



Mujeres, agua y conservación:

Co-diseño de escenarios de zonificación ambiental

Women, water, and
conservation:

Co-design of environmental zoning
scenarios

Mulheres, água e
conservação:

Co-projetando cenários de zonea-
mento ambiental

Les femmes, l'eau et la
conservation :

Co-conception de scénarios de
zonage environnemental

Fuente: Autoría propia

Autores

Cesar Rojas

Facultad de Ingeniería, Universidad
Distrital Francisco José de Caldas
carojasj@udistrital.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-8955-7427>

María Camila Longo
Muñoz

Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
mclongom@udistrital.edu.co
<https://orcid.org/0009-0006-5299-4168>

Carlos Andrés Pérez
Aldana

Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
capereza@udistrital.edu.co
<https://orcid.org/0009-0002-2003-7778>

Recibido: 30/10/2024
Aprobado: 04/02/2025

Cómo citar este artículo:

Rojas, Longo & Pérez (2025). Mujeres, agua
y conservación: Co-diseño de escenarios de
zonificación ambiental. *BITÁCORA URBANO
TERRITORIAL*, 35(1): 46-60.

<https://doi.org/10.15446/bitacora.v35n1.117291>

Resumen

Los acueductos rurales ofrecen servicios ecosistémicos (SE) esenciales para el bienestar de las comunidades locales. La mujer juega un papel crucial en la provisión y protección del agua. No obstante, los instrumentos de gestión del agua a menudo no integran adecuadamente los beneficios de los ecosistemas ni reconocen el rol de la mujer en la definición de zonas de interés para el ambiente. Este estudio avanza en el diseño participativo de escenarios de zonificación ambiental con énfasis en el mapeo de SE y perspectiva de género. Para ello, se evaluó la oferta y demanda de SE a través de modelos espaciales, se caracterizó el rol de la mujer en la gestión de los acueductos y los SE, y se formularon escenarios de zonificación ambiental. Se evidenció que los actuales esfuerzos de planificación del uso del suelo, centrados en la protección de cuencas hidrográficas y la optimización de servicios hídricos, no han abordado de manera suficiente las cuestiones de género y su papel en la conservación del agua. La ordenación estratégica del territorio alrededor del agua requiere una población informada y comprometida, lo cual es fundamental para garantizar escenarios de gestión ambiental adecuados a la realidad en el territorio.

Palabras clave: participación comunitaria, mujer rural, servicios ecosistémicos, gobernanza, gestión ambiental

Autores

Carlos Rojas

Doctor en Ciencias Ambientales. Economista Ambiental énfasis en valoración y modelado espacial. Experiencia en Gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Docente Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Catastral y Geodesta. Formación en Ingeniería Catastral y Geodesia, Economía, Máster en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, D.C.

María Camila Longo Muñoz

Ingeniera Catastral y Geodesta, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, D.C. Especialista en análisis de fotografías aéreas con sensores OSPREY y CONDOR, análisis de información espacial, procesamiento de información GNSS, elaboración de cartografía predial y análisis jurídico predial..

Carlos Andrés Pérez Aldana

Ingeniero Catastral y Geodesta, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, D.C. Especialista en análisis de datos geoespaciales, producción cartográfica y en normatividad catastral. Líder SIG en la resolución de análisis espacial.

Abstract

The rural water supply system provides ecosystem services (ES) that are essential to the well-being of communities. Women play a crucial role in the provision and protection of water in these systems. However, water management plans often do not adequately integrate ecosystem benefits or recognize the role of women in rural land-use planning. This study aimed to advance participatory design zoning scenarios with a focus on ES and gender perspectives. To this end, the supply and demand of ES were evaluated through spatial models, the role of women in the management of aqueducts and ES was characterized, and environmental zoning scenarios were formulated for rural aqueducts. The results highlight the importance of women's participation in water conservation and community management of ES. It is evident that the current land use planning efforts, focused on watershed protection and optimization of water services, have not sufficiently addressed gender issues and their role in water conservation. This study highlights the need for more inclusive approaches that promote women's participation in decision-making, environmental conservation, and planning. Strategic land management around water requires an informed and engaged population, which is crucial for ensuring appropriate environmental management scenarios according to the reality of the territory.

Keywords: community participation, rural women, ecosystem services, governance, medio ambiente

Résumé

Les aqueducs ruraux fournissent des services écosystémiques essentiels au bien-être des communautés, et les femmes jouent un rôle crucial dans leur approvisionnement et leur préservation. Cependant, les plans de gestion de l'eau négligent souvent d'intégrer pleinement les bénéfices des écosystèmes et sous-estiment le rôle des femmes dans la planification environnementale. Cette étude vise à promouvoir une approche participative dans la création de scénarios de zonage environnemental, en mettant en avant les services écosystémiques et en intégrant la parité entre les genres. À cette fin, une évaluation spatiale de l'offre et de la demande de services écosystémiques a été réalisée, le rôle des femmes dans la gestion des aqueducs et des services écosystémiques a été caractérisé, et des scénarios de zonage environnemental ont été développés. Les résultats révèlent que les efforts actuels de planification de l'utilisation des terres, axés sur la protection des bassins versants et l'optimisation des services d'eau, n'intègrent pas suffisamment les enjeux liés au genre et leur importance pour la conservation de l'eau. Une gestion stratégique des terres autour de l'eau, qui requiert une population informée et engagée, est essentielle pour garantir des scénarios de gestion environnementale adaptés aux réalités locales.

Resumo

Os aquedutos rurais fornecem serviços ecossistêmicos (SE) essenciais para o bem-estar das comunidades. As mulheres desempenham um papel fundamental no fornecimento e na proteção da água nessas áreas. No entanto, os planos de gestão da água frequentemente não integram adequadamente os benefícios dos ecossistemas nem reconhecem a contribuição das mulheres no planejamento ambiental. Este estudo propõe a concepção participativa de cenários de zoneamento ambiental, com ênfase nos SE e uma abordagem de gênero. Para isso, foram avaliadas a oferta e a demanda de SE por meio de modelagem espacial, além de caracterizado o papel das mulheres na gestão dos aquedutos e dos SE. Cenários de zoneamento ambiental foram, então, formulados. O estudo evidenciou que os esforços atuais de ordenamento do território, focados na proteção de bacias hidrográficas e na otimização dos serviços hídricos, ainda não abordam de forma adequada as questões de gênero e sua relevância na conservação da água. A gestão estratégica do território em torno dos recursos hídricos exige uma população informada e engajada, sendo essencial para a construção de cenários de gestão ambiental que reflitam a realidade local.

Palavras-chave: participação comunitária, mulheres rurais, serviços ecossistêmicos, governança, gestão ambiental

Mujeres, agua y conservación:
Co-diseño de escenarios de
zonificación ambiental

Mots-clés : participation communautaire, femmes rurales, services écosystémiques, gouvernance, gestion environnementale

Introducción

La crisis global del agua ha aumentado la vulnerabilidad en el abastecimiento hídrico, destacando la urgente necesidad de su gestión integral, especialmente en zonas rurales (UN, 2024). El adecuado manejo del agua implica la conservación de las áreas donde se capta y suministra, lo que convierte el ordenamiento hídrico en una herramienta clave para la planificación y el manejo sostenible de los recursos hídricos (Wang et al., 2016).

La planificación del uso eficiente del agua conlleva la generación de escenarios que integren diferentes elementos territoriales y consideren los SE, así como la activa participación de los actores locales. Este enfoque garantiza un acceso más equitativo a la información y fomenta una toma de decisiones informada y participativa (Vollmer et al., 2022). No obstante, en las zonas rurales, la baja participación de las mujeres en estos procesos refleja profundas desigualdades de género, que limitan su capacidad de influir en decisiones clave sobre aprovechamiento (Rivera, 2016).

El género es un determinante relevante en la gestión de los recursos naturales, ya que hombres y mujeres interactúan de manera diferente con estos (McDowell, 2000). Las mujeres, a menudo responsables del manejo directo de recursos como el agua y la agricultura, tienen una percepción única de los cambios ambientales y contribuyen activamente a la implementación de estrategias para su mejor uso y conservación (Laurie, 2011; Leongómez, 2024). A pesar de su papel fundamental en la conservación del agua y el ordenamiento de los beneficios provistos por los ecosistemas (Saad, 2024), la inclusión de sus perspectivas en la planificación del uso del agua sigue siendo limitada, especialmente en el contexto de países con menos niveles de ingresos y mayor inequidad en el acceso a la tierra (Silva Rodríguez de San Miguel, 2018).

La geografía de género investiga las relaciones de poder, las prácticas culturales y la utilización de los espacios comunitarios geográficos (Bowlby et al., 2023). Las mujeres desempeñan un papel crucial en uso del agua, sobre todo en las comunidades rurales. Sin embargo, encuentran barreras que limitan su acceso y participación en las decisiones de gestión ambiental (Kakinuma & Wada, 2024). La cartografía social es un método de construcción participativo que permite avanzar en la integración del enfoque de género en la gestión del agua al incorporar de manera directa las percepciones locales (Barragán Giraldo, 2016; Arrillaga, 2018).

En Colombia, los acueductos comunitarios proporcionan agua a las poblaciones de las zonas rurales y están regulados por reglas de uso informales destinadas a garantizar un acceso equitativo y sostenible al agua (Ramírez, 2024). Sin embargo, prevalece la falta de participación local en la definición de zonas de interés para la conservación. Esta investigación tiene como objetivo diseñar escenarios de zonificación ambiental con un enfoque de género en las áreas de acueductos rurales de la cuenca del río Timbío, con el fin de reconocer el rol activo de las mujeres en la gestión de los ecosistemas, siguiendo lo definido por el Objetivos de Desarrollo Sostenible: Agua y Saneamiento Básico (Bhaduri et al., 2016). La investigación avanza en la evaluación de los SE en la región, la caracterización del papel de las mujeres en el uso y gestión de estos servicios, y la formulación de un escenario de zonificación que promueva su participación equitativa en la conservación y manejo de los sistemas de captación de agua en áreas rurales.

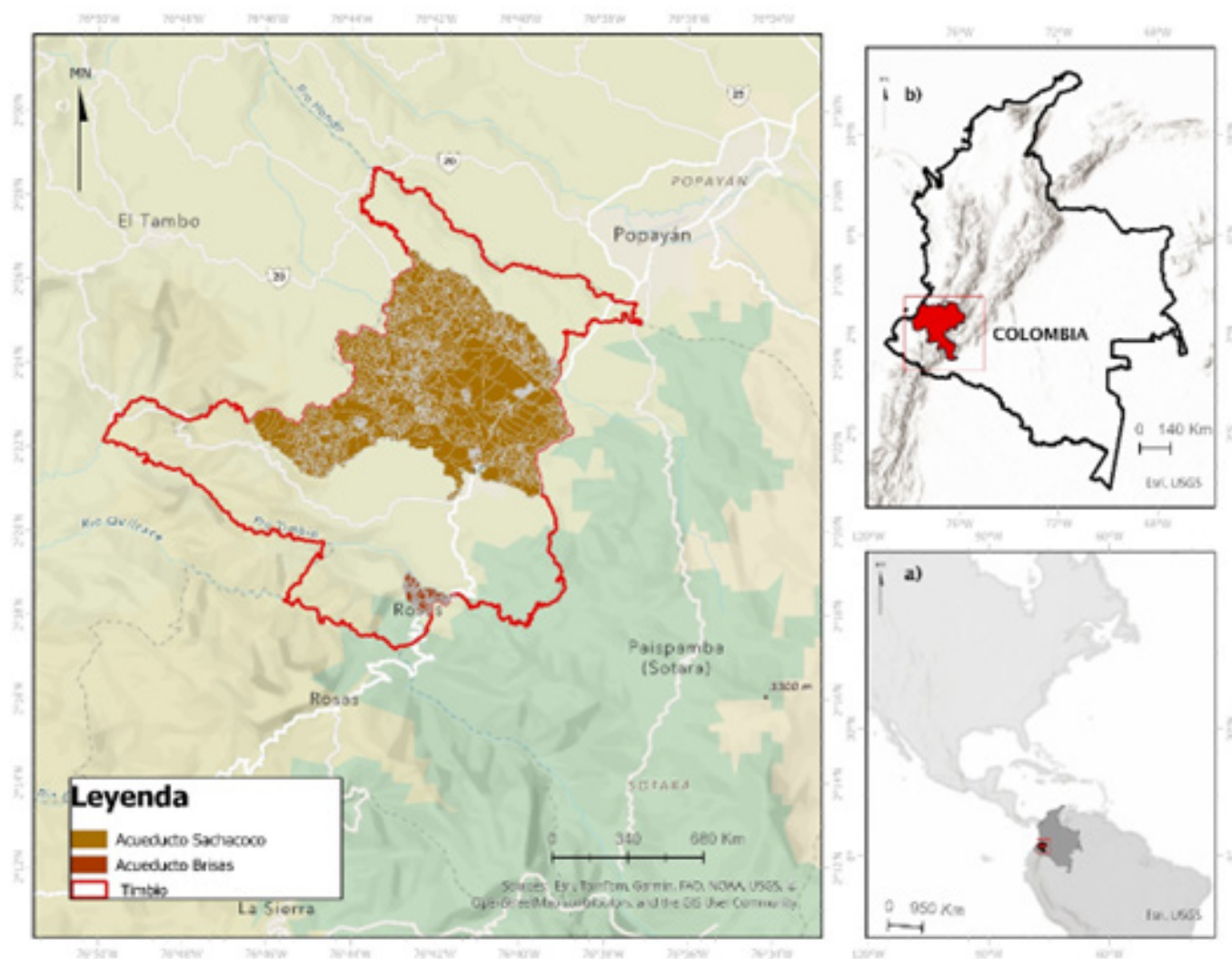


Figura 1. Área de estudio
Fuente: Elaboración propia

Metodología

Área de estudio

La subcuenca del río Timbío, vital para el municipio de Timbío, se extiende por los territorios de Timbío, Sotará y El Tambo. La subcuenca del río Timbío, esencial para el suministro hídrico del municipio, abarca los territorios de Timbío, Sotará y El Tambo. La distribución de la cobertura del suelo en la cuenca se clasifica en áreas urbanizadas (0.38%), tierras agrícolas (61.6%), bosques y zonas seminaturales (37.9%), y áreas húmedas (0.12%). Esta subcuenca es clave no solo para el abastecimiento de agua, sino también para la biodiversidad y el patrimonio cultural local. Sin embargo, enfrenta importantes desafíos como la contaminación y la deforestación, lo que subraya la necesidad urgente de su protección y gestión sostenible para garantizar el bienestar de la región (ver Figura 1).

Estimación de la Oferta de Servicios Ecosistémicos

Los SE evaluados incluyeron la producción anual de agua, almacenamiento de carbono, efecto de borde en el almacenamiento de carbono en los bosques, tasa de descarga de nutrientes, calidad del hábitat y turismo (ver Tabla 1). En el mapeo de los SE se utilizó el software *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* (InVEST) (Salata et al., 2017).

Caracterización del Rol de la Mujer en el uso de los SE y la Gestión de los Acueductos Veredales

La caracterización se llevó a cabo mediante la aplicación de una encuesta enfocada en aspectos socioeconómicos y de percepción. Esta encuesta fue aplicada a los habitantes de la zona de estudio, utilizando un muestreo de bola de nieve en las diferentes veredas que conforman

Servicio Ecosistémico	Definición	Insumos Requeridos	Metodología/Fuente	Formato
Producción anual de agua	El modelo de producción de agua de InVEST estima la cantidad de agua que se produce en una cuenca hidrográfica, identificando los cambios en el uso del suelo y la cobertura vegetal afectan el rendimiento anual de agua superficial	Mapa de uso o cobertura del suelo (LULC)	Adaptación Corine Land Cover, 2018, República de Colombia, escala 1:100.000. El mapa fue rasterizado y recortado al área de estudio.	Raster
		Delimitación de la cuenca hidrográfica	Elaborada con una capa de drenajes de Corpocauca que permite distinguir diferentes cuencas.	Vector
		Evapotranspiración anual promedio	Datos globales de índice de aridez y evapotranspiración potencial v3, recortados al área de estudio.	Raster
		Precipitación anual promedio	Datos de estaciones en el área de estudio, utilizados para generar un mapa de precipitación anual en QGIS. Fuente: IDEAM.	Raster
		Profundidad de la restricción de la raíz	Datos de la Base de Datos Armonizada de Suelos del Mundo (HWSD).	Raster
		Contenido de agua disponible en las plantas (PAWC)	Datos de HWSD, referenciados para la zona de estudio.	Raster
		Tabla biofísica	Datos como profundidad de la raíz, KC y valor del parámetro Z de la base global de propiedades del suelo de FAO	CSV
Almacenamiento de Carbono	El modelo de almacenamiento de carbono de InVEST estima y mapea la cantidad de carbono almacenado en diferentes ecosistemas. Este modelo ayuda a evaluar cómo los cambios en el uso del suelo y la gestión de la tierra afectan la capacidad de los ecosistemas para almacenar carbono.	Mapa de uso o cobertura del suelo (LULC)	El Mapa LULC fue descargado de Colombia en mapas y se le asignó un valor a cada cobertura para luego rasterizarlo y recortarlo al área de estudio. Adaptación Corine Land Cover. República de Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2018	Raster
		Tabla Biofísica	Los valores de referencia de la tabla biofísica fueron tomados de Intergovernmental Panel on Climate Change's (IPCC) 2006. Y de Otros Mapas y Bases de Datos Globales del Suelo (FAO)	Csv
Tasa de descarga de nutrientes	El modelo de tasa de descarga de nutrientes de InVEST determina la cantidad de nutrientes, como nitrógeno y fósforo, que se descargan en cuerpos de agua desde diferentes partes de una cuenca.	Mapa de uso o cobertura del suelo (LULC)	El Mapa LULC fue descargado de Colombia en mapas y se le asignó un valor a cada cobertura para luego rasterizarlo y recortarlo al área de estudio. Adaptación Corine Land Cover. República de Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2018	Raster
		Delimitación de la cuenca hidrográfica	La delimitación de la cuenca hidrográfica fue elaborada con una capa de drenajes de Corpocauca que tenía un atributo que nos permitía distinguir las diferentes cuencas en la región del Cauca. Fuente: Corporación Autónoma Regional de Cauca (Corpocauca)	Vector
		Modelo Digital de Elevación (DEM)	Se generó el modelo digital de elevación en QGIS a partir de las curvas de nivel tomadas de datos abiertos del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) 1:100.000.	Raster
		Precipitación Anual Promedio.	Se utilizaron los datos anuales de la precipitación de las diferentes estaciones que se encuentran en el área de estudio, con estos datos se construyó un mapa de precipitación anual utilizando el software Qgis. Fuente: IDEAM – Descarga de datos Hidrometeorológicos	Raster

Servicio Ecosistémico	Definición	Insumos Requeridos	Metodología/Fuente	Formato
Calidad del hábitat		Mapa de uso o cobertura del suelo (LULC)	El Mapa LULC fue descargado de Colombia en mapas y se le asignó un valor a cada cobertura para luego rasterizarlo y recortarlo al área de estudio. Adaptación Corine Land Cover. República de Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2018	Raster
	El modelo de calidad de hábitat de InVEST evalúa la calidad del hábitat en un paisaje determinado, considerando cómo las actividades humanas y los cambios en el uso del suelo afectan la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.	Tabla de Amenazas	La tabla de amenazas contiene el nombre de cada amenaza, distancia máxima de afectación de cada una, el peso se calculó subjetivamente a los investigadores y la decadencia fue tomada de literatura. Fuente: Se utilizó como base para la elaboración del mapa de amenazas la capa de Áreas de minería e hidrocarburos tomada de Colombia en mapas.	Csv
		Constante de saturación media (k)	Se usó como referencia el valor dado por defecto en InVEST.	Numero
		Folder que contiene las amenazas	Cada una de las amenazas usadas fue espacializada en la cuenca y posteriormente convertida en formato ráster.	Raster
Recreación y turismo	Determina la oferta de actividades de turismo y recreación relacionadas con el uso de la naturaleza	Mapa de uso o cobertura del suelo (LULC)	Se realizó una revisión bibliográfica para identificar sitios turísticos y culturales. Los lugares se organizaron por tipo (ecoturismo, pesca deportiva, senderismo, etc.) y se mapearon como una capa de puntos en QGIS	Vector

Tabla 1. Insumos requeridos para el mapeo de servicios ecosistémicos
Fuente: Elaboración propia.

los acueductos veredales de Sachacoco y Brisas. Las secciones correspondieron: información general del entrevistado, información sobre el predio, percepciones relacionadas con la conservación en las áreas del acueducto y aspectos vinculados al género, tales como las actividades económicas, el número de hijos, y si la persona era cabeza de hogar, entre otros. Las percepciones fueron evaluadas usando una escala Likert de 0 a 5, donde 0 representaba una baja percepción y 5 una alta percepción (Gädicke Robles et al., 2017).

Formulación de Escenarios Participativos de Zonificación Ambiental

Se utilizó un enfoque cartografía social con el fin de identificar las características geográficas, los recursos naturales, la infraestructura y la distribución de las viviendas. La convocatoria para los talleres fue gestionada por la Junta Administrativa del Acueducto rural, lo que facilitó una participación significativa debido a la cercanía de la comunidad con las actividades del acueducto. Durante los talleres de mapeo, se discutieron propuestas y proyectos de intervención, con el objetivo de comprender mejor los esfuerzos locales para enfrentar los desafíos de conservación del agua y promover prácticas sostenibles en las comunidades.

Zonificación Ambiental

La información recopilada en las etapas previas fue integrada mediante análisis espacial mediante el uso de QGIS y ArcgisPro con el fin de generar el mapa de zonificación ambiental de las áreas de influencia de los acueductos veredales. Esta zonificación incluye determinantes ambientales establecidos por la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) y, a su vez, áreas estratégicas para la conservación del recurso hídrico y zonas protegidas. Igualmente, se tienen en cuenta los lineamientos de uso del suelo del capítulo 1 del título 3 del Plan Básico de Ordenamiento Territorial según lo establecido en el Acuerdo 016 de 2022 del Municipio de Tímbo.

Las zonas definidas fueron: (1) zonas de preservación estricta, (2) zonas de producción, (3) corredores viales de servicios rurales y (4) zonas de ecoturismo, entretenimiento y relajación. Las zonas de preservación estricta incluyen embalses, cursos de agua, bosques, humedales y áreas clave para la protección de recursos hídricos. Para los ríos, se estableció una franja de protección de 20 metros a lo largo de las riberas, mientras que para fuentes y arroyos se definió un perímetro de 10 metros alrededor de los manantiales. Las zonas de producción son aquellas

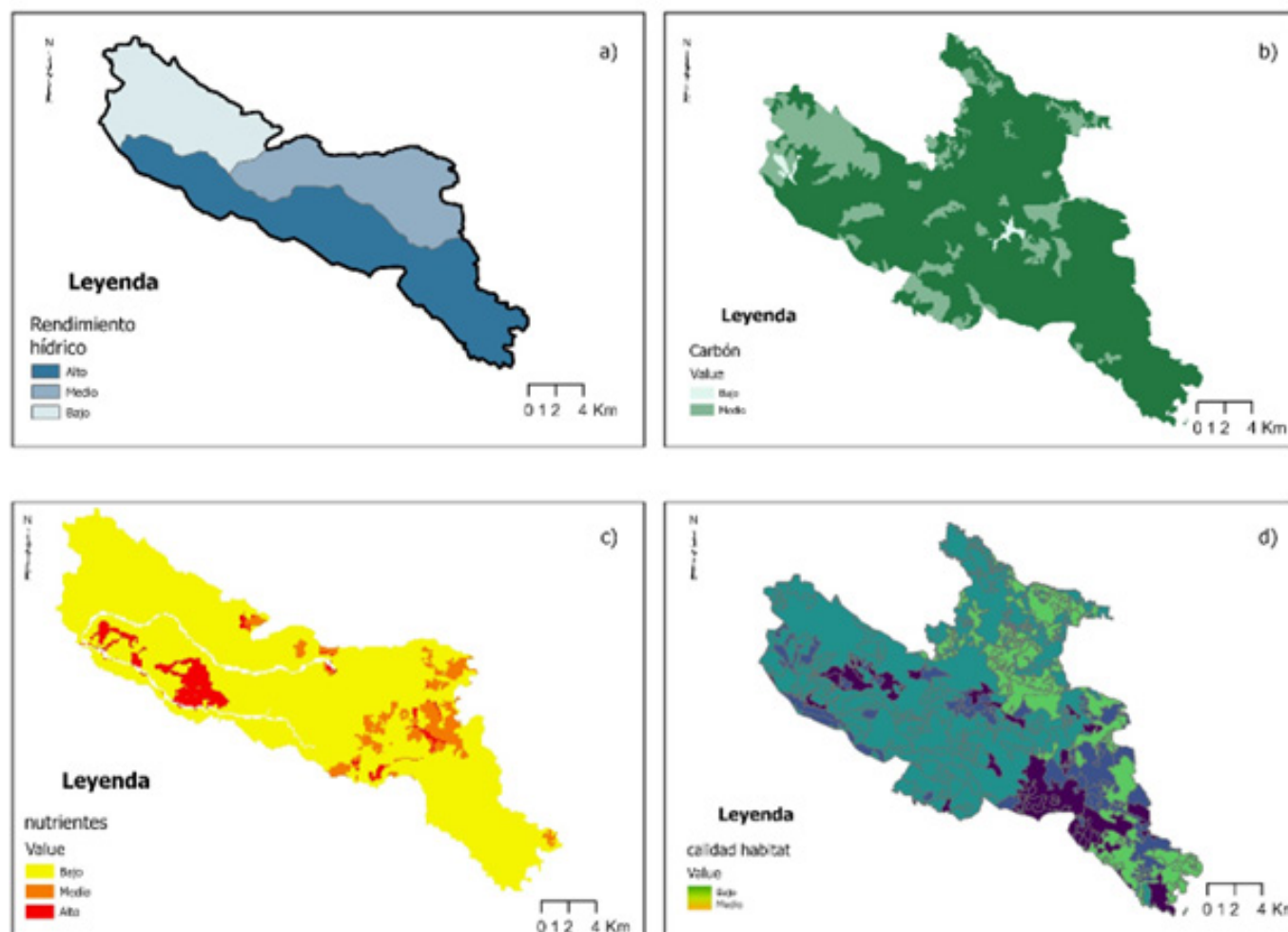


Figura 2. Oferta de Servicios Ecosistémicos: a) producción agua; b) almacenamiento de carbono; c) retención de nutrientes; y, d) calidad de hábitat.

Fuente: Elaboración propia

destinadas a actividades humanas que generan bienes y servicios, como agricultura, ganadería, silvicultura, minería, acuicultura, industria y turismo. Estas actividades deben llevarse a cabo de manera sostenible, con el uso responsable de los recursos naturales. Por su parte, para los corredores viales de servicios rurales, se propuso un cinturón ecológico de 20 metros de ancho, paralelo a las carreteras primarias y secundarias, que representan los principales ejes de comunicación vial de la región. Las zonas de ecoturismo, entretenimiento y relajación, por su valor paisajístico, ambiental y social, están destinadas a actividades de ocio y relajación pasiva, asegurando un uso razonable y sostenible de los recursos.

Resultados

Oferta de Servicios Ecosistémicos cuenca del Río Timbío

La producción anual de agua en la cuenca del río Timbío fue de 179'081,597.80 m³. Los valores más altos se registraron en la subcuenca del río Piedras, con una producción aproximada de 96 millones de m³ de agua al año, seguida por la parte alta de la subcuenca del río Timbío, que genera cerca de 58 millones de m³ anuales. En contraste, la parte baja de la subcuenca del río Timbío muestra una menor producción de agua. Estos resultados reflejan una distribución desigual de los recursos hídricos dentro de la cuenca del río Timbío, influenciada por factores como la extensión de las subcuencas, la topografía, la vegetación, las precipitaciones y el uso del suelo (ver Figura 2a).

sexo	r edad	l nacimiento	n hijos	c hogar	actividad	n estudios	tenencia	r ingresos	a
0.596	4.636	0.68	1.842	0.496	3.202	1.022	0.118	2.794	1.667
0.492	1.467	0.468	1.246	0.501	2.16	0.912	0.324	1.385	1.236
0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
1	7	1	6	1	6	4	1	6	5

0=hombre; 1=mujer
1=18 a 20;2=21 a 30=31 a 40; 4=41 a 50; 5=51 a 60; 6=61 a 70; 7=mayor a 70

0= otro; 1=vereda

0=no; 1= si
1=agricultura; 2=ganadería; 3=agricultura y ganadería; 4=hogar; 5=comercio; 6=otro

0=ninguno; 1=primaria; 2=bachillerato; 3: Técnico; 4=universitario

0=otro; 1=propia

1= menos de 500.00; 2=500.000 a 800.000; 3=800.000 a 1'000.000; 4=1'000.000 a 1'200.000; 5=1'200.000 a 1'500.000; 6=más de 1'500.000

1=descanso; 2=recreación;3=deporte; 4=caminar; 5=otros

Tabla 2. Resumen de estadísticas aspectos socioeconómico acueducto Sachacoco y Brisas
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de lo relacionado con el almacenamiento de carbono muestran una distribución notablemente diversa según el tipo de cobertura del suelo. Las áreas cubiertas por bosques densos, arbustales y vegetación abundante presentan los valores más altos, alcanzando hasta 39,645 toneladas de carbono por píxel, lo que resalta la capacidad de estos ecosistemas para capturar y retener carbono de manera eficiente. En contraste, las zonas con cultivos, pastizales y herbazales registran valores intermedios de almacenamiento, lo que refleja una capacidad moderada para retener carbono en comparación con los ecosistemas naturales más densos. Por otro lado, las áreas urbanizadas y los afloramientos rocosos muestran los valores más bajos, con menos de 8.70 toneladas de carbono por píxel, lo que se debe principalmente a la pérdida de vegetación y la alteración del suelo causada por el desarrollo humano (ver Figura 2b).

La tasa de descarga es de 82,484 kg/píxel en áreas con menor cobertura vegetal, suelos menos fértiles y pendientes más pronunciadas, lo que puede propiciar una escorrentía superficial y una erosión, reduciendo los nutrientes que desembocan a los cuerpos de agua. Por otro lado, los valores máximos de descarga de nutrientes (1,168.52 kg/píxel) indican la presencia probable de actividades como agricultura intensiva con uso de fertilizantes, ganadería y deforestación o degradación del bosque, que contribuyen significativamente a la acumulación y transporte de nutrientes hacia los cuerpos de agua (ver Figura 2c).

El SE de Calidad de Hábitat presenta valores en un rango entre 0.160 y 1, donde estos valores no poseen una unidad de medida específica. Sin embargo, valores más altos indican una mayor calidad de hábitat, mientras que valores más bajos reflejan un mayor deterioro del ecosistema. Las zonas con menor medida presentan may-

ores condiciones de amenazas en la zona, entre las que se incluyeron las vías, la zona urbana de Timbío y las áreas de minería e hidrocarburos (ver Figura 2d).

El mapa del SE de recreación y turismo resalta la relación de la biodiversidad de la zona, que ofrece a las visitantes experiencias inmersas en entornos naturales únicos, como la Laguna del Duende y el Cerro Pan de Azúcar. La segunda categoría con mayor oferta de servicios turísticos está vinculada a la pesca deportiva, una actividad profundamente arraigada en la cultura local, que se practica en reservorios y lagos de la región. En tercer lugar, las cascadas y balnearios también representan un atractivo turístico significativo, ideal para actividades recreativas en contacto con la naturaleza (ver Figura 3).

El Rol de la Mujer en el uso de los SE y la Gestión de los Acueductos Veredales

Caracterización Socioeconómica.

La Tabla 2 presenta las principales variables de la caracterización socioeconómica. Según las encuestas, el 59% de la población en el área de estudio corresponde al género femenino. Además, el 72% de la población nació en la zona de estudio, lo cual sugiere un fuerte sentido de pertenencia.

El perfil demográfico indica que el 33% de la población tiene entre 51 y 60 años, seguido por el grupo de 41 a 50 años, que representa el 17%. Por otro lado, el 74% de la población cuenta con niveles básicos de educación primaria y conocimientos empíricos, lo cual está asociado en gran medida a la predominancia de personas mayores en la zona.

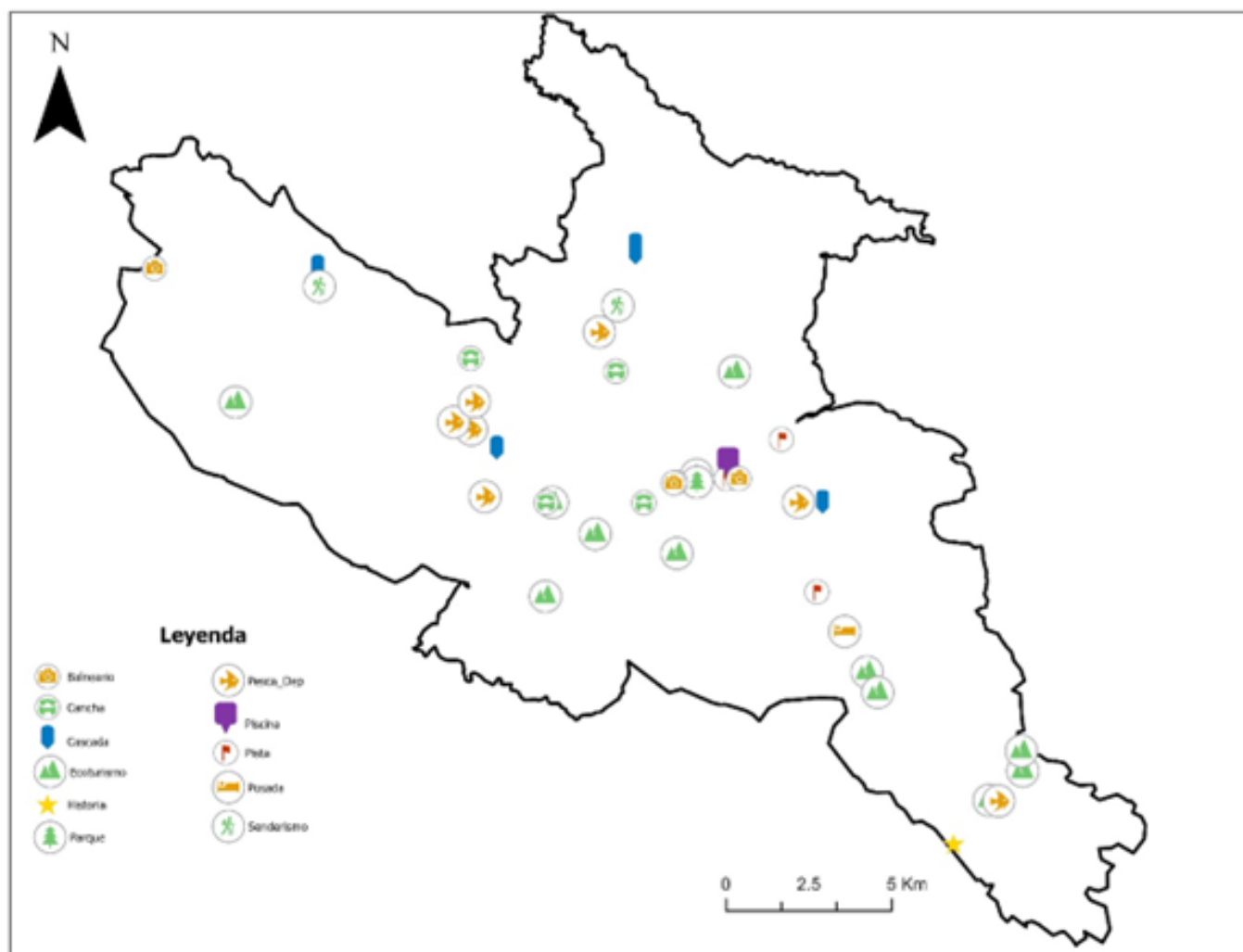


Figura 3. Oferta de servicios de recreación y turismo.

Fuente: Elaboración propia.

En términos de empleo, el 49% de la población trabaja entre 5 y 8 horas diarias, y de este grupo, el 80% labora entre seis y siete días a la semana. Las mujeres que conforman el resto de la población trabajan como amas de casa, desempeñando un rol arduo y esencial, aunque no remunerado. Durante la cosecha de café, el 76% de estas mujeres labora 8 horas diarias, 6 días a la semana, contribuyendo significativamente al patrón laboral en la zona rural del municipio.

Existen períodos de alta actividad laboral, como la recolección de café o la limpieza de cultivos, que representan el 87% del total de actividades reportadas. Durante las etapas de crecimiento de los cultivos, la población diversifica sus actividades, relegándose al comercio o restringiéndose al consumo recreativo para evitar gastos adicionales. La gestión prudente de los recursos financieros en estos períodos de menor actividad resalta la importancia de adaptarse a los ciclos agrícolas.

La distribución de ingresos muestra que el 50% de la población percibe entre 500,000 y 1'000,000 de pesos mensuales. Esto se debe, en gran medida, a que la mayoría trabaja en sus propias tierras y deduce de sus ingresos los costos de insumos como fertilizantes y materias primas empleadas en sus cultivos. Durante las temporadas de cosecha de café, cuando la actividad laboral es más intensa, el salario diario de los trabajadores contratados oscila entre 21,000 y 30,000 pesos.

Percepciones sobre los Beneficios Provistos por la Naturaleza.

La apreciación de la importancia de los recursos naturales varía según el tipo de servicios y su relación cotidiana con los beneficios. Los ríos y quebradas, presentes en pocos predios, recibieron puntajes entre 2 y 3, siendo considerados menos importantes que otros elementos del

paisaje. Sin embargo, los propietarios que cuentan con acceso a estos cuerpos de agua realizan esfuerzos para conservarlos, asignándoles mayor valor en términos de preservación. En cuanto a los bosques, su importancia es menor, con una valoración reducida entre 2 y 3 puntos, ya que en su mayoría no existen como grandes áreas forestales sino como pequeños grupos de árboles nativos plantados para proteger cuencas hidrográficas. Por otro lado, el suelo, la flora y la fauna consideradas más relevantes, obteniendo puntuaciones entre 3 y 4, debido a la extensa área dedicada al cultivo de productos básicos en la zona de estudio. También se destaca la importancia de conservar los parches de bosques y nacimientos de agua, que ayudan a preservar una diversidad biológica de la zona. La cantidad y calidad del agua se valoran altamente, con una puntuación de 4.7, gracias a la calidad del agua y a una administración activa, lo que garantiza un suministro confiable y seguro para la comunidad.

Percepciones sobre los Impactos a las Condiciones Naturales de los Acueductos Rurales.

Los impactos a la naturaleza se evaluaron mediante la pregunta: “¿Qué aspectos naturales de la vereda están siendo impactados?”. Los resultados reflejan una creciente percepción de importancia sobre diversos aspectos ambientales, con puntajes entre 2 y 3; las principales respuestas correspondieron a las condiciones naturales del ciclo del agua mayor, principalmente, períodos de sequía mayores. La pérdida de biodiversidad por una menor abundancia y variedad de especies. La comunidad reconoce principalmente los cambios en temperatura y los períodos de sequía, otros impactos menos relevantes, como la menor fertilidad del suelo. Existe una genuina preocupación entre los propietarios de predios por los posibles efectos negativos de ciertos tratamientos en el suelo, por lo que la mayoría toma medidas para minimizar estos impactos.

Percepciones de los Beneficios que presta el Acueducto a la Comunidad.

La percepción de los beneficios del acueducto rural se determinó mediante la afirmación: “Los beneficios que presta el acueducto veredal a la conservación de los ecosistemas y que favorecen tus actividades diarias corresponden a”. De acuerdo con los resultados de la encuesta, la disponibilidad continua de agua y su calidad adecuada para uso doméstico son los principales beneficios del acueducto, obteniendo una valoración promedio de 4.5 y una desviación estándar de 0.7, lo que refleja una alta confiabilidad en el resultado. En contraste, la regulación del flujo de agua para el control de inundaciones, el hábitat para especies acuáticas, el adecuado funcionamiento de los ecosistemas y los ingresos monetarios recibieron puntajes entre 1 y 2.2.

Participación de la Comunidad.

Los resultados reflejan un amplio reconocimiento del papel de las mujeres en la protección de los recursos naturales, lo que subraya la importancia de integrar una perspectiva de género en los procesos de conservación y gestión ambiental: es vital el rol de la mujer en la gestión del acueducto rural y la valoración de las actividades que desempeñan las mujeres en la operación del acueducto. Del mismo modo, hay que considerar los altos valores referentes al papel de la participación de la comunidad en la conservación del acueducto. Los habitantes del acueducto consideran que la participación local fortalece la conciencia ambiental, fomentando la implementación efectiva de medidas de conservación y reforzando las conexiones sociales y el sentido de pertenencia al entorno natural.

Escenario de Zonificación Ambiental de las Zonas de Acueductos Veredales.

El resultado de la cartografía social en el grupo de mujeres fue, primero, la identificación de los afluentes de agua, luego, la delimitación de estos cuerpos de agua, atributos geográficos considerados esenciales para el abastecimiento y la conservación del agua y los recursos naturales. Después, se identificaron los nacimientos de agua en las veredas, enfocándose en predios que albergan nacimientos más relevantes para el acueducto. Igualmente, se atendió a las áreas de bosque, observando que éstas no corresponden a extensas zonas forestales, sino a parches de árboles nativos que han sido reforestados gradualmente, como la guadua, especie que se considera importante para la estabilidad del terreno. Entre las propuestas de conservación formuladas por este grupo se incluyen la reforestación alrededor de las fuentes hídricas y nacimientos de agua, la protección de las rondas de quebradas, el manejo de aguas grises para reducir el consumo de agua, y el fomento de prácticas de reforestación en zonas de bosque (ver Figura 4a).

El grupo de hombres identificó puntos de esparcimiento y desarrollo de actividades comunitarias, capilla, colegios y canchas. Posteriormente, se enfocaron en la demarcación del río Piedras y en las quebradas. Después el grupo identificó los nacimientos de agua y los lugares de origen de las quebradas, seguido de áreas de bosque. También señalaron una reserva de árboles nativos y la presencia cercana de un humedal, caracterizado por sumideros que indican una importante recarga de acuíferos subterráneos. Las propuestas de conservación incluyeron limpieza de las quebradas, reforestación con árboles nativos, mantenimiento de drenajes, promoción del cuidado de los afluentes, siembra de árboles nativos y guadua en los nacimientos, y prohibición de la caza (ver Figura 4b).

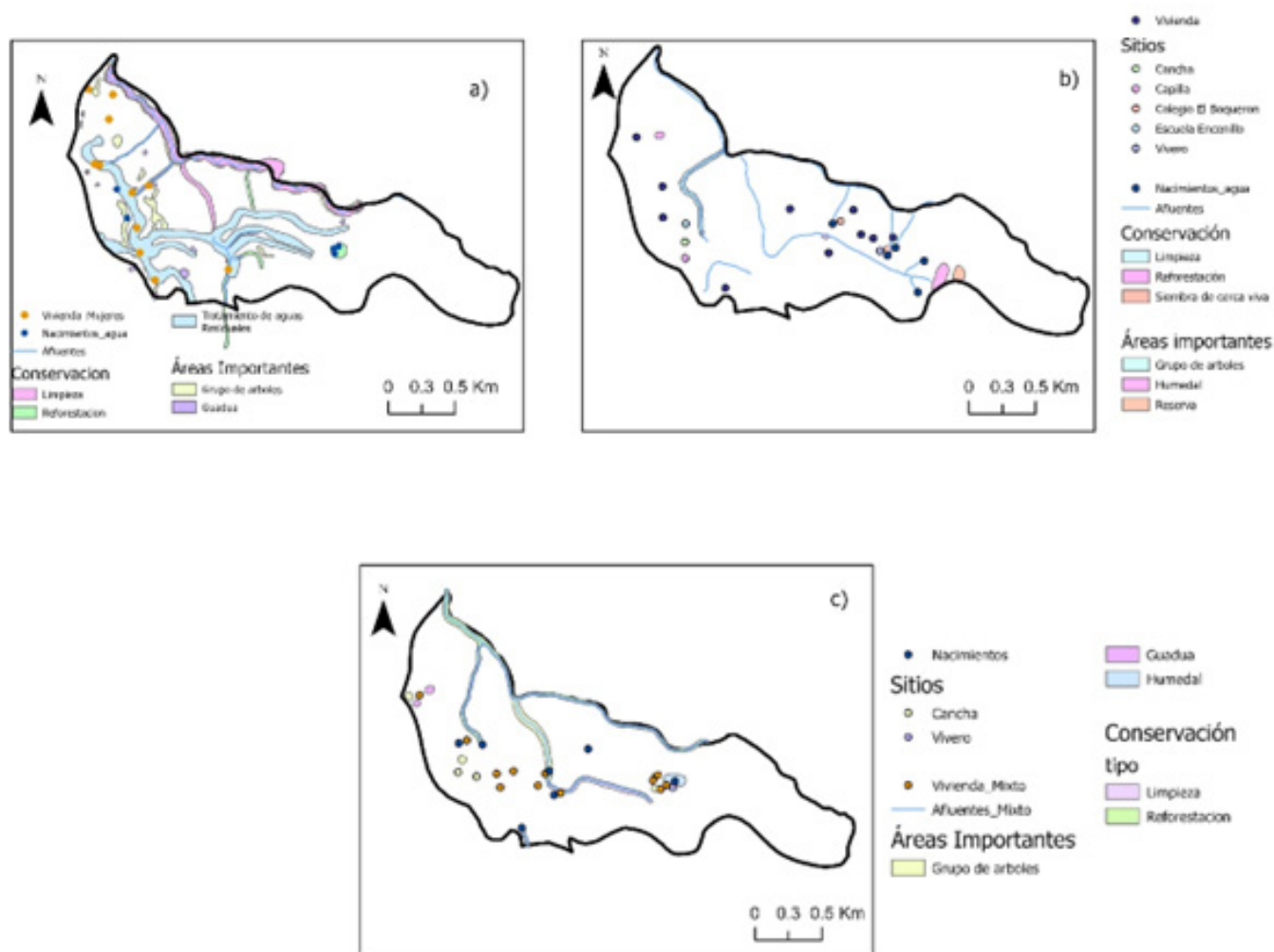


Figura 4. Propuesta de cartografía social zonas de acueductos rurales: a) grupo mujeres, b) grupo mujeres, y, c) grupo mixto.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del grupo mixto también reconoció puntos de esparcimiento, como el vivero y las canchas, identificación de las áreas de afluentes, comenzando con el río Piedras y la quebrada. Posteriormente, se ubicaron los nacimientos de agua, enfatizando en los predios donde inician las quebradas. Algunos participantes de este grupo eran propietarios de terrenos con nacimientos de agua, lo cual facilitó su identificación. Luego, el grupo se enfocó en los parches de bosque cercanos a las quebradas. Las propuestas de conservación incluyeron: limpieza y reforestación de la quebrada, mantenimiento de drenajes, talleres escolares para fomentar el cuidado de los afluentes, siembra de árboles nativos y construcción de cercas vivas en los linderos y reforestación en zonas de ciénaga (ver Figura 4c).

Co-diseño de Zonificación Ambiental en la Cuenca del Río Timbío.

La zonificación ambiental del área del acueducto de Brisas se divide en cuatro zonas con características y objetivos específicos. a) Zona de Preservación Estricta, está orientada a proteger el río Piedras, sus afluentes, bosques y nacimientos de agua mediante la creación de rondas hídricas y la reforestación con especies nativas; b) Zona de Producción, que abarca actividades de cultivo, pastoreo y ganadería, permitidas en áreas que no interfieren con otras zonas y siempre bajo prácticas sostenibles; c) Zona de Corredores Viales, que tiene como objetivo la protección del entorno a lo largo de las vías principales, como la Panamericana, con una ronda de 20 metros a cada lado, y, d) Zona Ecoturística, Recreativa y de Esparcimiento, des-

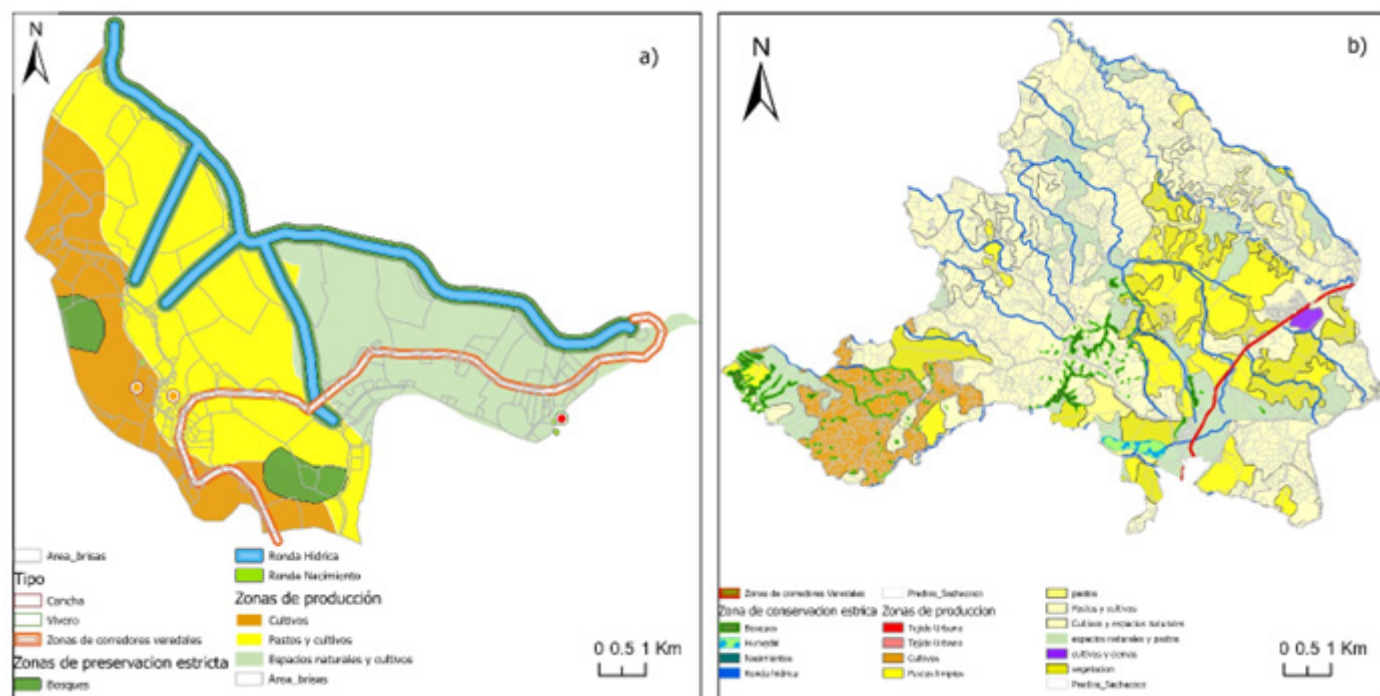


Figura 5. Co-diseño de zonificación ambiental cuenca del río Timbío. a) Acueducto Brisas, b) Acueducto Sachacoco.

Fuente: Elaboración propia.

tinada a promover el bienestar de la comunidad, incluyendo áreas como canchas y un vivero dentro del área de estudio (ver Figura 5a).

La zonificación ambiental en el área del acueducto de Sachacoco también comprende estas cuatro zonas: una zona de Preservación Estricta con rondas hídricas de 30 metros alrededor del humedal para su protección; una zona de Producción que se subdivide en cinco categorías de uso: tejido urbano, cultivos, combinaciones de cultivos y espacios naturales, cultivos y pastos, pastos limpios y áreas de vegetación natural; una zona de Corredores Viales con una ronda de 20 metros a cada lado de la vía Panamericana, orientada a la protección ambiental y a la seguridad vial, y una zona Ecoturística, Recreativa y de Esparcimiento para la promoción del bienestar de la comunidad, destacando la quebrada La Chorrera (ver Figura 5b).

Discusión

La evaluación de los SE en la cuenca del río Timbío ofrece un marco sólido para la caracterización ambiental y la representación espacial de los beneficios que los ecosistemas proveen a nivel local (Zambrano et al., 2021). El SE, provisión de agua en la cuenca del río Timbío, es uno de los beneficios ecosistémicos más importantes que soportan las actividades económicas y sociales, con un caudal

anual que alcanza los 20 millones de metros cúbicos, lo cual es crucial para la dinámica hídrica y social de la zona de estudio. Adicionalmente, el SE de almacenamiento de carbono resalta la importancia de la cobertura forestal, ya que la vegetación diversa y rica en especies contribuye a la regulación climática y a la mitigación de los efectos del cambio climático (Zhang et al., 2023).

El SE de descarga de nutrientes, por su parte, es un indicador que puede contribuir en la descripción de la salud de los ecosistemas acuáticos de la zona de estudio. A pesar de las limitaciones del modelo utilizado debido a la falta de datos comparativos, los resultados obtenidos son consistentes: las mayores concentraciones de nutrientes se encuentran cerca de los ríos y en áreas con vegetación densa, lo cual se asocia a una mayor presencia de residuos orgánicos y suelos fértiles. Esto valida el uso del modelo como una herramienta oportuna para la evaluación de la calidad ambiental (Huamani Cordova, 2020).

La degradación del hábitat se debe principalmente a la expansión de infraestructuras viales, el crecimiento urbano y las actividades mineras. Se estima que alrededor del 45% del territorio presenta signos de deterioro ambiental, lo que subraya la necesidad de mejorar la calidad del hábitat a través de una planificación territorial más rigurosa y estratégica de las zonas de interés para la conservación de la biodiversidad y los SE de la región (Meza Cabrera, 2023).

Un componente crucial en esta propuesta de zonificación ambiental es el reconocimiento del papel de las mujeres en el cuidado del agua, particularmente en la administración de los acueductos veredales (Mora, 2023). La participación femenina no solo es clave para la planificación hídrica, sino que también ofrece la oportunidad de incorporar sus experiencias y perspectivas en la creación de instrumentos de gestión del agua por su rol en el acceso y uso del agua. Dado que la mayoría de la población encuestada en este estudio son mujeres, se abre un espacio para la construcción de estrategias para fomentar la equidad de género mediante la inclusión y el empoderamiento de acciones de conservación de las zonas de los acueductos rurales. La prevalencia de niveles educativos básicos entre las mujeres revela la necesidad de mejorar alternativas de acceso a la educación y de promover programas de formación continua que impulsen el desarrollo comunitario y la equidad educativa con énfasis en actividades de cuidado del agua.

La inclusión de las mujeres en la gestión ambiental no solo fomenta el liderazgo femenino, sino que también refuerza la equidad de género, permitiendo que una mayor diversidad de conocimientos y experiencias se integren al cuidado del agua y la gestión de los acueductos rurales (García Luango, 2020). Las propuestas de la población para la generación de escenarios de uso del agua incluyen estrategias específicas para incrementar la participación femenina en la conservación de los recursos hídricos, reconociendo que sus conocimientos pueden ser determinantes para la participación y sostenibilidad de las acciones de conservación (Guevara Gil et al., 2018).

El co-diseño de escenarios de zonificación ambiental es una herramienta que permite reconocer las realidades sociales locales y facilitar la toma de decisiones informadas a nivel comunitario (Ávila Camargo, 2020). La cartografía social no solo permite crear un diálogo incluyente, sino también promover la mejor localización de las acciones de desarrollo comunitario (Moreno-Quintero et al, 2021). En los acueductos rurales de la cuenca del río Timbío, la participación local permitió una mejor caracterización de las áreas clave para la conservación. Las mujeres aportan elementos diferenciales relacionados con servicios básicos y necesidades de género, mientras que los hombres se concentran en la generación identificación de áreas relevantes para la infraestructura y las actividades económicas (Naiga et al., 2024). La integración de los resultados de estos dos grupos facilita una planificación más acorde con las realidades socioeconómicas para la conservación del territorio (Castaño-Aguirre et al., 2021).

La zonificación propuesta en este estudio presenta algunas limitaciones, especialmente en cuanto a la calidad de los datos utilizados para la modelación de los SE, tales como caudales y cambios en el uso del suelo. Además, es

necesario involucrar a un mayor número de actores en la gestión del agua presentes en la zona de estudio, por ejemplo, productores agrícolas de mayor extensión de tierra, agremiaciones productivas, y autoridades ambientales, con el fin de mejorar la gobernanza ambiental. Para superar estos desafíos resulta fundamental fortalecer los mecanismos de participación comunitaria y mejorar las capacidades técnicas de las entidades responsables mediante el empoderamiento local.

Conclusión

Los acueductos rurales son sistemas socioecológicos clave para la provisión y conservación de los SE en las zonas rurales y desempeñan un papel fundamental en la gestión integral del agua. El co-diseño de escenarios de zonificación representa un enfoque interdisciplinario en la gestión ambiental, buscando reconocer la diversidad de conocimientos y perspectivas dentro de la comunidad. Involucrar a las mujeres y a la comunidad en general en la zonificación de los usos de los SE mejora la efectividad y sostenibilidad de las medidas de conservación y promueve la equidad de género y el empoderamiento comunitario en la generación de acciones de política para para la gestión del agua.

Las mujeres en su rol de usuarias del agua, tanto para fines domésticos como productivos, suelen mostrar una mayor preocupación por su mejor aprovechamiento, lo que se refleja en un cuidado más adecuado de sus beneficios provistos por los ecosistemas. Esta percepción fue confirmada por los habitantes locales en los acueductos de la zona de estudio. No obstante, tanto hombres como mujeres han trabajado arduamente en la conservación del acueducto rural en la cuenca del río Timbío, especialmente, en la protección del agua, como lo demuestran los esfuerzos conjuntos de los dos acueductos que forman parte de la Corporación de Cuencas del municipio de Timbío. Este compromiso comunitario refuerza la importancia de seguir avanzando en la creación y participación colectiva en la gestión estratégica del recurso hídrico dentro del ordenamiento territorial.

Referencias

- ACUERDO 016 2022. Consejo Municipal Timbío Cauca. Por el cual se adopta el plan básico de ordenamiento territorial. Municipal, se clasifican y, determinan usos del suelo y se establecen los sistemas estructurantes
- ARRILLAGA, C. E. L. (2018). La cartografía social como herramienta educativa. *Revista Científica*, 3(10), 232-247. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.10.12.232-247>
- ÁVILA CAMARGO, D. Y. (2020). La cartografía social como estrategia didáctica: reconociendo recorridos e imaginarios. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 46(3), 21-31. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052020000300021>
- BARRAGÁN GIRALDO, D. F. (2016). Cartografía social pedagógica: entre teoría y metodología. *Revista colombiana de educación*, (70), 247-285. Retrieved February 21, 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-39162016000100012&lng=en&tlng=es
- BHADURI, A., BOGARDI, J., SIDDIQI, A., VOIGT, H., VÖRÖSMARTY, C., PAHL-WOSTL, C., ... & OSUNA, V. R. (2016). Achieving sustainable development goals from a water perspective. *Frontiers in Environmental Science*, 4, 64. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00064>
- BOWLBY, S., LEWIS, J., MCDOWELL, L., & FOORD, J. (2023). The geography of gender. In *New Models in Geography-Vol 2* (pp. 157-175). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003419679>
- CASTAÑO-AGUIRRE, C. A., BARACALDO-SILVA, P., BRAVO-ARCOS, A. M., ARBELÁEZ-CARO, J. S., OCAMPO-FERNÁNDEZ, J., & PINEDA-LÓPEZ, O. L. (2021). Territorio y territorialización: una mirada al vínculo emocional con el lugar habitado a través de las cartografías sociales. *Revista Guillermo de Ockham*, 19(2), 201-217. <https://doi.org/10.21500/22563202.5296>
- GÄDICKE ROBLES, J., IBARRA PALMA, P., & OSSES BUSTINGORRY, S. (2017). Evaluación de las percepciones medioambientales en estudiantes de enseñanza media de la ciudad de Temuco, Región de La Araucanía. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 43(1), 107-121. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052017000100007>
- GARCÍA LUANGO, Y. (2020). *Mujeres de Rio Mar y Manglar: Autopercepción de los roles de la mujer negra del Pacífico Caucaño en la conservación ambiental y la protección del territorio ancestral*. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/4100>
- GUEVARA GIL, A., PINTO ORTIZ, Y., & SEGURU URRUNAGA, F. (2018). El derecho y la gestión de aguas transfronterizas. Quintas jornadas de derecho de aguas. Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento Académico de Derecho. Centro de Investigación, Capacitación y Asesoría Jurídica. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/166033>
- HUAMANI CORDOVA, E. S. (2020). Modelamiento de la tasa de descarga de Nitrógeno y Fósforo mediante el uso del software InVEST, en la microcuenca Nuñoa, Puno. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3776>
- KAKINUMA, K., & WADA, Y. (2024). Gender inequality in global water security. *Environmental Research Letters*, 19(11), 114071. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad8461>
- LAURIE, N. (2011). Gender water networks: femininity and masculinity in water politics in Bolivia. *International Journal of Urban and Regional Research*, 35(1), 172-188. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2427.2010.00962.x>
- LEONGÓMEZ, M. V. (2024). Mujeres y agua: vulnerabilidad y agencia en las mujeres rurales de la cuenca del río Fúquene, en Cundinamarca, Colombia. *Documentos d'Anàlisi Geogràfica*, 70(1), 107-126. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.854>
- MEZA CABRERA, R. (2023). Distribución territorial de la población y disponibilidad de agua en Pachuca de Soto, Hidalgo, para el año 2020. <http://200.57.56.70:8080/xmlui/handle/231104/4524>
- MCDOWELL, L. (2000). *Género, identidad y lugar: Un estudio de las geografías feministas*. Universitat de València.
- MORA, T. A. (2023). Community aqueducts in Colombia: advances, challenges and perspectives for social transformation in rural areas. *Espacio Sociológico*, (5). <https://doi.org/10.22490/28057007.8129>
- MORENO-QUINTERO, R., CÓRDOBA, D., & ACEVEDO, R. (2021). Decolonizing local planning through new social cartography: Making Black geographies visible in a plantation context in Colombia. *Third World Thematics: A TWQ Journal*, 6(4-6), 225-249. <https://doi.org/10.1080/23802014.2022.2061724>
- NAIGA, R., ANANGA, E. O., & KAKUMBA, U. (2024). Gendered participation in water governance: implications for successful communitybased water management and women empowerment. *International Journal of Rural Management*, 20(2), 255-270. <https://doi.org/10.1177/09730052231202567>
- RAMÍREZ, A. P. Q. (2024). Buen Vivir and Community Water Organisations in Colombia: Lessons for Social Work. *The British Journal of Social Work*, bcae100. <https://doi.org/10.1093/bjsw/bcae100>
- RIVERA, M. M. (2016). La equidad de género en la conservación y manejo de recursos en la diversidad biológica. *Revista "Alternativas en Psicología"*, 32.
- SAAD, D. (2024). Sustainable water management: Does gender matter? *Circular and Transformative Economy*, 175-187. <https://doi.org/10.1201/9781003327615>
- SALATA, S., GARNERO, G., BARBIERI, C. A., & GIAIMO, C. (2017). The integration of ecosystem services in planning: An evaluation of the nutrient retention model using InVEST software. *Land*, 6(3), 48. <https://doi.org/10.3390/land6030048>
- SILVA RODRÍGUEZ DE SAN MIGUEL, J. A. (2018). Gender and water management in Mexico. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 29(5), 842-858. <https://doi.org/10.1108/MEQ-10-2017-0112>
- UNITED NATIONS-UN (2024). The United Nations World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace. UNESCO, Paris.
- VOLLMER, D., BURKHARD, K., ADEM ESMAIL, B., GUERRERO, P., & NAGABHATLA, N. (2022). Incorporating ecosystem services into water resources management—tools, policies, promising pathways. *Environmental Management*, 69(4), 627-635. <https://doi.org/10.1007/s00267-022-01640-9>
- WANG, G., MANG, S., CAI, H., LIU, S., ZHANG, Z., WANG, L., & INNES, J. L. (2016). Integrated watershed management: evolution, development and emerging trends. *Journal of Forestry Research*, 27, 967-994. <https://doi.org/10.1007/s11676-016-0293-3>
- ZAMBRANO, I. N., MARTÍNEZ, N. Y. Ñ., VIDAL, L. G. B., & FÉRIZ-GARCÍA, D. A. (2021). Valoración sociocultural de servicios ecosistémicos a nivel local. *Revista Novedades Colombianas*, 16(1), Article 1. <https://doi.org/10.47374/novcol.2021.v16.2003>
- ZHANG, Z., ZHANG, L., XU, H., CREED, I. F., BLANCO, J. A., WEI, X., ... & BISHOP, K. (2023). Forest water-use efficiency: Effects of climate change and management on the coupling of carbon and water processes. *Forest Ecology and Management*, 534, 120853 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120853>

ABREVIATURAS

Ecosystem Services (ES)

Servicios Ecosistémicos (SE)