

LA VULNERABILIDAD DE ORGANIZACIONES COMUNITARIAS DEL AGUA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

Brown, S.,¹ Roa, M.C.² & Restrepo, I.³

¹ Universidad de Columbia Británica, Vancouver Canadá, sandra.brown@ubc.ca

² Fundación Evaristo García, Cali Colombia, croa09@gmail.com

³ Instituto Cinara, Universidad de Valle, Cali Colombia, inrestre@univalle.edu.co

INTRODUCCIÓN

Los servicios de agua en los Andes, fuera de los centros urbanos, son predominantemente prestados por organizaciones comunitarias o pequeñas empresas prestadoras (Tova, 2003; Vargas, 2002; Marín, 2012). Estas organizaciones enfrentan una serie de retos que incluyen la variabilidad en el abastecimiento de agua, las largas redes de distribución en poblaciones de baja densidad, escasa capacidad de almacenamiento, falta de control sobre las cuencas abastecedoras, entre otros. La variabilidad hidrológica introduce incertidumbre al manejo local del agua y el cambio climático la incrementa aún más (Ivey et al., 2004). Escenarios para los Andes tropicales predicen un aumento en la precipitación durante la época húmeda y una disminución en la época seca (Vuille et al., 2008), que amplifican la variabilidad en el rendimiento hídrico.

Dentro de Colombia, los pronósticos indican que el cambio climático está aumentando el riesgo de eventos como inundaciones, sequías severas y deslizamientos. Las inundaciones ocurridas entre 2010 y 2011 fueron unas de las peores en la historia del país que dejaron 352 muertos, cerca de 3 millones de personas afectadas, 12,000 viviendas destruidas, más de 1.3 millones de hectáreas de cultivos destruidas y más de 370,000 animales muertos (Thomas, 2011). Estos impactos sugieren que mucho sectores y regiones no están bien adaptados a la variabilidad climática actual, y mucho menos a futuras condiciones climáticas (Ivey et al., 2004). Colombia será de acuerdo con el Centro para el Desarrollo Mundial uno de los 20 países más vulnerables al cambio climático para el año 2015 (Wheeler, 2011) y de acuerdo con la Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo, los riesgos de pequeña y mediana escala que en su mayoría son de naturaleza hidro-meteorológica se han incrementado en los últimos 40 años (ISDR, 2009). Los terrenos del país son altamente susceptibles a las inundaciones, deslizamientos y a un conjunto de otros riesgos naturales como tormentas y terremotos, ubicando a Colombia como el décimo país en vulnerabilidad económica por múltiples riesgos (Banco Mundial, 2005).

En el año 2011 las precipitaciones fueron las más elevadas en la historia registrada (IDEAM, 2011). El fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) en una de sus fases extremas (El Niño) se ha presentado 17 veces en los últimos 60 años con una frecuencia media de 4 años, mientras que su otra fase extrema (La Niña) es un evento no periódico que se ha presentado 13 veces en los últimos 60 años con una frecuencia media de 7 años (Carvajal-Escobar,

2011). La frecuencia de los fenómenos extremos del ENOS podría aumentar como consecuencia del cambio climático (Magrin et al., 2007; Collins et al., 2005), como se ha empezado a observar en los años más recientes. Los desafíos impuestos por el clima son solo uno de los desafíos enfrentados por las organizaciones comunitarias del agua. La confiabilidad en la oferta es una preocupación principal, pero la vulnerabilidad de estas organizaciones no tiene que ver solo con la escasez, sino también con sus limitaciones para ajustarse a esta escasez (Dow et al., 2007).

Se estima que existen alrededor de 12,000 organizaciones comunitarias o empresas prestadoras de servicios de agua en zonas rurales o peri-urbanas (Fernández, 2004), de las cuales 11,500 son organizaciones comunitarias (Rojas, 2011), aunque otras fuentes estiman que el número total de organizaciones prestando servicios de agua y saneamiento en todo el Colombia es de 25,000 (Pérez-Rincón, 2001). Varían de tamaño desde las pequeñas asociaciones de menos de 50 usuarios de un sistema de distribución de agua cruda, hasta organizaciones conformadas como empresas prestadoras de servicios de agua y saneamiento de más de 2,500 suscriptores.

La vulnerabilidad de las organizaciones comunitarias del agua está relacionada con su dependencia de los ecosistemas para regular el flujo de agua y de sus características institucionales. Los pequeños proveedores de agua tienen infraestructura de almacenamiento limitada, y dependen de los ecosistemas para la oferta de agua en la época seca y para atenuar crecidas en la época húmeda (Roa et al., 2011). La mayor presión sobre los recursos hídricos se concentra en la región Andina (IDEAM, 2001), algunos quebradas están sobre asignadas (Roa et al., 2013), y el aumento de la variabilidad asociado con el cambio climático aumenta aún más la exposición de los pequeños proveedores a la escasez de agua. Además del clima y la hidrología, factores institucionales pueden afectar la vulnerabilidad de las organizaciones comunitarias y las pequeñas empresas en el suministro de agua al afectar su capacidad a adaptarse (Farley, 2011; Dow et al., 2007). Recursos organizacionales como personal capacitado, recursos financieros seguros, recursos técnicos e información pueden limitar o aumentar la capacidad de una organización a manejar la escasez (Ivey et al., 2004).

Las organizaciones pequeñas tienen menor acceso a las diversas fuentes de financiación para mejoras en su infraestructura, un componente importante de la reducción de la vulnerabilidad (Hersh and Wernsted, 2001). Varias tecnologías se promueven para el tratamiento de agua, pero no todas son apropiadas para sistemas pequeños en términos de costos de operación, requisitos de mantenimiento o su adecuación a las condiciones locales (e.j. alta turbidez) (Sánchez et al., 2007, Galvez, 2004). No es claro si la mayor complejidad de los sistemas grandes compensa las ventajas de tener personal especializado o si los sistemas pequeños, menos complicados y potencialmente más flexibles son relativamente menos vulnerables (Dow et al. 2007). La información es crítica para la comprensión de la incertidumbre asociada con los escenarios climáticos y la identificación de estrategias efectivas de adaptación (Adger et al., 2003). A pesar de las grandes incertidumbres por el impacto del

cambio climático en la disponibilidad de agua, se espera que los cambios demográficos sean tan importantes o más importantes en la determinación de estrés hídrico (Buytaert and Bievre, 2012).

Reconociendo que la disponibilidad de agua varía estacionalmente y anualmente, y entendiendo los desafíos que enfrentan los proveedores de agua en relación con sus fuentes y sus arreglos institucionales se puede contar con una indicación de sus vulnerabilidades (Vorosmarty et al., 2000). El objetivo de este artículo es analizar las vulnerabilidades biofísicas, técnicas e institucionales de las organizaciones comunitarias prestadoras de servicios de agua en zonas rurales y peri-urbanas del sur occidente de Colombia.

MÉTODOS

Para revelar la vulnerabilidad de organizaciones comunitarias del agua comparamos indicadores de empresas con más de 2.500 conexiones versus organizaciones comunitarias. Los datos fueron obtenidos de tres fuentes: el SUI para empresas en Risaralda, Cauca y Valle del Cauca, una encuesta para organizaciones comunitarias, y estudios de caso de ocho organizaciones comunitarias de agua. La encuesta fue realizada a organizaciones comunitarias miembros de dos organizaciones de segundo orden: Aquacol (n=17) en Cauca y Valle del Cauca y Facoris (n=26) en Risaralda. De los ocho casos de estudio seis son de Aquacol y dos de Facoris (Figura 1). La información recopilada incluye datos sobre: concesiones, número de fuentes, almacenamiento, tratamiento, longitud de la red, estratificación, micro-medición y costos de producción, entre otros.

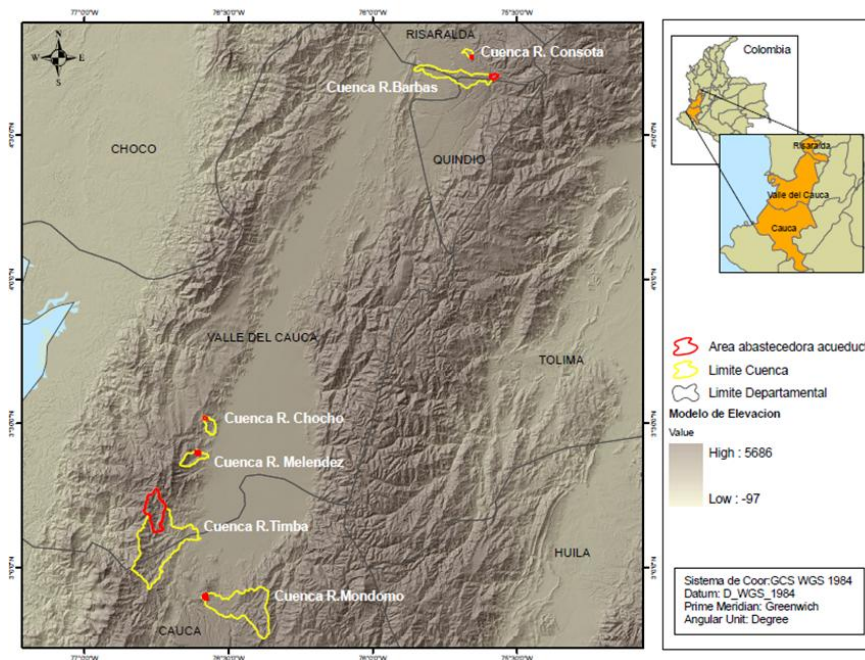


Figura 1. Sitios de estudio

Identificamos cuatro tipos de vulnerabilidades que enfrentan los proveedores comunitarios de agua: biofísicas en las fuentes, técnicas, institucionales y del modelo organizacional. Las vulnerabilidades en las fuentes incluyen componentes biofísicos como baja precipitación y turbidez. Las vulnerabilidades técnicas, como capacidad de almacenamiento limitada o pérdidas en la red de distribución, reflejan los desafíos en la infraestructura. Las vulnerabilidades biofísicas y técnicas son las vulnerabilidades más frecuentemente consideradas cuando contemplamos la adaptación al cambio climático. Pero las vulnerabilidades institucionales como la sostenibilidad financiera y el liderazgo, son clave para la capacidad de los pequeños prestadores del agua de adaptarse a la escasez de agua. Por cada tipo de vulnerabilidad, identificamos indicadores que representan los desafíos que enfrentan las organizaciones comunitarias de agua, y para los estudios de caso, se hizo una clasificación de vulnerabilidades desde riesgo 1 (más bajo) al 5 (más alto).

Vulnerabilidades en las fuentes

Las vulnerabilidades de las fuentes se reflejan principalmente en la escasez de agua relacionada con dos causas: baja precipitación y turbidez (Figura 2). Los datos de las encuestas (Tabla 1) revelan que el 59% de las organizaciones comunitarias encuestadas dependen de una sola fuente y que el 43% reporta escasez durante alguna época del año. Para los sitios del estudio, los datos de precipitación en el mes más seco indican que 6 de los 7 cuencas tuvieron <50 mm/mes, y sugieren que algunas organizaciones pueden tener asignada la totalidad del caudal de sus fuentes en la época seca. Sólo los proveedores Asocascajal, que tiene un pozo profundo y Acuasur, que obtiene agua del Río Timba, no se ven afectados por baja precipitación.

La turbidez es otra causa de escasez que exige un proceso de sedimentación antes del tratamiento del agua y frecuentemente es necesaria que el agua sea desviada y no entre a la planta de tratamiento. Los datos de las encuestas (Tabla 2) revelan que el 57% de las organizaciones reportan necesidad de cerrar la planta, la bocatoma o el tanque por alta turbidez. En los casos de estudio, Golondrinas ilustra el caso de escasez de agua por turbidez con 25 cierres de la planta, con un promedio de cierre de 23.4 horas por cierre. El uso del suelo y las pendientes son factores que influyen en la erosión, la escorrentía y el nivel de sedimentos en las quebradas.



Figura 2. Vulnerabilidades en las fuentes.

Tabla 1. Escasez de agua.

Sitio	Reportan escasez	# Fuentes	Precipitación mes más seco ¹ (mm)	Mes (2012)	Agua Tratada ² / Precipitación mes más seco (%)
Acuasur	No	1	131	Jun	< 1
Acubuitrera	Si	4	s.d.		
Asocascajal	No	1 (pozo)	12	Jul	s.d.
Golondrinas	Si	1	30	Jul	36
La Sirena	Si	3	0	Jul	100
Mondomo	No	2	s.d.		
AQUACOL	41%	64% 1 fuente			
Mundo Nuevo	Si	3	45	Jun	50
Tribunas Córcega	Si	1	41	Sep	69
FACORIS	55%	55% 1 fuente			

¹ nota: cuando la precipitación es muy baja el flujo base de las quebradas se mantiene

² Agua Tratada = consumo + agua no facturada (m³/mes)

Tabla 2. Turbidez.

Sitio	Reportan turbidez	Cierre la planta por turbidez		Uso del suelo (% cuenca)	
		# tiempos (2012)	Horas por cierre (promedio)	Potreros	Bosque intervenido
Acuasur	Si	10	3,5	60	0
Acubuitrera	Si	s.d.		s.d.	s.d.
Asocascajal	n.a.	n.a.		s.d.	s.d.
Golondrinas	Si	25	23,4	46	10
La Sirena	Si	4	5,5	18	0
Mondomo	Si	1	1	s.d.	s.d.
AQUACOL	53%				
Mundo Nuevo	Si	s.d.	s.d.	26	0
Tribunas Córcega	Si	13	2,7	25	30
FACORIS	59%				

Vulnerabilidades técnicas

Las vulnerabilidades técnicas principalmente están relacionadas con la infraestructura. Todas las organizaciones comunitarias del estudio de caso tienen bocatoma, plantas de tratamiento (e.j. Figura 3), tanques de almacenamiento y redes de distribución. Sus vulnerabilidades se relacionan con el mantenimiento de esta infraestructura y su capacidad para satisfacer la demanda. La longitud de la red entre la bocatoma y la planta varía entre <1 y 22 km, y la red de distribución entre 2.5 y 103 km (Tabla 3). En consecuencia algunas organizaciones enfrentan mayores costos de mantenimiento. En el caso de Tribunales Córcega, que tiene la red más larga, su número de conexiones por km de red es menor, debido al mayor número de suscriptores.

El agua no facturada se mide como la diferencia entre el agua tratada y facturada (medida con macro y micro-medidores) y se relaciona con las pérdidas en la red y en algunos casos con conexiones ilegales. El agua no facturada varía entre 18 y 56 % del agua tratada, y los sistemas con las mayores longitudes de redes corresponden con las mayores pérdidas. Reducir las pérdidas es una manera de mejorar la eficiencia. El almacenamiento del agua es un mecanismo para reducir la vulnerabilidad a la escasez. Pero, como lo muestra la Tabla 4, las organizaciones comunitarias tienen sólo de 1 a 28 horas de capacidad de abastecimiento en sus tanques de almacenamiento. Los indicadores (longitud de red, agua no facturada y capacidad de almacenamiento) reflejan las vulnerabilidades técnicas y la capacidad actual de adaptarse a la escasez de agua. El proveedor Tribunales Córcega en 2012 incrementó su capacidad de almacenamiento de 903 a 2.703 m³ que corresponde a un cambio de 5 a 17 horas de capacidad como uno de sus estrategias para manejar la escasez.



Figura 3. Planta FIME del Acueducto Golondrinas en la zona rural de Cali.

Tabla 3. Longitud de la red y pérdidas.

Sitio	Bocatoma a la planta (km)	Longitud de la Red (km)	# Conexiones	# Conexiones / km	Agua no facturada (%)
Acuasur	21,8	49,4	2.480	50	45
Acubuitrera	2,5	41	1.623	60	38
Asocascajal	<0,1	2,5	287	130	s.d
Golondrinas	3,5	7,5	497	66	37
La Sirena	5,0	9,8	888	91	18
Mondomo	1,6	17,0	700	41	28
AQUACOL	4,3	9,7	717	62	
Mundo Nuevo	0,9	10,5	324	31	40
Tribunas Córcega	5,0	103,0	2.074	20	56
FACORIS	0,9	34,3	326	16	

Tabla 4. Almacenamiento del agua.

Sitio	Volumen (m ³)	Capacidad (horas)
Acuasur	1.280	6
Acubuitrera	520	8
Asocascajal	49	1
Golondrinas	170	7
La Sirena	400	9
Mondomo	531	23
AQUACOL	253	10
Mundo Nuevo	200	28
Tribunas Córcega	2.703	17
FACORIS	234	28

Vulnerabilidades institucionales

Las vulnerabilidades institucionales principalmente se relacionan con la viabilidad de las organizaciones, e incluyen la asignación de agua y la sostenibilidad financiera. Las concesiones son el mecanismo principal de asignación de agua en Colombia, y son potencialmente una herramienta eficaz para la asignación equitativa del agua. Una comparación de las concesiones y los flujos base (Tabla 5) muestra que las quebradas están cerca de su asignación total, y que un aumento de la variabilidad en la precipitación no fue considerado cuando se otorgaron las concesiones. Alrededor de un 70% de los pequeños usuarios no tienen concesión. Para los organizaciones que tienen una concesión, una comparación entre las concesiones (m³ por día / conexión) versus el número de conexiones (Figura 4) indican que las empresas urbanas tienen una menor concesión por conexión (1.3 m³/día) en comparación con Aquacol (1.8) y Facoris (3.9), pero la diferencia con las organizaciones de Aquacol es insignificante al considerar las necesidades de agua de los medios de vida rurales y peri-urbanos. Esto invita a cuestionar la asignación del agua para zonas rurales donde es reconocida la importancia del agua para la seguridad alimentaria y las pequeñas producciones agro-pecuarias. También hay gran variabilidad en las concesiones (m³/día/conexiones) dentro de Facoris, lo que genera cuestionamientos sobre cómo las

CARs (las autoridades ambientales regionales) asignan el agua entre diferentes proveedores y los criterios entre las diferentes CARs.

Adicionalmente, tener una concesión no garantiza el acceso al agua. Un reconocimiento del cauce principal de la quebrada El Chocho (Figura 5), en la zona peri-urbana de Cali, reveló que existen 19 bocatomas en el cauce principal de la quebrada, y sólo tres tienen concesiones. Una situación similar se encuentra en Mondomo (Figura 6) donde pequeñas agro-industrias toman agua de la quebrada San Pablo sin una concesión formal (aunque debajo de la bocatoma de la comunidad). En principio una concesión formalizada debe traducirse en acceso del agua en tiempos de escasez. La ley Colombiana (decreto 1541 de 1978) designa que el agua se distribuirá proporcionalmente durante épocas de escasez, pero la forma de implementación “proporcional” se deja a la discreción de las CARs.

Tabla 5. Concesiones.

Sitio	Concesión (L/s)	Caudal promedio época seca (L/s) ¹	% caudal concedido
Acuasur	50		<2
Acubuitrera	27,9	s.d.	s.d.
Asocasajal	12,6	Pozo	n.a.
Golondrinas	3	8	37
La Sirena	18	13	100
Mondomo	10	25	40
AQUACOL	13,6		
Mundo Nuevo	5,5	4	100
Tribunas Córcega	52,2	102	50
FACORIS	9,5		

¹ Mediciones puntuales de caudal

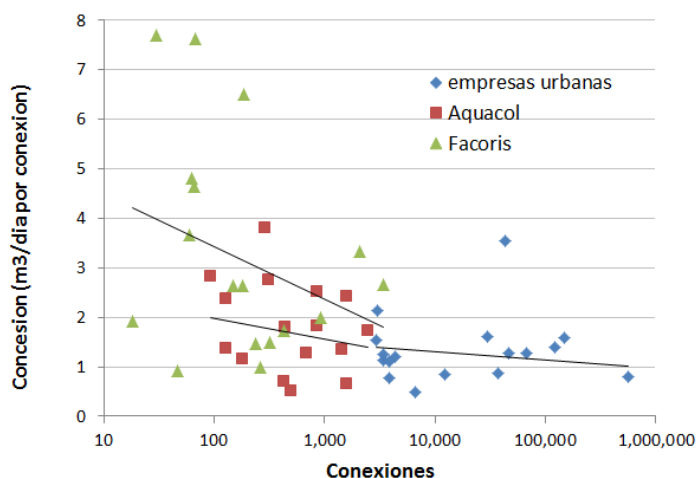


Figura 4. Concesiones y conexiones.

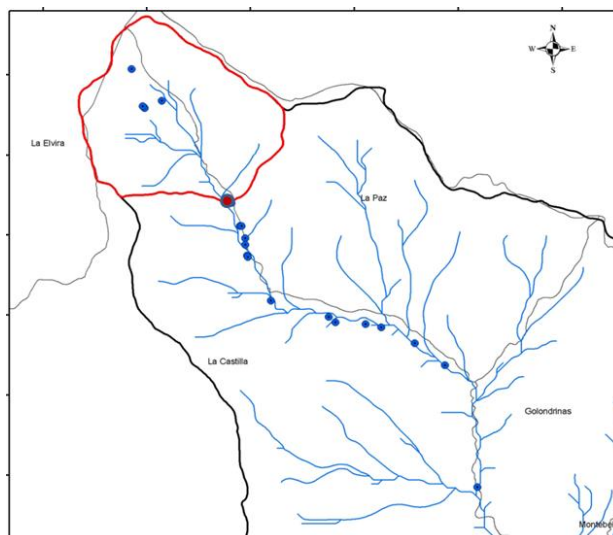


Figura 5. Concesiones en la Quebrada El Chocho, un área peri-urbana de Cali.



Figura 6. Extracción de agua agro-industrial aguas abajo de la bocatoma de Mondomo.

Dada la estratificación socioeconómico en Colombia, los subsidios cruzados se utilizan para los servicios públicos domiciliarios. El sistema de subsidios depende de la estratificación socioeconómica de las viviendas que es responsabilidad de los municipios. Las viviendas están clasificadas en seis estratos socioeconómicos (estrato 1 viviendas más pobres a estrato 6 viviendas más ricas), se basa en un método estándar (DANE, 2004). En el caso del agua, los usuarios de los niveles socioeconómicos más bajos (estrato 1, 2 y 3) pagan menos que el costo de distribución, el nivel cuatro paga el costo total, mientras que los hogares en los estratos cinco y seis, y los usuarios industriales y comerciales pagan más que el costo de distribución (Tabla 6). Solo el 24% de las organizaciones encuestadas cuentan con estratificación (Tabla 7), y la mayoría sin estratificación son organizaciones con <250 conexiones. En los estudios de caso (Figura 7), las cinco organizaciones de Aquacol tienen >95% de sus usuarios en estratos uno y dos. El gran número de usuarios en estratos uno y dos implica que si los proveedores de agua utilizan tarifas diferenciadas por estrato, sus ingresos no cubrirán sus costos.

Tabla 6. Estructura de subsidios cruzados.

Estrato	Subsidio cruzado
1	Hasta 70%
2	Hasta 40%
3	Hasta 15%
4	Tarifa plena
5	Min. 50%
6	Min. 60%
Comerciales	Min. 50%
Industriales	Min. 30%

Tabla 7. Estratificación en las asociaciones de usuarios de agua.

Asociación	# organizaciones	# con estratificación	Han aplicado al subsidio	Reciben subsidio
AQUACOL	17	4 (24%)	2	1 (6%)
FACORIS	29	7 (24%)	5	4 (14%)
# conexiones				
<250	26	2 (8%)		
250-1.000	13	6 (46%)		
>1.000	6	3 (50%)		

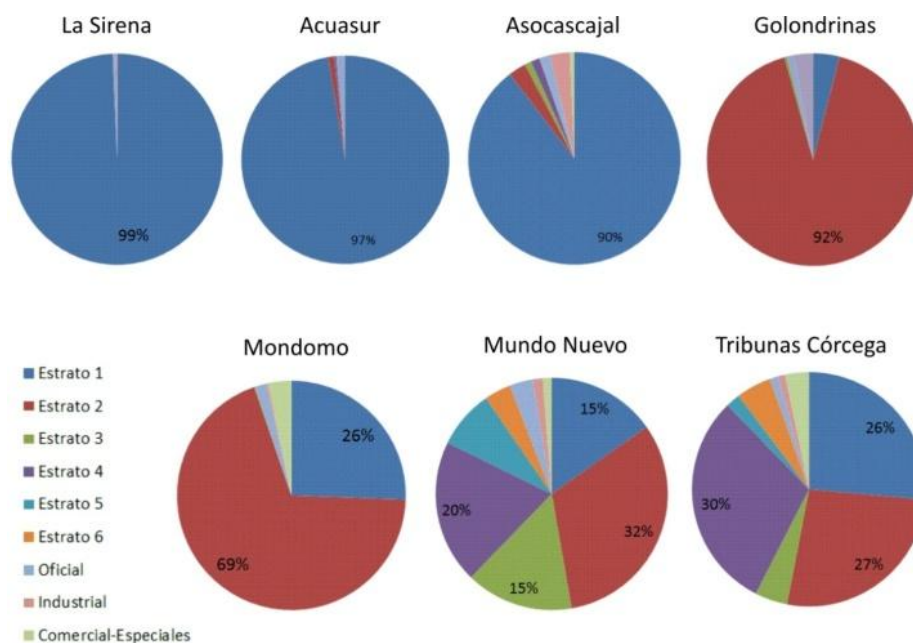


Figura 7. Estatus socioeconómico de los usuarios de los estudios de caso en Aquacol y Facoris (sólo Mundo Nuevo y Tribunas Córcega tienen estratificación formal).

Las organizaciones calculan sus costos totales de producción de agua, y basadas en estos costos calculan la tarifa equivalente al estrato cuatro. De acuerdo con la tarifa plena, los estratos y los porcentajes de subsidios y contribuciones asignados por la administración municipal, los acueductos calculan sus tarifas diferenciadas. [Cada municipio tiene su

acuerdo específico]. La diferencia entre los valores subsidiados a los estratos 1, 2 y 3, y los aportes de los estratos 5, 6, comercial e industrial, es lo que las organizaciones solicitan como subsidio directo a las alcaldías.

Solo 11% de las organizaciones comunitarias encuestadas reciben los subsidios directos (Tabla 7) en comparación con 71% de las empresas grandes en la misma región. Aún con la estratificación, muchos pequeños prestadores de agua no tienen procedimientos contables para determinar tarifas de acuerdo con las normas de la CRA (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico), que es un requisito para aplicar a los subsidios. Como resultado, muchas organizaciones comunitarias de agua no son sostenibles financieramente.

Vulnerabilidades del Modelo Organizacional

Las organizaciones comunitarias varían en tamaño, alcance y nivel de asociatividad, pero tienen en común una noción de auto-gestión en la cual los consumidores de servicios esenciales tienen control sobre la provisión del servicio. En los casos de estudio, todas las organizaciones se consideran como organizaciones comunitarias, pero sus nombres (Tabla 8) reflejan una mezcla entre asociaciones de usuarios y empresas de servicios públicos. Son organizaciones sin ánimo de lucro aunque pueden estar insertadas en procesos de intercambio económico. En parte, esto refleja el enfoque comunitario de las organizaciones dentro de una estructura reguladora diseñada para empresas.

Tabla 8. Tipo de organización comunitaria.

Sistema de Abastecimiento	Tipo de organización comunitaria	Nombre
Acuasur	-	Acueducto regional de los corregimientos del sur de Jamundí
Acubuitrera	Empresa de servicios públicos	Acubuitrera E.S.P. Cali
Asocascajal	Asociación de usuarios	Asociación de usuarios del acueducto y alcantarillado de la vereda Cascajal
Golondrinas	Empresa de servicios públicos	Empresa administradora de servicios públicos, acueducto y alcantarillado de Golondrinas - ESAAG
La Sirena	Asociación de suscriptores	Asociación de suscriptores del acueducto del Barrio La Sirena
Mondomo	-	Sistema de abastecimiento de agua para el corregimiento de Mondomo
Mundo Nuevo	Asociación de suscriptores	Asociación de suscriptores del servicio de agua de la vereda Mundo Nuevo - ASAMUN
Tribunas Córcega	Asociación de suscriptores Empresa de servicios públicos	Asociación de suscriptores acueducto Tribunas Córcega E.S.P.

Como parte de este marco regulatorio, la ley de servicios públicos (Ley 142 de 1994 Art 146) obliga la instalación de medidores. Los datos de las encuestas (Tabla 9) revelan que la cobertura de micro-medición de los proveedores pequeños es solo 50%, en comparación con 90% en las empresas de las mismas regiones. Si bien la metodología para el cálculo de tarifas de la CRA incluye fórmulas para sistemas que no cuentan con micro-medidores, la ausencia de éstos se considera como un factor de ineficiencia y tácitamente se espera que las

organizaciones tiendan a instalarlos. Desde un punto de vista práctico, para recibir subsidios del Estado los proveedores necesitan cobrar por el agua en una manera volumétrica, lo cual exige tener micro-medición.

Tabla 9. Micro-medición.

Sitio	% cobertura	100% micro- medición	0% micro- medición
AQUACOL	66	35	29
FACORIS	41	34	48
Empresas	90		

Con frecuencia se asume que las ausencias de economías de escala aumentan los costos en las zonas rurales (Krause 2009), pero los costos de producción no guardan una relación con las condiciones de prestación del servicio que en las zonas rurales son más difíciles. Sin embargo, datos de 19 empresas (2009) y 6 organizaciones comunitarias (3 de Aquacol y 3 de Facoris, 2011) muestran costos menores en las organizaciones comunitarias (Figura 8). Adicionalmente, las comunidades reciben beneficios altamente valorados: presencia permanente de los administradores que son miembros de la comunidad, el manejo integral de la cuenca abastecedora, los menores tiempos de respuesta en casos de fugas y en muchos casos la atención personalizada y sensible a las circunstancias económicas de la población atendida (Tadeo, 2006).

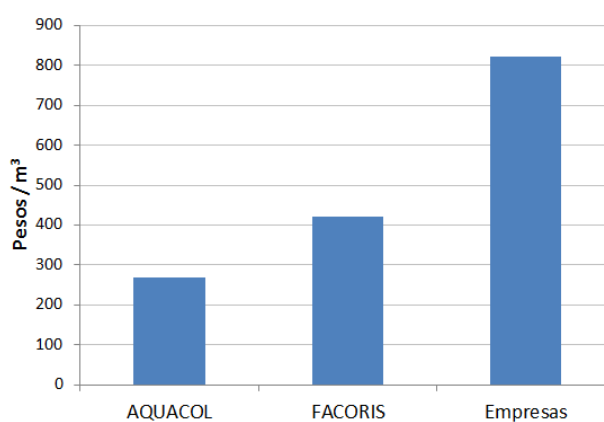


Figura 8. Costos de producción.

Si consideramos los costos no cubiertos por la tarifa, los datos de los casos de estudio indican que 45-55% de estos costos están relacionados con gerentes voluntarios y/o honorarios no pagados de las juntas directivas. Sin embargo, la dependencia en estos líderes voluntarios (Tabla 10) tiene tanto ventajas como desventajas. El liderazgo local se equipara al conocimiento local, pero si este conocimiento no está documentado, la organización corre el riesgo de perder este conocimiento en tiempos de transición como un cambio en la junta directiva o en su gerente.

Tabla 10. Liderazgo gerencial.

Sitio	Voluntario	Remunerado
Acuasur		Completo
Acubuitrera		Completo
Asocascajal	Completo	
Golondrinas	Completo	
La Sirena	Completo	
Mondomo		Parcial
Mundo Nuevo		Completo
Tribunas Córcega		Completo

La propiedad de la infraestructura fue otra vulnerabilidad institucional indicada por los acueductos comunitarios. La Tabla 11 muestra 3 ejemplos de los tipos de infraestructura que no son propiedad del acueducto y que están ubicadas o que cruzan lotes sin pagar servidumbre. Esta falta de derechos de propiedad crea una situación de falta de control y relativa incertidumbre.

Tabla 11. Derechos de propiedad.

Sitio	Sin propiedad	Con propiedad	Lotes sin servidumbre	Propiedad o pago servidumbre
Acuasur	Conducción Planta de tratamiento Tanque de almacenamiento Red de distribución	Bocatoma Aducción Desarenado	Conducción Planta de tratamiento Tanque de almacenamiento Red de distribución	Bocatoma Aducción Desarenado
Golondrinas	Bocatoma Aducción/Conducción Planta de tratamiento Red de distribución Tanque de almacenamiento		Bocatoma Aducción/Conducción Planta de tratamiento Red de distribución Tanque de almacenamiento	
La Sirena	Bocatoma Aducción/Conducción Desarenado Tanque de almacenamiento	Red de distribución Tanque de almacenamiento	Bocatoma Aducción/Conducción Desarenado Tanque de almacenamiento	Red de distribución Tanque de almacenamiento

Nota: red de distribución incluye la red principal y secundaria

Priorización de Vulnerabilidades

Los administradores, técnicos y gerentes de los acueductos de los casos de estudio clasificaron sus vulnerabilidades en las fuentes, técnicas, institucionales y del modelo organizacional. Los resultados (Tabla 12), muestran la importancia de las vulnerabilidades institucionales. En el caso de la asociación de proveedores de Aquacol, las vulnerabilidades de alta prioridad son el acceso a los subsidios y el uso del suelo en las cabeceras. Ninguno de los casos de estudio de Aquacol recibe subsidios. El uso del suelo en las cabeceras es un desafío ya que la tierra es propiedad privada, y en consecuencia las prácticas para proteger las fuentes son difíciles de implementar. Resulta interesante que el agua no facturada, el

liderazgo y la propiedad de infraestructura, son todas vulnerabilidades calificadas por encima de precipitación y turbidez (escasez de agua). En comparación, Tribunales Córcega (que si recibe subsidios) clasifica la baja precipitación y la longitud de la red como sus vulnerabilidades más altas. Dado el pequeño tamaño de la muestra, este cambio en vulnerabilidades altas refleja un cambio en el pensamiento hacia las vulnerabilidades en las fuentes después de lograr estabilidad financiera en la organización.

Muchos programas de adaptación al cambio climático, como El Fondo de Adaptación creado después del fenómeno de la Niña 2010-11, invirtió recursos financieros significativos en infraestructura (República de Colombia, 2013). Pero los resultados de este estudio indican que las vulnerabilidades institucionales y organizacionales son de igual o potencialmente mayor importancia para las organizaciones comunitarias del agua.

Tabla 12. Vulnerabilidades de alta prioridad.

Vulnerabilidad	Prioridad Aquacol (10 más alta)	Prioridad Tribunales (10 más alta)
Acceso subsidios limitado	10	1
Uso del suelo	10	7
Agua no facturada	9	5
Liderazgo voluntario	8	n.a.
Propiedad de infraestructura	8	2
Precipitación -bajo	7	10
Turbidez	5	5
Longitud del red	5	10

Estrategias

Los proveedores de agua individualmente han implementado estrategias de adaptación y han considerado estrategias potenciales. El 60% de las organizaciones en los estudios de caso han comprado tierra en las cabeceras y el 80% desea comprar en el futuro. El 60% ha ampliado su capacidad de almacenamiento, y el 40% ha participado en intercambios de experiencias. En contraste, solo 20% en la actualidad y 40% potencialmente realizan o consideran realizar campañas de sensibilización sobre el uso eficiente del agua; una posible razón es que el uso de agua ya es relativamente eficiente (Roa García et al., 2009).

Tabla 14. Estrategias actuales y potenciales de acueductos comunitarios.

Estrategias	Actuales (% de organizaciones)	Potenciales (% de organizaciones)
Compra tierra en cabeceras	60	80
Amplifica almacenamiento	60	40
Restauración ecológica	40	20
Capitación / intercambio experiencias	40	-
Reducción / regulación de presión	40	20
Campaña sensibilización – uso eficiente	20	40

Fuente: estudios de caso

Las asociaciones de proveedores también están trabajando en estrategias colectivas con el apoyo de instituciones de investigación. Una estrategia es el monitoreo ambiental y socio-económico. Los acueductos participan en la generación de datos locales sobre la disponibilidad de agua (precipitación y caudal en sus quebradas), el uso y algunos indicadores de escasez. Esta información es fundamental para el manejo de sus sistemas y para conocer la variabilidad en el agua disponible. También con el apoyo de las escuelas secundarias, se han realizado encuestas completas sobre los usuarios de cada sistema. La base de datos resultante ha aportado información sobre los ingresos, cultivos, ganado y almacenamiento del agua de cada usuario. Esta información es útil para diseñar estrategias potenciales de adaptación.

El segundo componente de estrategias colectivas está relacionado con el acceso a los subsidios. La red de apoyo (que incluye CINARA) ha desarrollado un sistema de contabilidad que sigue los lineamientos de la CRA, en Excel, y disponible a cualquier organización. Esta herramienta sencilla garantiza que las organizaciones pequeñas calculen sus costos de producción de acuerdo con las normas, uno de los requisitos para recibir los subsidios. El equipo ha desarrollado una guía, paso a paso, para aplicar a los subsidios con base en las normas. Esta guía compila toda la información necesaria en un sitio y explica en términos sencillos pero exhaustivos los requisitos y los procesos. Adicionalmente, las organizaciones están trabajando con los municipios respectivos para estratificar sus usuarios de acuerdo con las normas.

Reflexiones

Frente al cambio climático los 4 tipos de vulnerabilidades afectan la sostenibilidad de las organizaciones comunitarias y su capacidad de adaptarse a la escasez de agua. Para las organizaciones comunitarias del agua, las vulnerabilidades institucionales y del modelo organizacional son de igual o más importancia que las vulnerabilidades técnicas y en las fuentes.

La viabilidad institucional es necesaria antes que las estrategias técnicas de adaptación. Existe una gran diversidad en la capacidad de gestión de estas organizaciones y en el apoyo que reciben de los municipios y otros entes del estado. Las herramientas como un sistema sencillo de contabilidad de acuerdo con las normas de la CRA y una guía para el acceso a los subsidios son un paso importante en el proceso de fortalecimiento. Pero el estado también necesita reconocer que acortar la brecha en la capacidad de las organizaciones es prioritario para la adaptación al cambio climático y que esto se debe reflejar en el diseño de los programas y asignación de los recursos destinados a la adaptación.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el Centro Internacional de Investigación por Desarrollo – IDRC, Canadá. Contó con la participación de las organizaciones Acuasur, Acubuitrera, Asocasajal, Golondrinas, La Sirena, Mondomo, Mundo Nuevo, y Tribunales Córcega. Agradecemos la contribución de Jorge Amaya, Silva Corrales, Andreina Pulido y Clara Roa.

BIBLIOGRAFÍA

Adger W.N., Huq S., Brown K., Conway D., Hulme M. (2003). Adaptation to climate change in the developing world. *Progress in Development Studies* 3(3): 179-195.

Banco Mundial, (2005). *Natural Disaster Hotspots, A Global Risk Analysis*, Washington, DC: Disaster Risk Management Series, table 7.2.

Buytaert W., de Bievre B. (2012). Water for cities: The impact of climate change and demographic growth in the tropical Andes. *Water Resources Research* 48, doi:10.1029/2011WR011755

Carvajal-Escobar, Yesid. (2011). Inundaciones en Colombia. ¿Estamos preparados para enfrentar la variabilidad y el cambio climático? en *Revista Memorias*, vol. 9, núm. 16, pp. 105-119.

Collins, M. et al. (2005). El Niño-or La Niña-like climate change? en *Clim. Dynamics*, núm. 24, pp. 89-104.

DANE (2004). *Estratificación Socioeconómico – Metodología*. <http://www.dane.gov.co/index.php/estratificacion-socioeconomica/metodologia>

Dow K., O'Connor R.E., Yarnal B., Carbone G.J., Jocoy C.L. (2007). Why worry? Community water system managers' perceptions of climate vulnerability. *Global Environmental Change* 17: 228 – 237.

Farley K.A., Tague C. Grant G.E. (2011). Vulnerability of water supply from the Oregon Cascades to changing climate: Linking science to users and policy. *Global Environmental Change* 21: 110-122.

Galvis A.C. (2004). Tratamiento de agua sin productos químicos: La filtración en Múltiples Etapas en el tratamiento de agua para consumo humano. El Caso de Mondomo (Colombia). Simposio Internacional de Tecnologías Alternativas en Agua y Saneamiento para pequeñas Localidades. Lima Perú 5 a 7 de Abril 2004. 21 pp.

Hersh R., Wernsted K. (2001). Gauging the vulnerability of local water utilities to extreme weather events. Discussion Paper 01-33, Resources for the Future. 33 pp.

Fernández, D. (2004). Sector agua potable. Informes de base: Colombia; desarrollo económico reciente en infraestructura (REDI) Banco Mundial, Washington, D.C.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2001). El Medio Ambiente en Colombia, Bogotá.

IDEAM y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). *Estudio Nacional del Agua 2010*.

ISDR – International Strategy for Disaster Reduction, (2009) Global Assessment Report, Annex 4, Manifestaciones del Riesgo Intensivo y Extensivo en Colombia, Sept. 2008.

Ivey J.L., Smithers J., de Loe R.C., Kreutzwise R.D. 2004. Community capacity for adaptation to climate-induced water shortages: Linking institutional complexity and local actors. *Environmental Management* 33(1): 36-47.

Krause, M., (2009). The political economy of water and sanitation. Routledge, New York, 252 p.

Magrin, G. et al. (2007). Latin America. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability, Group II, IV Report IPCC. Cambridge, Cambridge University Press.

Marín R. (2012). CLOCSAS, La Confederación Latinoamericana de Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua y Saneamiento. <http://www.gestoresdeaguasegura.org/wp-content/uploads/2012/04/CLOCSAS-por-Rolando-Marin.pdf> accessed February 2013.

Perez Rincón M.A. (2010). Balance y gestión en empresas de servicios de acueducto y alcantarillado de pequeña escala en Colombia. Análisis comparado para diferentes formas organizativas y escalas de servicio. CINARA, Cali, 29 p.

Roa García C.E. Brown S. (2009). Youth co-investigation of multi-use water systems: improving local participation in water resources management. *Journal of Environmental Management*. Vol 90: 3040-3047. DOI 10.1016/j.jenvman.2009.04.014

Roa Garcia, M.C., Brown S., Lavkulich L.M. (2013). Stream closure and water allocation in the Colombian Andes. *International Journal of Water*. <http://www.inderscience.com/info/ingeneral/forthcoming.php?jcode=ijw>

Roa-García, M.C., Brown, S., Schreier, H. and Lavkulich, L., (2011). The role of land use and soil in regulating water flow in small headwater catchments of the Andes. *Water Resources Research*, 47, W05510, 12 p., doi:10.1029/2010WR009582.

República de Colombia. (2013). Fondo adaptación. <http://fondoadaptacion.gov.co/los-recursos-2/> visitada Augusto 2013.

Rojas, J. (2011). Injusticia hídrica en Colombia: un esbozo. En Boelens, R., Cremers, L. y Zwartveen, M. (Eds.) *Justicia hídrica: acumulación, conflicto y acción social*, Instituto de Estudios Peruanos, Lima, p. 279-296.

Sánchez L.D., Sánchez A., Galvis G., Latorre J. (2007). Filtración en Múltiples Etapas. Documento de Revisión Técnica 15, IRC Centro Internacional En Agua y Saneamiento; Traducción española por CINARA. 68 pp.

Thomas, A., (2011). Surviving alone: improving assistance to Colombia's flood victims. Refugees International, Washington, 26 p.

Tova, M.S. 2003. Independent water entrepreneurs in Latin America: The other private sector in water services. World Bank. 31 pp.

Vargas M.G. (2002). Association of community based organisation – Colombia. In From System to Service – Scaling up community management. Report of the conference 12-13 Dec 2011, The Hague, Netherlands. 27 – 32.

Vorosmarty C.J., Green P., Salisbury J., Lammers R.B. (2000). Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth. Science 289 DOI: 10.1126/science.289.5477.284

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 89: 79-96.

Wheeler, D., (2011). Quantifying Vulnerability to Climate Change: Implications for Adaptation Assistance – Working Paper 240, Center for Global Development, January 2011, <http://www.cgdev.org/content/publications/detail/1424759>