evaluar los siguientes criterios a diferentes escalas: microcuenca, sistema de acueducto, planta de tratamiento de potabilización, red de distribución y en la población usuaria (Tabla 10).

**Tabla 10.** Criterios para la identificación de comunidades rurales con potencial de daño por VC

No.	Criterio	Escala de medida	Frecuencia
1	Inundaciones	Microcuenca	Anual
2	Sequías		
3	Deslizamientos		
4	Pérdida de vidas humanas		
5	Intervención en la parte alta de la microcuenca (ganadería extensiva, intensiva, potrerización, tala indiscriminada de bosques, minería)		
6	Asentamientos en zonas de alto riesgo como laderas, zonas inundables, zonas con erosión		Semestral
7	Pérdida de infraestructura	Sistema de acueducto	Mensual
8	Inversión de recursos en reparaciones		
9	Racionamiento de agua por déficit en la fuente	Usuarios	
10	Alteración de la calidad del agua de la fuente por incremento de sedimentos	Microcuenca y sistema de acueducto	
11	Paradas de la planta de potabilización por incremento de turbiedad y/o pérdida de infraestructura	Planta de tratamiento de potabilización	

*Recopilación y procesamiento de información:* los criterios mostrados en la Tabla 10, pueden medirse mediante jornadas de inspección (información en microcuencas criterios 5 y 6), registros diarios de precipitación y caudal de las fuentes abastecedoras, registro físico de eventos como deslizamientos, inundaciones y sequías extremas, inventario de infraestructura, análisis de calidad del agua (mediciones de turbiedad en las fuentes), registro de la continuidad del servicio.

La información recopilada mediante los registros y formatos físicos (Anexo 4.1), podrá consignarla en fichas para análisis de criterios (Anexo 4.2). En la cual se deberá diligenciar los campos de definición del criterio, relevancia y alcance, escala de medida, periodicidad o frecuencia de medición, resultados obtenidos (presentados en tablas o gráficos), análisis de lo encontrado, la fuente de información y una calificación final que se debe asignar al criterio, acorde a los resultados encontrados. Con respecto al último campo, se deberá considerar una escala de 1 a 4, en donde 1 corresponde a un buen estado del criterio evaluado (mínima alteración del criterio) y 4 a un mal estado del criterio evaluado según los daños o impactos negativos presentados en un tiempo determinado (según frecuencia de medición). Esta calificación es asignada por usted, quien ha evaluado el criterio en su territorio y pertenece al mismo. La escala de calificación es la siguiente:

1. No se ve afectado por la VC
2. Poco alterado por la VC
3. Medianamente alterado por la VC
4. Muy alterado por la VC

*Limitantes:* en esta fase, podrá encontrarse con limitaciones para obtener información de tipo biofísico (datos de precipitación y caudal). Se recomienda en caso de no contar con equipos o instrumentos de medición de estas variables, recopilar información secundaria tomada por la autoridad ambiental competente, quien cuenta con estaciones climatológicas y datos de caudal en puntos georreferenciados sobre algunas microcuencas abastecedoras.

*Fuente de información:* en relación con los criterios planteados, estos pueden ser recopilados como información primaria en su mayoría, o pueden encontrarse en las instalaciones de la autoridad ambiental competente, secretaria de salud pública municipal, JAC, consejos comunitarios, cabildos indígenas, Alcaldías, DANE, y usuarios del servicio.

*Resultados esperados:* al finalizar la recopilación de la información se espera que la junta administradora del acueducto, conozca si su localidad es potencialmente susceptible a sufrir desastres o daños por variabilidad climática. Para la determinación o selección de la localidad a intervenir, se retoma la ficha para análisis de criterios, en la cual, se ha realizado una calificación en una escala de 1 a 4; al final de este análisis de criterios de selección, y con base en la calificación otorgada para cada criterio, se decidirá si su localidad es potencialmente susceptible a los daños por VC, solamente sí el 50% de los criterios evaluados tienen una calificación superior a 3 puntos.

Si su localidad es seleccionada, por favor continúe con las siguientes fases, de lo contrario realice de nuevo la aplicación de esta fase, al cabo de un año.

## **Fase 2. Recopilación de información y diagnóstico de la situación actual en el manejo integral del recurso hídrico**

*Descripción:* esta fase consiste en recopilar toda la información posible de tipo ambiental, social, organizacional, económica, técnica y de manejo integral del recurso hídrico, disponible en la localidad. El alcance está enfocado hacia la realización de un diagnóstico general del manejo del agua en la localidad. Entre los datos a recopilar están: tipo y estado de la fuente (s) de

abastecimiento, estado de las unidades (tuberías, accesorios) del sistema de abastecimiento desde la fuente hasta el usuario (bocatoma, aducción, pretratamiento, tratamiento, tanque almacenamiento, red de distribución, acometidas domiciliarias), estructura organizacional y aspectos legales de la junta administradora del acueducto, número de habitantes de la localidad y número de suscriptores del sistema de acueducto, usos principales del agua, fuentes alternas de abastecimiento, ingresos económicos de los habitantes, capacidad y tipo de sistema de tratamiento de potabilización y acompañamiento de las instituciones encargadas del control del recurso hídrico a nivel municipal y departamental por año.

*Recopilación y procesamiento de información:* la información mencionada en esta fase, podrá ser recopilada mediante encuestas y/o entrevistas, realizados a los operarios y encargados del manejo de los componentes del sistema de acueducto (fontaneros e integrantes de la junta administradora), y a los suscriptores del sistema (pueden aprovecharse las asambleas informativas para recopilar algunos datos relacionados con los usos principales del agua, fuentes alternas de abastecimiento y capacidad económica).

La información recopilada, puede organizarla y consignarla en cuadros de Excel en los cuales, mes a mes, se puede ir digitando lo encontrado, con el fin que al final de un periodo de 12 meses, pueda tener claridad de los aspectos generales y la situación actual de su localidad con respecto a los aspectos recopilados (Anexo 5).

*Limitantes:* puede ocurrir que se dificulte el acceso a los sitios de captación, por mal estado de la vía de acceso debido a un evento de lluvia. Para esto, se recomienda armar una comisión de inspección, y tomar las medidas de precaución necesarias para realizar dicha visita. La información a recopilar con los usuarios del sistema puede estar limitada por la baja asistencia de las personas a las asambleas, para esto, se recomienda aprovechar la repartición de las facturas a cada vivienda para realizar las averiguaciones respectivas.

*Fuente de información:* esta información puede ser recogida con los suscriptores y/o usuarios del sistema, fontanero e integrantes de las juntas administradoras de los acueductos.

*Resultados esperados:* al finalizar esta fase, se tendrán conocimientos de aspectos generales de su localidad, relacionados con el manejo integral del agua y el estado del sistema de acueducto desde la fuente hasta los usuarios. Además, de las labores que desempeña cada integrante de la organización del acueducto y la operación del sistema en relación con la eficiencia y la equidad en el acceso al agua potable.

### **Fase 3. Formulación de indicadores ambientales y socioeconómicos**

*Descripción:* en esta fase se propone evaluar indicadores de tipo ambiental y socioeconómico (Anexo 6), importantes para conocer en detalle la situación de la microcuenca abastecedora, el sistema de acueducto, la satisfacción de los usuarios por el servicio prestado y la influencia de la variabilidad climática, desde el punto de vista de la equidad en el acceso al agua, eficiencia de los sistemas de acueducto, reducción de pobreza y enfoque de género.

*Recopilación y procesamiento de información:* para la recopilación de los indicadores, se propone utilizar los equipos y/o métodos de obtención, temporalidad, y posible fuente de información descritos (Anexo 6). Cada indicador medido, podrá ser analizado mediante gráficos o en algunos casos tablas, en los cuales se pueda comparar el comportamiento mensual, trimestral, semestral o anual de los datos (ver ejemplo en Anexo 6).

*Limitantes:* al realizar la aplicación de esta fase, podrá encontrar limitaciones en la obtención de algunos indicadores, sobre todo, aquellos que requieren inversión de recursos económicos o equipos de medición especializados, para ello, al final de la tabla de indicadores se especifica si se considera o no un indicador básico para la aplicación de esta metodología, teniendo en cuenta el alcance principal de adaptación a la variabilidad climática. En caso de ser un indicador básico, se recomienda gestionar los recursos o solicitar apoyo de entidades académicas y/o gubernamentales para su consecución.

*Resultados esperados:* conocer las condiciones ambientales y socioeconómicas de cada comunidad y la gestión o manejo de los sistemas de acueducto. Además se conseguirá tener información documentada de la situación de los sistemas de acueducto en torno al manejo del recurso hídrico, desde el punto de vista de la equidad en el acceso al agua, eficiencia de los sistemas de acueducto, reducción de pobreza y enfoque de género, principios relevantes en los procesos de adaptación a la variabilidad climática en comunidades rurales.

#### **Fase 4. Caracterización de estrategias implementadas para AVC en comunidades rurales**

*Descripción:* los acueductos de la zona rural colombiana son unos de los más vulnerables a sufrir los efectos de la variabilidad del clima que enfrenta el planeta, que afecta severamente los sistemas de abastecimientos y con ello la disponibilidad de agua para los usuarios; los administradores de los acueductos en muchos casos, de manera intuitiva, toman decisiones y adoptan acciones para reducir estos efectos y fenómenos naturales – antrópicos que flagelan el planeta y que incrementan la vulnerabilidad de los habitantes. Estas acciones son conocidas con estrategias de adaptación a la variabilidad climática. En esta fase, se podrá reconocer cuáles han sido las estrategias implementadas en su comunidad para adaptación, cuáles han sido exitosas, cómo pueden replicarse en contextos similares y, de acuerdo a la literatura cuáles existen y podrían ser implementadas por su organización y comunidad.

*Recopilación y procesamiento de información:* la recopilación de información puede llevarse a cabo mediante entrevistas, encuestas, censo, y/o un seguimiento riguroso a las acciones y decisiones tomadas en un año a la administración del acueducto encargada. Todos los integrantes de la junta administradora del acueducto, están en plena capacidad de proponer estrategias adaptativas a la VC, las cuales deberán ser estudiadas por el tomador de decisiones e implementada si es el caso. En el Anexo 7 se presenta un formato para la caracterización de las estrategias más comunes implementadas por acueductos rurales y cuáles podrían implementarse según la literatura.

El procesamiento de esta información puede realizarse en el mismo formato anexo, para lo cual se deberá diligenciar en su totalidad. Posteriormente, se espera que las acciones ya implementadas sean validadas de acuerdo a la aceptación y éxito obtenido tanto a nivel del sistema como

comunitario, tener documentado este proceso y proponer lineamientos para replicarlas en otras comunidades. Esta fase, se caracteriza por tener conocimiento soportado y documentado de lo que ha hecho la administración del acueducto para adaptarse a la VC, lo cual servirá en la fase final de esta metodología, para ampliar la información sustentada con la cual las comunidades se presenten ante otros actores gubernamentales en su mayoría y solicitar apoyo y posturas en la toma de decisiones, para enfrentar estos fenómenos que amenazan cada vez más los acueductos rurales.

*Limitantes:* en la aplicación de esta fase, podrá encontrarse con desconocimiento a nivel comunitario de los conceptos de variabilidad y cambio climático, microcuenca abastecedora, recursos hídricos, y vulnerabilidad. Para suplir esta falta de información, se sugiere convocar a un taller comunitario en el cual se invite un experto en el tema (academia o autoridad ambiental), para realizar la respectiva sensibilización y así lograr mejores resultados en esta fase y en general en la metodología.

*Fuente de información:* integrantes de la junta administradora del acueducto, Junta de acción comunal y comunidad usuaria del acueducto.

*Resultados esperados:* conocer con detalle el trabajo realizado por las juntas administradoras de los acueductos para adaptación a la VC en comunidades rurales y qué falta por hacer en este tema.

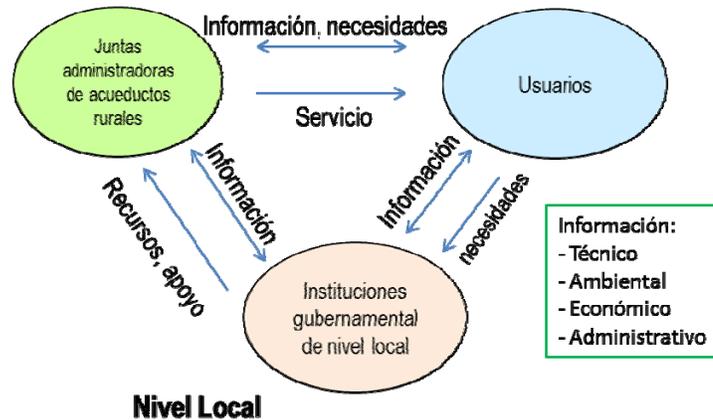
#### **Fase 5. Sistema de información para facilitar la AVC en comunidades rurales con población entre 1000 y 12,500 habitantes**

*Descripción:* los sistemas de información (SI) tradicionalmente han sido diseñados para uso a nivel regional o nacional. El alcance de esta herramienta, está orientado a proporcionar información de tipo técnico, ambiental, económico y administrativo, a las organizaciones comunitarias encargadas del manejo y control de los sistemas de abastecimiento de agua, para tomar y apoyar las decisiones de cualquier nivel y mejorar los canales de comunicación con otros actores de nivel gubernamental, en aras de lograr una exitosa adaptación a la variabilidad climática (Restrepo, 2001). El SI debe ser capaz de adaptarse a nivel local, según las condiciones y la disponibilidad de recursos para la obtención de información; además, las comunidades rurales pueden requerir herramientas adecuadas como formatos de recolección y procesamiento de información, los cuales pueden complementarse con otras herramientas de vigilancia, como las visitas de inspección a la microcuenca, componentes del sistema de abastecimiento, viviendas y establecimientos.

El objeto de esta fase, es proporcionar un mecanismo para el aprovechamiento de la información local recopilada en las fases anteriores: información general del manejo integral del recurso hídrico, indicadores ambientales y socioeconómicos y estrategias de adaptación a la VC por parte de las organizaciones comunitarias administradoras de los acueductos. La mayor parte de información será recopilada por las juntas administradoras de los acueductos rurales, quienes manejan y controlan el servicio de agua potable en las comunidades rurales.

*Recopilación y procesamiento de información:* dado que la mayoría de los habitantes rurales no tienen por costumbre la recogida de datos, se propone el uso de los formatos presentados en los anexos 4 al 8 para obtener información documentada de la comunidad en el tema del recurso hídrico y la vulnerabilidad a la VC y con ello permitir el flujo de la información a través del sistema

presentado en la Figura 9. En virtud de la necesidad de adaptación a la VC, las organizaciones comunitarias son ahora responsables de pensar en estrategias de adaptación que les permita reducir su vulnerabilidad y mejorar la comunicación con actores de nivel institucional, quienes pueden apoyar las decisiones tomadas y proveer los recursos necesarios para la implementación de medidas.



**Figura 9.** Flujo de información a nivel local para adaptación a la variabilidad climática  
*Fuente: adaptado de Restrepo, 2001*

En las fases anteriores se ha propuesto el monitoreo de indicadores con una frecuencia de tiempo y la caracterización e implementación de estrategias de adaptación a la VC; no obstante en el trabajo con la comunidad (taller de socialización de octubre 10) se obtuvo información esencial que no poseen las organizaciones comunitarias y que consideran fundamental para los procesos adaptativos. En el Anexo 8 se propone un SI sencillo, con el cual toda la información recopilada, procesada y faltante, sea útil y de fácil comprensión para las organizaciones comunitarias, de tal manera que puedan ver fácilmente si se están cumpliendo los objetivos de esta metodología y con esto tomar las decisiones necesarias para proponer medidas de adaptación si es necesario. La revisión, análisis, depuración y estructuración de dicha información, estará documentada y disponible para cuando las organizaciones comunitarias administradoras del servicio de acueducto, tengan acercamiento con las instituciones gubernamentales, de control y vigilancia, que puedan apoyar estas acciones con recursos económicos, técnicos y/o humanos.

*Definición de actores:* existen regulaciones que establecen directrices para el abastecimiento de agua, saneamiento básico, entre otros, sin embargo, no es clara la regulación para la adaptación a la variabilidad climática a nivel rural; por ello, se plantea esta metodología, la cual, luego de ser aplicada y validada en un proyecto de investigación posterior, demostrará si es o no exitosa y si facilita la adaptación. En la Figura 10 se muestra un esquema de los actores involucrados en estos procesos.

*Limitantes:* entre las limitaciones que puede encontrar para completar el SI y con ello la metodología propuesta, se tiene que las personas rurales no saben qué información medir, cómo procesarla, cómo recopilarla, deficiencias al interior de las organizaciones comunitarias, poco entendimiento de los formatos propuestos, falta de capacitación para la revisión, análisis, depuración y estructuración

de la información, deficientes o nulos canales de comunicación, falta de retroalimentación, y que los tomadores de decisión no dispongan de información real, confiable y documentada. Se recomienda, realizar el diagnóstico general propuesto en la fase 2, con ellos se podrá tener conocimiento del estado actual de la microcuenca, el sistema de acueducto y la organización administrativa. Además, puede realizarse un ejercicio inicial, partiendo de información secundaria.

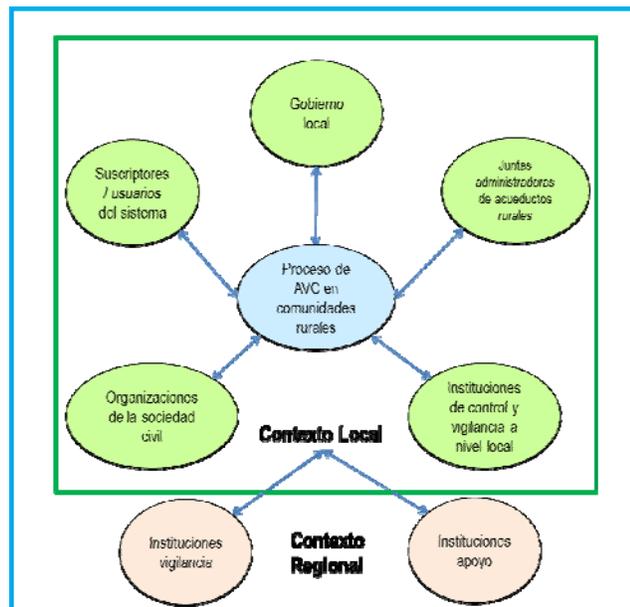


Figura 10. Actores involucrados en el proceso de adaptación a la variabilidad climática a nivel rural

Fuente: adaptado de Restrepo, 2001

*Resultados esperados:* se espera contar con un flujo de información real, confiable y clara, con el cual las juntas administradoras de los acueductos rurales, puedan tomar decisiones y proponer estrategias de adaptación, hasta llegar hasta a otras instancias en busca de apoyo para la implementación de dichas medidas. Para facilitar a las juntas administradoras de los acueductos rurales, la interpretación de la información procesada y obtenida, y conocer el momento oportuno para la búsqueda de dicho apoyo o interacción con otros actores, se propone el uso de la técnica de priorización GUT la cual califica los problemas por su gravedad (G), urgencia (U) y tendencia (T), según un valor cualitativo que genera un puntaje. Esta calificación a pesar de ser subjetiva, se fundamenta en las fases anteriores de la metodología propuesta; para disminuir la incertidumbre de los resultados de priorización, se recomienda acompañar esta fase de integrantes de la junta administradora de los acueductos rurales y líderes comunitarios pertenecientes a la microcuenca y usuarios del sistema de acueducto.

Para la aplicación de esta técnica deberá considerar el formato del SI (Anexo 8) y los resultados finales de cada indicador evaluado. Es decir, para el desarrollo del SI, se ha propuesto la clasificación por variables de los indicadores a evaluar durante toda la metodología, entre ellas están: ambientales, técnicas, infraestructura, institucional, administrativa, salud pública, económica y de satisfacción del usuario (cada variable tiene asociado un grupo de indicadores); a partir de los resultados obtenidos se deberán formular problemas que representen el indicador o grupo de

indicadores más críticos que pueden incrementar la vulnerabilidad o potencial de daño por VC. Luego de la formulación de problemas por cada variable, se procede a la aplicación de la técnica GUT (Anexo 9).

Esta técnica se basa en la asignación de un valor cualitativo que genera un puntaje, y se priorizarán aquellos problemas que superen los 150 puntos en total. Con base en los resultados finales, se procede a ordenar los problemas de mayor a menor puntaje y se toman las decisiones al respecto. De igual manera, con base en lo anterior se decide a quien acudir en busca de apoyo de tipo económico, técnico o humano, por parte de instituciones gubernamentales a nivel local y/o regional.

En el Anexo 9 se presenta un ejemplo de la aplicación de la técnica GUT, en donde se formularon cuatro problemas de manera aleatoria. Cada uno de ellos fue calificado según cada aspecto (gravedad, urgencia y tendencia), y se seleccionó el problema con un puntaje superior a 150 puntos, para tomar la decisión más adecuada.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.1 Conclusiones

- La literatura sobre las estrategias de adaptación adoptadas por las comunidades rurales campesinas en Latinoamérica es escasa, no obstante, durante esta revisión bibliográfica se encontró que en el territorio colombiano, la presión por el recurso hídrico cada vez se incrementa debido al crecimiento demográfico y a la necesidad de subsistencia de los seres humanos, en especial en la zona andina, que concentra un 75% de la población del país con solamente un 6% de agua disponible. Especialmente, los habitantes rurales son los más impactados por el cambio del clima, los cuales se ven severamente afectados en el abastecimiento de agua potable, en las actividades agrícolas y pecuarias de pequeña escala y en el desarrollo de sus necesidades domésticas básicas, entre otras. Por ello, entre las principales estrategias encontradas en Latinoamérica se tienen: la reducción de los consumos de agua mediante la selección de cultivos en el sector agrícola y la innovación de especies vegetales resistentes a los cambios del clima, la construcción de infraestructura para reserva y almacenamiento de agua, la implementación de acciones de restauración y preservación de cobertura vegetal en la parte alta de las cuencas abastecedoras, y los mecanismos para promover el uso eficiente del agua y disminuir la presión sobre el recurso.
- Entre los principales efectos de la VC encontrados para los tres acueductos se obtuvo que para el caso de Golondrinas, la mayor afectación se presenta en época de sequía extrema, situación que disminuye notablemente oferta hídrica de la quebrada El Chocho (única fuente de abastecimiento); en La Sirena, no se tienen mayor número de impactos registrados a lo largo del tiempo, debido a que disponen de tres fuentes de abastecimiento concesionadas, entre ellas el río Meléndez, y en Asocasajal no se evidenciaron cambios fuertes o directos en el abastecimiento de agua, por tener abastecimiento de pozo profundo, sin embargo, en época de sequía, se reduce el nivel del pozo, dado que existen pozos aledaños en 1000 m de radio que captan agua para otros usos, principalmente riego de cultivos de caña.
- Entre las principales estrategias de AVC encontradas y que han sido implementadas por las juntas administradoras de los acueductos de esta investigación, se tienen: el uso de herramientas e instrumentos para conocimiento y probable predicción del comportamiento de la precipitación, programas de uso eficiente y ahorro de agua y promoción del uso de fuentes alternas de agua, mejoramiento y control riguroso en unidades y dispositivos (redes) del sistema de distribución y al interior de las viviendas, racionamiento de agua y capacitación en temas de gestión integrada del recurso hídrico. En particular, se menciona que estas estrategias han sido implementadas por las juntas administradoras de los acueductos a nivel de la microcuenca, sistema de acueducto, viviendas y establecimientos. En general, la aceptación de la comunidad ha sido buena y se han considerado exitosas.
- Del análisis de indicadores ambientales y socioeconómicos y en relación con los principios establecidos en esta investigación, se concluye principalmente que la situación más crítica la vive la comunidad de Golondrinas en cuanto a la continuidad del servicio de agua potable en la condición de sequía, dado que durante el periodo de obtención de datos se presentaron cortes del

suministro de agua por más de 48 horas para la población usuaria. Esto origina conflictos por el acceso al agua e inconformidad por la gestión del acueducto; con referencia a este último aspecto, se encontró que para este acueducto el 80% de la población considera la gestión del servicio entre buena y normal.

- El sistema tarifario de los acueductos estudiados, permite concluir que no hay una adecuada asignación de la tarifa de consumo en localidad de La Sirena, debido a que todos los estratos pagan el mismo valor (\$2457 pesos/mes), incluido el sector oficial, esta asignación se ha venido realizando independientemente de los ingresos o actividad económica de los habitantes. Esto ocasiona desigualdad en el uso del agua y en el pago de la misma, lo cual se convierte en un aspecto negativo para el análisis de reducción de pobreza y equidad en el acceso al agua potable.
- Las comunidades de Golondrinas y Asocascajal presentan racionamientos de agua (18 h/d y 8 h/d, respectivamente), debido a la baja oferta hídrica en el caso de la quebrada El Chocho para Golondrinas y a los elevados costos de energía por el bombeo para la extracción de agua en el caso de Asocascajal. En ambas, esto conlleva a la necesidad de comprar agua embotellada y utilizar otras fuentes de agua como el agua lluvia, principalmente en Golondrinas, lo cual influye en la disponibilidad de recursos económicos para suplir otras necesidades.
- Indicadores como el porcentaje de pérdidas de agua en el sistema permiten conocer un balance entre el agua tratada y el consumo por parte de la población. Para este estudio, se presentaron las mayores pérdidas de agua en el acueducto de Golondrinas (hasta del 47%), aspecto que desfavorece la sostenibilidad del sistema y limita las acciones de adaptación a la VC. Esto a la vez, genera mayores costos asociados a este balance de agua, los cuales están por el orden de \$1.400.000 pesos mensuales, aspecto que afecta negativamente la sostenibilidad y con ello la capacidad de adaptación a la VC.
- En relación con la equidad en el acceso al agua, puede concluirse que en los tres acueductos hay una distribución equitativa del recurso para todos los sectores de la población, aunque existen algunas diferencias en la distribución de las tarifas por consumo (caso La Sirena); no obstante, de manera comparativa, para esta localidad se obtuvo la mayor eficiencia del sistema de suministro desde el punto de vista de calidad, continuidad, cobertura y costos. Desde el punto de vista de la reducción de la pobreza, en los tres acueductos se presentó que la VC puede conllevar a tener costos adicionales que limitan los recursos económicos tanto para el acueducto como para la población, por ejemplo: en periodo de lluvias se presentan daños o pérdidas de infraestructura y deterioro de la calidad del recurso hídrico. Por último, para el análisis del enfoque de género, el rol de la mujer en las estrategias de adaptación implementadas a nivel de la vivienda es catalogado como muy importante, de igual manera, se ha incrementado la participación de la mujer en los procesos administrativos comunitario y toma de decisiones.
- Las comunidades rurales identificaron necesidades de información básicas para la adaptación a la variabilidad climática, entre los principales aspectos se destacan: información de fuentes alternas de agua para abastecimiento como el agua subterránea, aspectos biofísicos como caudales y temperatura, el número de programas ambientales establecidos para sensibilización de la población en temas ambientales y para asesoría técnica, aspectos normativos vigentes y

actualizaciones y las fuentes y recursos financieros para apoyo de estrategias de adaptación a nivel rural.

- Como producto final de este estudio se propuso una metodología que puede facilitar la adaptación a la VC en acueductos rurales, que consta de cinco fases: 1) identificación de las comunidades rurales colombianas con potencial de daño por la variabilidad climática; 2) recopilación de información y diagnóstico de la situación actual en el manejo integral del recurso hídrico; 3) formulación de indicadores ambientales y socioeconómicos acordes al contexto de cada localidad y a la disponibilidad de información; 4) caracterización de estrategias implementadas para adaptación a la variabilidad climática en comunidades rurales; y 5) sistema de información para facilitar la AVC en comunidades rurales con población entre 1000 y 12,500 habitantes.

## 10.2 Recomendaciones

- Se requiere que las instituciones, organizaciones, universidades o entidades gubernamentales que formulan proyectos de abastecimiento, y desarrollo comunitario, consideren los efectos latentes de la variabilidad climática en la zona rural andina colombiana, en diferentes escalas: microcuena abastecedora, sistema de abastecimiento, viviendas y establecimientos. Además, es indispensable que las comunidades estén involucradas de principio a fin en los proyectos, teniendo en cuenta su entorno, actividades diarias tanto domésticas como productivas, costumbres, cultura, capacidad económica, necesidades insatisfechas y requerimientos de la población; de esta manera se puede asegurar la sostenibilidad de los sistemas propuestos, su aceptación y la facilidad para tomar decisiones y plantear estrategias de adaptación a la variabilidad climática.
- Según las estrategias de adaptación a la VC que se han desarrollado en los sitios del estudio, se recomienda la implementación de un comité de veeduría para el control de las acciones en la microcuena, restauración y preservación de la cobertura vegetal en la parte alta de las mismas. Esta estrategia es desarrollada en La Sirena, y se han obtenido logros positivos como identificación de prácticas inadecuadas en el uso del recurso hídrico y su medida de control. Así, ésta estrategia podría ser implementada en Golondrinas, siempre y cuando se cuente con apoyo de la comunidad y la autoridad ambiental, para dicha intervención. Por otra parte, la estrategia implementada por Asocasajal, en la cual se involucra a la comunidad infantil en los temas de uso eficiente y ahorro del agua y cuidado de la microcuena, podría ser considerada en los otros acueductos, dado que se han obtenido resultados satisfactorios.
- La construcción de las fases de la metodología para la adaptación a la variabilidad climática en los sistemas de acueducto rural de la zona andina colombiana, se realizó con base en el conocimiento de la situación actual de las microcuencas, acueductos y usuarios, para su validación, se requiere que los acueductos gestionen recursos en caso de ser necesario para la aplicación y posterior validación. Para ello, se recomienda el uso de los formatos propuestos en esta investigación que acompañan cada fase y la revisión detallada de la información solicitada.
- Se recomienda a los administradores de los sistemas de acueducto, reforzar los programas de sensibilización y capacitación en temas de gestión integrada del recurso hídrico y variabilidad climática, que considere los componentes del sistema desde la fuente hasta el usuario. Esta

actividad se considera importante antes de dar inicio a la implementación de la metodología de adaptación, con el fin, de que la comunidad interiorice la importancia del recurso hídrico, el uso eficiente y ahorro del agua y la existencia y aprovechamiento de fuentes alternas de agua para diversos usos, entre ellos el agua lluvia y el reuso del agua para riego de cultivos.

- Es muy importante la organización y capacidad de gestión de las juntas administradoras de los acueductos rurales, en aras de obtener óptimos resultados en la realización de proyectos, implementación de la metodología y ejecución de estrategias de adaptación a la variabilidad climática.
- Los tomadores de decisiones son los administradores de los acueductos y líderes comunitarios, sin embargo, se recomienda, mejorar los canales de comunicación con otros actores, entre ellos, instituciones gubernamentales y no gubernamentales, academia y ONG, con el fin de obtener mejores resultados a la hora de plantear acciones adaptativas para el bienestar de la comunidad.

## 11. TEMAS FUTURAS INVESTIGACIONES

Los siguientes temas son recomendados para futuras investigaciones:

- Valoración de los servicios ecosistémicos en la parte alta de las microcuencas abastecedoras de acueductos rurales.
- Determinación cuantitativa de las épocas de estiaje en las fuentes superficiales de abastecimiento, que facilite el conocimiento del comportamiento de los caudales.
- Aplicar y validar diferentes metodologías para la adaptación a la variabilidad climática en comunidades rurales, considerando las condiciones del entorno ambientales y socioeconómicas.
- Estudiar en detalle el reuso del agua y aprovechamiento del recurso, dada la importancia de estos temas en el mejoramiento del acceso al agua, incremento de la productividad agropecuaria de pequeña escala, uso eficiente del agua, sostenibilidad de los sistemas y disminución de los efectos de la variabilidad climática y el cambio climático.
- Mediante casos de estudio reales en la zona rural, caracterizar y evaluar el éxito o no, de al menos una estrategia de adaptación a la variabilidad climática, que pueda ser replicada en otros contextos.
- Estudiar los diferentes mecanismos y protocolos existentes para la generación de alertas tempranas en las fuentes abastecedoras de acueductos rurales.

## BIBLIOGRAFIA

- ALDUNCE, P., SZLAFSZTEIN, C., DEBELS, P., NERI, C., CARVAJAL, Y., CELIS, A., BEZANILLA, A., QUINTERO, M. & MARTÍNEZ, D. 2008. Hacia la evaluación de prácticas de adaptación ante la variabilidad y cambio climático en América Latina y el Caribe. Brasil.
- ALTIERI, M. A. & NICHOLLS, C. I. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA revista de agroecología*.
- ALZATE, N. & BOLAÑOS, I. C. 2008. *Estudio comparativo del manejo del agua en tres asentamientos rurales dispersos del municipio de Cali, mediante la aplicación del concepto de análisis del ciclo de vida*. Tesis de Pregrado. Ingeniería Sanitaria Universidad del Valle.
- ALLAN, J. A., ORIENTAL, U. O. L. S. O. & STUDIES, A. 2000. Global systems ameliorate local droughts: water, food and trade. *ADVANCES IN NATURAL AND TECHNOLOGICAL HAZARDS RESEARCH*, Vol 14.
- ARAMA, G. 2008. New solutions for water supply management in a climate change context.
- BARRERA, X., FIALLO-PANTZIOU, E., NARANJO, L. G., PÚBLICA, P. & COLOMBIA, W. 2010. Adaptación al cambio climático en la Cordillera Real Oriental: Lineamientos para una estrategia regional. *Cambio climático en un paisaje vivo*. Cali, Colombia.
- BARTON, J. R. 2009. Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Revista de Geografía Norte Grande*.
- BATES, B., KUNDZEWICZ, Z., WU, S. & PALUTIKOF, J. 2008. El Cambio Climático y el Agua. *Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra*.
- BID 1997. Evaluación: Una herramienta de gestión para mejorar el desempeño de los proyectos. Vol 22.
- BREKKE, L. D. 2009. *Climate change and water resources management: A federal perspective*, DIANE Publishing.
- BUCCHERI, M. J. & COMELLAS, E. A. 2012. Indicadores para el monitoreo y evaluación hacia la GIRH.
- CARRASCO, M., GARROTE, F. & MEDIERO, L. 2007. Drought-induced water scarcity in water resources systems. *Extreme Hydrological Events: New Concepts for Security*, Vol 78.
- CARVAJAL, Y., QUINTERO, M. & GARCIA, M. 2008. Women's role in adapting to climate change and variability. *Advances in Geosciences*, Vol 14.

- CARVAJAL, Y., RESTREPO, I. & TUCCI, C. 2007. El cambio climático y las estrategias de desarrollo para América Latina. *Seminario Internacional "Gestión integrada de servicios relacionados con el agua en asentamientos nucleados"*. Universidad del Valle.
- CINARA 2010. El Agua en Colombia. Cali, Colombia: Universidad del Valle-Colciencias.
- CINARA 2011. Estrategias de aplicación del modelo GIRH a las regiones de Colombia. Proyecto GIRH - Colciencias. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- DANE 2013. Pobreza Monetaria por Departamentos - Resultados. *In*: CUNDINAMARCA (ed.). Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- DHA. 1992. Internationally Agreed Glossary of Basic Terms related to Disaster Management. [Accessed [http://www.reliefweb.int/rw/lib.nsf/db900SID/LGEL-5EQNZV/\\$FILE/dha-glossary-1992.pfd?OpenElement](http://www.reliefweb.int/rw/lib.nsf/db900SID/LGEL-5EQNZV/$FILE/dha-glossary-1992.pfd?OpenElement)].
- DINAR, A., ROSEGRANT, M. & MEINZEN-DICK, R. 1997. Water allocation mechanisms: principles and examples. *World Bank Policy Research Working Paper No. 1779*.
- DNP 2013. Pobreza monetaria y desigualdad del ingreso. Análisis de los resultados recientes 2010-2012. Bogotá: Dirección de Desarrollo Social. Subdirección de Promoción Social y Calidad de Vida
- FAO 2010. Estrategias de adaptación al cambio climático en los Andes Tropicales.
- FEO, O., SOLANO, E., BEINGOLEA, L., APARICIO, M., VILLAGRA, M., PRIETO, M. J., GARCÍA, J., JIMÉNEZ, P., BETANCOURT, Ó. & AGUILAR, M. 2009. Cambio climático y salud en la región andina. *Rev. perú. med. exp. salud pública*, Vol 26.
- FERNÁNDEZ, A. & DU MORTIER, C. 2005. Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica. *Tecnologías solares para la desinfección y descontaminación del agua. Solar Safe Water*.
- GARCÍA, M. L., CARVAJAL, Y. & JIMÉNEZ, H. 2011. La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático. *Revista Ingeniería y Competitividad*, Vol 9.
- GREY, D. & SADOFF, C. W. 2007. Sink or swim? Water security for growth and development. *Water Policy*, Vol 9.
- GUIO LEIMAN, L. 2012. *Aplicación de redes bayesianas para la evaluación de las relaciones entre acceso al agua, pobreza y desarrollo. Caso de estudio en la municipalidad de Tiraque, Bolivia*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- GWA & PNUD 2003. Guía de recursos para la transversalización del enfoque de género en la gestión del agua.

- GWP 2000. Manejo integrado de los recursos hídricos. *Technical Committee (TEC) Background Paper*.
- GWP. 2006. Reducción de la Pobreza y Gestión Integrada de Recursos Hídricos. *Comité Técnico (TEC), Background Papers No. 8* [Online].].
- HOLLING, C. 1995. Sustainability: The cross-scale dimension. *Defining and Measuring Sustainability: The Biophysical Foundations*, M. Munasinghe and W. Shearer (eds.), UN University, Tokyo, Japan/TheWorld Bank, Washington, DC.
- IDEAM 2000. Estudio Nacional del Agua. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM 2010a. Estudio Nacional del Agua. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM 2010b. *Segunda comunicación nacional ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. Capítulo 5. Adaptación*, Bogotá, Colombia.
- IDRC. 2011. *Adaptación al cambio climático en la Colombia rural: el papel de la gobernanza del agua* [Online]. Cali. Available: <http://www.landfood.ubc.ca/swc/projects/ACCCR/> [Accessed].
- INVERMAR 2008. Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia. Plan de Acción 2009 - 2019. Bogotá, Colombia.
- IPCC 2007a. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. *Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de síntesis del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático*, IPCC, Ginebra, Suiza.
- IPCC 2007b. Resumen técnico. Cambio climático 2007: Base física de la ciencia. Aportes del Grupo De Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Cambridge, Reino Unido y Nueva York: Cambridge University Press.
- JURADO, S. B. 2011. *Gobernabilidad e institucionalidad para la gestión adaptativa del agua, protección y aprovechamiento de los sistemas hídricos en la subcuenca del río Guerrero de la provincia de Jujuy (Argentina)*. Tesis de Maestría XI Máster Propio Universitario en Medio Natural, Cambio Global y Sostenibilidad Socio-Ecológica, Universidad Internacional de Andalucía.
- KRANICH, N. 2005. Equality and Equity of Access: What's the Difference? In: COMMITTEE, A. I. F. (ed.) <http://www.ala.org/offices/oif/iftoolkits/toolkitrelatedlinks/equalityequity>.
- KUNDZEWICZ, Z. W. & MATA, L. J. 2004. Concept paper on cross-cutting theme: water. Progress of Working Group II towards the IPCC Fourth Assessment Report (Ar4). Available: <http://www.ipcc.ch/activity/cct6.pdf>.

- MANTEIGA, L. 2000. Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas. *Instituto de Estadística de Andalucía. Estadística y Medio Ambiente.*
- MAVDT 2004. Política de abastecimiento de agua y saneamiento básico para la zona rural de Colombia. Bogotá, Colombia.
- MEJÍA, O. 2008. El recurso hídrico en la jurisdicción de Corantioquia, 1995-2007.
- MIRALLES, F., AGUILAR, E., LUCO, J. A. A., ARROYO, V., IBARRA, I. B., VARGAS, M. B., ORDOÑEZ, E. B., BURGUES, I., DE LA FUENTE, A. C. & CHABREL, M. V. 2010. Diálogo Regional de Política de América Latina y el Caribe: Retos y oportunidades en adaptación al cambio climático en materia de agua: Elementos para una agenda regional. *IDB Publications.*
- NEIL ADGER, W., ARNELL, N. W. & TOMPKINS, E. L. 2005. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change Part A, Vol 15.*
- NORMAN, E., BAKKER, K. J., GOVERNANCE, U. O. B. C. P. O. W. & LIBRARY, C. E. 2010. *Water security: a primer*, Program on Water Governance, University of British Columbia.
- OCAMPO, O. 2011. El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista de Ingeniería.*
- OMM 2009. Tercera Conferencia Mundial Sobre el Clima CMC - 3. From: [http://www.wmo.int/wcc3/documents/WCC-3\\_Statement\\_07-09-09\\_mods.pdf](http://www.wmo.int/wcc3/documents/WCC-3_Statement_07-09-09_mods.pdf).
- ONU/WWAP 2003. Primer informe de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: agua para todos, agua para la vida. Paris, Nueva York y Oxford: UNESCO.
- PNUD 2010. Designing Climate Change Adaptation Initiatives. New York.
- PNUD 2011a. Colombia Rural. Razones para la Esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011. PNUD Bogotá.
- PNUD 2011b. Informe sobre Desarrollo Humano. Sostenibilidad y Equidad: un mejor futuro para todos.
- PNUMA 2008. Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades. Colombia.
- POVEDA, G., JARAMILLO, A., GIL, M. M., QUICENO, N. & MANTILLA, R. I. 2001. Seasonally in ENSO<sup>7</sup> related precipitation, river discharges, soil moisture, and vegetation index in Colombia. *Water resources research, Vol 37.*
- PROCURADURÍA 2003. Informe Nacional. Agua Potable y Saneamiento en los Planes de Desarrollo. Bogotá, Colombia.

- PULGARÍN G, N. 2011. *Desarrollo de un modelo de gestión sostenible del agua: Microcuenca la Bermejala, Medellín (Colombia)*. Maestría, Universitat Politècnica de Catalunya. Institut Universitari de Recerca en Ciència i Tecnologies de la Sostenibilitat.
- QUINTERO-ÁNGEL, M. 2007. *Evaluación de prácticas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático en la región Andina de Colombia: tres casos de estudio*. Tesis para optar al título de pregrado del Programa Académico de Ingeniería Agrícola. Universidad del Valle.
- QUINTERO, M., CARVAJAL, Y. & ALDUNCE, P. 2012. Adaptación a la variabilidad y el cambio climático: intersecciones con la gestión del riesgo. *Revista luna Azul*, Vol 34.
- RESTREPO, I. 2001. *Team learning projects as a strategy to contribute to the sustainability of water supply and sanitation services*. PhD Thesis. Doctor of Philosophy, University of Leeds.
- RODRÍGUEZ, N., PABÓN, J. D., BERNAL, N. R. & MARTÍNEZ, J. 2010. Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos.
- ROMERO, G. & MASKREY, A. 1993. Cómo entender los desastres naturales. *Los desastres no son naturales*.
- SADOFF, C. & MULLER, M. 2009. Water management, water security and climate change adaptation: early impacts and essential responses. *GWP. Technical Committee (TEC) Background Paper*.
- SAMANIEGO, J. 2009. Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Una reseña. *documentos de proyectos*.
- SANCHO, R. 2002. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Inteligencia competitiva*.
- SEDANO, K., CARVAJAL, Y. & ÁVILA, A. 2013. Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. *Revista Luna Azul*, Vol 37.
- SMIT, B. & PILIFOSOVA, O. 2003. Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *Sustainable Development*, Vol 8.
- SULLIVAN, C. 2002. Calculating a Water Poverty Index. *World Development*, Vol 30.
- SYME, G. J., NANCARROW, B. E. & MCCREDDIN, J. A. 1999. Defining the components of fairness in the allocation of water to environmental and human uses. *Journal of environmental management*, Vol 57.
- TISDELL, J. G. 2003. Equity and social justice in water doctrines. *Social Justice Research*, Vol 16.
- TORRES, A., CRUZ, J. & VILLEGAS, T. 2004. *Avances técnicos para la programación del riego en caña de azúcar*, Cali, Cenicaña.

- UNEP/IVM 1998. Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies. UNEP to the Parties to the UNFCCC. Amsterdam: Nairobi and Institute for Environmental Studies (IVM).
- VUILLE, M., FRANCOU, B., WAGNON, P., JUEN, I., KASER, G., MARK, B. G. & BRADLEY, R. S. 2008. Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. *Earth-science reviews*, Vol 89.
- WEGERICH, K. 2007. A critical review of the concept of equity to support water allocation at various scales in the Amu Darya basin. *Irrigation and Drainage Systems*, Vol 21.
- WILCHES, G. 2009. La reducción de la pobreza como estrategia para la adaptación al cambio climático y la adaptación al cambio climático como estrategia para la reducción de la pobreza. *Documento PNUD. Bogotá*.
- WMO & UNEP 1997. Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Resumen para responsables de políticas.

# ANEXOS

# Anexo 1. Formato entrevista aplicada a integrantes Junta Administradora de Acueductos – Golondrinas, La Sirena y Asocasajal



## FORMATO DE ENTREVISTA PARA CARACTERIZACION DE LAS DIFERENTES ESTRATEGIAS IMPLEMENTADAS PARA CONOCER Y GENERAR ACCIONES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

ACUEDUCTO DE \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

### I. ASPECTOS GENERALES DE LA ORGANIZACION

1. Gerente Acueducto: \_\_\_\_\_ (M) (H)

2. Nivel de escolaridad Gerente: \_\_\_\_\_

3. Estructura organizacional del acueducto (participación de la mujer):

\_i) \_\_\_\_\_ \_iv) \_\_\_\_\_ \_vii) \_\_\_\_\_ -

\_ii) \_\_\_\_\_ \_v) \_\_\_\_\_ \_viii) \_\_\_\_\_ -

\_iii) \_\_\_\_\_ \_vi) \_\_\_\_\_ \_ix) \_\_\_\_\_ -

4. Fecha de inicio de la organización (legalización): \_\_\_\_\_

5. Número de usuarios del sistema: \_\_\_\_\_

6. Estratificación: (SI) (NO)Cuál?: \_\_\_\_\_

### II. USOS DEL AGUA

7. Cuáles son los principales usos del recurso hídrico en la comunidad:

i) Doméstico ( )

iv) Comercial ( )

ii) Agrícola ( )

v) Industrial ( )

iii) Pecuario y ganadero ( )

vi) Otros: \_\_\_\_\_

### III. OFERTA HIDRICA Y CAMBIO CLIMATICO

8. Cuál (es) son las fuentes de abastecimiento del acueducto:

8.1 Superficial ( ): Cuáles \_\_\_\_\_

8.2 Subterránea ( ): Cuáles \_\_\_\_\_

8.3 Otras: \_\_\_\_\_

9. Conoce otras fuentes de agua en las viviendas diferentes al servicio del acueducto (SI) (NO)

Cuáles: \_\_\_\_\_

10. La oferta hídrica para abastecimiento del acueducto, en cantidad y calidad es:

10.1 CANTIDAD DE AGUA					
INVIERNO			VERANO		
Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala

10.2 CALIDAD DEL AGUA					
INVIERNO			VERANO		
Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala

11. La continuidad del servicio de acueducto es:

Buena ( ) Regular ( ) Mala ( )

Valor aproximado (horas/día): \_\_\_\_\_

12. La cobertura del servicio de acueducto es:

Buena ( ) Regular ( ) Mala ( )

12.1 Valor aproximado de la cobertura actual sobre el total de la población (%): \_\_\_\_\_

12.2 Existe cobertura por segmentos de la población SI ( ) NO ( )

Cómo se distribuye? \_\_\_\_\_

13. El estado actual del sistema de distribución es:

Buena ( ) Regular ( ) Malo ( )

Cuál es el valor aproximado de las pérdidas de agua en la distribución:

En m<sup>3</sup>/mes: \_\_\_\_\_

En pesos/mes: \_\_\_\_\_

14. Cuáles son las mayores amenazas que se perciben en la cuenca de abastecimiento:

- \_i) \_\_\_\_\_
- \_ii) \_\_\_\_\_
- \_iii) \_\_\_\_\_
- \_iv) \_\_\_\_\_
- \_v) \_\_\_\_\_
- \_vi) \_\_\_\_\_
- \_vii) \_\_\_\_\_ -
- \_viii) \_\_\_\_\_ -
- \_ix) \_\_\_\_\_ -

15. El sistema de acueducto sufre de escasez en algunas épocas del año? SI ( ) NO ( )

Cuándo? \_\_\_\_\_

16. En época de sequía como se afecta el servicio de suministro de agua: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

17. En época de lluvia como se afecta el servicio de suministro de agua: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

18. Cómo afecta la variabilidad climática la gestión administrativa del agua: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

19. Qué acciones realiza el acueducto para enfrentar la sequía en:

i) La cuenca abastecedora: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ii) El sistema de acueducto: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

iii) Viviendas y establecimientos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

20. Qué acciones realiza el acueducto para enfrentar las altas precipitaciones en:

i) La cuenca abastecedora: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ii) El sistema de acueducto: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

iii) Viviendas y establecimientos: \_\_\_\_\_

21. Cuál de las siguientes alternativas emplea el acueducto para manejar las variaciones en la disponibilidad del agua durante el año:

- i) Programas de uso eficiente y ahorro del agua ( )
- ii) Tarificación acorde con los consumos ( )
- iii) PML en uso agrícola (cambio en uso de cultivos, métodos de riego, reuso de AR, innovación con variedades vegetales) ( )
- iv) Uso de fuentes alternativas de agua (agua lluvia, aljibes, nacimientos) ( )
- v) Restauración y preservación de cobertura vegetal en la parte alta de la cuenca ( )
- vi) Infraestructura para almacenamiento de agua ( )
- vii) Mejoramiento en unidades y dispositivos (redes) del sistema de acueducto ( )
- viii) Reubicación de asentamiento en planicies inundables ( )
- ix) Capacitación en la gestión integrada del recurso hídrico ( )
- x) Reducción de arrastre de sedimentos en la fuente abastecedora ( )
- xi) Promoción de sistemas para recolección de aguas lluvias ( )
- xii) Uso de herramientas e instrumentos para conocimiento y predicción del clima ( )
- xiii) Mejoramiento del monitoreo de datos para la modelación climática e hidrológica ( )

22. Cómo reaccionan los usuarios frente a las acciones propuestas por la junta administradora del acueducto?

Acción	Grado de aceptación			
	Excelente	Buena	Regular	Mala

Por qué? \_\_\_\_\_

23. Qué resultados se han obtenido en esta implementación de acciones de adaptación:

\_\_\_\_\_

24. Cómo considera el acueducto el papel de la mujer en la práctica de las acciones tomadas para enfrentar la variabilidad climática en los lugares presentados en la tabla, de acuerdo a la siguiente clasificación: i) Muy importante, ii) Importante, iii) Medianamente importante y iv) Irrelevante

Cuenca	Sistema de acueducto	Vivienda	Establecimientos																
<table border="1"> <tr> <td>i</td> <td>ii</td> <td>iii</td> <td>iv</td> </tr> </table>	i	ii	iii	iv	<table border="1"> <tr> <td>i</td> <td>ii</td> <td>iii</td> <td>iv</td> </tr> </table>	i	ii	iii	iv	<table border="1"> <tr> <td>i</td> <td>ii</td> <td>iii</td> <td>iv</td> </tr> </table>	i	ii	iii	iv	<table border="1"> <tr> <td>i</td> <td>ii</td> <td>iii</td> <td>iv</td> </tr> </table>	i	ii	iii	iv
i	ii	iii	iv																
i	ii	iii	iv																
i	ii	iii	iv																
i	ii	iii	iv																

25. Como integrante de la junta administradora del acueducto y con relación a la capacidad económica de los habitantes, usted considera que:

25.1 La variabilidad climática afecta la disponibilidad de recursos económicos del sistema de acueducto: SI ( ) NO ( )

Por qué? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

25.2 La variabilidad climática afecta la disponibilidad de recursos económicos en los usuarios del sistema: SI ( ) NO ( )

Por qué? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

25.3 considera que las acciones planteadas en la cuenca, sistema de acueducto, viviendas y establecimientos, contribuyen a la reducción de pobreza y/o a disminuir estos impactos económicos: SI ( ) NO ( )

Por qué? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Observaciones generales \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Anexo 2. Formatos registro mensual de información ambiental y socioeconómica de los acueductos – análisis de indicadores

### Información fija

Acueducto: Golondrinas		Día (DD/MM/AAAA): 01/01/2012																																																																																													
<b>Categoría:</b>		Acceso																																																																																													
<b>Tema:</b>		Captaciones legales																																																																																													
<b>Indicador No 1:</b>		Concesiones																																																																																													
<b>Definición del indicador:</b>		Es el número de concesiones que tiene adjudicadas un acueducto y el caudal de agua																																																																																													
		Número de concesiones:		1																																																																																											
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">CONCESIÓN</th> <th style="width: 50%;">Caudal otorgado (L/s)</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Total (L/s)</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">3</td> </tr> </table>		CONCESIÓN	Caudal otorgado (L/s)	1	3	Total (L/s)		3																																																																																			
CONCESIÓN	Caudal otorgado (L/s)																																																																																														
1	3																																																																																														
Total (L/s)																																																																																															
3																																																																																															
<b>Categoría:</b>		Capacidad																																																																																													
<b>Tema:</b>		Precios y subsidios																																																																																													
<b>Indicador No 2:</b>		Tarifa diferenciada por cantidad de agua consumida																																																																																													
<b>Definición del indicador:</b>		Indica si el acueducto cobra una tarifa diferenciada cuando el consumo de cada usuario																																																																																													
¿Tiene tarifas diferenciadas por consumo? (SI/NO):				si																																																																																											
<b>Categoría:</b>		Capacidad																																																																																													
<b>Tema:</b>		Precios y subsidios																																																																																													
<b>Indicador No 3:</b>		Recibimiento de subsidios por el usuario																																																																																													
<b>Definición del indicador:</b>		Este indicador muestra la diferenciación en las tarifas por estratos y los subsidios que																																																																																													
<b>Tiene estratificación (SI/NO):</b>		No																																																																																													
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 15%;">ESTRATOS</th> <th style="width: 15%;">No. Suscriptores</th> <th style="width: 15%;">Cargo fijo (\$)</th> <th style="width: 15%;">Tarifa consumo básico (\$/m3)</th> <th style="width: 15%;">Tarifa consumo complementario (\$/m3)</th> <th style="width: 15%;">Tarifa consumo suntuario (\$/m3)</th> <th style="width: 15%;">Subsidios que recibe (%) consumo básico</th> <th style="width: 15%;">Observaciones</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">4860</td> <td style="text-align: center;">216</td> <td style="text-align: center;">270</td> <td style="text-align: center;">324</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">456</td> <td style="text-align: center;">4860</td> <td style="text-align: center;">270</td> <td style="text-align: center;">324</td> <td style="text-align: center;">378</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">4860</td> <td style="text-align: center;">324</td> <td style="text-align: center;">378</td> <td style="text-align: center;">432</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Oficial</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">4860</td> <td style="text-align: center;">378</td> <td style="text-align: center;">378</td> <td style="text-align: center;">378</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Especiales</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">4860</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Industrial</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Comercial</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		ESTRATOS	No. Suscriptores	Cargo fijo (\$)	Tarifa consumo básico (\$/m3)	Tarifa consumo complementario (\$/m3)	Tarifa consumo suntuario (\$/m3)	Subsidios que recibe (%) consumo básico	Observaciones	1	20	4860	216	270	324			2	456	4860	270	324	378			3	2	4860	324	378	432			4								5								6								Oficial	5	4860	378	378	378			Especiales	14	4860						Industrial								Comercial									
ESTRATOS	No. Suscriptores	Cargo fijo (\$)	Tarifa consumo básico (\$/m3)	Tarifa consumo complementario (\$/m3)	Tarifa consumo suntuario (\$/m3)	Subsidios que recibe (%) consumo básico	Observaciones																																																																																								
1	20	4860	216	270	324																																																																																										
2	456	4860	270	324	378																																																																																										
3	2	4860	324	378	432																																																																																										
4																																																																																															
5																																																																																															
6																																																																																															
Oficial	5	4860	378	378	378																																																																																										
Especiales	14	4860																																																																																													
Industrial																																																																																															
Comercial																																																																																															
<b>Categoría:</b>		Capacidad																																																																																													
<b>Tema:</b>		Precios y subsidios																																																																																													
<b>Indicador No 4:</b>		Recibimiento de subsidios por el acueducto																																																																																													
<b>Definición del indicador:</b>		Este indicador muestra si el acueducto está recibiendo los subsidios legales por parte del																																																																																													
¿Recibe subsidios? (SI/NO):				no																																																																																											
¿Por qué valor al año?:																																																																																															
¿Equivale el subsidio recibido al subsidio otorgado? (SI/NO)																																																																																															
<b>Explique:</b>		por que hay usuarios que no tienen agua potable. Un requisito indispensable para recibir los subsidios.																																																																																													
<b>Categoría:</b>		Capacidad																																																																																													
<b>Tema:</b>		Almacenamiento																																																																																													
<b>Indicador No 5:</b>		Almacenamiento público (m3)																																																																																													
<b>Definición del indicador:</b>		Es la cantidad de agua que el acueducto almacena para la distribución en tanques.																																																																																													
¿Cuenta el acueducto con tanques de almacenamiento? (SI/NO):				si																																																																																											
En caso positivo, siga con los espacios siguientes, y el siguiente indicador; en caso contrario, ha terminado la encuesta.																																																																																															
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">TANQUES</th> <th style="width: 50%;">Volumen (m3)</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">170</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Distribución y Almacenamiento</td> </tr> </table>		TANQUES	Volumen (m3)	1	170	Distribución y Almacenamiento																																																																																							
TANQUES	Volumen (m3)																																																																																														
1	170																																																																																														
Distribución y Almacenamiento																																																																																															
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Volumen total</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">170</td> <td style="text-align: center;">AL (m3)</td> </tr> </table>		Volumen total		170	AL (m3)																																																																																								
Volumen total																																																																																															
170	AL (m3)																																																																																														
<b>Categoría:</b>		Capacidad																																																																																													
<b>Tema:</b>		Almacenamiento																																																																																													
<b>Indicador No 6:</b>		Capacidad de agua almacenada (días u horas)																																																																																													
<b>Definición del indicador:</b>		Es el tiempo en días u horas de servicio de agua que el acueducto está en capacidad de																																																																																													
Consumo diario total por los usuarios Ct /30 días (m3/día):				305,54		Ct diario (m3/día)																																																																																									
Capacidad en días de agua almacenada AL/ Ct diario (días):				0,56		Cap alm (días)																																																																																									
Capacidad en días de agua almacenada Cap alm (días) x 24 (horas):				13,35		Cap alm (horas)																																																																																									

## Información dinámica mensual

Acueducto: Empresa de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado de Golondrinas.						
Mes y año (MM/AAAA):		dic-12				
<b>Categoría:</b>	Uso de agua					
<b>Tema:</b>	Incremento de demanda					
<b>Indicador No 1:</b>	Consumo (L/mes)					
<b>Definición del indicador:</b>	Es el consumo de agua potable por parte de los usuarios, a partir de las mediciones de micro-medidores, totalizando					
Número de usuarios total:	497					
Número de usuarios con micromedidor:	480	MM (#)				
Número de usuarios sin micromedidor:	17	sin MM (#)				
Causa:						
Porcentaje de usuarios sin micromedidor (sin MM / usuarios):	3,4%	% sin MM				
Número de usuarios con micromedidor en mal estado:	0	MM me (#)				
Porcentaje de micromedidores en mal estado (MM me/ MM x 100):		0,00	% MM me			
Por qué se encuentran en mal estado?						
Se está haciendo algo para corregirlos?						
facturado						
	RUTAS	No. Suscriptores	Consumo (L/mes)	ESTRATO	No. Suscriptores	Consumo (L/mes)
	Ruta 1	82		Estrato 1	20	368
	Ruta 2	43		Estrato 2	453	8.038
	Ruta 3	72		Estrato 3	2	105
	Ruta 4	54		Estrato 4		
	Ruta 5	33		Estrato 5		
	Ruta 6	63		Estrato 6		
	Ruta 7	22		Oficial	5	222
	Ruta 8	62		Industrial		
	Ruta 9	45		Comercial		
	Ruta 10	20		Especiales	17	
	Total (m3/mes)			Total (m3/mes)		8.733
			Ctotal (m3/mes)			Ctotal (m3/mes)
Observaciones:	Los especiales son los usuarios que no tienen micromedidores.					
<b>Categoría:</b>	Capacidad					
<b>Tema:</b>	Infraestructura					
<b>Indicador No 2:</b>	Volumen de agua tratada (m3/mes)					
<b>Definición del indicador:</b>	Es el volumen de agua al mes que es tratada, medida con un macromedidor a la salida de la planta de tratamiento.					
Volumen de agua tratada (m3/mes):	9.605	At (m3/mes)				
<b>Categoría:</b>	Capacidad					
<b>Tema:</b>	Infraestructura					
<b>Indicador No 3:</b>	Pérdidas en distribución (m3/mes)					
<b>Definición del indicador:</b>	Es el porcentaje del volumen de agua tratada al mes que se pierde en la conducción (desde la planta hasta los					
	Ctotal/At x100	90	% facturado			
	100 - % facturado	10	% pérdidas			
<b>Categoría:</b>	Capacidad					
<b>Tema:</b>	Infraestructura					
<b>Indicador No 4:</b>	Costo de pérdidas en distribución (\$/mes)					
<b>Definición del indicador:</b>	Es el valor del agua que ha sido pérdida en la conducción (desde la planta hasta los usuarios). Se calcula multiplicando					
	Costo agua tratada	270	Costo At			
	% pérdidas x At x Costo	\$ 259.335,00	Costo pérdidas consumo básico del estrato 2	Cuál costo escogió para este cálculo?	La tarifa	
<b>Categoría:</b>	Capacidad					
<b>Tema:</b>	Abastecimiento de agua					
<b>Indicador No 5:</b>	Tiempo de suspensión de planta					
<b>Definición del indicador:</b>	Es el tiempo al mes que se suspende la entrada de agua cruda a la planta para su tratamiento por diferentes causas					
	Día (DD/MM/AAAA)	Causa	Número de horas aprox.			
	01/12/2011	Infraestructura	12			
	02/12/2011	Infraestructura	12			
	Total horas al mes con entrada de agua suspendida (hrs)		489			
<b>Categoría:</b>	Capacidad					
<b>Tema:</b>	Abastecimiento de agua					
<b>Indicador No 6:</b>	Continuidad del servicio					
<b>Definición del indicador:</b>	Número de horas que los usuarios reciben de servicio de agua potable al día. Para calcular el promedio de horas de					
	Período (P) (De DD/MM a DD/MM)	Horas al día con servicio de agua potable (Hs) (Por ejemplo: 2 horas al día)	Causa			
	01/12/2011	12	Infraestructura			
	02/12/2011	12	Infraestructura			
	Total horas de servicio (Horas):	255	Hrs serv mes			
	Total horas al mes (número días al mes x 24):	744	Hrs mes			
	Continuidad de servicio promedio al día (horas):	8,22	Hrs serv mes / Hrs mes x 24			
<b>Categoría:</b>	Capacidad					
<b>Tema:</b>	Abastecimiento de agua					
<b>Indicador No 7:</b>	Calidad del servicio					
<b>Definición del indicador:</b>	Número de peticiones, quejas y reclamos (PQRs) que se reciben al mes. Este valor se debe dividir por el número de					
	Número de usuarios	497	Usuarios			
	PQR's	12	PQRs			
	PQR's/usuarios	2,40	PQR's/usuarios			

## Anexo 3. Formato encuesta recopilación de información – Censo usuarios acueductos



No: \_\_\_\_\_

Adaptación al cambio climático en la Colombia rural: el papel de la gobernanza del agua

### FORMATO DE ENCUESTA PARA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE SUSCRIPTORES DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Encuestador \_\_\_\_\_ Estrato \_\_\_\_\_  
Sector \_\_\_\_\_ Dirección \_\_\_\_\_

#### I. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS (PARTE 1)

1. Suscriptor \_\_\_\_\_ NUID \_\_\_\_\_
2. Nombre del encuestado \_\_\_\_\_
3. Sexo F \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_
4. Nivel de escolaridad \_\_\_\_\_
5. Es cabeza de familia? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
6. Si el entrevistado no es cabeza de familia, ¿Qué parentesco tiene con la persona cabeza de familia? \_\_\_\_\_
7. N° habitantes en la vivienda (5 o más días / semana) \_\_\_\_\_ Hom. \_\_\_\_\_ Muj. \_\_\_\_\_ Niño(a)s \_\_\_\_\_
8. Cuántas personas adicionales permanecen en la vivienda los fines de semana? \_\_\_\_\_
9. La vivienda es: Propia \_\_\_\_\_ Alquilada \_\_\_\_\_ Administrador \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_
10. Ocupación principal de persona cabeza de familia
 

Jornalero _____	Trabajador independiente _____
Agricultor _____	Trabajador informal _____
Empleado público _____	Comerciante _____
Empleado privado _____	Otro _____Cuál? _____
Pensionado _____	

#### II. USO DEL AGUA PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

11. Ofrece alguno de estos servicios en su hogar?

Restaurante _____	Heladería _____
Panadería _____	Otro _____
Tienda _____	

12. Cría de animales

Tipo	Si	Cantidad promedio	
Cerdos			
Gallinas/Pollos			
Vacas			
Caballos			
Peces			Volumen estanque (m³):
Otros			

13. Cultivos

Tipo	Si	Área empleada (m²)

14. El área total del predio es: \_\_\_\_\_ (no olvidar escribir las unidades)  
 15. El área en pastoreo es: \_\_\_\_\_ (no olvidar escribir las unidades)  
 16. El área del predio dedicado a la conservación (bosque y zonas de protección de quebradas, sin acceso de animales) es \_\_\_\_\_ (no olvidar escribir las unidades).

17. Prácticas asociadas al uso del agua:

- Uso de mangueras con pistola para lavados \_\_\_\_\_ Uso del agua lluvia \_\_\_\_\_  
 Uso de mangueras sin pistola para lavados \_\_\_\_\_ Lavado de vehículos \_\_\_\_\_  
 Reuso del agua \_\_\_\_\_ Otras prácticas \_\_\_\_\_

I. OFERTA HÍDRICA

18. Fuentes de agua disponible, diferente a la principal (acueducto), que considera aprovechable

Fuente	Disponibilidad		Uso actual	Uso potencial	Cantidad suficiente		Calidad		
	Si	No			Si	No	Buena	Regular	Mala
Aguas grises									
Aguas lluvias									
Agua subterránea									
Aguas superficiales (nacimientos, acequias, etc)									
Otra									

II. PERCEPCION SOBRE EL RECURSO HÍDRICO

19. Sabe cuáles son las fuentes que proveen el agua que llega a su casa? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Cuáles? \_\_\_\_\_
20. Sufre de escasez en algunas épocas del año? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Cuándo? \_\_\_\_\_
21. En época de verano su familia tiene que restringir el uso del agua en algunas actividades? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Cuáles? \_\_\_\_\_
22. En época de invierno su familia tiene que restringir el uso del agua en algunas actividades? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Cuáles? \_\_\_\_\_
23. Cómo calificaría el estado de estas fuentes en términos de cantidad? Bueno \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Malo \_\_\_\_\_
24. Cómo calificaría el estado de estas fuentes en términos de calidad? Bueno \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Malo \_\_\_\_\_
25. Cree que el cambio climático afectará el suministro de agua del acueducto? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
26. Cree que el impacto del cambio climático es más fuerte en: Verano \_\_\_\_\_ Invierno \_\_\_\_\_ Ambos por igual \_\_\_\_\_
27. Qué amenazas percibe dentro de la cuenca a su fuente de agua?  
 Minería \_\_\_\_\_ Hidroeléctrica \_\_\_\_\_  
 Extracción de madera \_\_\_\_\_ Cultivos de caña \_\_\_\_\_  
 Sobrepastoreo \_\_\_\_\_ Otra \_\_\_\_\_
28. Su sistema de aguas residuales es:  
 Alcantarillado \_\_\_\_\_ Pozo séptico \_\_\_\_\_  
 Zanja \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

## I. INFRAESTRUCTURA

29. Almacenamiento de agua (incluir los tanques internos y externos a la vivienda)									
N°	Capacidad	Estado			Fugas		Hace mantenimiento?		Frecuencia de mantenimiento
		Bueno	Regular	Malo	Si	No	Si	No	

30. Infraestructura domiciliaria									
N°	Elemento (cantidad)	Estado			Fugas		Hace mantenimiento?		Frecuencia de mantenimiento
		Bueno	Regular	Malo	Si	No	Si	No	
	Micromedidor								
	Llave de paso								
	Lavamanos								
	Lavaplatos								
	Ducha								
	lavadero								
	Sanitario								

## II. CONOCIMIENTO DEL ACUEDUCTO

31. Conoce la actual junta del acueducto? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_
32. Participa en las reuniones convocadas por el acueducto? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Porqué?
33. Cree que la comunicación del acueducto con la gente de la comunidad es:  
Excelente \_\_\_\_ Buena \_\_\_\_ Normal \_\_\_\_ Deficiente \_\_\_\_ Muy deficiente \_\_\_\_
34. Cree que la gestión del acueducto en el manejo del agua de su comunidad es:  
Excelente \_\_\_\_ Buena \_\_\_\_ Normal \_\_\_\_ Deficiente \_\_\_\_ Muy deficiente \_\_\_\_
35. Qué piensa que podría mejorar en la gestión del acueducto? Señale todas las que considera pertinentes
- |                                     |       |                             |       |
|-------------------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| Mejor comunicación                  | _____ | Unirse con otros acueductos | _____ |
| Ampliar la cobertura                | _____ | Cambiar la junta            | _____ |
| Reducir las pérdidas de agua        | _____ | Otra                        | _____ |
| Construir tanques de almacenamiento | _____ |                             |       |

## III. ASPECTOS SOCIECONÓMICOS (PARTE 2)

36. Cuánto suman los ingresos de su hogar? (al mes)
- |                                |       |                              |       |
|--------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| 1. Entre 0 y 280.000           | _____ | 2. Entre 280.001 y 567.000   | _____ |
| 3. Entre 567.001 y 847.000     | _____ | 4. Entre 847.001 y 1.150.000 | _____ |
| 5. Entre 1.150.001 y 1.700.000 | _____ | 6. Más de 1.700.000          | _____ |
37. A cuánto ascienden sus gastos mensuales en servicios públicos? \_\_\_\_\_
38. A cuánto asciende su pago del servicio de acueducto? \_\_\_\_\_

Observaciones generales \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

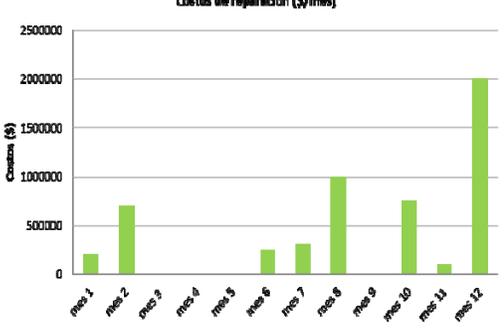
## Anexo 4. Formatos recopilación y procesamiento criterios de selección – Fase 1

### Anexo 4.1. Formato para recopilación de criterios de selección

Metodología para facilitar la adaptación a la variabilidad climática en comunidades rurales colombianas																									
Fase 1. Identificación de las comunidades rurales de la zona andina colombiana con potencial de daño por la variabilidad climática																									
Localidad: _____																									
Acueducto: _____																									
Fecha inicio evaluación: _____																									
Fecha final evaluación: _____																									
Persona a cargo: _____																									
No.	Criterio	Número de eventos ocurridos por mes																							
		Mes 1	Obser.	Mes 2	Obser.	Mes 3	Obser.	Mes 4	Obser.	Mes 5	Obser.	Mes 6	Obser.	Mes 7	Obser.	Mes 8	Obser.	Mes 9	Obser.	Mes 10	Obser.	Mes 11	Obser.	Mes 12	Obser.
1	Inundaciones	0		2																					
2	Sequias	0		0																					
3	Deslizamientos	0		1																					
4	Pérdida de vidas humanas	0		1																					
5	Intervención en la parte alta de la microcuenca (ganadería extensiva (GE), intensiva (GI), potrerización (P), tala indiscriminada de bosques (TIB), minería (M))	6	3 - GE 3 - M oro	6	3 - GE 3 - M oro																				
6	Asentamientos en zonas de alto riesgo como laderas (L), zonas inundables (I), zonas con erosión (E)	10	5 - L 5 - L	10	5 - L 5 - L																				
7	Pérdida de infraestructura	0		2																					
8	Inversión de recursos en reparaciones	1	\$ 200.000	2	\$ 700.000																				
9	Racionamiento de agua por déficit en la fuente	0		0																					
10	Alteración de la calidad del agua de la fuente por incremento de sedimentos	0		1																					
11	Paradas de la planta de población por incremento de turbiedad (T) y/o pérdida de infraestructura (IF)	1	IF	2	T IF																				

### Anexo 4.2. Formato para procesamiento y reporte de criterios de selección

Nombre del criterio		Ejemplo
<b>Definición</b>	Descripción del criterio a medir	Criterio: Inversión de recursos en reparaciones Conocer cuánto dinero se ha invertido por reparaciones en infraestructura del sistema de acueducto en un año, por causa de VC
<b>Relevancia</b>	Se define el alcance de medir este criterio y su importancia	Permite determinar el estado actual de la infraestructura y si están o no preparados para un evento de variabilidad climática extrema
<b>Escala de medida</b>	Según la medición a realizar: microcuenca, sistema de acueducto, usuarios	Sistema de acueducto localidad Golondrinas
<b>Periodicidad</b>	Cada cuanto se mide este criterio	Mensual
<b>Año</b>	En qué año se realizó el levantamiento de esta información	2013

<p><b>Resultados</b></p>	<p>Los resultados pueden presentarse en tablas o gráficos</p>	 <table border="1"> <caption>Costos de reparación (\$/mes)</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Costo (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>mes 1</td><td>~200,000</td></tr> <tr><td>mes 2</td><td>~700,000</td></tr> <tr><td>mes 3</td><td>~0</td></tr> <tr><td>mes 4</td><td>~0</td></tr> <tr><td>mes 5</td><td>~0</td></tr> <tr><td>mes 6</td><td>~250,000</td></tr> <tr><td>mes 7</td><td>~300,000</td></tr> <tr><td>mes 8</td><td>~1,000,000</td></tr> <tr><td>mes 9</td><td>~0</td></tr> <tr><td>mes 10</td><td>~750,000</td></tr> <tr><td>mes 11</td><td>~100,000</td></tr> <tr><td>mes 12</td><td>~2,000,000</td></tr> </tbody> </table>	Mes	Costo (\$)	mes 1	~200,000	mes 2	~700,000	mes 3	~0	mes 4	~0	mes 5	~0	mes 6	~250,000	mes 7	~300,000	mes 8	~1,000,000	mes 9	~0	mes 10	~750,000	mes 11	~100,000	mes 12	~2,000,000
Mes	Costo (\$)																											
mes 1	~200,000																											
mes 2	~700,000																											
mes 3	~0																											
mes 4	~0																											
mes 5	~0																											
mes 6	~250,000																											
mes 7	~300,000																											
mes 8	~1,000,000																											
mes 9	~0																											
mes 10	~750,000																											
mes 11	~100,000																											
mes 12	~2,000,000																											
<p><b>Análisis</b></p>	<p>Discutir los resultados obtenidos con base en información histórica, si no se cuenta con datos anteriores, se reconoce como la línea base de la metodología de adaptación</p>	<p>No existen datos históricos que permitan comparar este criterio, sin embargo, durante el año 2013 se observa que en temporada de lluvia se presentan daños en infraestructura que conllevan a inversión de recursos, limitando la disponibilidad económica para otras necesidades, esto incrementa la pobreza en el sistema de acueducto.</p>																										
<p><b>Fuente</b></p>	<p>Con quien se obtuvo la información.</p>	<p>Junta administradora del acueducto – Tesorera</p>																										
<p><b>Calificación del criterio</b></p>	<p>Se deberá considerar una escala de 1 a 4, en donde 1 corresponde a un buen estado del criterio evaluado (mínima alteración del criterio) y 4 a un mal estado del criterio evaluado según los daños o impactos negativos presentados en un tiempo determinado (según frecuencia de medición). Esta calificación es asignada por usted, quien ha evaluado el criterio en su territorio y pertenece al mismo. La escala de calificación es la siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No se ve afectado por la VC</li> <li>2. Poco alterado por la VC</li> <li>3. Medianamente alterado por la VC</li> <li>4. Muy alterado por la VCC</li> </ol> <p>Con esta calificación, al final se podrá determinar si se trata de una comunidad con un alto potencial de daño por la variabilidad climática (explicado en fase 1).</p>	<p>Dado que la inversión total en el año 2013 es de \$5.300.000, que corresponde al 15% del dinero recaudado por el acueducto, se otorga una calificación de 2 (poco alterado por VC en 2013).</p>																										



## Anexo 6. Propuesta de indicadores ambientales y socioeconómicos – Fase 3

### Metodología para facilitar la adaptación a la variabilidad climática en comunidades rurales colombianas

#### Fase 3. Valoración de indicadores ambientales y socioeconómicos

Localidad: \_\_\_\_\_

Acueducto: \_\_\_\_\_

Fecha inicio evaluación: \_\_\_\_\_

Fecha final evaluación: \_\_\_\_\_

Persona a cargo: \_\_\_\_\_

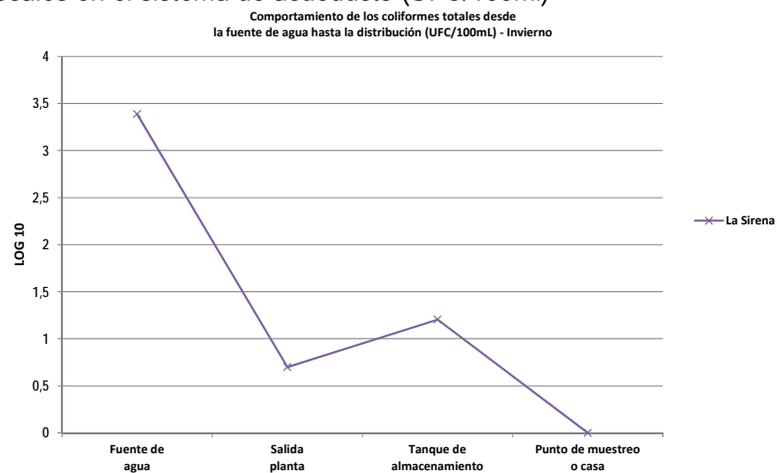
Indicadores	Dato obtenido	Tipo	Temporalidad	Equipo y Método de obtención	Fuente de información	Indicador Básico
Tarifas por consumo (\$/m <sup>3</sup> )		Numérico	Mensual, semestral, anual	Formatos registro diligenciados por acueducto	Junta administradora del acueducto	X
Continuidad del servicio (horas/día)		Numérico	Mensual	Formatos registro diligenciados por acueducto	Junta administradora del acueducto	X
Cobertura del servicio (%)		Numérico	Trimestral, semestral	Entrevista, registro suscriptores	Junta administradora del acueducto	X
Recibe subsidios de la administración municipal?		Cualitativo (SI-NO)	Anual	Entrevista	Junta administradora del acueducto	
Racionamientos de agua (horas/día)		Numérico	Mensual	Formatos registro diligenciados por acueducto	Junta administradora del acueducto	X
Consumo promedio (m <sup>3</sup> /mes)		Numérico	Mensual	Formatos registro diligenciados por acueducto	Junta administradora del acueducto	X
Concesión de agua (l/s)		Numérico	Anual	Entrevista	Junta administradora del acueducto, Corporación Autónoma	X
Conexiones con/sin micromedición (%)		Numérico	Semestral, anual	Encuesta, visitas inspección domiciliarias	Junta administradora del acueducto	
Volumen de agua tratada vs. consumo (l/mes)		Numérico	Mensual	Formatos registro diligenciados por acueducto	Junta administradora del acueducto	X
Presencia de coliformes fecales en el sistema de acueducto (UFC/100ml)		Numérico	Diaria, mensual	Kit portátil, muestras para análisis en laboratorio	Junta administradora del acueducto, Secretaría de Salud pública Municipal	X
Presencia de coliformes totales en el sistema de acueducto (UFC/100ml)		Numérico	Diaria, mensual	Kit portátil, muestras para análisis en laboratorio	Junta administradora del acueducto, Secretaría de Salud Pública Municipal	X
Pérdidas de agua en el sistema (%)		Numérico	Mensual	Formatos registro, geófonos	Junta administradora del acueducto	X

Indicadores	Dato obtenido	Tipo	Temporalidad	Equipo y Método de obtención	Fuente de información	Indicador Básico
Suspensión del servicio de suministro (horas/mes)		Numérico	Mensual	Formatos registro diligenciados por acueducto	Junta administradora del acueducto	X
Grado de satisfacción de la demanda por parte del sistema de acueducto a los usuarios		Cualitativo (Excelente, bueno, regular, mala)	Anual	Encuestas o entrevistas	Suscriptores/usuarios	
Costos del agua perdida (\$/mes)		Numérico	Mensual	Formatos registro diligenciados por acueducto	Junta administradora del acueducto	X
No. Viviendas con sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias		Numérico	Anual	Encuestas o entrevistas	Suscriptores/usuarios	X
Capacidad de almacenamiento de agua tratada (m <sup>3</sup> )		Numérico	Anual	Formatos registro diligenciados por acueducto	Junta administradora del acueducto	X
Capacidad de almacenamiento de agua promedio en las viviendas (m <sup>3</sup> )		Numérico	Semestral, anual	Encuestas o entrevistas	Junta administradora del acueducto, Suscriptores	X
Participación de la mujer en la gestión del agua (No. de mujeres que integran la junta administradora de acueducto)		Numérico	Semestral, anual	Formatos registro diligenciados por acueducto	Junta administradora del acueducto	
Número de personal especializado para la atención de emergencias asociados a eventos climáticos/Número total de habitantes expuestos		Numérico	Semestral	Entrevistas y visitas a diferentes entidades	Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja, CAR, Alcaldía	X
¿Se cuenta con estudios de probabilidad de ocurrencia de eventos hidroclimatológicos extremos?		Cualitativo (SI-NO)	Anual	Entrevista	IDEAM, CAR, cruz roja y alcaldía	
Inventario de infraestructuras clasificadas por niveles de vulnerabilidad por eventos climáticos		Numérico	Anual	GPS, Entrevistas y visitas a las zonas vulnerables	Empresas de servicios públicos, centros de salud, hospitales, alcaldía	X
Número de áreas de cultivos vulnerables por inundaciones y sequías (Ha)		Numérico	Semestral (depende del tipo de cultivo)	GPS, Entrevistas y visitas a las zonas vulnerables	UMATA, alcaldía	X
Número de casos de enfermedad asociadas a las olas de calor y radiación solar		Numérico	Anual	Indicadores de morbilidad de la enfermedad	Centros de salud, Hospitales, alcaldía, Secretaria de salud departamental	X
Precipitación (mm)		Numérico	Diaria, mensual y anual	Pluviómetro manual o automático	Pluviómetro en la cuenca o cercano a la cuenca administrado por finca, escuela, alcaldía, acueducto, corporación autónoma, o IDEAM	X

Indicadores	Dato obtenido	Tipo	Temporalidad	Equipo y Método de obtención	Fuente de información	Indicador Básico
Aforo de fuentes de agua superficial (Caudal en l/s)		Númérico	Diaria, mensual	Regla, molinetes	Junta de acueducto, estación hidrométrica administrada por finca, escuela, alcaldía, acueducto, corporación autónoma, o IDEAM	X
Temperatura atmosférica (°C)		Númérico	Diaria, mensual y anual	Termómetro	Corporación autónoma, alcaldía o IDEAM	
Evapotranspiración (mm)		Númérico	Diaria, mensual y anual	Tanque de evaporación	Alcaldía, acueducto, corporación autónoma, o IDEAM	
% de áreas erosionadas		Númérico	Anual	GPS, Foto satelital	IGAC, CAR, UMATA	X
Índice de aridez		Númérico	Anual	Bases de datos (Temperatura y % áreas erosionadas)	IGAC, CAR, UMATA, IDEAM	X
No. Casos de incidencia de malaria		Númérico	Bimensual	Entrevistas y bases de datos	Centros de salud, secretarías de salud departamental y municipal, DANE	

Ejemplo análisis indicadores:

**Indicador.** Presencia de coliformes fecales en el sistema de acueducto (UFC/100ml)



## Anexo 7. Formato para caracterización de estrategias de adaptación a la VC comunes y no comunes en comunidades rurales colombianas – Fase 4

A continuación se listan las estrategias de adaptación a la VC que han sido implementadas por los administradores de los acueductos rurales de manera común, según la investigación realizada en los tres casos de estudio; y aquellas que sugiere la literatura que podrían implementarse a nivel rural. Estas estrategias se han implementado en épocas de variabilidad climática - sequía y lluvias.

### Metodología para facilitar la adaptación a la variabilidad climática en comunidades rurales colombianas

#### Fase 4. Caracterización de estrategias implementadas para adaptación a la VC en comunidades rurales

Localidad: \_\_\_\_\_

Acueducto: \_\_\_\_\_

Fecha inicio evaluación: \_\_\_\_\_

Fecha final evaluación: \_\_\_\_\_

Persona a cargo: \_\_\_\_\_

Estrategia	Escala implementación	Aceptación que ha tenido*	Temporalidad para implementación	Éxito obtenido	Cómo replicar en comunidades?	Ha sido implementada en su comunidad?	Fecha cuándo realice la implementación
<b>Estrategias de adaptación a la VC, más comunes, implementadas por los administradores de acueductos rurales</b>							
Uso de herramientas e instrumentos para conocimiento y probable predicción del comportamiento de la precipitación	Microcuenca	B	Diaria, mensual	Muy exitosa	-Buscar mecanismos para medición de caudal y precipitación en las microcuencas Ej.: vinculación a proyectos academia		
Programas de uso eficiente y ahorro de agua y promoción del uso de fuentes alternas de agua	Viviendas y establecimientos	B	Bimensual	Muy exitosa	- Darse a conocer a las comunidades - Mostrar la importancia de los programas de UEA y de los aparatos de bajo consumo en las viviendas. - Aprovechar las reuniones o asambleas comunitarias		
Mejoramiento y control riguroso en unidades y dispositivos (redes) del sistema de distribución y al interior de las	-Sistema de acueducto -Viviendas y establecimientos	B	Mensual	Mediana mente exitosa	- Buscar mecanismos de acercamiento a los usuarios del sistema - Visitas de inspección domiciliaria		

Estrategia	Escala implementación	Aceptación que ha tenido*	Temporalidad para implementación	Éxito obtenido	Cómo replicar en comunidades?	Ha sido implementada en su comunidad?	Fecha cuándo realice la implementación
viviendas					- Utilizar equipos como los geófonos para detección de fugas en la red		
Racionamiento de agua	Viviendas y establecimientos	R	Diario, semanal	Poco exitosa	En caso de déficit de agua en la fuente o incremento súbito de turbiedad, se debe comunicar a la comunidad usuaria las medidas necesarias a tomar		
Capacitación en GIRH	-Sistema de acueducto -Viviendas y establecimientos	B	Bimensual	Muy exitosa	- Darse a conocer a las comunidades - Mostrar la importancia de los programas de UEA y de los aparatos de bajo consumo en las viviendas. - Aprovechar las reuniones o asambleas comunitarias		
<b>Estrategias de adaptación a la VC, menos comunes, que podrían ser implementadas por los administradores de acueductos rurales</b>							
Veeduría para el control de acciones en las microcuencas, restauración y preservación de la cobertura vegetal en la parte alta de las mismas	Microcuenca		Semestral, anual		- Realizar visitas de inspección a la parte alta de las microcuencas abastecedoras - Promover y gestionar recursos para restauración y preservación - Involucrar a las comunidades en estos procesos		
Reducción de arrastre de sedimentos en la fuente abastecedora	Microcuenca Sistema de acueducto		Anual		- Revisar con acompañamiento y asesoría técnica el estado de las bocatomas - Gestionar recursos para invertir en adecuación de las unidades de captación - Involucrar a las comunidades		
Campañas con el grupo ambiental de niños, en torno al uso eficiente del agua y cuidado de la microcuenca	Viviendas		Mensual		- Diseñar estrategias para atraer a los niños de la comunidad - Socializar el trabajo con los padres de familia - Capacitarse en torno al tema		
Promover o implementar PML en uso agrícola (cambio en uso de cultivos, métodos de riego,	Microcuenca		Semestral		- Realizar un inventario de las actividades agropecuarias en la parte alta de la microcuenca y en la		

Estrategia	Escala implementación	Aceptación que ha tenido*	Temporalidad para implementación	Éxito obtenido	Cómo replicar en comunidades?	Ha sido implementada en su comunidad?	Fecha cuándo realice la implementación
innovación con variedades vegetales)					comunidad - Capacitarse en torno al tema de PML - Involucrar a la comunidad - Convocar agricultores - Mostrar experiencias exitosas		
Infraestructura para almacenamiento de agua	-Sistema de acueducto -Viviendas y establecimientos		Anual		- Revisar al menos una vez al año, el estado de los tanques de almacenamiento - Destinar recursos para invertir en estas unidades		
Promoción de sistemas para recolección de aguas lluvias	Viviendas y establecimientos		Bimensual		- Capacitarse en el tema - Involucrar a las comunidades - Mostrar experiencias exitosas y beneficios		
Reuso de las aguas residuales domésticas previamente tratadas, en agricultura	-Microcuencia, -Predios cultivadores		Semestral		- Capacitarse en el tema - Involucrar a las comunidades agrícolas campesinas - Mostrar experiencias exitosas y beneficios		
Mejoras en infraestructura de suministro de agua	Sistema de acueducto		Anual		- Revisar al menos una vez al año, el estado de las unidades del sistema - Destinar recursos para invertir en reparación y mantenimiento		
Construcción de infraestructura para reservas de agua	Sistema de acueducto		Anual		- Revisar los datos y registros existentes de caudales (sequía y lluvias), cortes de agua, racionamientos - Explorar la posibilidad de construir infraestructura para reservar agua como mecanismo de adaptación y prevención		

\* E: excelente; B: buena; R: regular; M: mala

## Anexo 8. Formato SI – Estructura y procesamiento - Fase 5

Metodología para facilitar la adaptación a la variabilidad climática en comunidades rurales colombianas						
Fase 5. Sistema de información para facilitar la AVC en comunidades rurales andinas con población entre 1000 y 12,500 habitantes						
Localidad: _____						
Acueducto: _____						
Fecha inicio evaluación: _____						
Fecha final evaluación: _____						
Persona responsable: _____						
Variable	Indicador	Meta	Necesidad encontrada - Información faltante*	Frecuencia	Registro	procesamiento
Ambiental	Concesión de agua (l/s)			Anual	Anexo 6	Tabla
	Número de áreas de cultivos vulnerables por inundaciones y sequías (Ha)			Semestral	Anexo 6	Tabla
	Precipitación (mm)			Diaria, mensual y anual	Anexo 6	Gráfico
	Caudal de la fuente de abastecimiento (l/s)			Diaria, mensual	Anexo 6	Gráfico
	Temperatura atmosférica (°C)			Diaria, mensual y anual	Anexo 6	Gráfico
	Evapotranspiración (mm)			Diaria, mensual y anual	Anexo 6	Gráfico
	% de áreas erosionadas			Anual	Anexo 6	Gráfico
	Área reforestada en la microcuenca abastecedora (%)			X Anual	Anexo 8	Tabla
	Número de pozos para otros usos (p.e pozos para riego)			X Anual	Anexo 8	Tabla
	Existen estudios de suelos (capacidad infiltración)			X Anual	Anexo 8	Tabla (SI/NO)
Índice de aridez			Anual	Anexo 6	Gráfico	
Técnico	Continuidad del servicio (horas/día)	24 horas/día		Mensual	Anexo 6	Gráfico
	Cobertura del servicio (%)	90%		Trimestral	Anexo 6	Gráfico
	Racionamientos de agua (horas/día)			Mensual	Anexo 6	Gráfico
	Consumo promedio (m <sup>3</sup> /mes)	150 l/hab/d		Mensual	Anexo 6	Gráfico
	Presencia de coliformes fecales en el sistema de acueducto (UFC/100ml)	0 UFC/100ml		Diaria, mensual	Anexo 6	Gráfico
	Presencia de coliformes totales en el sistema de acueducto (UFC/100ml)	0 UFC/100ml		Diaria, mensual	Anexo 6	Gráfico
	Volumen de agua tratada vs. consumo (l/mes)	Acorde a la cantidad de habitantes y a la dotación		Mensual	Anexo 6	Gráfico
	Suspensión del servicio de suministro (horas/mes)	< 12 horas		Mensual	Anexo 6	Gráfico
	Capacidad de almacenamiento de agua tratada (m <sup>3</sup> )			Anual	Anexo 6	Gráfico
	Cuántos programas de asesoría para la construcción de infraestructura, por parte de instituciones gubernamentales y no gubernamentales, existen?			X Semestral	Anexo 8	Tabla
¿Se cuenta con estudios de probabilidad de ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos?			Anual	Anexo 6	Tabla (SI/NO)	
Pérdidas de agua en el sistema (%)			Mensual	Anexo 6	Gráfico	
Infraestructura	Existe inventario de infraestructuras clasificadas por niveles de vulnerabilidad por eventos climáticos			Anual	Anexo 6	Tabla (SI/NO)
	Conexiones con micromedición (%)	100%		Semestral, anual	Anexo 6	Gráfico
	Capacidad de almacenamiento de agua promedio en las viviendas (m <sup>3</sup> )			Semestral, anual	Anexo 6	Gráfico
	Número de viviendas con sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias			Anual	Anexo 6	Gráfico
Institucional	Existe acompañamiento para tecnificación?		X	Semestral	Anexo 8	Tabla (SI/NO)
	Existen programas ambientales en la zona para sensibilización en el tema de los recursos naturales, en especial el recurso hídrico?		X	Semestral	Anexo 8	Tabla (SI/NO)
	Número total de concesiones de agua otorgadas en la fuente abastecedora, aguas arriba del sitio de captación para el acueducto		X	Anual	Anexo 8	Tabla
Administrativo	Tarifas por consumo (\$/m <sup>3</sup> )	No puede exceder el 8% del ingreso mensual		Mensual, semestral	Anexo 6	Gráfico
	Recibe subsidios de la administración municipal?			Anual	Anexo 8	Tabla (SI/NO)
	Costos del agua perdida (\$/mes)			Mensual	Anexo 6	Gráfico
	Número de mujeres que integran la junta administradora de acueducto?	>= 50%		Semestral, anual	Anexo 6	Tabla
Salud pública	Número de personal especializado para la atención de emergencias asociados a eventos climáticos/Número total de habitantes expuestos			Semestral	Anexo 6	Tabla
	Número de casos de enfermedad asociadas a las olas de calor y radiación solar			Anual	Anexo 6	Gráfico
	Número de casos de incidencia de malaria			Bimensual	Anexo 6	Gráfico
Económico	Cuál es el rango de los recursos económicos destinados a nivel local, regional, para inversión en las localidades rurales		X	Anual	Anexo 8	Tabla
Satisfacción del usuario	Grado de satisfacción de la demanda por parte del sistema de acueducto a los usuarios			Anual	Anexo 6	Gráfico

\* Dato encontrado a partir del taller de socialización de octubre 10 (participación integrantes Juntas administradoras Acueductos)

## Anexo 9. Priorización problemas – Técnica GUT – guía de apoyo para la toma de decisiones

Ejemplo: Matriz para priorización de problemas sistema de acueducto A

#	Variable	Problema	Gravedad (G)					Urgencia (U)	Tendencia (T)	Calificación (GxUxT)	
			Género	Pobreza	Ambiente	Salud	Económico				Suma: (G)
No.	Descripción de la variable a la que pertenece cada problemática identificada	Descripción del aspecto donde surge la problemática	Descripción cualitativa de la magnitud del problema, dividido el análisis entre los aspectos: género, pobreza, ambiente, salud y económico.					Presión de tiempo para atender el problema.	Tendencia en el tiempo del mejora o empeoramiento problema	Los puntos de cada ítem se multiplica para obtener el puntaje total de la calificación	
				<u>Valor</u>							
			Muy baja:	1				<u>Valor</u>			
			Baja:	2				Baja	1	Disminuye	
			Media:	3				Media	2	Permanece	
			Alta:	4				Alta	3	Crece	
			Muy alta:	5							
1	Ambiental	En época de sequía extrema disminución considerable de la oferta hídrica	4	5	5	4	4	22	3	3	<b>198</b>
2		Grandes porcentajes de área con grado de erosión 3	2	2	5	2	4	15	2	1	30
3	Administrativa	La tendencia de los costos del agua perdida es incrementar a lo largo del tiempo. No hay control del agua tratada	2	5	4	3	5	19	2	3	114
4	Infraestructura	El nivel de vulnerabilidad de la infraestructura es muy alto – Nivel 5	3	5	4	5	5	22	3	2	132

