



Resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climático: un marco para la planificación municipal sostenible.

En el marco del Proyecto “Fortalecimiento de la resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climático en dos ciudades de la cuenca del río La Villa en el Arco Seco de Panamá”.





Resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climático: un marco para la planificación municipal sostenible.

En el marco del Proyecto “Fortalecimiento de la resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climático en dos ciudades de la cuenca del río La Villa en el Arco Seco de Panamá”.





Este trabajo se llevó a cabo mediante una subvención del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC-Canadá) y el Ministerio de Ambiente de Panamá (MiAMBIENTE). Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista de IDRC, su Consejo de Gobernadores y MiAMBIENTE.



Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte, y en cualquier forma, para fines educativos o sin fines de lucro, sin permiso especial del titular de los derechos de autor, siempre que se cite la fuente.

El Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), agradecerá recibir una copia de cualquier publicación que utilice este documento como fuente. Ningún uso de esta publicación puede ser para su venta o para cualquier otro propósito comercial.

Copyright (derechos de autor) © 2018, CATHALAC, IDRC Y MiAMBIENTE

Editores: Tania Maure; Freddy Picado; Margarita Chiurliza

Revisores: Octavio Smith, Lilian Suárez, Lyanne Salazar, Valentina Opolenko.

Fotografía: Edgardo Leoteau, Mónica Lopez, Tania Maure, Carlos Hernández.

Para más información:

Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe (CATHALAC). Edificio 111, Ciudad del Saber, Clayton Ciudad de Panamá, República de Panamá. Tel: +507-317-3200. Fax: +507-317-3299. www.cathalac.int

Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, Canada). www.idrc.ca

Ministerio de Ambiente de Panamá (MiAMBIENTE). www.miambiente.gob.pa

ISBN: 978-9962-674-08-5

Diseño y diagramación: Luis Armando Melillo

Impreso por: DE TODO EN MERCADEO (DTEM)



El proyecto *“Fortalecimiento de la resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climático en dos ciudades de la cuenca del río La Villa en el Arco Seco de Panamá”* fue ejecutado por CATHALAC con el financiamiento de IDRC-Canadá y MiAMBIENTE. Este proyecto da continuidad a la propuesta metodológica desarrollada por CATHALAC como resultado del proyecto *“Seguridad Hídrica y Cambio Climático en la región de América Central y el Caribe”*, también subvencionado por IDRC-Canadá, en relación al enfoque integrado de la gestión del agua desde la oferta y la demanda, así como el diseño de medidas de adaptación de los recursos hídricos, considerando diversas escalas geográficas.

El proyecto es relevante para el gobierno de la República de Panamá, porque da respuesta a parte de los compromisos de país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), específicamente en cuanto al rol del Ministerio de Ambiente de Panamá como Presidente de la Alianza de Países con Bosques Tropicales y su papel fundamental en la pasada COP21, logrando que se consideraran a los bosques tropicales como instrumentos de mitigación al cambio climático. También, aporta resultados clave relacionados con la gestión integrada del agua a nivel de cuenca, brindando elementos de juicios para la toma de decisiones respecto a la oferta hídrica (superficial y subterránea) y demanda de la cuenca; sobre la disponibilidad existente en la cuenca del río La Villa y cómo está distribuida. Establece nexos claros con las metas y retos del Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua para Todos; así como con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas, en particular con los ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), ODS 13 (Acción por el clima) y ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres). Por último, aporta insumos en el tema “agua” para la actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada a la Adaptación del Cambio (NDC) de la República de Panamá ante la CMNUCC; ya que la actual NDC solamente aborda la mitigación y dicho documento debe ser actualizado y presentado en el año 2020.

El proyecto tiene escalabilidad a la Región del Corredor Seco Centroamericano y otras cuencas priorizada de Panamá, también brinda aportes tangibles a la sostenibilidad hídrica de Panamá, ya que actualizó el marco de gobernanza existente en el área de estudio (Comité de Cuenca Hidrográfica del río La Villa), mediante la formación de capacidades dejando líderes jóvenes y comunitarios, miembros de instituciones municipales, gubernamentales, sector privado, ONG y mujeres, fortalecidos para contribuir a la sostenibilidad y resiliencia de sus recursos hídricos.

EL PROYECTO





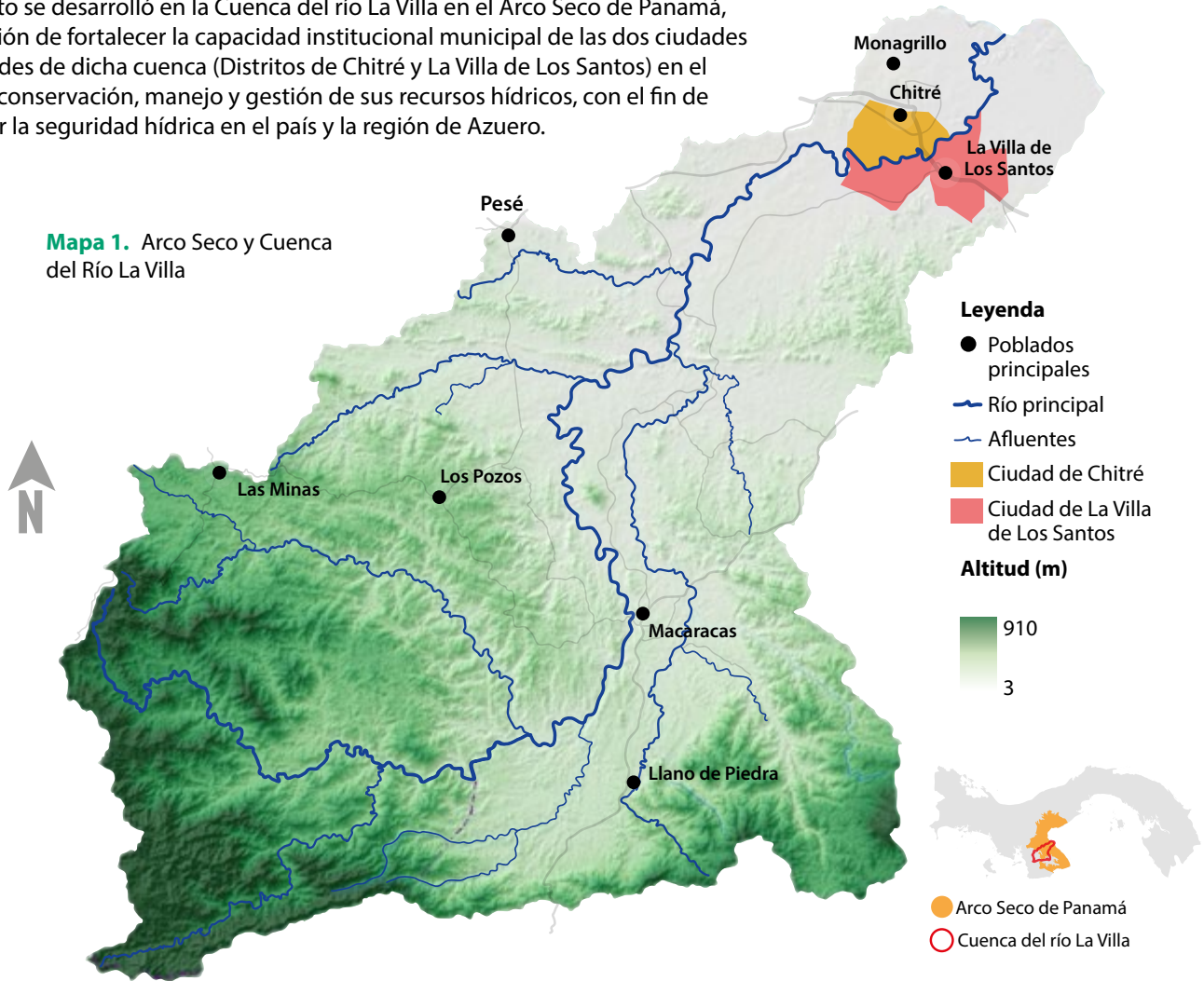
Índice de Contenido

Área de Estudio	6	Efecto invernadero	34
Arco Seco de Panamá	6	¿Qué es un Inventario de gases efecto invernadero?	34
Municipios de Chitré y Los Santos: un reto compartido	8	Diseño de mecanismos innovadores de financiamiento de proyectos de resiliencia	37
Objetivos del Proyecto	8	Fondo de agua	39
Modelo de gestión	12	Monitoreo participativo de los indicadores biológicos de las aguas superficiales	40
RESULTADOS	12	Diagnóstico del estado de los ecosistemas de humedales de la cuenca del río La Villa	47
Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca del río La Villa.....	12	Estudio de la gobernanza local para apoyar la resiliencia municipal sobre los recursos hídricos	50
Determinación de la oferta y demanda hídrica de la cuenca del río La Villa: Balance Hídrico	13	Vulnerabilidad de las mujeres de la cuenca del río La Villa frente a los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos	56
Estudio de vulnerabilidad actual y futura del recurso hídrico en la cuenca del río La Villa	15	ASPECTOS SOCIALES DE PARTICIPACIÓN	60
Vulnerabilidad Actual	15	Comité Asesor Técnico	60
Vulnerabilidad Futura	22	Grupos Focales de Participación (GFP).....	61
Propuesta de nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable para la cuenca del río La Villa	25	Fortalecimiento de las capacidades locales	62
Estudio para el mejoramiento y reforzamiento de los sistemas de agua potable ..	31	PLANES MUNICIPALES DE RESILIENCIA HÍDRICA .	63
Inventario de emisiones de los principales sectores de desarrollo de las ciudades de estudio	34	Medidas priorizadas de adaptación para la resiliencia del recurso hídrico en la cuenca del río La Villa.....	63
		AGRADECIMIENTOS	66

ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se desarrolló en la Cuenca del río La Villa en el Arco Seco de Panamá, con la visión de fortalecer la capacidad institucional municipal de las dos ciudades más grandes de dicha cuenca (Distritos de Chitré y La Villa de Los Santos) en el cuidado, conservación, manejo y gestión de sus recursos hídricos, con el fin de garantizar la seguridad hídrica en el país y la región de Azuero.

Mapa 1. Arco Seco y Cuenca del Río La Villa



Arco Seco de Panamá

El Arco Seco de Panamá tiene un área de 6,293 km², lo que representa aproximadamente el 9% del territorio de la República; y comprende las llanuras orientales y colinas de las provincias de Los Santos, Herrera y Coclé. El Arco Seco representa un espacio continuo del resto de América Central; sin embargo, tiene características únicas asociadas al fenómeno oceanográfico de afloramiento continental propio del Golfo de Panamá y del Golfo de Nicoya, entre Nicaragua y Costa Rica. En la actualidad, el Arco Seco de Panamá es una zona muy degradada, siendo el territorio del país con menor preci-

pitación anual (promedio de 1,000 mm/año) y que enfrenta los mayores periodos de déficit hídrico y de sequías (de hasta siete meses al año); no obstante, posee una gran importancia económica para el país.

A las condiciones climáticas secas del Arco Seco, se debe agregar los impactos del Fenómeno de El Niño el cual afecta periódicamente los cultivos de secano, también hace que los pastos queden mermados, lo que a su vez impacta la producción ganadera de la región, haciendo que los ganaderos tengan que buscar

nuevas zonas de pastos, aún a costa de terrenos forestales. Por otra parte, las reservas de agua para consumo humano se reducen, generando una afectación directa a la salud de los habitantes de la zona. Igualmente, los episodios de inundaciones ya reportados, se ven afectados por este fenómeno, aumentando la amenaza en una zona donde la vulnerabilidad es elevada, debido a las condiciones de las viviendas y el débil acceso a medios de comunicación.¹

1 Consejo Nacional de Desarrollo Sostenible (CONADES). Análisis y Diagnóstico Integrado: Provincia de Herrera. 2007.

Cuenca del río La Villa

Dentro de la zona del Arco Seco de Panamá, se localiza la cuenca hidrográfica del río La Villa que abarca el 57.39% de la provincia de Herrera y un 42.61% de la provincia de Los Santos. Su forma es alargada y bastante ancha en la parte alta y más angosta a medida que se aproxima a su desembocadura al océano Pacífico. Tiene un área de drenaje de 1,295.45 km² y una elevación media de 135 msnm. Su río principal es La Villa, el cual abastece a 4 potabilizadoras que sirven a 118,903 habitantes en la provincia de Herrera y 100,058 en la provincia de Los Santos.²

La cuenca del río La Villa es considerada una cuenca prioritaria por su importancia económica y por ser la cuenca más degradada del país³. La disponibilidad de agua para distintos usos se reduce anualmente debido a la variabilidad del clima y el cambio climático, así como a la explotación intensiva de la tierra que ha moldeado un ambiente semiárido, y que a su vez, potencia una peligrosa espiral de pobreza.⁴

La cuenca se conforma con los ríos El Gato, La Villa, Esqiguita, Estibaná y Quebrada Pesé, y se estructura en 9 Subcuencas: Quebrada Grande, Quebrada Pesé – Río La Villa, Quebrada Piedras – Río La Villa (alto), Quebrada Salitre – Río La Villa (medio), Río El Gato, Río Esqiguita, Río Estibaná, Río Tebarito y Río La Villa (bajo).⁵



Distrito de Chitré

El distrito de Chitré se encuentra situado en la Península de Azuero y tiene una extensión aproximada de 87.8 km². Está conformado por 5 corregimientos que son: Chitré Cabecera, Monagrillo, La Arena, Llano Bonito y San Juan Bautista.⁶ La ciudad de Chitré está considerada como una de las ciudades más importantes de las provincias centrales de la República de Panamá y está establecida como la cabecera de la provincia de Herrera.

Según el Censo del 2010, el municipio contaba con 50,684 habitantes generando una densidad de población de 577hab/km²; sin embargo, las proyecciones elaboradas por el INEC indican que la población estimada para el 2018 es de 56,344 habitantes.⁷

Los últimos reportes del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) al 2015 señalan que Chitré es uno de los distritos con menor pobreza y pobreza extrema, con números como 8.8% de pobreza y 1.9% de pobreza extrema, indicadores muy por debajo de la media nacional que promedia 23% y 10% de nivel de pobreza y pobreza extrema, respectivamente.



Distrito de Los Santos

El distrito de Los Santos tiene una extensión aproximada de 433 km² en superficie terrestre. Se ubica al noreste de la península de Azuero, en la denominada Tierra Llana de la provincia de Los Santos.

Está conformado por 15 Corregimientos que son: La Villa de Los Santos (Cabecera del Distrito), Los Olivos, La Colorada, El Guácimo, Las Guabas, Villa Lourdes, Las Cruces, Tres Quebrada, Agua Buena, Sabana Grande, Los Ángeles, La Espigadilla, Llano Largo, Santa Ana y El Ejido, que fue segregado del Corregimiento de Santa Ana según la Ley 97 del 12 de noviembre de 2013 y regirá a partir del 2 de mayo del 2019.⁸

Según el Censo del 2010 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), el municipio contaba con 25,723 habitantes y una densidad de población de 59,4 hab/km²; sin embargo, las proyecciones del INEC indican que para el 2018 su población aumentará a 27,321 habitantes.

La población urbana se concentra únicamente en el corregimiento de La Villa de Los Santos, donde el 84% de su población es urbana y solamente el 16% es rural.⁹

2 Según datos del Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) correspondientes al año 2012.

3 Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 1999. Estrategia nacional del ambiente - Panamá. República de Panamá.

4 Opolenko de Arjona, V. 2014. "Sensibilidad medioambiental a la desertificación en la cuenca del río La Villa, República de Panamá". Tesis presentada para optar al grado de Doctora en Tecnología Ambiental en la Universidad Internacional de Andalucía. España.

5 <https://apronadpanama.wordpress.com/category/rio-la-villa/>

6 Plan Estratégico Distrital Chitré 2018-2022

7 INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo), Contraloría General de la República de Panamá.

8 https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Los_Santos

9 Plan Estratégico Distrital. Municipio de Los Santos 2018-2019.

MUNICIPIOS DE CHITRÉ Y LOS SANTOS: UN RETO COMPARTIDO

Dado que ambas ciudades (Chitré y La Villa de Los Santos) son los principales centros urbanos comprendidos dentro de la cuenca del río La Villa, el reto principal de una propuesta de gestión de recursos hídricos que atienda el fortalecimiento de la resiliencia frente a los embates del cambio climático para ambos municipios, responde a que parte de su territorio municipal está en la parte baja de la cuenca y, por ende, sufre las consecuencias e impactos de procesos de gestión de la cuenca en la zona media y alta; es decir, en territorios extra municipales.

Sin embargo, en el trabajo con los diferentes actores municipales se encontraron varias e interesantes maneras de abordar la problemática, bajo un contexto de participación, fortalecimiento de capacidades, empoderamiento y alianzas público-privadas, así como el aprovechamiento de la gobernanza local existente con base en el Comité de Cuenca Hidrográfica del río La Villa.

En este sentido, establecer acciones enfocadas única y exclusivamente a la delimitación geográfica, social y política de los Municipios de Chitré y Los Santos, sin tomar en cuenta la totalidad del territorio de la cuenca y la adecuada gestión de sus recursos, no permitirá la sostenibilidad ambiental y mucho menos, generará la resiliencia hídrica que se pretende lograr.

Objetivos del Proyecto



Figura 1. Objetivos del Proyecto.

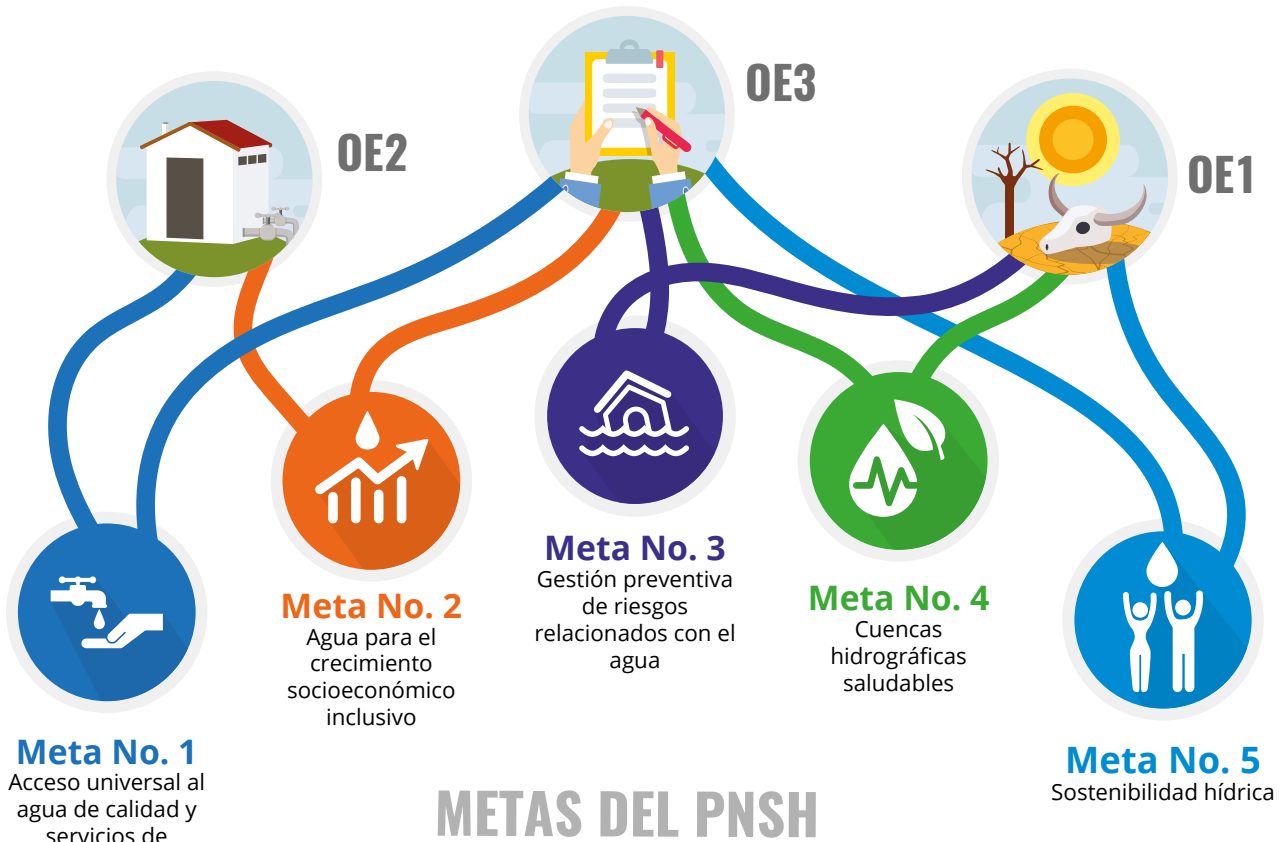


Figura 2. Nexos entre los objetivos específicos del Proyecto y las Metas del Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua Para Todos

Dada la posición geoestratégica de Panamá, el papel que su patrimonio hidrológico ha jugado en la consolidación de su economía y su vulnerabilidad ante posibles sequías e inundaciones, ha llevado al país a realizar una serie de acciones con el objetivo de replantear su relación con el agua. Sobre esa línea, se diseñó y se puso en marcha el Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua para Todos (PNSH), como resultado de un trabajo interinstitucional y con una amplia consulta pública. Este documento representa una hoja de ruta con cinco metas y retos específicos, alcanzables en un horizonte de 35 años, que son: acceso universal al agua de calidad y

saneamiento básico; agua para el crecimiento económico inclusivo; mantenimiento de las 52 Cuencas hidrográficas saludables; asegurar el funcionamiento de la infraestructura nacional de agua y saneamiento y finalmente, garantizar la sostenibilidad hídrica.

En este sentido, los alcances de los componentes del proyecto "Fortalecimiento de la Resiliencia de los recursos hídricos frente al Cambio Climático en dos ciudades de la cuenca del río La Villa del Arco Seco de Panamá" están estrechamente relacionados con las cinco metas del PNSH, así como de forma directa con algunos objetivos de desarrollo sostenible

(ODS), como el ODS 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, contemplado en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, ya que la metodología aplicada en la ejecución de este proyecto tiene su fundamento en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), cuyo enfoque se basa en cuatro "principios guía" que cubren aspectos ambientales, sociales, políticos y económicos. Además de ello, contribuyen en la atención de los cinco retos en seguridad hídrica planteados para Panamá, en el mencionado PNSH 2015-2050: Agua para todos (Figura 3).

De esta forma, los resultados obtenidos por el proyecto en el contexto del Objetivo Específico 1 (OE1): **identificar los riesgos presentes y futuros asociados a la provisión y demanda de agua frente a la variabilidad del clima y al cambio climático en las ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos**; tiene un nexo fuerte con las Metas 3, 4 y 5 y los Retos 2 y 3 del PNSH; ya que brinda elementos de juicios para la toma de decisiones respecto a la oferta hídrica (superficial y subterránea) y demanda de la cuenca; sobre la disponibilidad existente (R2) en la cuenca del río La Villa y cómo está distribuida en la misma. Se encontró que en la parte alta y media se cuenta con disponibilidad hídrica; sin embargo, debido a que la demanda se concentra en la parte baja, la disponibilidad en esta zona disminuye considerablemente, mayormente en los meses secos y los meses de mayo, julio y agosto que corresponden a la estación lluviosa.

También, se analizaron los impactos del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en las variables precipitación, caudal y temperatura. La temporada relativamente seca (diciembre a abril), es más influenciada por el fenómeno ENOS, causando un aumento significativo de las precipitaciones en los meses de febrero y marzo. Mientras en la temporada lluviosa (mayo a noviembre), el impacto de la fase El Niño (R2) es menor (disminuciones de la precipitación entre 5 y 17%), observándose un impacto más claro de la fase La Niña con incrementos de las lluvias mensuales hasta de 54% en el mes de agosto. Los caudales guardan relación directa con el comportamiento de la precipitación (distribución espacial y temporal). El fenómeno ENOS influye mayormente en la estación seca (M3, R2), ya que ambas fases (Niño y Niña) causan un aumento significativo en los caudales y la temporada lluviosa se ve afectada por la fase La Niña con aumentos de hasta el 60% respecto a la condición normal.

Para conocer mejor los riesgos relacionados con el agua (M2) y la sostenibilidad hídrica a futuro (M5), se realizó modelación con escenarios de cambio climático para estimar los cambios en la precipitación, caudales y temperatura (2050 y 2070) para evaluar la disponibilidad futura bajo un clima cambiante (R2). Se encontró que en los meses secos podrían presentarse incrementos en la precipitación por arriba del 50% de la norma histórica, acentuándose mayormente en el mes de marzo. La tendencia en los meses lluviosos muestra disminuciones que llegan a -40%. Según los escenarios analizados, para la variable temperatura, podrían presentarse

aumentos durante todos los meses del año entre +0.6°C hasta +2°C, acentuándose estos incrementos en los meses de abril y noviembre.

El estudio de localización de nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable para los habitantes de la cuenca media del río La Villa, permitió delinear dos zonas acuíferas con perspectivas: Borrola – La Colorada y Pesé, cuya principal característica hidrogeológica es su permeabilidad secundaria, de tal forma que estas nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable pueden utilizarse a corto y mediano plazo. Tal resultado brinda elementos de juicios orientados al cumplimiento de la Meta 1 (acceso universal al agua de calidad) y a la Meta 2 (agua para el crecimiento socioeconómico inclusivo) del PNSH a nivel local. También aporta

al Reto 1, en cuanto al suministro sostenido con agua de calidad y al Reto 2 en relación a incrementar la disponibilidad. Al mismo tiempo está en línea con el ODS 6, al brindar alternativas de acceso a fuentes mejoradas de agua potable y busca como estimular la eficiencia hídrica, ya que el documento técnico elaborado puede servir en calidad de guía para los gestores del recurso hídrico nacional, en aras de abandonar el esquema existente de simple extracción.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

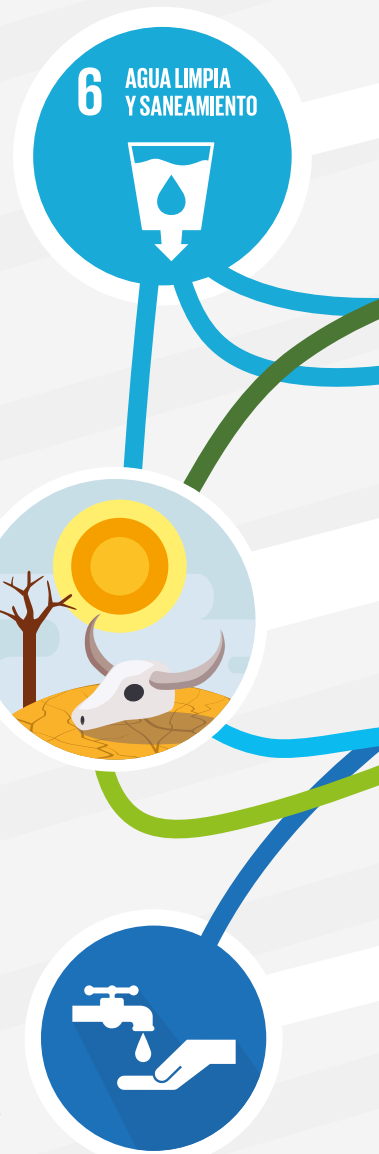
OE1

Identificar los riesgos presentes y futuros asociados a la oferta y demanda de agua frente a la variabilidad y al cambio climático en Chitré y La Villa de Los Santos.

Retos a la seguridad hídrica de Panamá
Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua para todos

Retos N°1

Alcanzar el 100% de cobertura sostenida con agua de calidad y servicios básicos



Por otra parte, el enfoque de resiliencia que tiene el proyecto, ha permitido fortalecer las capacidades de los municipios beneficiarios (Chitré y Los Santos), así como de actores relevantes de la sociedad civil, academia, ONG, líderes locales (hombres, mujeres y jóvenes) mediante un proceso de integración y participación equitativa e igualitaria en la planificación, monitoreo, evaluación y gestión del agua

a nivel de la cuenca, resultados que a la vez son cónsonos con la Meta 5 (Sostenibilidad hídrica); permitiendo la articulación exitosa (directa e indirecta) con varias de las metas contempladas en ODS (5, 11, 13 y 15), además del ya citado ODS 6: agua limpia y saneamiento.

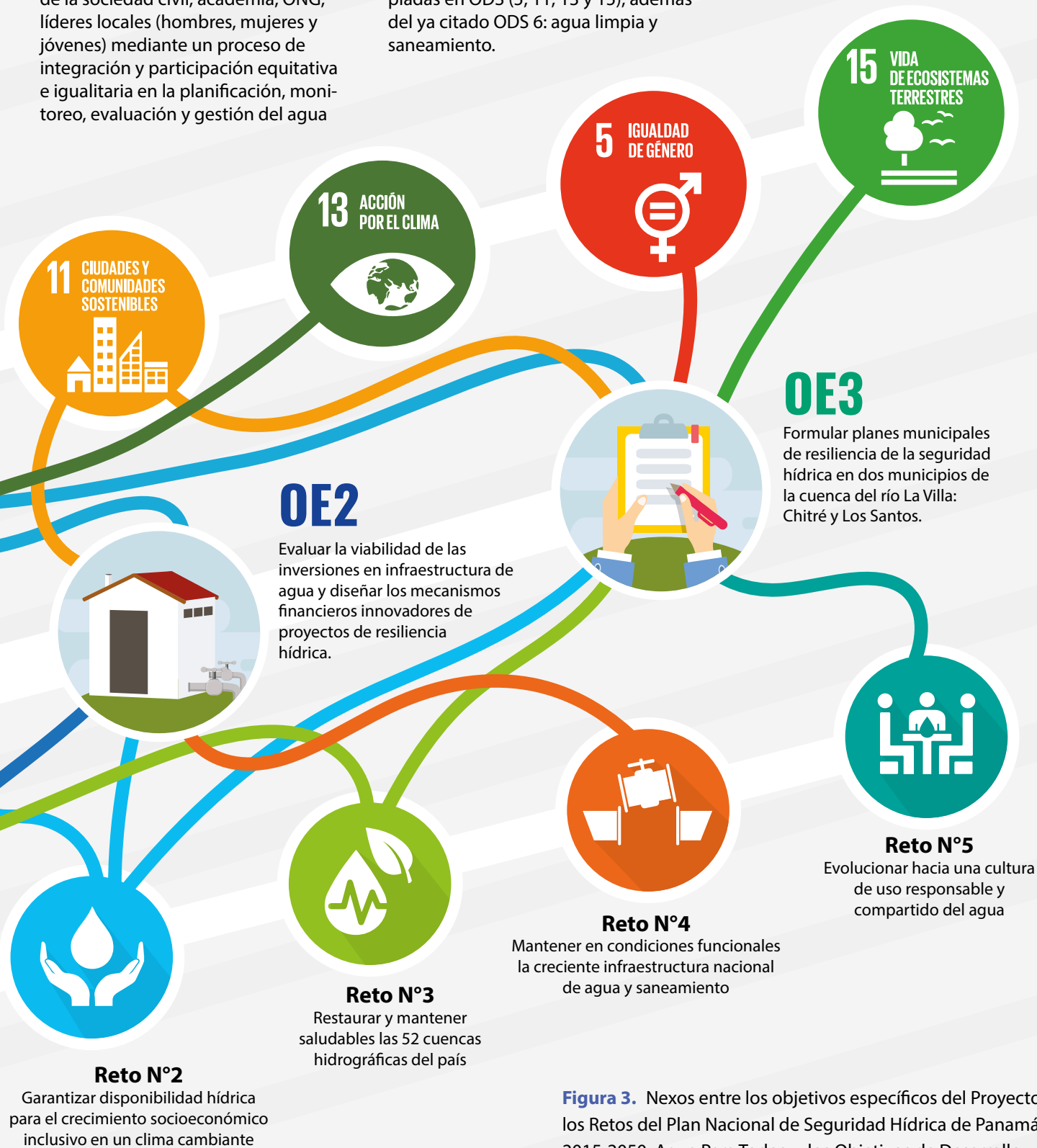


Figura 3. Nexos entre los objetivos específicos del Proyecto, los Retos del Plan Nacional de Seguridad Hídrica de Panamá 2015-2050: Agua Para Todos; y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas.

MODELO DE GESTIÓN

Se trabajó una **gestión conjunta** entre diversas instituciones y la sociedad civil, para fortalecer sus **capacidades de planificación, financiamiento, administración e información**; de tal forma que aseguren el camino para construir la resiliencia hídrica en los distritos de Chitré y Los Santos y sea extensiva a la totalidad de los distritos de la cuenca.

Este modelo de gestión permitió la fusión de los aspectos científicos y técnicos con los sociales, integrando la gestión del agua superficial y subterránea en un sentido cualitativo, cuantitativo y ecológico, desde una perspectiva multidisciplinaria y centrada en las necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua.

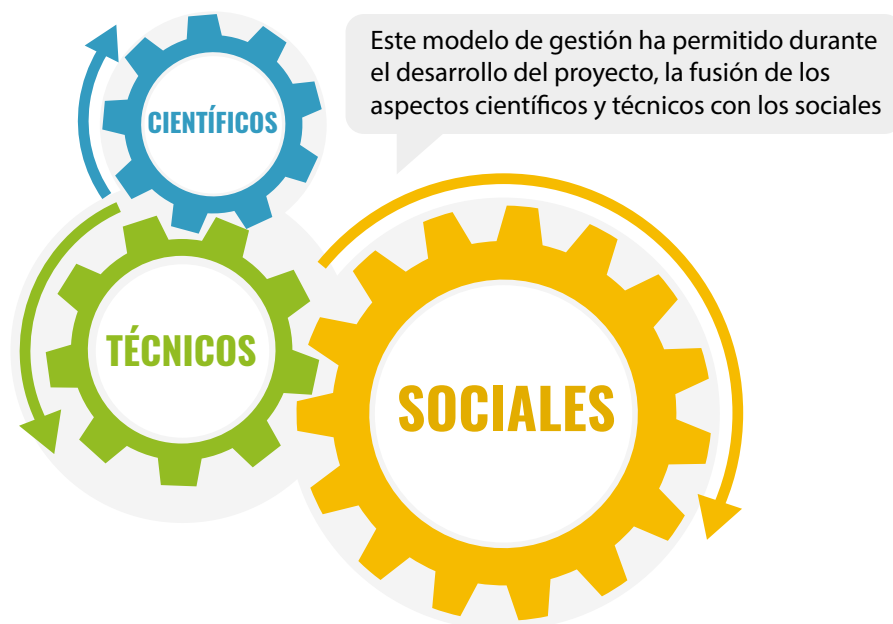


Figura 4. Modelo de gestión

RESULTADOS

Evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca del río La Villa

La gestión integrada del agua de las cuencas debe incluir el alcance de metas económicas, sociales y ambientales que se enfoquen en el uso racional de los recursos. En este sentido, se habla de gestión integrada del agua, puesto que requiere de la participación conjunta de las autoridades municipales, gubernamentales y la población en general, que aseguren el abastecimiento de agua (oferta), así como ser garantes de su adecuada utilización (demanda).

La oferta de agua en la cuenca

La oferta hídrica corresponde al volumen disponible de agua necesario para satisfacer la demanda que generan las actividades sociales y económicas de la población en general.

La demanda de agua en la cuenca

La demanda de agua corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales; es decir, de las actividades antrópicas sociales y económicas (uso doméstico, industrial, sector servicios, pecuario y otros).

La cuantificación de la oferta y demanda de agua constituye el elemento principal para la toma de decisiones en los procesos de gestión del recurso hídrico de la cuenca, así como el establecimiento de políticas nacionales, sectoriales y locales que permitan la resiliencia y sostenibilidad de este valioso recurso.

Determinación de la oferta y demanda hídrica de la cuenca del río La Villa: Balance Hídrico

¿Qué se hizo?

Para comprender la dinámica de las variables hidrológicas de la cuenca a nivel espacial, temporal y cuantitativo se utilizó la herramienta WEAP (Water Evaluation and Planning System) que es una herramienta de planificación integrada del recurso hídrico, lo cual permite representar condiciones actuales del agua en un área determinada y simular los usos de agua

existentes. El análisis comprendió un periodo de 30 años (1985-2014) a paso de tiempo mensual.

Se realizó un balance hídrico, logrando obtener la oferta (superficial y subterránea) de la cuenca y conocer respecto a la demanda, qué disponibilidad existe en la cuenca actualmente y cómo está distribuida en la misma. La demanda integra información de concesiones

de agua oficiales por parte del Ministerio de Ambiente (MiAMBIENTE), del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y en cuanto a información de las Juntas Administradoras de Acueductos Rurales se gestionó en la base de datos del SIASAR.¹⁰

¹⁰ <http://www.siasar.org/es/paises/panama>

¿Qué se encontró?

El balance hídrico se compone de entradas y salidas de agua en la cuenca (Figura 5). La precipitación es la entrada de agua a la cuenca hidrográfica. Las salidas de agua las componen: evapotranspiración, escorrentía superficial, interflujo o flujo lateral y el flujo base. La disminución y aumento de humedad del suelo, es la retención de agua por el suelo.

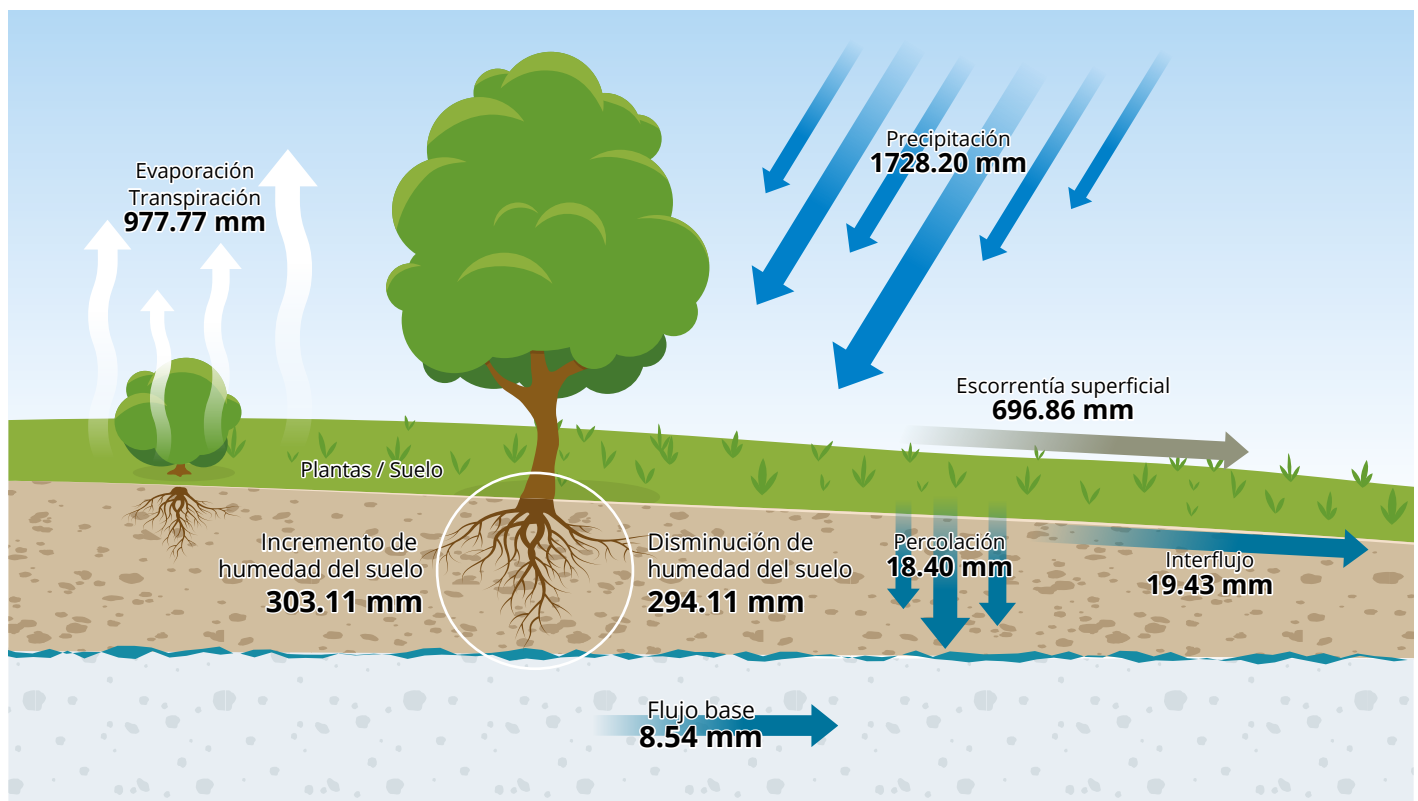


Figura 5. Balance hídrico promedio anual en la cuenca del río La Villa.

Tabla 1. Componentes del balance hídrico mensual de la cuenca del río La Villa en el periodo 1985-2014.

Variables del balance hídrico	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Flujo Base	0.74	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.71	0.72	8.58
Disminución de humedad del suelo	74.17	64.27	60.17	23.10	0.20	0.12	3.28	2.28	0.55	1.56	13.74	50.66	294.11
Evapotranspiración	76.07	64.61	64.43	57.24	71.37	80.17	87.48	94.81	99.51	106.04	92.55	83.50	977.77
Percolación	1.64	1.15	0.78	0.59	0.80	1.24	1.50	1.69	1.98	2.34	2.48	2.21	18.40
Incremento de humedad del suelo	0.08	0.07	1.86	6.50	85.82	60.79	22.70	31.90	40.12	42.53	10.43	0.32	303.11
Interflujo (Flujo lateral)	1.70	1.18	0.79	0.59	0.81	1.27	1.55	1.76	2.22	2.44	2.81	2.31	19.43
Precipitación	10.43	5.25	8.42	51.65	202.65	208.36	172.14	217.29	260.57	309.11	205.53	76.80	1728.20
Escorrentía superficial	4.36	1.79	1.84	9.10	43.34	64.31	61.50	88.72	116.59	156.62	110.30	38.39	696.86

Valores en milímetros (mm)

En este estudio la oferta hídrica es constituida por la escorrentía superficial y el agua subterránea (interflujo y flujo base).

Se encontró que en la parte alta y media de la cuenca del río La Villa, se cuenta con disponibilidad hídrica; sin embargo, debido a que la demanda en esta cuenca se concentra en la parte baja (mayormente en el distrito de Chitré), la disponibilidad en esta zona disminuye considerablemente, en la temporada seca, principalmente los meses de febrero y marzo que tienen déficit de agua.

¿Qué significa este resultado?

Los resultados del balance hídrico indican que la cuenca del río La Villa tiene la capacidad de solventar las necesidades de consumo de sus habitantes y de las actividades que en ella se realizan durante la época lluviosa (mayo a noviembre). No obstante, se presenta un déficit para ciertos meses en la época seca, ya que la oferta en este periodo sólo es del 8.97%. A nivel de cuenca la oferta total es de 938 millones m³/año y el volumen de la demanda total es de 83 millones m³/año; es decir, la demanda total es menos del 10% de la oferta total de agua en la cuenca.

Tabla 2. Oferta y Demanda anual en la Cuenca del río La Villa.

	Descripción	m ³ /año
OFERTA	Escorrentía	902,401,204.98
	Agua Subterránea	36,308,318.43
	Total Oferta	938,709,523.41
DEMANDA	Concesiones oficiales del MiAMBIENTE	*41,038,665.12
	Pozos	**21,330,902.01
	Plantas potabilizadoras	20,869,000.00
	Total Demanda	83,238,567.13
Oferta disponible		855,470,956.28

*Información recopilada de la base de datos oficial del MiAMBIENTE

**Los pozos incluyen información del MIDA, IDAAN, MINSA/SIARAR.

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD ACTUAL Y FUTURA DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA DEL RÍO LA VILLA

Vulnerabilidad Actual

El IPCC¹¹ define la vulnerabilidad al cambio climático como “el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a los efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima”. En la cuenca del río La Villa se evaluó la vulnerabilidad con base a tres elementos:

- **Exposición:** que corresponde al tipo y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes.
- **Sensibilidad:** se refiere al cambio en condiciones de equilibrio y el nivel en que la cuenca resulta afectada.
- **Capacidad de Adaptación:** que se refiere a la capacidad de la cuenca para ajustarse a los cambios extremos.

Para fines prácticos, la vulnerabilidad actual tomó como base datos socioeconómicos y biofísicos del área de estudio en el periodo comprendido entre 1980 y 2015 y datos de escenarios climáticos proyectados al 2050.

¹¹ IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático, cuerpo técnico asesor de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

¿Qué se hizo?

Se tomaron en cuenta varios factores para estimar la vulnerabilidad del recurso hídrico frente al cambio climático, igualmente se establecieron indicadores asociados a cada factor (Tabla 3).

Tabla 3. Factores e indicadores asociados al cálculo del índice de vulnerabilidad actual.

Factores para el cálculo de vulnerabilidad	Indicador asociado
Infraestructura	Porcentaje de viviendas por distrito que presentan servicios de agua potable
Medio natural	Pendiente, precipitación, temperatura, cobertura boscosa, índice de vegetación y espacio protegido.
Medio socioeconómico	Índice de pobreza para el año 2015* y el Índice de escasez de los recursos hídricos.**
Aspectos financieros	Proyectos en ejecución o realizados en la cuenca el río La Villa.

* Desarrollado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

** Aplicando la fórmula del Programa Hidrológico Internacional / UNESCO (Organización de Naciones Unidas para la Ciencia y la Tecnología).

Se consideró la expresión de vulnerabilidad definida por el IPCC en términos de:

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Exposición} + \text{Sensibilidad} - \text{Capacidad de adaptación}$$

Asimismo, se definieron las categorías para la vulnerabilidad (Tabla 4) a partir de los valores del índice por obtener.

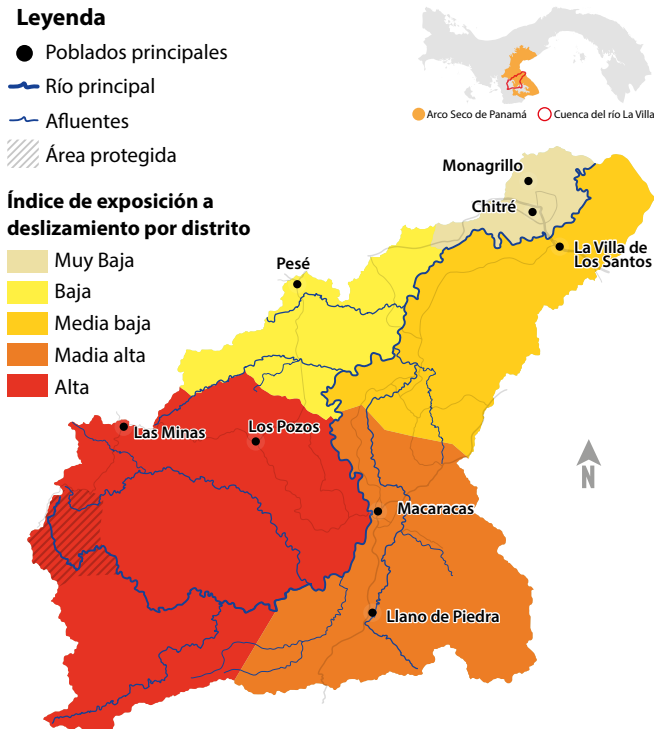
Tabla 4. Categorías de Vulnerabilidad

Valor del índice	Categoría
0-0.1	Muy baja
0.1-0.3	Baja
0.3 a 0.5	Media baja
0.5 a 0.7	Media alta
0.8 a 1.0	Alta
Mayor a 1	Muy alta

¿Qué se encontró?

Exposición

Exposición a fenómenos asociados al cambio climático



Mapa 2. Exposición a Deslizamiento por Distrito, considerando la metodología de MORA VAHRSON

Fuente de datos: DEM SRTM de 30 m de resolución de NASA. Elaboración propia



Mapa 3. B. Exposición a inundaciones por Distritos

Fuente de datos: Elaboración propia

Índice de Exposición Integrada

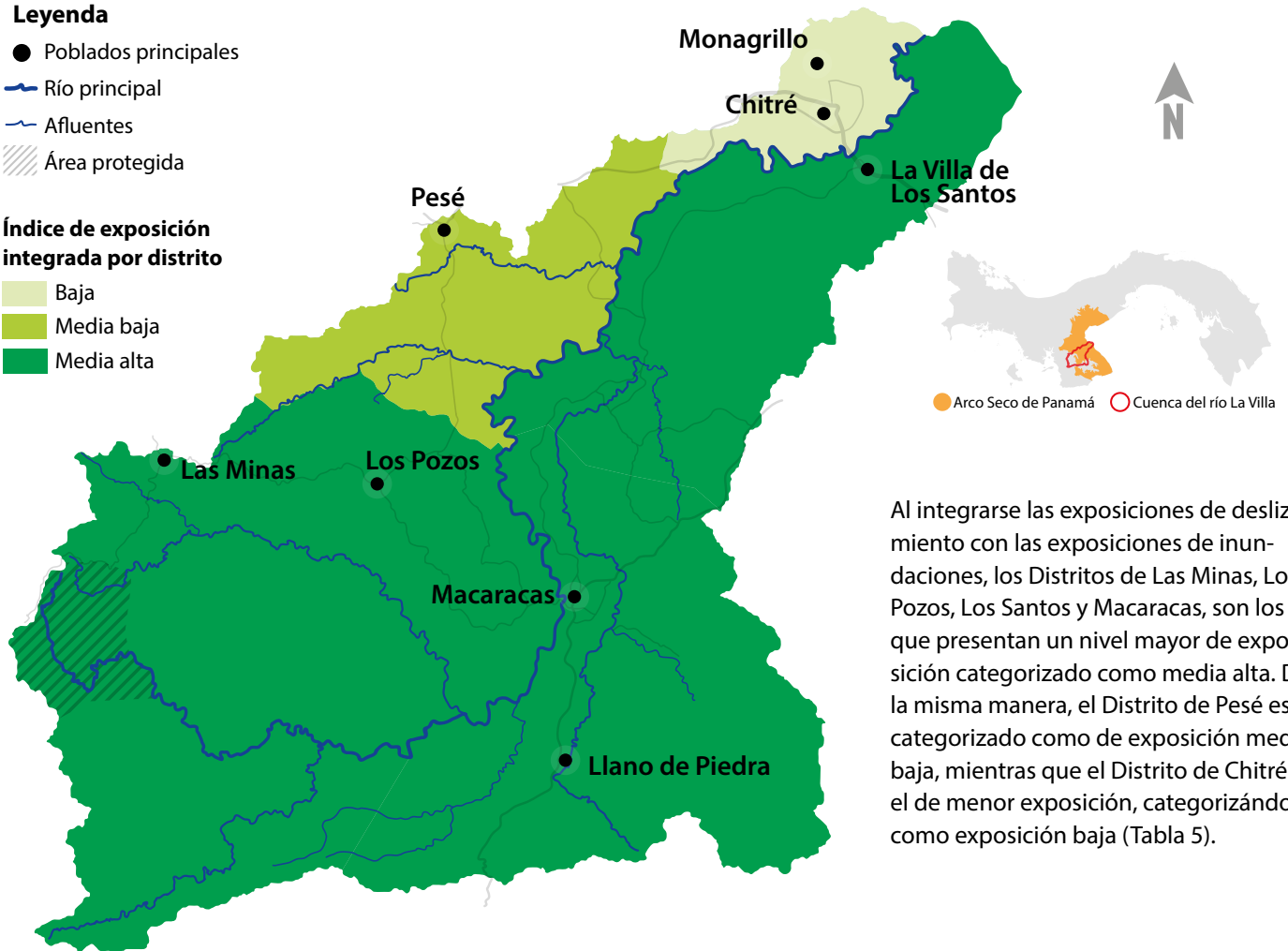
Deslizamientos e inundaciones

Legenda

- Poblados principales
- Río principal
- Afluentes
- ▨ Área protegida

Índice de exposición integrada por distrito

- Baja
- Media baja
- Media alta



Al integrarse las exposiciones de deslizamiento con las exposiciones de inundaciones, los Distritos de Las Minas, Los Pozos, Los Santos y Macaracas, son los que presentan un nivel mayor de exposición categorizado como media alta. De la misma manera, el Distrito de Pesé está categorizado como de exposición media baja, mientras que el Distrito de Chitré es el de menor exposición, categorizándose como exposición baja (Tabla 5).

Mapa 4. Mapa de exposición integrada a fenómenos asociados al Cambio Climático: deslizamientos e inundaciones por Distritos en la cuenca del río La Villa del Arco Seco de Panamá.

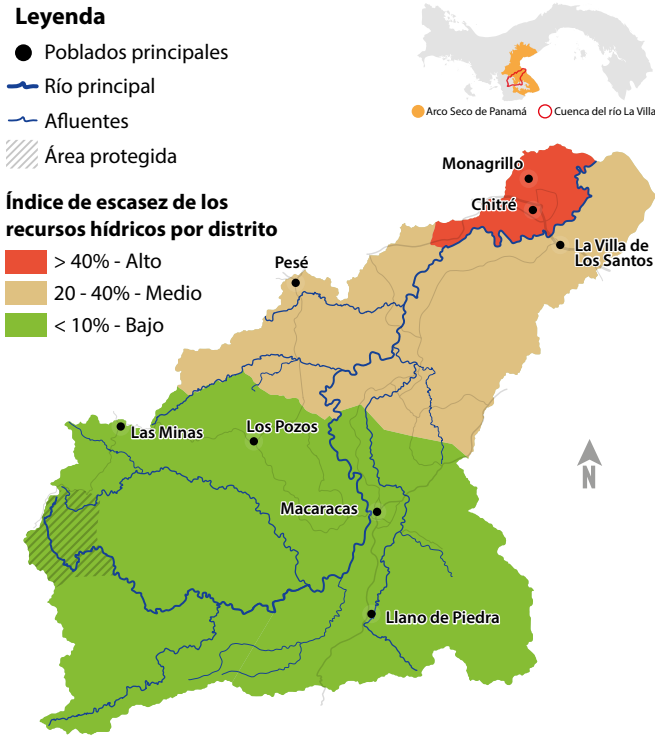
Fuente de datos: Elaboración propia

Tabla 5. Valores estimados para el Índice de Exposición de acuerdo a la metodología de IPCC.

Distrito	Índice de Exposición		
	Deslizamiento	Inundación	Valor Integrado
Chitré	0	0.4	0.2
Pesé	0.2	0.4	0.3
Las Minas	0.8	0.2	0.5
Los Pozos	0.8	0.2	0.5
Los Santos	0.4	0.6	0.5
Macaracas	0.6	0.4	0.5

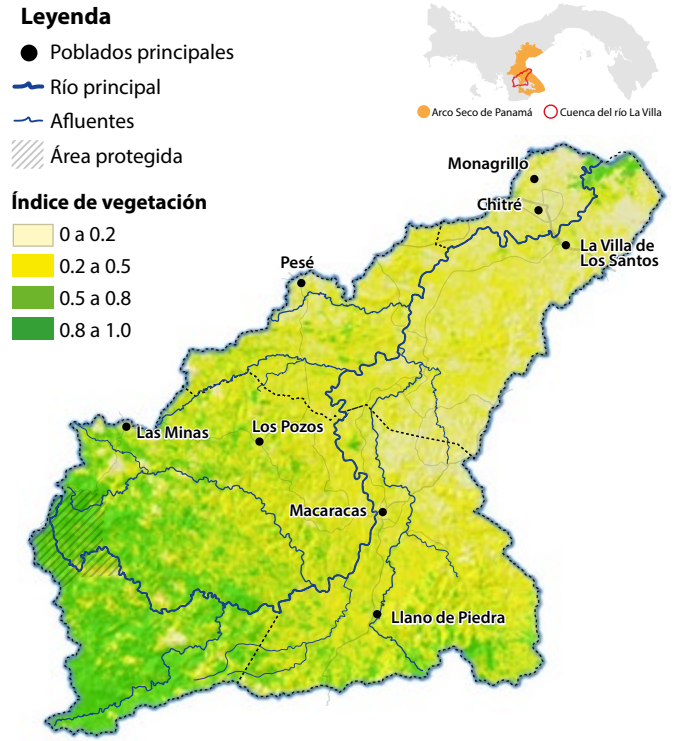
Índice de Sensibilidad

Escasez de recursos hídricos, vegetación, cobertura boscosa y uso de suelo



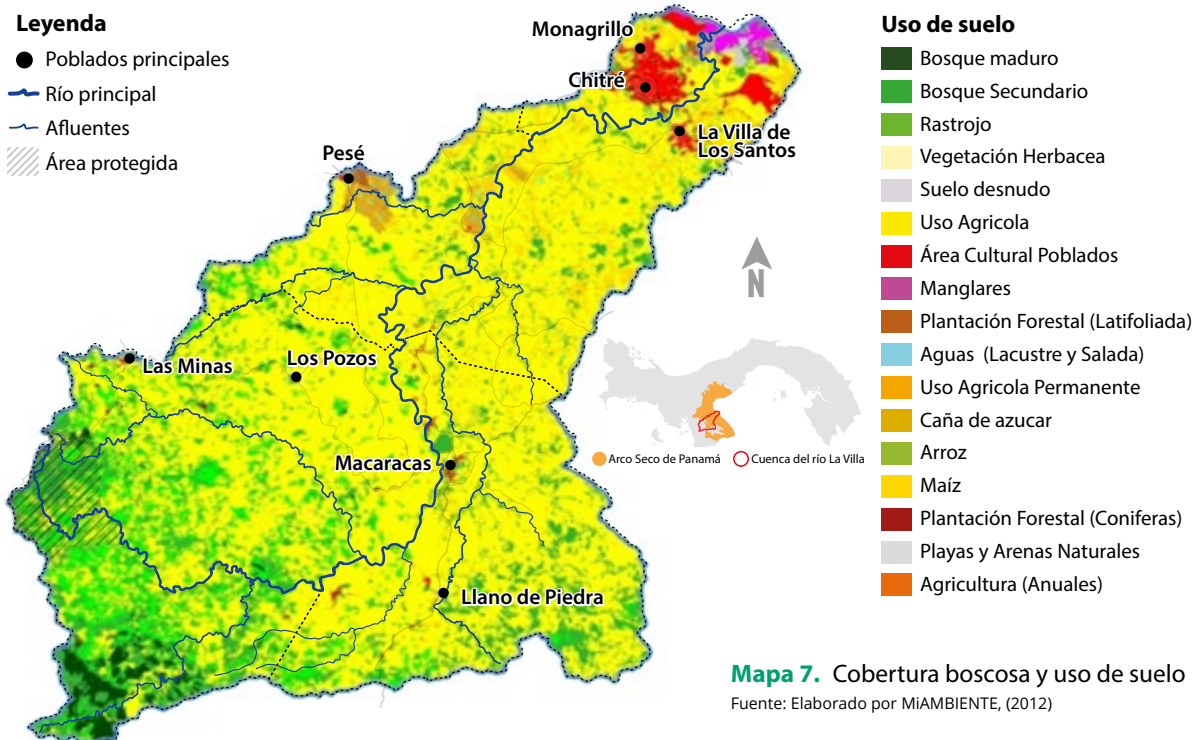
Mapa 5. Índice de Escasez de Recursos Hídrico por Distrito

Fuente de datos: Elaboración con datos de MIAMBIENTE (2017)



Mapa 6. Índice de Vegetación

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Imagen Satelital Landsat de Marzo de 2016



Mapa 7. Cobertura boscosa y uso de suelo

Fuente: Elaborado por MIAMBIENTE, (2012)

Índice de Capacidad de Adaptación



Los Distritos de Chitré y Los Santos son los que presentan una mejor capacidad de adaptación a la disponibilidad de los recursos hídricos, categorizada como Media Alta. Lo anterior, guarda relación con los niveles socioeconómicos y las infraestructuras que poseen dichos Distritos para la disponibilidad y acceso del agua.

En el caso del Distrito de Las Minas, este presenta un índice de capacidad adaptativa bajo, que va ligado a las condiciones socioeconómicas del Distrito, cuyo nivel de desarrollo es inferior y su índice de pobreza mayor, al del resto de los Distritos (Tabla 7).

Mapa 9. Capacidad de Adaptación por Distrito en la cuenca del río La Villa del Arco Seco de Panamá.

Fuente de datos: Elaboración propia

Tabla 7. Cálculo de la Capacidad de Adaptación para los Distritos del área de estudio.

CATEGORÍA	INDICADOR3	DISTRITO											
		Chitré		Las Minas		Los Santos		Pesé		Los Pozos		Macaracas	
		E	CA	E	CA	E	CA	E	CA	E	CA	E	CA
Infraestructura	Existencia de vivienda con suministro de agua potable	0.8		0.1		0.7		0.7		0.7		0.7	
Natural	Índice de vegetación	0.3	0.5	0.4	0.3	0.3	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4
	Cobertura boscosa	0.3		0.4		0.3		0.3		0.3		0.3	
	Espacio protegido	0.0		0.3		0.0		0.0		0.0		0.0	
	Pendiente	0.6		0.5		0.6		0.4		0.5		0.5	
	Precipitación	0.6		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	
	Temperatura	0.6		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	
Socioeconómico	Índice de Pobreza	0.8	0.1	0.7	0.3	0.2	0.3						
	Índice de Escasez de Recursos Hídricos	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4						
Financiero	Proyectos en ejecución o realizados	0.7	0.2	0.6	0.6	0.6	0.6						

E: Evaluación, CA: Capacidad Adaptación

Índice de Vulnerabilidad integrado

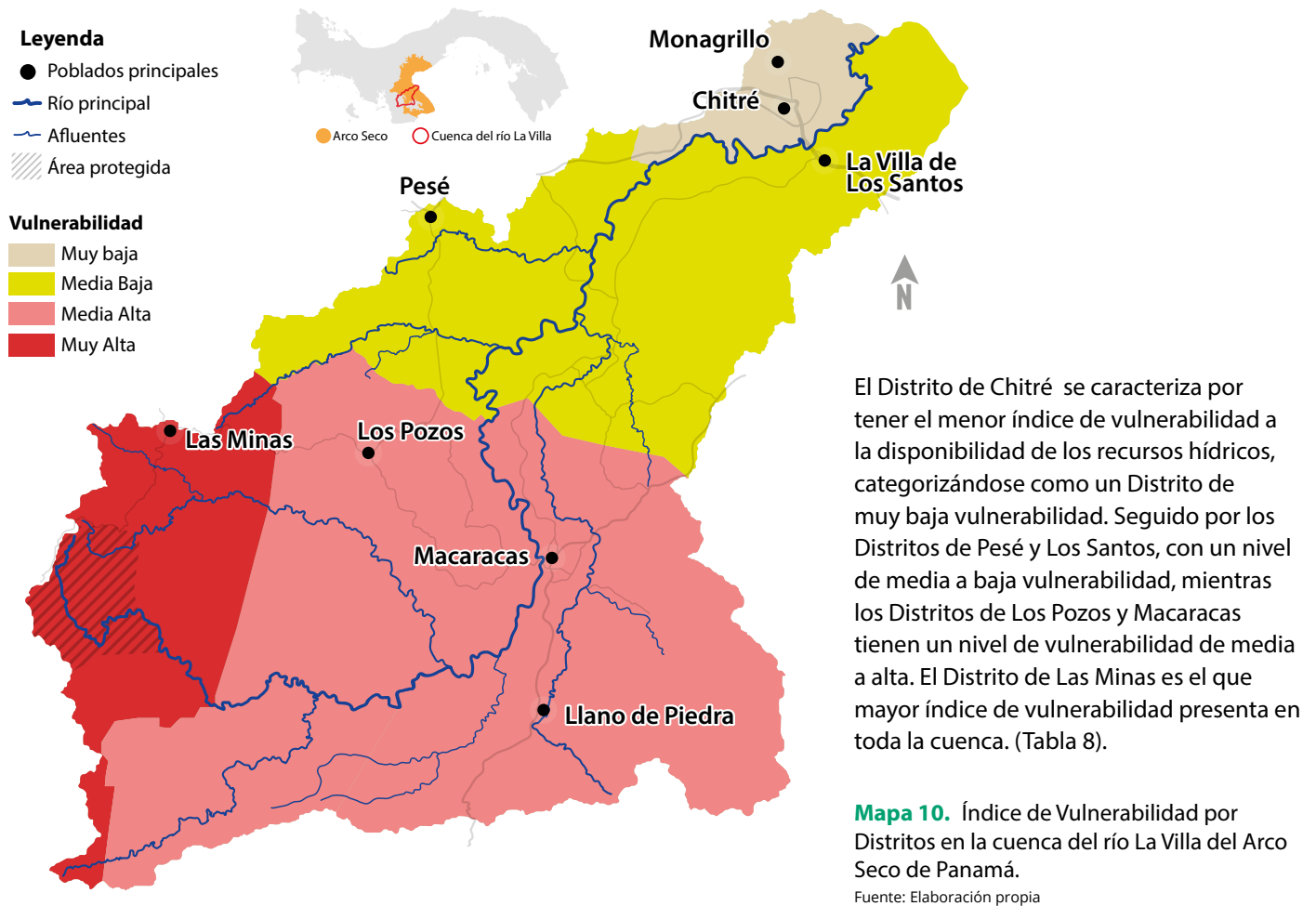


Tabla 8. Análisis de Vulnerabilidad por Distrito

Distrito	Índice de Exposición	Índice de Sensibilidad	Capacidad de Adaptación	Índice de Vulnerabilidad Actual
Chitré	0.2	0.4	0.5	0.1
Los Santos	0.5	0.4	0.5	0.4
Macaracas	0.5	0.4	0.4	0.5
Pesé	0.3	0.5	0.4	0.4
Los Pozos	0.5	0.5	0.4	0.6
Las Minas	0.5	0.6	0.3	0.8

¿Qué significa este resultado?

Las realidades de las condiciones socioeconómicas de los Distritos de la cuenca del río La Villa ubican a Chitré, Los Santos y Pesé, como los Distritos con mejores condiciones en toda la cuenca, seguido por los Distritos de Macaracas y Los Pozos y por último el Distrito de Las Minas, cuyas condiciones está más limitada.

El Distrito de Chitré, pese a que tiene la vulnerabilidad más baja, debe contemplar en sus procesos de planificación municipal y ambiental del territorio, reducir su exposición a las

inundaciones; mientras que el Distrito de Los Santos debe considerar disminuir su exposición a las inundaciones y deslizamientos de tierra.

Las Minas es el Distrito con menores condiciones favorables en términos socioeconómicos y con mayor vulnerabilidad. Sin embargo, se debe tener presente que en su territorio nace el río La Villa y por lo tanto se encuentra la única área protegida existente (Reserva Forestal El Montuoso) dentro de la cuenca. Por lo tanto se debe fortalecer el proceso de inver-

sión mixta público privada en aras de fomentar la protección de dicha reserva forestal, con alternativas de turismo y manejo sustentable de los recursos suelo, forestal y agua; que fortalezcan los medios de vida de la población de este Distrito.

Los Distritos de Pesé y Macaracas, debido a sus infraestructuras, presentan condiciones potenciales para mejorar sus índices de vulnerabilidades. Esto se puede lograr en la medida en que disminuya paulatinamente sus niveles de pobreza.



Vulnerabilidad Futura

En la actualidad, cada vez hay mayor evidencia de los cambios en la variabilidad del clima que incrementa la frecuencia de las amenazas climáticas y de sus impactos negativos en la sociedad y sistemas productivos. Con el cambio climático, estas amenazas podrán ser aún más intensas y generar condiciones potencialmente insostenibles de afrontar. Por ello, conocer las perspectivas futuras de nuestro entorno respecto a la vulnerabilidad climática, permite definir y priorizar las acciones de reducción, mitigación y control de factores del riesgo, al mismo tiempo que se fomenta la resiliencia climática y la adaptación.

¿Qué se hizo?

En este caso en particular, a fin de conocer el comportamiento de la cuenca hacia el futuro, se estudiaron los datos relacionados con el crecimiento acelerado de la demanda de los recursos hídricos en la cuenca. También se evaluaron los resultados de las salidas de los Escenarios de Cambio Climático (ECC) referidos a los modelos el NorESM1-M y el CCSM4. De manera secuencial, se realizaron ejercicios de modelación hidrológica para la cuenca, con un horizonte de tiempo hacia el 2050 y 2070, así como bajo el análisis de las trayectorias RCP2.6, 4.5, 6.0 y 8.5.

¿Qué se encontró?

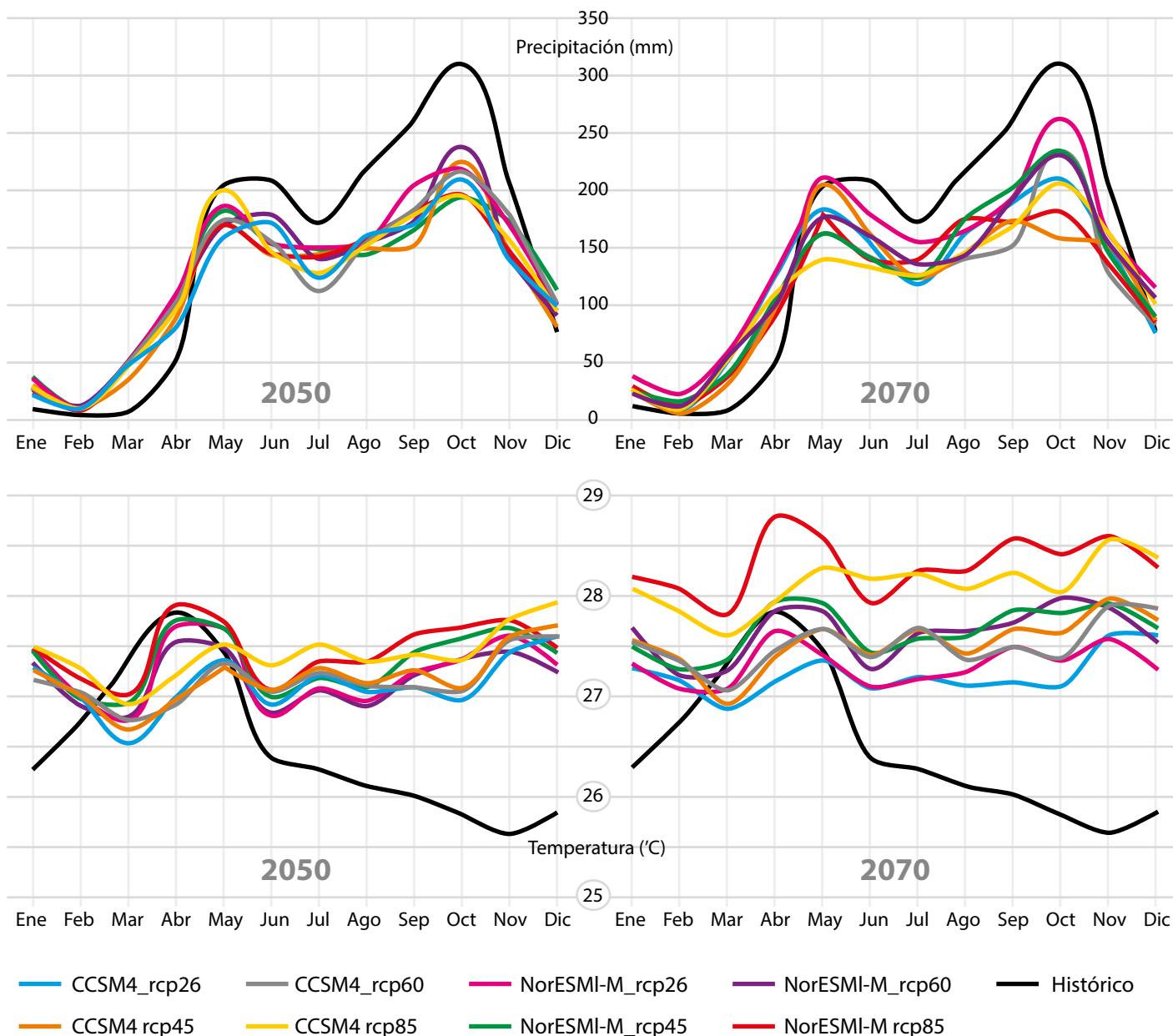


Figura 6. Escenarios de precipitación para el modelo NorESM1-M y CCSM4

Escenarios de precipitación

El Para los meses de verano (diciembre hasta abril-mayo) los valores medios mensuales tienden a ser mayores en comparación con la media histórica, indicando que existirán condiciones para veranos con un poco de más humedad atmosférica. La temporada de lluvias, en general, muestra valores menores a los que históricamente han ocurrido; además, se mantienen los dos máximos mensuales relativos en mayo y octubre (meses más lluviosos). Lo anterior, indica que la sequía de junio a julio podría ser más intensa y con menor precipitación.

Escenarios de Temperatura

Los resultados obtenidos, indican que la tendencia será al incremento en la temperatura media por al menos 1°C entre los meses de marzo y abril, así como entre octubre y noviembre, siendo coherente con resultados previamente obtenidos para Panamá.

Tabla 9. Análisis de Vulnerabilidad Futura por Distrito

Distrito	Índice de Exposición	Índice de Sensibilidad	Capacidad de Adaptación	Índice de Vulnerabilidad Actual
Chitré	0.2	0.5	0.5	0.2
Los Santos	0.5	0.5	0.5	0.5
Macaracas	0.5	0.4	0.4	0.5
Pesé	0.3	0.6	0.4	0.5
Los Pozos	0.5	0.5	0.4	0.6
Las Minas	0.5	0.6	0.3	0.8

Índice de vulnerabilidad futura

Tomando como referencia la disminución de precipitaciones e incremento de la temperatura hacia el futuro (Figura 6), se determinó que los indicadores de precipitación y temperatura son los más influyentes, adicionado al índice de escasez de los recursos hídricos. El índice de vulnerabilidad futura se obtuvo calculando nuevamente la sensibilidad. Las valorizaciones de exposición (deslizamiento e inundación) se mantuvieron igual; mientras que, para la capacidad de adaptación se asumió que existirá en el futuro la misma capacidad de adaptación que en la actualidad (Tabla 9).



Para los nuevos valores de vulnerabilidad futura, las variaciones de incremento de vulnerabilidad se presentan en los Distritos de Chitré (de muy baja a baja), Pesé y Los Santos (de media baja a media alta). Sin embargo, a pesar de los cambios, el Distrito de Chitré continúa presentándose como el menos vulnerable y el Distrito de Las Minas, se mantiene como el de mayor vulnerabilidad dentro de la cuenca del río La Villa.

Mapa 11. Mapa de vulnerabilidad futura a la disponibilidad de los recursos hídricos por Distritos en la cuenca del río La Villa del Arco Seco de Panamá

Fuente de datos: Elaboración propia

¿Qué significa este resultado?

Los escenarios de las amenazas climáticas proyectan un verano más húmedo, lo cual podrá significar mayor disponibilidad de agua para el consumo en general. Por otro lado, una temporada de lluvias con valores menores a los históricamente presentados y temperaturas medias del aire incrementada en 1 °C, implicará un serio reto por afrontar

para la seguridad hídrica de la cuenca, particularmente en los meses de sequía de medio verano; o cuando se presente el fenómeno de El Niño.

Mejorar procesos como reforestación en diferentes puntos de la cuenca, mayor optimización en los permisos de aprovechamiento del agua para diferentes usos, un incremento consi-

derable en la mejora de la capacidad de adaptación y en las infraestructuras de abastecimiento de agua, en especial hacia el sur de la cuenca (parte media y baja de la cuenca), podrá evitar hacia el futuro el incremento de los niveles de vulnerabilidad de la cuenca y mejora la capacidad de adaptación de la población en general.

PROPUESTA DE NUEVAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CUENCA DEL RÍO LA VILLA

¿Qué se hizo?

Este estudio se realizó con el fin de localizar nuevas reservas de aguas subterráneas susceptibles de explotación. Se llevó a cabo un Estudio Geológico y Geofísico para determinar las condiciones geológicas del subsuelo en la parte media de la cuenca del río La Villa, revelando zonas donde existen acuíferos cuya geometría no se conocía previamente en forma precisa, con el fin de localización de nuevas reservas de aguas subterráneas.

El área de investigación, que comprende la parte media de la cuenca del río La Villa, es una extensa zona de 349 km², en la cual habitan unas 13 mil personas (Mapa 12).

El relieve del área de estudio se caracteriza por la presencia de un amplio sector de llanuras y por tierras con colinas suaves, cuyos alineamientos muestran signos de avanzados procesos de erosión y efecto degradante de las actividades agropecuarias. La elevación media en esta zona es de unos 100 msnm. Geomorfológicamente la parte media de la cuenca, está representada



Mapa 12. Delimitación del área de estudio dentro de la cuenca de río La Villa. Fuente de datos: Elaboración propia

por la unidad denominada como Regiones Bajas y Planicies Litorales en el área de Pesé y la parte suroeste por la Región de Cerros Bajos y Colinas en sectores como Esquiguita, Borrola y Quebrada El Potrero.

¿Qué se encontró?

Situación actual de uso de las aguas subterráneas

La situación del agua subterránea en la República de Panamá, al igual que en muchos países en desarrollo de la región, presenta un aprovechamiento fragmentado, poca planificación y control sobre el uso de este recurso hídrico. La situación descrita se debe a la falta de conocimiento apropiado de las características de los reservorios o acuíferos de agua subterránea tales como geología, hidrología, hidrogeología, hidrodinámica, calidad, capacidad, tasa de renovación, vulnerabilidad, sobredimensionamiento de la capacidad depuradora del suelo

y zona no saturada, etc., además de lineamientos estratégicos de acción a distintos horizontes de tiempo.

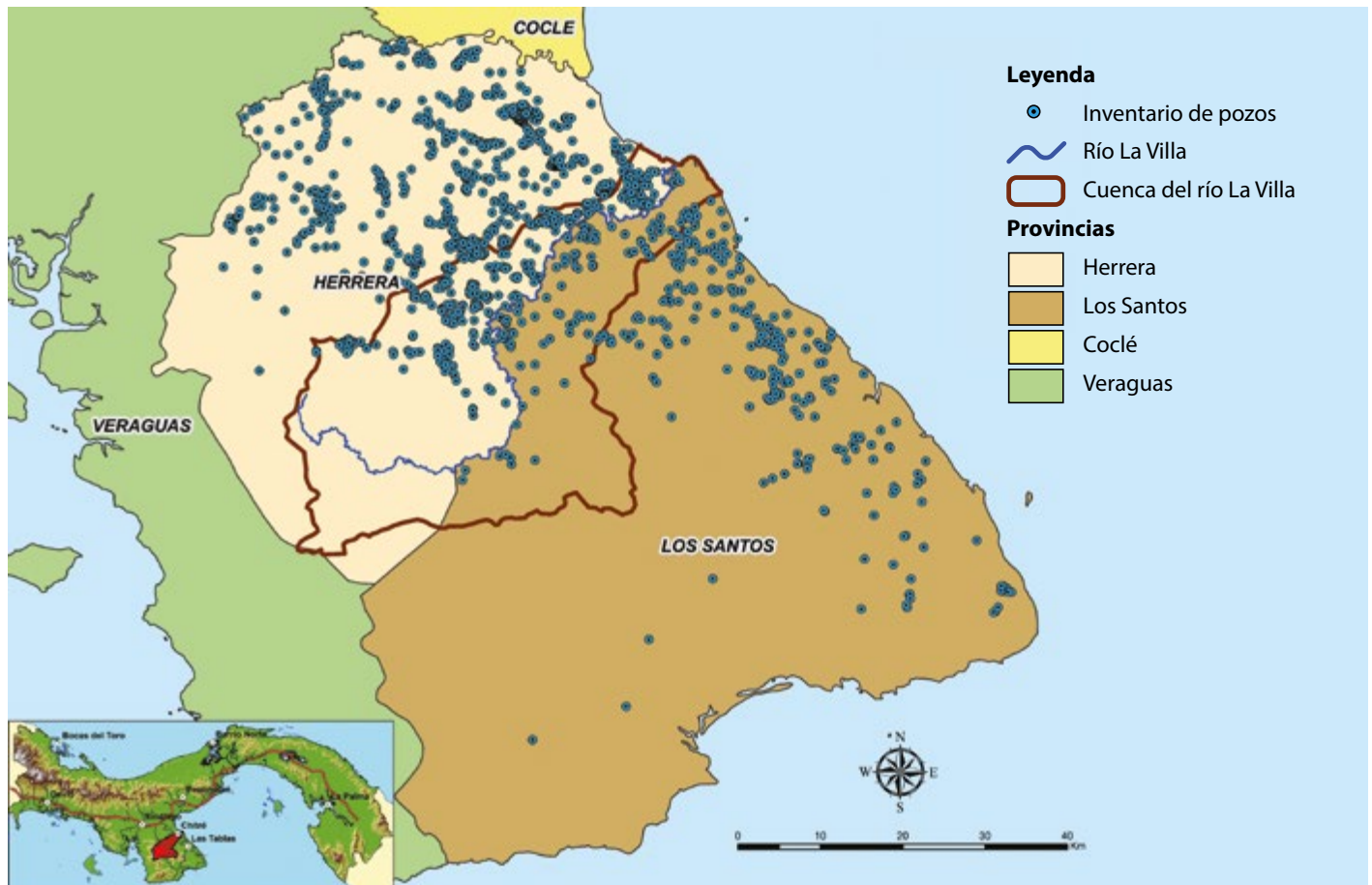
Por otra parte, es escaso el conocimiento que tiene la población sobre este recurso hídrico:

- Que las aguas subterráneas son fundamentales para el desarrollo económico y bienestar social.
- Tienen valor económico, social, cultural y monetario.
- Se están deteriorando en cantidad y calidad.
- Están escaseando en algunos sectores e incluso pueden desaparecer.

- Se deben proteger y aprovechar racionalmente.

Concretamente, si se observa solamente el mapa de las provincias de Herrera y Los Santos, donde aparecen los 1,587 pozos perforados por las distintas instituciones y el sector privado, será notoria la gran cobertura de las poblaciones abastecidas por esta importante fuente hídrica que pareciera pasar desapercibida.

Se cuenta con 556 pozos inventariados en toda la cuenca, mientras que en el área de investigación (parte media de la cuenca), fueron localizados y georreferenciados 219 pozos (Mapa 13).



Mapa 13. Mapa de localización de pozos y zonas acuíferas en la cuenca media del río La Villa del Arco Seco de Panamá

Fuente de datos: Elaboración propia

Delimitación de áreas perspectivas con un potencial acuífero

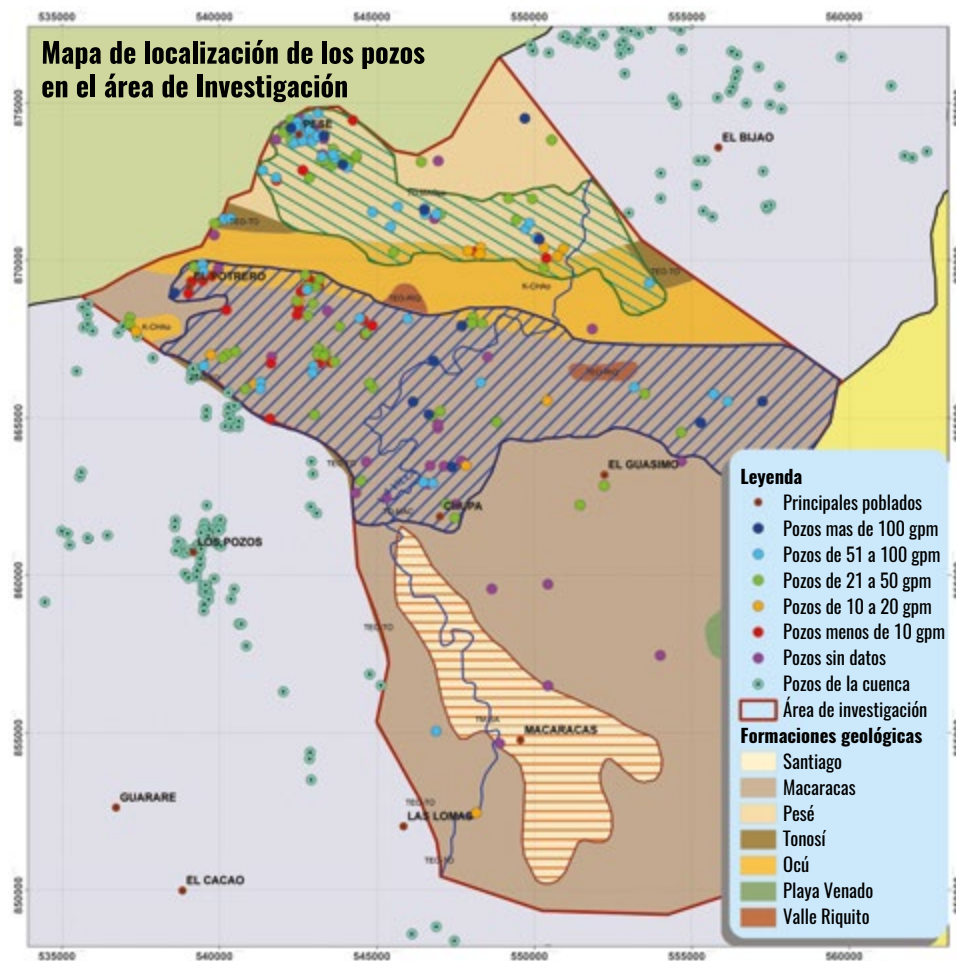
Durante las observaciones geomorfológicas se estudió la localización y las particularidades de diversas formas del relieve y sus relaciones con las aguas subterráneas, lográndose revelar el carácter, la tendencia y la intensidad de los fenómenos físico-geológicos relacionados con la formación del relieve y su posible relación con la formación de eventuales reservorios subterráneos.

De esta manera y en base al análisis hidrogeológico respectivo, se delimitaron tres zonas acuíferas: Zona acuífera Pesé, Zona acuífera Borrola-La Colorada y Zona acuífera Macaracas. Además, en el área de investigación de la parte media de la cuenca, fueron localizados y georreferenciados 219 pozos existentes, los cuales fueron clasificados por su rango de producción (Tabla 10 y Mapa 14).

La definición de acuífero, es la de una capa geológica con las características que le dan la capacidad de recibir, almacenar y entregar agua. Para que se forme un acuífero, el agua cumple un ciclo de captación en zona de recarga, por lo general en puntos elevados, llega al reservorio y continua su recorrido a la etapa final de descarga.

Tabla 10. Clasificación de los pozos en el área de investigación en la cuenca media del río La Villa.

Producción del pozo, gpm	Cantidad de pozos	%	Clasificación de los pozos
Más de 100	14	6.4	Rendimiento muy bueno
51 a 100	52	23.7	Rendimiento bueno
21 a 50	66	30.1	Rendimiento medio
10 a 20	23	10.5	Rendimiento de bajo a moderado
Menos de 10	25	11.4	Pozos fallidos o de muy bajo rendimiento
-	39	17.8	Sin datos



Se establecieron dos zonas acuíferas: Borrola – La Colorada y Pesé en la cuenca media, donde los pozos más productivos tienen un rendimiento de 50 gpm y están distribuidos sobre zonas, donde la corteza terrestre ha sufrido fracturamientos, compresión, tracción o levantamientos parciales. Cabe señalar que la principal característica hidrogeológica de estas zonas acuíferas, es que su permeabilidad se clasifica como de tipo secundario, donde el agua se almacena principalmente en el respectivo reservorio subterráneo, ocupando una extensa red de grietas y fisuras interconectadas en la masa rocosa.

Mapa 14. Mapa geológico con delimitación de tres zonas perspectivas de explotación de aguas subterráneas en la cuenca media del río La Villa del Arco Seco de Panamá

Fuente de datos: Elaboración propia

Integración de la información geológica en el bloque modelo litológico

Luego de delimitar las tres zonas perspectivas que pueden utilizarse como nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable (Mapa 15), en la parte media de la cuenca del río La Villa, se realizó la exploración geofísica con el fin de perfilar la morfología de cada embalse subterráneo, así como cuantificar de manera estimada, su capacidad de reserva de agua.

Para materializar los datos geofísicos obtenidos durante la presente investigación, se utilizaron software especializados WinSev 6.4 de W-GeoSoft y RockWorks. Con la aplicación de estas herramientas fue posible generar mapas y perfiles litológicos de los polígonos evaluados en el plano horizontal y vertical, así como el bloque modelo geológico, que sirvió como material de apoyo a la comprensión espacial del medio acuífero investigado, facilitando de esta manera la identificación de nuevas áreas con sitios óptimos para las futuras perforaciones profundas (Fig. 7).

Detalles de interpretación de capas litológicas de zonas acuíferas

1. Zona acuífera Borrola – La Colorada

Esta zona acuífera es bastante extensa y cuenta con amplias regiones de planicies en ambos márgenes del río La Villa. Tiene una longitud estimada de 20 kilómetros (km) entre las comunidades de Esquiguita y Borrola al oeste, y El Ñopo al este de la zona investigada, en el nacimiento de la quebrada La Culebra. El ancho máximo de este acuífero fue estimado en unos 6 km en una configuración en forma triangular en el lado oeste, cuya base la conforma el río La Villa. Mientras tanto, desde la margen derecha del río La Villa hasta el lado este (con dirección a El Ñopo), tiene una forma de ovalo; tal orientación condiciona en cierta medida el flujo subterráneo que se mantiene con la orientación general de este importante drenaje natural.

Tanto en el sector oeste, como en la parte este de esta zona acuífera,

se encuentran asentados diferentes poblados rurales de relativa actividad económica en rubros como la ganadería y agricultura, los que se abastecen con unos 98 pozos. En el oeste se distinguen Esquiguita, Borrola, El Cruce y Rincón Hondo. En la parte este, son de importancia los poblados de La Colorada, La Colorada Abajo y Las Guabas. A lo largo de la parte norte de esta unidad acuífera corre una importante falla regional denominada Ocu-Parita.

2. Zona acuífera Pesé

Esta zona acuífera con un área de 30.4 km², abastece por medio de unos 90 pozos profundos a la ciudad de Pesé, que cuenta con 2,565 habitantes (INEC, 2011)¹² y otros lugares poblados, además a un importante sector industrial de la cuenca del río La Villa, siendo el factor clave en el bienestar económico y social para toda la región que comprende su influencia directa.

La morfología plana de la zona acuífera Pesé, se caracteriza por estar rodeada de puntos elevados de colinas y cerros circundantes y tiene una longitud de 13.5 km desde el límite oeste de la cuenca en Pesé a la altura del cerro de La Cruz, prolongándose al cerro Cebolla al sureste y con un ancho máximo de 4.0 km entre el sector de cerro Pelado al oeste y el límite noreste de la zona de investigación (Cerro Cigualito). La configuración del acuífero se torna estrecha, atravesando sectores como Cascajalillo y abre en forma de abanico o área triangular en el sector de Las Cabras, descargando en parte su caudal en el cauce del río La Villa, abarcando un pequeño sector en la margen derecha del mismo entre las comunidades de Atalayita y Llano del Guásimo.

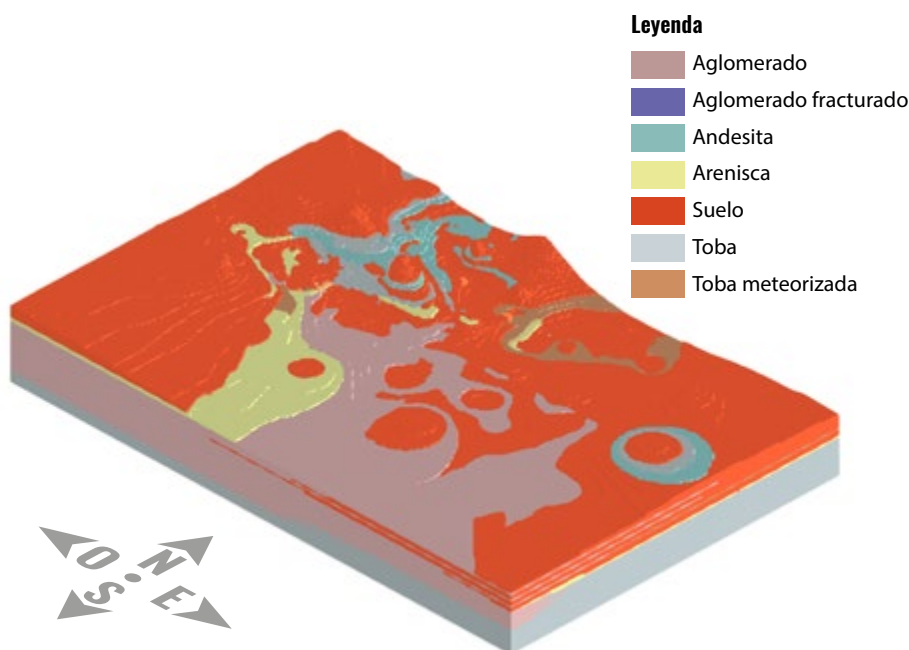


Figura 7. Bloque modelo litológico de la zona de investigación.

12 Instituto Nacional de Estadística y Censo. Contraloría General de la República. Proyecciones de la población, 2011.

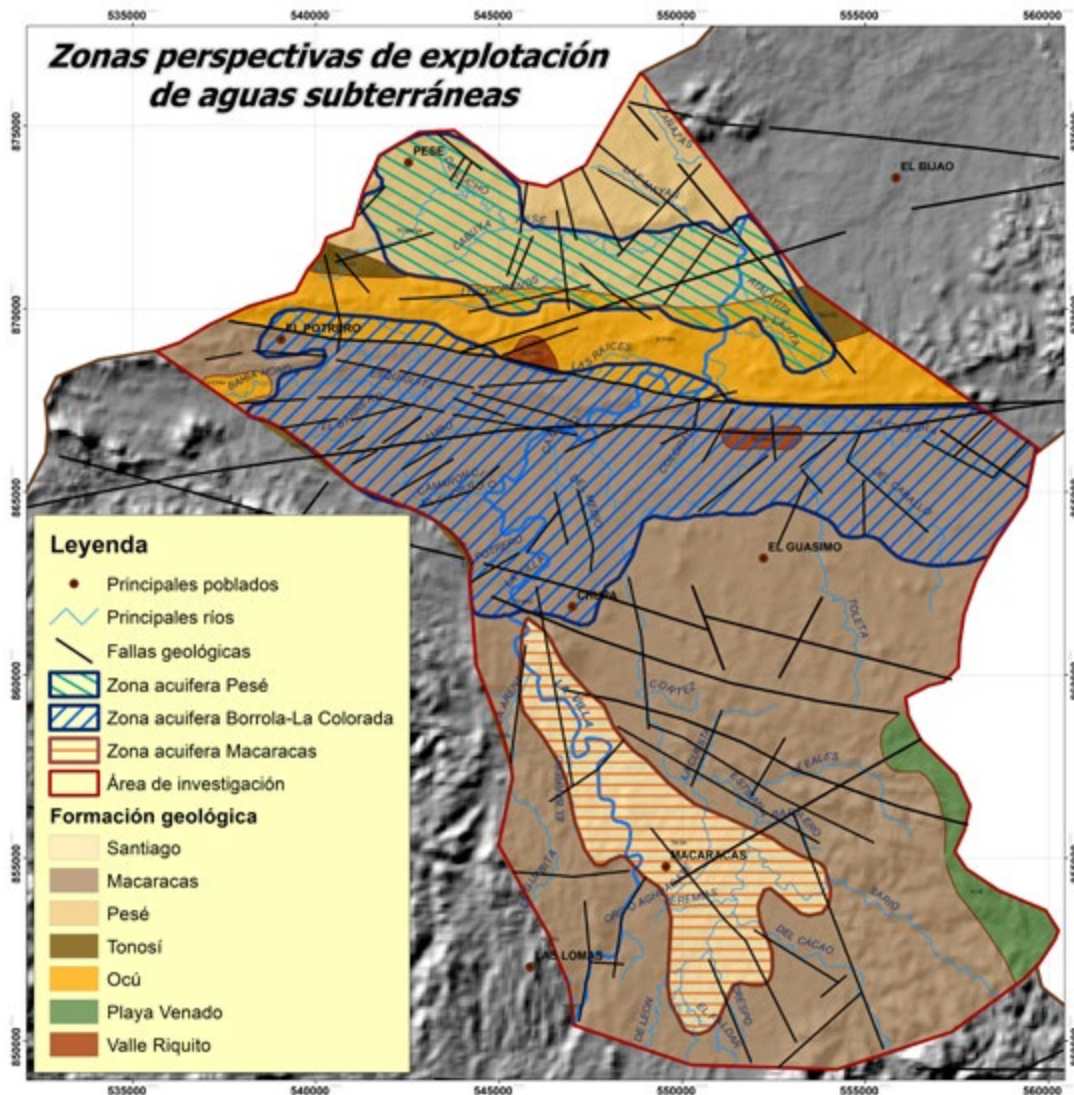
3. Zona acuífera Macaracas

Esta zona acuífera está conformada por rocas de la formación sedimentaria Santiago (TM-SA), enmarcada en elevaciones de la formación Macaracas (TO-MAC), que debiera actuar supuestamente como amplia zona de recarga. La configuración de la zona acuífera es de forma triangular, desplegada desde el sur de la comunidad de Chupá con orientación en dirección noroeste a sureste (Los Higos). Tiene una longitud aproximada de 11.5 km.

La parte más ancha de este triángulo, que sería su base, es de 5.7 km con orientación suroeste – noroeste, entre las quebradas El Faldar y Los Cortijos. El área estimada de esta zona acuífera es de unos 30.2 km².

Este acuífero, a pesar de que tiene características morfológicas de ser prospectivo como reservorio subterráneo, en la práctica no ha dado resultados significativos en materia de rendimiento de captadores, aceptable para el abastecimiento de acueductos

rurales; además, se ha clasificado como “área con acuíferos locales continuos o discontinuos” de permeabilidad baja y productividad limitada; motivo por el cual, se descarta para este estudio, como fuente potencial para extracción de agua; sin embargo, no se excluye que en un futuro, con la aplicación de técnicas no convencionales para la extracción de agua, sea posible aumentar la oferta de este recurso en esta zona.



Se establecieron dos zonas acuíferas: Borrola – La Colorada y Pesé en la cuenca media, donde los pozos más productivos tienen un rendimiento de 50 gpm y están distribuidos sobre zonas, donde la corteza terrestre ha sufrido fracturamientos, compresión, tracción o levantamientos parciales. Cabe señalar que la principal característica hidrogeológica de estas zonas acuíferas, es que su permeabilidad se clasifica como de tipo secundario, donde el agua se almacena principalmente en el respectivo reservorio subterráneo, ocupando una extensa red de grietas y fisuras interconectadas en la masa rocosa.

Mapa 15. Mapa geológico con delimitación de tres zonas perspectivas de explotación de aguas subterráneas en la cuenca media del río La Villa del Arco Seco de Panamá

Criterios para la selección de los sitios óptimos para nuevas fuentes de extracción de agua

Como parte de los resultados de esta investigación, fueron confeccionados tres mapas georreferenciados del área de estudio, que representan la parte media de la cuenca del río La Villa:

a. Mapa Geológico con zonas perspectivas de explotación de aguas subterráneas, escala 1:50,000

b. Mapa de Zona Acuífera Borrola-La Colorada, escala 1: 25,000

c. Mapa de Zona Acuífera Pesé, escala 1: 15,000

En tal sentido, con la ayuda de estos mapas, se establecieron los criterios a tomar en cuenta en la interpretación de los mismos para ubicación de

nuevas fuentes de extracción de agua en las zonas acuíferas de Borrola-La Colorada y Pesé. En la Tabla 10, se enumeran en orden de prioridad.

Tabla 11. Criterios para la ubicación de nuevas fuentes de extracción de agua

Drenajes, quebradas y ríos de las áreas evaluadas.	La ubicación de estas fuentes superficiales de agua en las cercanías de los pozos a perforar, ayuda a que el agua transportada de zonas aguas arriba, pueda recargar el área de influencia de los nuevos pozos, dándoles mayores expectativas de sostener su producción.
Estadística de pozos positivos del área, debidamente identificados y asociar a estos la vecindad de nuevos pozos.	No es recomendable sobresaturar las zonas dedicadas a la extracción de aguas subterráneas, lo recomendable es que se guarde una distancia radial no menor de 100 m entre cada pozo para evitar que los respectivos radios de influencia de ambos se traslapen, bajando de este modo su capacidad real de producción.
Las fuentes superficiales de agua que sirvan como recarga de acuíferos, deben estar libres de descargas, producto de actividades contaminantes como porcicultura, ganadería, botaderos de materia orgánica agro-industrial u otros.	Si la caseta del pozo se ubica en un potrero, se debe instalar una cerca perimetral de protección de unos 30 m de radio alrededor del pozo. Para el caso de poblados, el alejamiento, aunque no haya cerca perimetral, de talleres de mecánica, de reparación de baterías de automóviles, gasolineras o donde se almacenen productos químicos tóxicos, debe ser de unos 60 m. Con respecto al caso de rellenos sanitarios propiamente dichos, vertederos municipales o botaderos clandestinos será por lo menos 1 km la distancia de retiro lateral.
Factor económico.	Por ejemplo, las cargas hidráulicas de los respectivos equipos de bombeo equivalentes en distancia y elevación, si son muy grandes pueden generar un consumo de energía no financiable para comunidades (Juntas Administradoras de Acueductos Rurales, JAAR).

¿Qué significa este resultado?

Para gestionar recursos hídricos en forma sostenible, ninguna solución tendrá éxito si no se reconoce que las aguas subterráneas forman parte del ciclo hidrológico. Este enfoque permitirá superar ciertos límites frecuentemente impuestos en los esquemas de manejo del agua, que derivan de condicionamientos administrativos,

políticos y sociales.

El documento técnico generado se revela como parte del proceso dinámico del conocimiento científico nacional, que deja el compás abierto para que, sobre sus bases a futuro, puedan adquirirse nuevos niveles de excelencia en el manejo del

recurso hídrico subterráneo. Además, pretende sentar las bases para que los tomadores de decisiones y gestores de los recursos hídricos puedan aprovecharlos de manera sostenible, abandonando el esquema existente de simple extracción mediante nuevos pozos.

ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO Y REFORZAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE

Este estudio se llevó a cabo con el fin de generar resiliencia hídrica urbana bajo un nuevo y positivo escenario, en el cual los sistemas de abastecimiento de agua potable de las ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos puedan ser gestionados con calidad, eficiencia y de forma sostenible, respondiendo a las necesidades reales, de manera que las poblaciones servidas puedan recibir y mantener su acceso a los servicios de agua potable.

¿Qué se hizo?

Se realizó un diagnóstico de la situación actual de los acueductos que sirven a las ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos, tomando en consideración aspectos técnicos de diseño, operación y mantenimiento de las dos principales potabilizadoras de estas ciudades, pertenecientes a la cuenca baja del río La Villa.

¿Qué se encontró?

Las ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos cuentan con sistemas de acueductos independientes, alimentados por Plantas de Tratamiento (Potabilizadoras), teniendo como fuente de abastecimiento el río La Villa.

Así, en La Villa de Los Santos se encuentra la potabilizadora Rufina Alfaro, con una producción neta de 6.8 millones de galones de agua diarios; mientras que en la ciudad de Chitré, se ubica la potabilizadora Ing. Roberto Reyna con una producción neta de 7.8 millones de galones de agua diarios¹³.

El diagnóstico realizado permitió identificar problemáticas afines para ambos sistemas de producción de agua, las incidencias que los mismos generan en los procesos de operación y mantenimiento; así como propuestas de mejoras, encaminadas a garantizar el abastecimiento del servicio de agua potable con el menor número de interrupciones (Tabla 12).

¹³ IDAAN: Datos de producción de agua (2016): Unidad de Tratamiento y Control de Calidad de Agua Potable.

Tabla 12. Matriz que conjunta las problemáticas, incidencias y propuesta de mejoras para las potabilizadoras de las Ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos.

INCIDENCIA	PROPUESTA DE MEJORAS
PROBLEMÁTICA EVALUADA: FALTA DE CAPACIDAD PARA TRATAR MAYOR VOLUMEN DE AGUA	
<p>Un incremento en el volumen de agua, conducido desde la captación a la potabilizadora, al llegar a las unidades de tratamiento, aceleran sustancialmente las velocidades, afectando el gradiente de energía, generando alteraciones en los procesos de tratamiento con resultados no adecuados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Ampliaciones a las unidades de dosificación de químicos. ● Ampliaciones a los módulos de floculación (unidades de floculación). ● Ampliaciones a las unidades de sedimentación. ● Incremento en el número de unidades de filtración (filtros). ● Será igualmente necesario, mejoras sustanciales a las unidades relacionadas a la funcionalidad de estas instalaciones, como son: las unidades para retro lavados, el sistema hidroneumático, con el cual se da servicio interno a la Planta y otros.

INCIDENCIA	PROPUESTA DE MEJORAS
PROBLEMÁTICA EVALUADA: ANTIGÜEDAD Y UBICACIÓN DE TUBERÍAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN	
<p>Actualmente estas redes cuentan con poco más de 65 años prestando servicio de distribución de agua a estos acueductos, por lo que se muestran con evidentes rasgos de fuerte deterioro, producto de la corrosión y el desgaste; teniendo además como condiciones desfavorables, el hecho de encontrarse instaladas a muy poca profundidad, en muchos casos, ubicadas dentro de la rodadura de calles, por lo cual, las pesadas cargas de los vehículos y transportes en general, ocasionan altos niveles de presiones internas sobre estas tuberías y daños en las mismas, con sus efectos adversos sobre el buen funcionamiento de los servicios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Estructurar un proyecto de reposición integral en ambos sistemas, considerando adecuar los tamaños de los conductos y su localización, de forma que sean superadas las inconveniencias actuales, con mejoras en la capacidad conductiva de los mismos. ● Prever las proyecciones de crecimiento para ambas ciudades, de forma que sean incorporados a la red de distribución, conductos de refuerzo que permitan las extensiones de acueductos consecuentes, con el crecimiento de la demanda, hacia las áreas potencialmente desarrollables
PROBLEMÁTICA EVALUADA: ALTOS Y BAJOS NIVELES DE PRESIÓN DE AGUA EN ALGUNOS SECTORES.	
<p>Altas presiones: Conlleva al sobrellenado de tanques de almacenamiento con el subsecuente desborde y pérdidas de agua; además, las altas presiones pueden generar roturas en las tuberías de la red.</p> <p>Bajas presiones: Limitan la disponibilidad del servicio e inclusive su interrupción parcial o total.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Adecuar el sistema de válvulas, el cual debe orientarse a lograr balance de presiones en la red y mediciones de gasto por sectores, permitiendo el desarrollo de control de fugas con otros beneficios que estas acciones aportan al sistema en general.
PROBLEMÁTICA EVALUADA: DEFICIENCIA EN LA CAPACIDAD NETA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.	
<p>La Potabilizadora Ing. Roberto Reyna tiene un déficit de almacenamiento de agua de 5,210 m³ cuando la demanda actual exige 9,547 m³ (se maneja una capacidad neta actual de 4,337 m³); mientras que en la Potabilizadora Rufina Alfaro no existe almacenamiento propio, cuyo requerimiento actual está en el orden de los 1,477 m³.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Una alternativa para el caso de la Ciudad de La Villa de Los Santos es disponer de la estructura de los 2 tanques de almacenamiento con capacidad de 200 mil galones cada uno, que se construyeron tiempo atrás, pero no se utilizaron. Traducido, esta unidad de almacenamiento tiene una capacidad de 1515 m³ de agua, lo que supera el requerimiento de almacenamiento actual. ● Nuevas unidades de almacenamiento para el acueducto de Chitré, tomando en cuenta las proyecciones de población, que puedan suplir la demanda actual y futura.
PROBLEMÁTICA EVALUADA: ALTAS CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS SÓLIDAS Y ARENA	
<p>Genera desgaste de los equipos de bombeo de la toma de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilización de pre-sedimentadores en las márgenes del río para disminuir el efecto agresivo sobre el equipo de bombeo y minimizar el consumo de químicos necesarios para el tratamiento del agua. ● Aumentar a tres el número de bombas existentes actualmente (2), de tal manera de garantizar la capacidad del sistema cuando se deba realizar un cambio de bombas por daño o mantenimiento.

¿Qué significa este resultado?

En el diagnóstico general realizado de la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable de las ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos, se estableció que ambos sistemas de acueductos presentan inconvenientes con características muy similares, tales como los problemas que enfrenta la Fuente de Abastecimiento, donde inicia la ruta de los elementos componentes de cada uno de los acueductos. Sumado a ello, el tema de la Captación, la Aducción, las Unidades de Tratamiento, la Conducción, la Red de Distribución, los Tanques de Almacenamiento, los Aspectos Administrativos, la Población Servida, entre otros. Estos resultados permitieron generar propuesta de soluciones a los problemas identificados para los acueductos de ambas ciudades; adicionalmente, se elaboraron Perfiles de Proyectos y recomendaciones dirigidas a mejorar la condición de los sistemas actuales, y encaminar inversiones a nivel del estado y de los municipios de Chitré y La Villa de Los Santos.



INVENTARIO DE EMISIONES DE LOS PRINCIPALES SECTORES DE DESARROLLO DE LAS CIUDADES DE ESTUDIO

Efecto invernadero¹⁴

¹⁴ Adaptado de: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-3.html

El Sol activa el clima de la Tierra, irradiando energía en longitud de ondas cortas predominantemente en la parte visible o casi visible del espectro. Aproximadamente una tercera parte de la energía solar que alcanza la zona superior de la atmósfera terrestre se refleja directamente de nuevo al espacio. Las dos restantes terceras partes son absorbidas por la superficie y, en menor magnitud, por la atmósfera. Para equilibrar la energía entrante absorbida, la Tierra debe, como promedio, irradiar la misma cantidad de energía al espacio. Como la Tierra es mucho más fría que el sol, ésta irradia en longitudes de onda mucho más largas, sobre todo en la parte infrarroja del espectro (Figura 8). La atmósfera, con la participación de las nubes, absorbe gran parte de esta radiación térmica emitida por los suelos y el océano y la vuelve a irradiar a la Tierra. Esto es lo que se denomina efecto invernadero. Sin el efecto invernadero la temperatura promedio en la superficie terrestre sería aproximadamente de 18°C bajo cero y la vida en el planeta no sería posible.

Los dos gases más abundantes en la atmósfera, el nitrógeno (que abarca el 78% de la atmósfera seca) y el oxígeno (que abarca el 21%), apenas ejercen efecto invernadero. El efecto invernadero proviene de las moléculas más

complejas y mucho menos comunes. El vapor de agua es el gas de efecto invernadero más importante y el dióxido de carbono (CO₂) es el segundo en importancia. El metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), ozono (O₃) y varios otros gases presentes en la atmósfera en pequeñas cantidades contribuye también al efecto invernadero.

¿Qué es un Inventario de gases efecto invernadero?

Un inventario de gases de efecto invernadero representa una rendición de cuentas de la cantidad de gases de efecto invernadero que son emitidos o eliminados hacia la atmósfera durante un período de tiempo específico.¹⁵ La elaboración de los inventarios nacionales de GEI nace del cumplimiento a los artículos 4 y 12 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), en los cuales se les solicita a los países signatarios disponer del estado de la situación de las principales fuentes de los gases de efecto invernadero.

¹⁵ Adaptado de: <http://ambientebogota.gov.co/es/que-es-un-inventario-de-gases-efecto-invernadero>

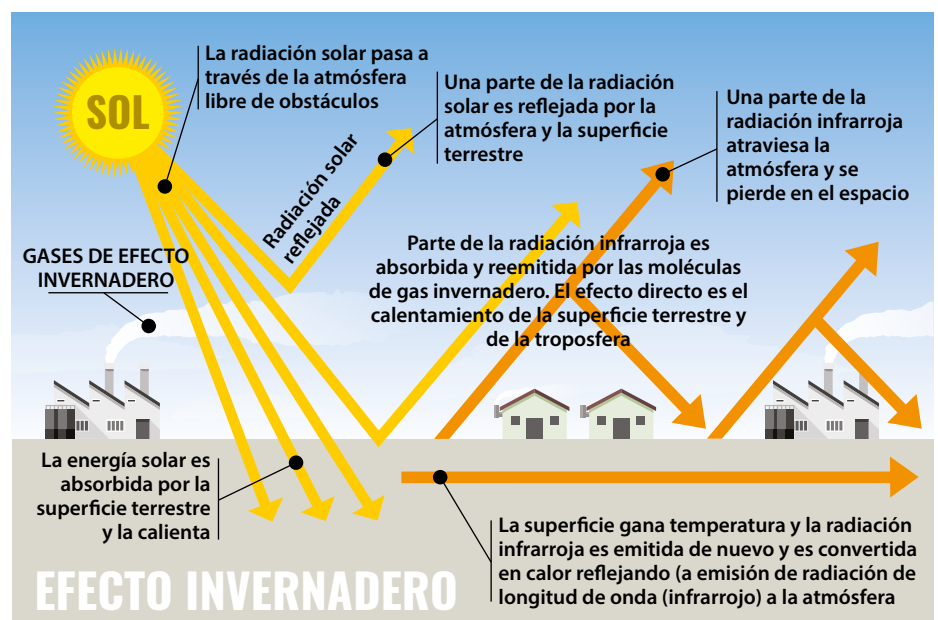


Figura 8. Efecto invernadero.

Fuente: UNEP-GRID-Arendal

¿Qué se hizo?

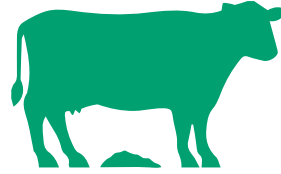
Se realizó el primer inventario de gases efecto invernadero (GEI) a nivel de municipios, tomando en consideración el año base 2010 y un año de referencia 2016, para comparar los resultados y poder observar la evolución de las emisiones en el área de estudio.

Para el inventario realizado se reportan las emisiones de los tres principales gases contemplados en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

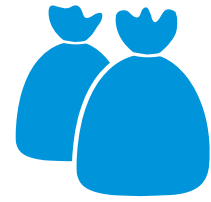
Para este inventario de GEI se estimaron las emisiones de las fuentes y sumideros originadas por las actividades sectoriales que se desarrollan en los municipios de Chitré y Los Santos, las cuales fueron las siguientes:



Sector Energía:
energía eléctrica y transporte



Sector AFOLU:
fermentación entérica y gestión de estiércol, usos del suelo.



Sector Residuos:
Residuos sólidos municipales y tratamiento y descarga de aguas residuales.

¿Qué se encontró?

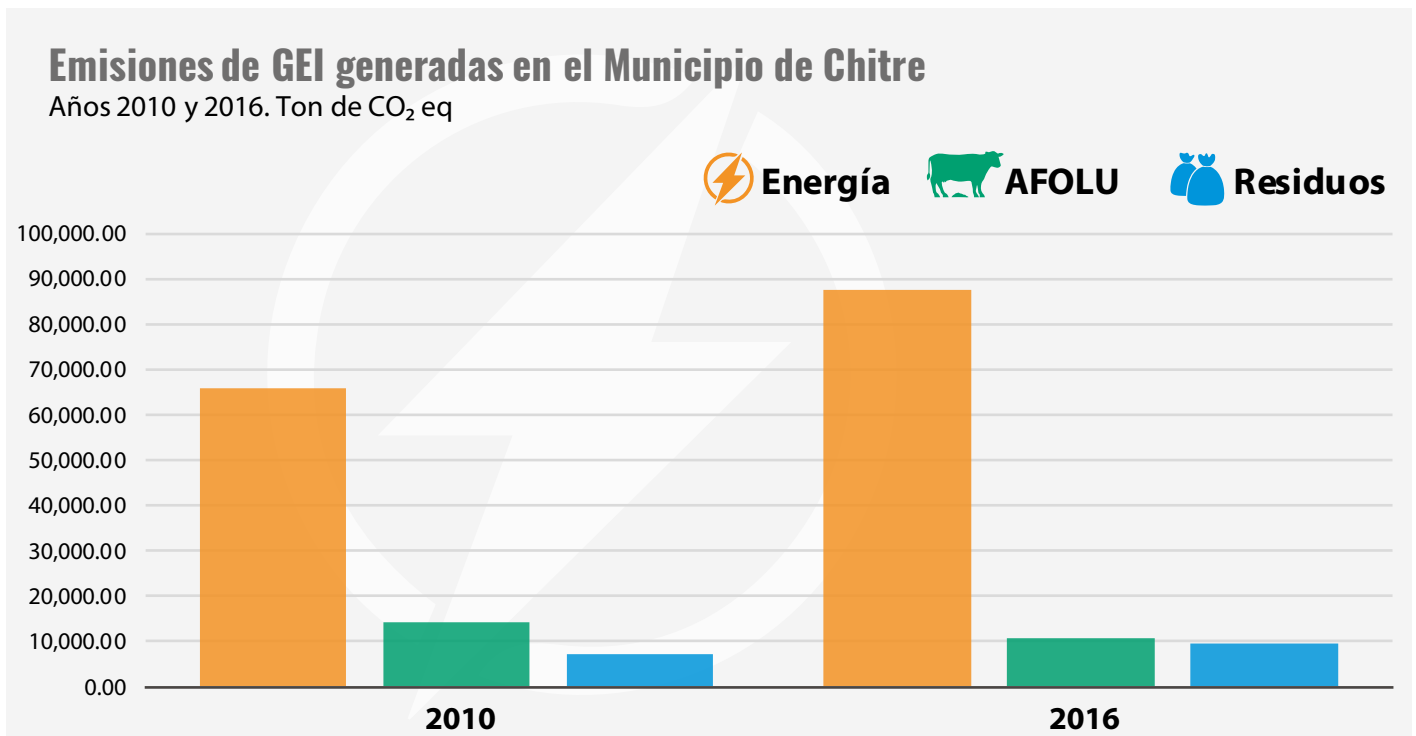


Figura 9. Emisiones de gases de efecto invernadero para el Municipio de Chitré.

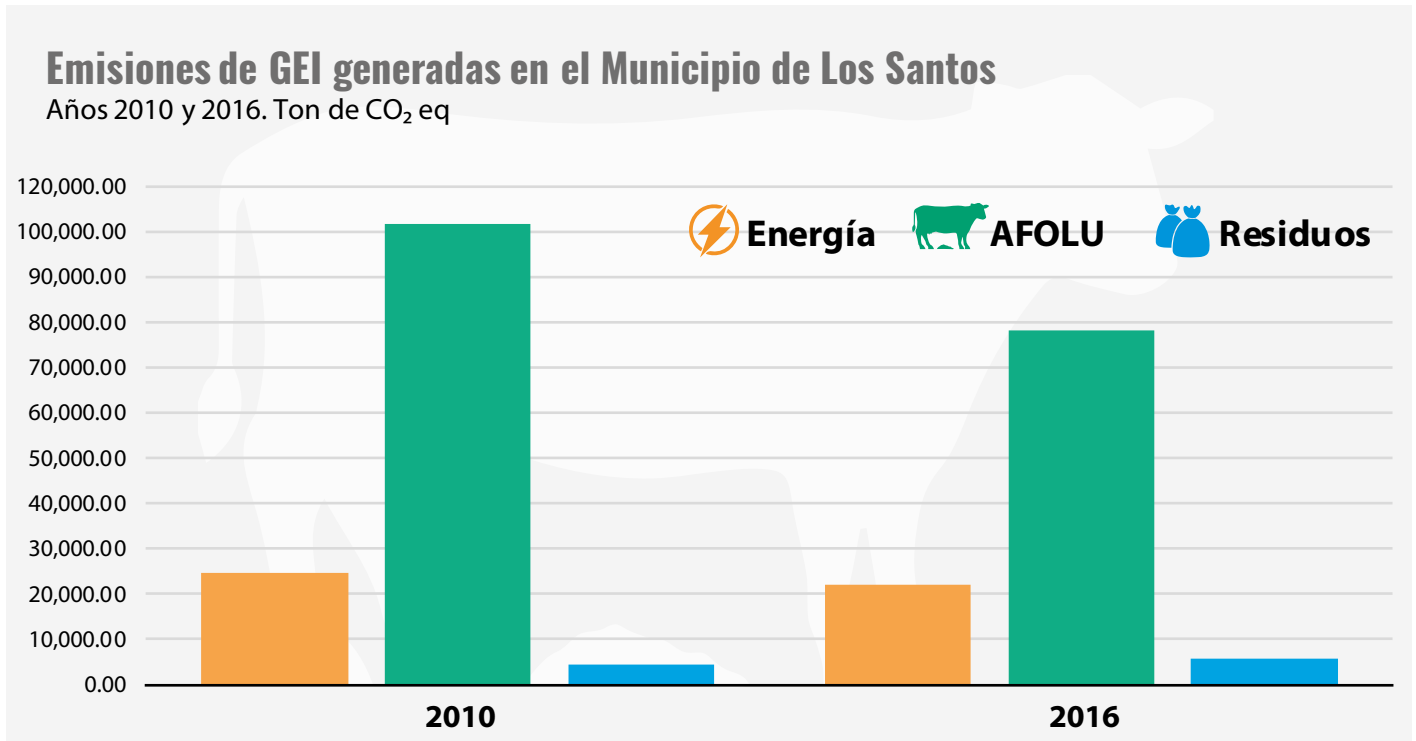


Figura 10. Gráfico 5. Emisiones de gases de efecto invernadero para el Municipio de Los Santos.

Tabla 13. Resultados de los inventarios de GEI para los Municipios de Chitré y Los Santos (años 2010 y 2016).

SECTOR	Toneladas de CO ₂ equivalente Municipio de Chitré		Toneladas de CO ₂ equivalente Municipio de Los Santos	
	2010	2016	2010	2016
ENERGÍA	65,717.30	87,525.35	25,569.81	22,618.28
AFOLU	14,309.59	10,829.79	103,143.32	78,859.27
RESIDUOS	7,122.92	9,573.41	4,944.00	5,910.32

Los resultados indican que para el municipio de Chitré la mayor emisión de GEI corresponde al sector energía, tanto para el 2010 como para el 2016 (Gráfico 9, tabla 13); mientras que para el Municipio de Los Santos, el sector AFOLU es quien genera la mayor emisión de GEI para ambos periodos (Gráfico 10, tabla 13).

En el municipio de Chitré, el subsector transporte es el mayor emisor, y está asociado con el consumo de combustibles por el subsector transporte

terrestre; en cambio, en el Municipio de Los Santos el subsector fermentación entérica, es el mayor generador de GEI, debido a la alta productividad agropecuaria que se desarrolla en su territorio. Lo anterior es un claro indicio de que el Distrito de Chitré está muy urbanizado respecto al Distrito de Los Santos, con un componente rural importante.

En cuanto al sector Residuos, tanto el Municipio de Chitré como Los Santos han presentado un aumento en las

emisiones por eliminación de residuos sólidos municipales, así como por el tratamiento y descarga de aguas residuales. Ambos municipios han confrontado problemas por la cantidad de residuos que se producen y el manejo deficiente, por diferentes razones, como la falta de presupuesto y/o acciones contundentes que permitan mejorar los procesos de la recolección y disposición de los residuos sólidos.

¿Qué significa este resultado?

El escenario de las emisiones brindado por primera vez por los inventarios de gases efecto invernadero para Chitré y Los Santos es muy diferenciado entre los dos municipios. Cada uno de acuerdo a sus circunstancias municipales presenta resultados diferentes, en donde los resultados están muy ligados a su población y sus actividades económicas. Las características que marcan a cada uno de los municipios son: Chitré, con su alta densidad de población y Los Santos, con su alta actividad productiva agropecuaria.

Los inventarios de emisiones de gases efecto invernadero se consideran un

instrumento primordial para facilitar los procesos de toma de decisiones, en un tema tan importante como lo es la mitigación al cambio climático, ya que son el primer paso para poder llevar a cabo la evaluación e implementación de una estrategia baja en emisiones de carbono. Estos inventarios son un instrumento de gestión pública que permiten determinar qué rubros económicos y sociales están afectando el entorno ambiental de las dos ciudades más importantes en la cuenca del río La Villa y poder formular políticas públicas innovadoras, eficientes y sostenibles.

Este primer inventario para los municipios de Chitré y la Villa de Los Santos, es el marco perfecto para identificar oportunidades de mejoras a la estrategia nacional y local de reducción de emisiones proveniente de estos gases; al tiempo que se convierte en el marco perfecto para fortalecer el proceso de actores clave como las industrias, los agricultores y la ciudadanía de la cuenca en general, como consumidora de los bienes y servicios que nos ofrece el medio ambiente.

DISEÑO DE MECANISMOS INNOVADORES DE FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS DE RESILIENCIA

Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar la viabilidad de las inversiones en infraestructura de agua y/o instrumentos financieros, a través del desarrollo de un estudio piloto en las ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos, en la cuenca del río La Villa del Arco Seco de Panamá.

¿Qué se hizo?

Para el diseño de un esquema de mecanismos financieros para la conservación de la cuenca del río La Villa, se consideran tres pasos metodológicos específicos:

- Identificación de los mecanismos financieros a partir de consulta con grupos de expertos/conocedores del área de estudio.
- Aplicar un análisis multi-criterio para determinar la viabilidad de implementación de los mecanismos financieros en el corto, mediano y largo plazo.
- Estimar los potenciales ingresos que se movilizarían a través de la implementación de los mecanismos financieros.

¿Qué se encontró?

Se elaboró una lista preliminar de mecanismos financieros que fue revisada y validada con un grupo de actores que conocen el contexto socio-económico y particularidades del área de estudio. Luego del proceso de análisis sobre la aplicabilidad y ajustes correspondientes, se identificaron 15 mecanismos financieros potenciales (Tabla 14).

Tabla 14. Lista de mecanismos financieros identificados y validados por actores de la cuenca del río La Villa.

No.	Mecanismos Financieros
1	Incentivos Forestales/Reforestación (Ley 24. Proyecto de Ley 469): Exoneraciones de impuestos
2	Ajuste en tarifas de agua parte urbana
3	Ajuste en tarifas de agua acueductos rurales
4	Negociación con sectores agro y ganadería
5	Proyecto REDD+
6	Licencias extracción (productos maderables y no maderables)
7	Compensación ecológica Decreto Ejecutivo 123. 2009
8	Socio-bosque (Concesiones de servicios y manejo compartido en el área de bosque: por parte del municipio) - por desarrollar.
9	Cobrar contribución voluntaria en restaurantes/hoteles locales: Certificar turismo responsable.
10	Inversión municipal (Ley 66 descentralización)
11	Empresarios que quieren invertir en conservación (Responsabilidad Social Empresarial)
12	Tarjetas de crédito verde (pago de centavos por usuarios de algún tipo de tarjeta negociar con instituciones financieras)
13	Donaciones fuentes externas
14	Donaciones fuentes nacionales
15	Aportes Voluntarios

Los criterios de evaluación de los mecanismos financieros fueron: marco legal que respalda el cambio; capacidad de manejo/gestión del mecanismo propuesto; capacidad de pago del usuario meta; es un mecanismo existente que funciona actualmente; tiempo de implementación.

Fondo de agua

El Fondo de Agua es una herramienta diseñada para movilizar e invertir recursos financieros para la conservación de las áreas estratégicas de la cuenca que proveen diferentes servicios ambientales. En este sentido, se realizó un diagnóstico con la participación de actores de la cuenca, con la finalidad de generar las bases y los pasos a seguir para la implementación del fondo de agua, atendiendo a los siguientes aspectos: limitantes para el fondo, financiamiento para el fondo y finalmente, hacia dónde dirigir la inversión.

Para establecer un Fondo Fideicomiso de Agua es necesario contar con las siguientes condiciones:

- Marco legal favorable.
- Voluntad política institucional.
- Estrategia financiera.
- Estructura operativa.

La figura 11 muestra la estructura básica del fondo de agua planteado para la cuenca del río La Villa.

La idea es que una vez que el Comité de Cuenca del río La Villa obtenga su personería jurídica (eventualmente a

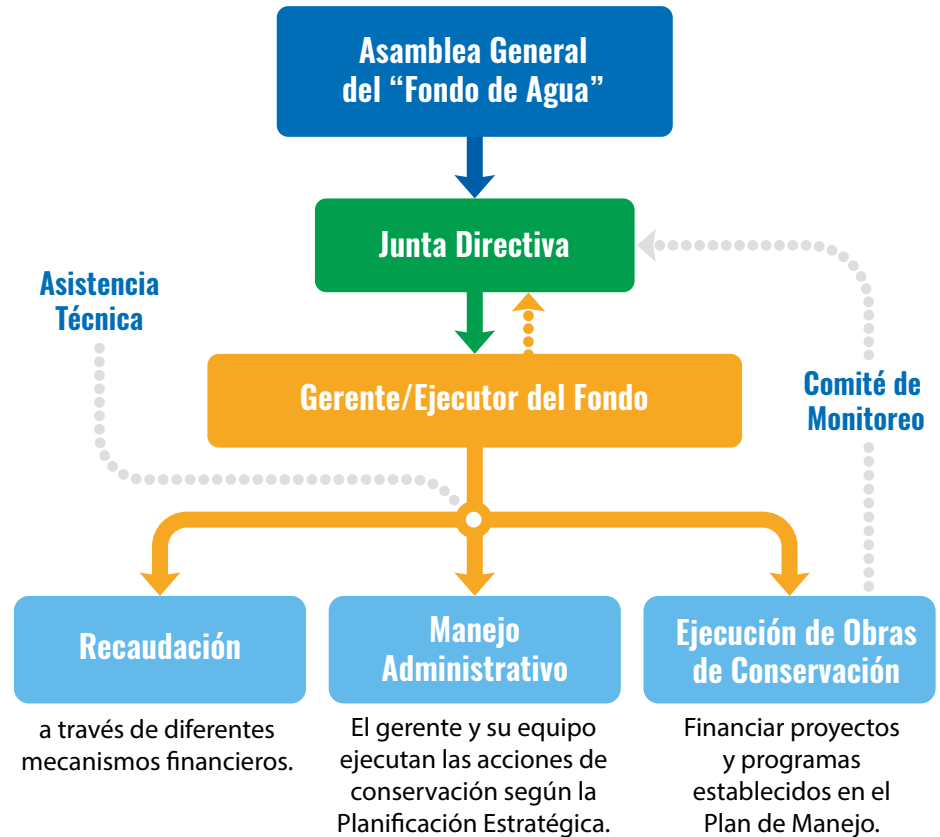
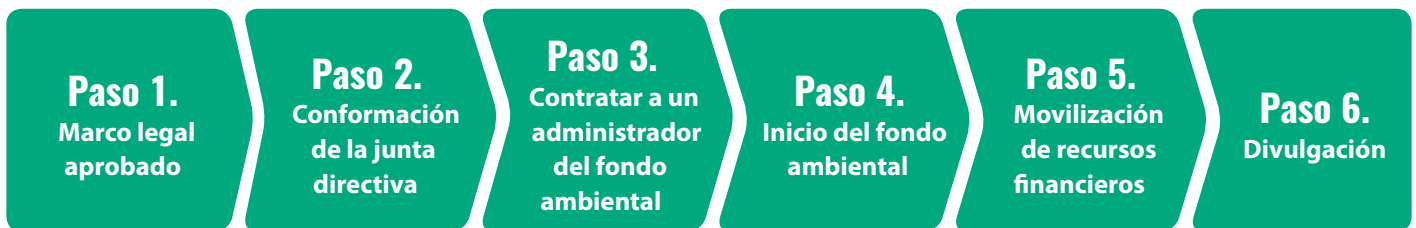


Figura 11. Estructura básica del fondo de agua planteado para la cuenca del río La Villa.

través de MIAMBIENTE), conforme la Junta Directiva del Fondo de Agua. Por otra parte, se deberá contratar un ente independiente (ejemplo ONG local) que administre y ejecute el Fondo de Agua, bajo una planificación estratégica elaborada y aprobada por la Junta Directiva o Comité de Cuenca.

Para la implementación de este fondo, se requiere el cumplimiento de 6 pasos que se detallan a continuación.



¿Qué significa este resultado?

Este estudio generó los insumos para el diseño funcional del Fondo de Agua, mediante la identificación de mecanismos financieros, y sugirió la ruta de implementación del fondo (pasos a seguir); la cual implica procesos de

socialización de resultados, legalización de instrumentos, entre otros. Se identificó que existen una serie de fuentes y mecanismos de financiamiento que permiten la operatividad del Fondo de Agua; además, lo más

importante es que todavía existe una disponibilidad importante del recurso hídrico.

Por otra parte, la principal limitante para el establecimiento del fondo

de agua es que la entidad base de la cuenca, el Comité de Cuenca Hidrográfica no cuenta con personería jurídica, lo cual lo imposibilita para el manejo y administración de fondos. Sin embargo, es una tarea que con voluntad política se puede resolver de forma expedita.

No se puede garantizar la operatividad del fondo de agua durante el presente proyecto, puesto que sólo implementando esta iniciativa, se podrá evaluar su viabilidad o no; sin embargo, la estructura del mismo está diseñada para que funcione.

¿Hacia dónde debemos dirigir este fondo de agua?

Son las comunidades de la parte alta y media de la cuenca quienes mayormente requieren mejoras de sus sistemas de producción para la conservación de sus recursos hídricos, cuya disponibilidad en cantidad y sobre todo en calidad, dependerá básicamente del uso y cuidado que se tenga con ellos en estas partes de la cuenca. Sin embargo, no disponen de planes y/o proyectos, ni de las capacidades necesarias para ejecutar y monitorear estas acciones; por lo cual, es más difícil que puedan obtener recursos financieros que permitan la implementación

de medidas de restauración, manejo y conservación.

En este sentido, el fondo de agua puede suplir esa necesidad, mediante el fortalecimiento de la capacidad local y el acompañamiento para la formulación de estrategias y planes que permitan minimizar los niveles de pobreza, sin lo cual, la conservación de los ecosistemas para garantizar la producción de agua, resulta imposible. En este sentido se debe invertir en “negocios ambientales” que generen ingresos, pero que minimicen la presión sobre los recursos de la cuenca; ejemplo de ellos:

- Conversión de residuos orgánicos en biogas para producir energía o uso en la cocina (eficiencia y producción más limpia) y/o abono orgánico.
- Restauración de ecosistemas como el mejoramiento de fincas.
- Energías renovables.
- Tratamiento de residuos sólidos.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Sistemas productivos integrales.
- Turismo verde.

MONITOREO PARTICIPATIVO DE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

A nivel mundial, en los últimos años se han realizado numerosos estudios en donde se propone la utilización de insectos acuáticos para evaluar la calidad ambiental de los ríos, basándose en la abundancia de las familias de insectos que podemos encontrar en un cuerpo de agua a lo largo del tiempo, debido a que éstos cuentan con ciclos de vida relativamente largos que nos permiten reconocer y verificar diversas perturbaciones, tanto pasadas como presentes, pudiendo de esta forma detectar la salud del ecosistema acuático o la toxicidad del mismo.

Qué es el biomonitoreo? El biomonitoreo es la observación o estudio del

entorno que nos rodea, para poder determinar los cambios ocurridos en un sistema, como por ejemplo un río. En este sentido, el biomonitoreo está dirigido a evaluar el grado de contaminación de un río, usando como base organismos indicadores (macroinvertebrados), que mediante su reconocimiento, determinarán los cambios ocurridos en el agua para establecer su calidad biológica. De esta forma, el biomonitoreo es una herramienta fácil, económica y rápida para examinar la calidad biológica de las aguas.

¿Para qué sirve? Sirve para tener una vigilancia rutinaria de un cuerpo de agua, basándose en que los orga-

nismos que habitan los cuerpos de agua presentan adaptaciones evolutivas que nos permiten ver si existe una alteración negativa o perturbación en un cuerpo de agua.

Los macroinvertebrados acuáticos: son insectos que viven en los ríos y alguno de ellos pueden ser fácilmente visibles; además, presentan ciclos de desarrollo lo suficientemente largos para permanecer en el agua, lo que los hace ideales para detectar cualquier alteración con el paso del tiempo. Su abundancia y diversidad permite a muchos de ellos tener varios niveles de tolerancia, frente a diversos parámetros de contaminación.

¿Qué se hizo?

Se llevaron a cabo jornadas de monitoreo participativo de indicadores biológicos, para evaluar la calidad de las aguas superficiales en las secciones del río principal (río La Villa) y secciones de algunos ríos secundarios y principales contribuyentes del río La Villa, así como en la parte baja, entre los Distritos de Chitré y Los Santos (ver mapa 16).



Mapa 16. Puntos de control para el muestreo de macroinvertebrados en la cuenca de río La Villa.

Tabla 15. Puntos de muestreo de macroinvertebrados.

ID	Puntos de Muestreo	Localización	Longitud	Latitud
1	Río El Gato	El Guayabito (Los Pozos)	542749	850964
2	Río La Villa	El Guayabito (Los Pozos)	543601	848957
3	Río La Villa	El Montuoso	522090	854796
4	Río Toleta	San Luis (Los Santos)	552897	867060
5	Río Estibaná	Toma de Agua de Llano de Piedra	548599	845885
6	Río Esquiguita	Pesé	541417	867306
7	Río Estibaná	Toma de Agua de Macaracas	551274	854005
8	Río La Villa	El Vado, Campos de Pesé	551408	870382
9	Río Las Trancas	Balneario Las Minas	527288	860138
10	Quebrada Pesé	Pesé	550642	872252
11	Playa El Agallito, Manglar parcela 10	Chitré	566071	882616
12	Playa El Agallito, Manglar parcela 19, Estero Boca Vieja	Chitré	569025	883741
13	Playa El Agallito, Manglar Parcela 2	Chitré	566629	883369

Asimismo se desarrollaron talleres participativos para capacitar y fortalecer a los miembros de los grupos focales, líderes jóvenes, mujeres líderes y miembros de juntas administradoras de acueductos rurales (JAAR), en el tema de monitoreo de macroinvertebrados.

¿Qué se encontró?

Familias de macroinvertebrados

Como resultado de las jornadas de monitoreo participativo, se logró identificar y clasificar las principales familias de macroinvertebrados. Además de ello, se caracterizó la calidad de las aguas de las fuentes evaluadas de acuerdo a las categorías en base al índice BMWP/PAN¹⁶ (Tabla 16)







16 Cornejo et al. 2017. Diagnóstico de la condición ambiental de los Afluentes Superficiales de Panamá Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Ministerio de Ambiente, 326 p. ISBN: 978-9962-5573-2-6

A continuación se presenta el resultado de la identificación de las principales familias de macroinvertebrados presentes en los ríos muestreados.

Río Estibaná (Toma de agua de Macaracas)

En este río se recolectaron 813 individuos, los cuales se agruparon en 2 ordenes, siendo la clase insecta la más abundante con 793 individuos (97.54%), seguido por el orden Malacostraca (Decapoda) con 20 individuos (2.46%). Se reportaron 26 familias de las cuales la más abundantes fueron: *Leptophlebiidae* con el 17.5% individuos, *Hidropsychidae* con el 15 %, *Philopotamidae* con el 13.3%, *Leptohyphidae* con el 12.05% , *Chironomidae* con el 11.6 %, *Elmidae* con el 7.99% y *Calamoceratidae* con 3.93% del total recolectado. Todas estas familias representaron un 81.3% del total de este río.

Tabla 16. Categorías de calidad biológica del agua de acuerdo al índice BMWP/PAM.

RANGOS	CALIDAD DE AGUA	COLOR
150 o más	Aguas de calidad excelente.	
78-149	Aguas de calidad buena.	
59-77	Aguas de calidad regular.	
39-58	Aguas contaminadas.	
20-38	Aguas muy contaminadas.	
< 19	Aguas extremadamente contaminadas.	

Río Estibaná (Toma de agua de Llano de Piedra)

En este río se recolectaron 582 individuos los cuales se dividieron en tres ordenes, los macroinvertebrados dulceacuícolas siendo la clase insecta la más abundante con 470 individuos (98.3%), seguido por el orden Basommatophora con 5 individuos (0.9%) y *Tubificidae* con 8 individuos(1.4%). Se reportaron 17 familias siendo las más abundantes: *Chironomidae* con el 22.5%, *Hidropsychidae* con el 20.7%, *Leptohyphidae* con el 16.9 % individuos, *Psephenidae* con 13.3% , *Elmidae* con 11.2% y *Caenidae* con 3.3%. Todas estas familias representaron un 90.7% del total recolectado.

Río El Gato (El Guayabito de Los Pozos)

En este río se recolectaron 478 macroinvertebrados dulceacuícolas los cuales se agruparon en dos órdenes, siendo la clase insecta la más abundante con 470 individuos (98.9%) seguido por el orden Malacostraca (Decapoda) con 3 individuos (1.7%). En lo que respecta a los insectos acuáticos se reportaron 20 familias de las cuales la más abundantes fueron: *Hidropsychidae* con el 23.6%, *Philopotamidae* con el 12.8%, *Leptophlebiidae* con el 16 % individuos *Leptohyphidae* con el 10.9 % *Chironomidae* con el 10.5%, *Elmidae* con el 4.8% y *Baetidae* con 3.4% del total recolectado. Todas estas familias representaron un 77.3% del total de este río.

Río La Villa (Reserva Forestal El Montuoso)

En este río se colectaron 1,023 macroinvertebrados dulceacuícolas los cuales se agruparon en dos órdenes: Malacostraca (Athyidae: principalmente decápoda) y la clase insecta siendo esta la más abundante con 988 individuos (96.2%) seguido por el orden y Malacostraca (Athyidae) con un 3.8%. En lo que respecta a los insectos acuáticos se reportaron 38 familias, siendo las familias más predominantes: *Leptophlebiidae* con el 17.5% individuos, *Hydropsychidae* con el 10.7% *Leptohyphidae* con el 7.5% y *Ptilodactylidae* con 4.7% del total recolectado. Sin duda alguna este río aún conserva una calidad ambiental excelente, esperando que siempre hayan medidas que preserven esta área de gran importancia por ser el nacimiento del río La Villa.

Río La Villa (El Vado de Las Cabras)

En este río se colectaron 405 macroinvertebrados dulceacuícolas los cuales se agruparon en tres órdenes: Basommatophora (Thiaridae), Malacostraca (Athyidae: principalmente decapoda) y la clase insecta, resultando la más abundante con 331 individuos (76.8%), seguido por el orden Basommatophora (Physidae) con 3.2 % y Malacostraca (Athyidae) con un 20%. En lo que respecta a los insectos acuáticos se reportaron 13 familias, donde las familias más predominantes son: *Chironomidae* con el 15.3%, *Athyidae* con el 20% *Leptophlebiidae* con el 8.9 % individuos, *Leptohyphidae* con el 16.3 % y *Dryopidae* con 4.7% del total recolectado. Todas estas familias representaron un 65.2 % del total de este río.

Río La Villa (Quebrada Campos de Pesé)

En este río se colectaron 253 macroinvertebrados dulceacuícolas, los cuales se agruparon en tres órdenes: Basommatophora (*Physidae*) Malacostraca (*Athyidae*: principalmente decapoda) y la clase insecta siendo esta la más abundante con 235 individuos (92.9%) seguido por el orden Basommatophora (*Physidae*) con 1.6% y Malacostraca (*Athyidae*) con un 5.5%. En lo que respecta a los insectos acuáticos se reportaron 13 familias, siendo las familias más predominantes *Chironomidae* con el 22.9%, *Elmidae* con el 15.4% *Leptophlebiidae* con el 15 % individuos, *Leptohyphidae* con el 14.6 % y *Caenidae* con 4.7% del total recolectado. Todas estas familias representaron un 72.7% del total de este río

Río Toleta (Puente sobre la Quebrada San Luis)

En este río se recolectaron 614 macroinvertebrados dulceacuícolas los cuales se agruparon en dos órdenes, siendo la clase insecta la más abundante con 470 individuos (95.6%), seguido por el orden Malacostraca (Decapoda) con 30 individuos (3.3%). En lo que respecta a los insectos acuáticos, se reportaron 20 familias de las cuales las más abundantes fueron: *Hidropsychidae* con el 10.1%, *Philopotamidae* con el 12.5%, *Leptophlebiidae* con el 12.5 % individuos *Leptohyphidae* con el 11.2 % *Chironomidae* con el 15%, *Elmidae* con el 6.7% y *Baetidae* con 4.9% del total recolectado. Todas estas familias representaron un 72.9% del total de este río.

Río Las Trancas (Balneario Las Minas)

En este río se recolectaron 707 macroinvertebrados dulceacuícolas los cuales se agruparon en dos órdenes, siendo la clase insecta la más abundante con 470 individuos (95.6%) seguido por el orden Malacostraca (Decapoda) con 31 individuos (4.4%). En lo que respecta a los insectos acuáticos se reportaron 26 familias las más abundantes fueron: *Hidropsychidae* con el 17.3%, *Chironomidae* con el 11.5%, *Philopotamidae* con el 13.3%, *Leptophlebiidae* con el 9.9 % individuos *Leptohyphidae* con el 10.6 % , *Elmidae* con el 5.9 % y *Baetidae* con 4.2% del total recolectado. Todas estas familias representaron un 72.7% del total de este río.

Río Esquiguita

En este río se recolectaron 523 macroinvertebrados dulceacuícolas, la clase insecta fue la más abundante con 470 individuos (99.6%) seguido por el orden Malacostraca (Decapoda) con 2 individuos (0.4%). En lo que respecta a los insectos acuáticos se reportaron 20 familias de las cuales la más abundantes fueron: *Philopotamidae* con el 15.1%, *Leptophlebiidae* con el 15.8% individuos *Leptohyphidae* con el 13.9 % , *Chironomidae* con el 17.5%, *Hidropsychidae* con el 6.7%, *Calamoceratidae* con el 13.4% , *Elmidae* con el 4.8% y tanto *Hebridae* como *Plecoptera* con 1.5% del total recolectado. Todas estas familias representaron un 93.2% del total de este río.

Calidad biológica de las aguas de acuerdo al índice BMW/PAN

En la tabla 16 se presenta el estado de la calidad de las aguas de los ríos muestreados, indicando el valor obtenido de acuerdo al índice BMW/PAN para las tres secciones muestreadas en cada río (E1, E2 y E3); y en la figura 12 se muestra el esquema de cartilla de trabajo, resultado del estudio de macroinvertebrados.

Tabla 17. Calidad biológica de las aguas de acuerdo al índice BMW/PAN

Puntos de muestreo	Localización	Coordenadas	Puntaje del BMW/PAN E1	Puntaje del BMW/PAN E2	Puntaje del BMW/PAN E3
Río Gato	El Guayabito (Los Pozos).	542749 E / 850964 N	83	78	72
Significado de la puntuación por sitio.			Aguas de calidad buena	Aguas de calidad regular	Aguas de calidad regular
Río La Villa	El Montuoso	522090 /854796 N	183	157	175
Significado de la puntuación por sitio			Aguas de calidad Excelente	Aguas de calidad Excelente	Aguas de calidad Excelente
Río Toleta	San Luis (Los Santos).	552897 E Y 867060 N	82	75	73
Significado de la puntuación por sitio			Aguas de calidad buena	Aguas de calidad regular	Aguas de calidad regular
Río Estibaná	Toma de agua de llano de piedra.	548599 /845885 N	59	52	40
Significado de la puntuación por sitio			Aguas de calidad regular	Aguas contaminadas	Aguas contaminadas
Río Esquigüita	Pesé	543222 / 867125 N	76	74	73
Significado de la puntuación por sitio			Aguas de calidad regular	Aguas de calidad regular	Aguas de calidad regular
Río Estibaná	Toma de agua de Macaracas.	551274 E / 854005 N	114	98	99
Significado de la puntuación por sitio.			Aguas de calidad buena	Aguas de calidad buena	Aguas de calidad buena
Río La Villa	El Vado Campos de Pesé.	551408 /870382 N	79	75	71
Significado de la puntuación por sitio			Aguas de calidad buena	Aguas de calidad regular	Aguas de calidad regular
Río Las Trancas	Balneario Las Minas	527288 E Y 860138 N	94	82	85
Significado de la puntuación por sitio			Aguas de calidad buena	Aguas de calidad buena	Aguas de calidad buena
Quebrada Pesé.	Pesé	550642 /872252 N	42	46	43
Significado de la puntuación por sitio			Aguas contaminadas	Aguas contaminadas	Aguas contaminadas

Pasos para la colecta de macroinvertebrados utilizando la red tipo D

- Ya ubicado en las zonas de muestreo, realizado el recorrido y delimitado el tramo del sitio a muestrear, procedemos a colectar aquellos insectos que se mantienen en la superficie de la película de agua, antes que abandonen el sitio de muestreo.
- A continuación, nos ubicamos aguas abajo del final del tramo previamente delimitado, y procedemos a colectar aguas arriba. Esta orden se recomienda con la finalidad de evitar daños en la muestra y turbidez en las aguas.
- La recolección se realiza empleando una red tipo D, la cual se debe colocar en el fondo y en centro corriente; luego se realizan movimientos de izquierda a derecha con la red y se hace la remoción del sustrato con los pies. Es importante limpiar piedras y plantas a la orilla del tramo, de tal forma que puedan salir organismos que se encuentran al fondo del río o debajo de las piedras. En caso de no tener una red se puede utilizar coladeras.
- El material colectado en la red tipo D, se coloca en una bandeja blanca para una inspección preliminar en campo.
- Las muestras colectadas se colocan en botellas ziploc con alcohol al 95%, debidamente etiquetadas; posteriormente se procede a la separación e identificación de las familias colectadas, con el uso de las cartillas informativas.

Uso del índice de BMWP-PAN de calidad del agua

El índice BMWP-PAN, se calcula sumando las puntuaciones asignadas a las distintas familias encontradas en las muestras de macroinvertebrados. La puntuación se asigna una sola vez, en función del grado de sensibilidad de cada familia a la contaminación; por ejemplo, el 9 se asigna a las familias más sensibles a contaminación, y el 1 a las menos sensibles. Esto sin importar la cantidad de individuos o géneros encontrados. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en las sitios de colecta brinda el valor final que se basa en la tabla de categorías de calidad de agua. Se clasificó la calidad biológica del agua en una escala de 0 a 150 en las seis categorías siguientes: aguas de calidad excelente, aguas de calidad buena, aguas de calidad regular, aguas contaminadas y aguas muy contaminadas.

Es de enfatizar que la metodología utilizada en la propuesta por Consejo del 2017, en "El Diagnóstico de la condición ambiental de los afluentes superficiales de Panamá", debido a que fue la metodología estándar empleada en el muestreo de 25 de las 52 cuencas hidrográficas del país, a través del uso de macroinvertebrados como bioindicadores con el BMWP/PAN, que próximamente se aceptará para Panamá.

RANGOS	CALIDAD DE AGUA
150 o más	Aguas de calidad excelente.
78-149	Aguas de calidad buena.
59-77	Aguas de calidad regular.
39-58	Aguas contaminadas.
20-38	Aguas muy contaminadas.
< 19	Aguas extremadamente contaminadas.

#	Puntos de Muestreo	Localización	Longitud	Latitud
1	Rio El Guá	El Guayabito (San Pedro)	542143	850964
2	Rio La Villa	El Guayabito (San Pedro)	543681	848957
3	Rio La Villa	El Manteco	552090	854796
4	Rio Talara	San Luis (Los Santos)	552893	867060
5	Rio Urbán	Isma de Agua de Llano de Piedra	548399	845885
6	Rio Jaguajay	Peón	541417	862206
7	Rio Gómbiz	Isma de Agua de Marinaras	551214	854805
8	Rio La Villa	El Vado, Campos de Peón	551488	850382
9	Rio los Truenos	Recreo Las Manos	557248	861138
10	Quebrada Peón	Peón	556642	872252
11	Piso el Aguilito, Manglar parcela 10	Chirre	566071	882616
12	Piso el Aguilito, Manglar parcela 10, Estero Roca Vieja	Chirre	566025	883141
13	Piso el Aguilito, Manglar Parcela 2	Chirre	566029	882069

1. Springer, M. A., Ramirez & P. Hanson. 2010. Macroinvertebrados de aguas dulces de Costa Rica I. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos, métodos de recolección, identificación analítica. *Epimeroterapia, Odonata, Plecoptera, Trichoptera*. Rev. Biol. Trop. 58(4): 1-243.

2. Consejo del 2017. Diagnóstico de la condición ambiental de los Afluentes Superficiales de Panamá / Ayder González et al. - Panamá: Instituto Geográfico Nacional, Dirección General de Estudios de la Salud, Ministerio de Ambiente, S20 y G200. 310. 9962-5523-2-6.

Consultor: Altagracia Zapata. Elaborado por: CAI/MAC 2018

Bioindicadores de Calidad del agua

Macroinvertebrados

Cuenca del río La Villa

Herramientas e insumos para colecta de macroinvertebrados

Indicadores de aguas de excelente a buena calidad

★★★★

Indicadores de aguas muy contaminadas a extremadamente contaminadas

☆☆☆☆

Indicadores de aguas de calidad regular a contaminadas

★★☆☆

Guía de uso

Figura 12. Cartillas con los resultados del estudio de "Bioindicadores de Calidad del agua, Macroinvertebrados".



¿Qué significan estos resultados?

Se colectaron un total de 5,398 insectos, representados en aproximadamente 50 familias y 10 órdenes. El índice biológico BWMP-PAN demostró que el **estado de degradación de la cuenca alta no es crítico**, pudiendo observar que La Reserva Forestal El Montuoso posee un índice de calidad que va de 183 a 175, lo que lo califica como **aguas de excelente calidad**, ya que garantiza un buen hábitat y nicho ecológico para una gran cantidad de especies. En nuestro caso, familias de macroinvertebrados que corroboran el buen estado del río La Villa en la parte alta de la cuenca.

En el caso particular del río La Villa

(Quebrada Pesé), cuyo resultado indica que son **aguas contaminadas**, evidenciando una **degradación en su calidad biológica**, gran parte de la problemática es el desvío del río por la construcción de un puente sobre la carretera. La alteración del libre flujo del río ha generado un estancamiento y degradación de sus aguas, prueba de ello es la dominancia de las familias: *Chironomidae* (Díptera) y *Elmidae* (Coleóptera) que son características de aguas estancadas, lo que podría generar un deterioro mayor en la calidad ambiental del río, a futuro.

De forma general, los factores que están contribuyendo al deterioro de

la calidad del agua de las fuentes evaluadas corresponden al mal manejo de los desechos sólidos, vertido de aguas residuales producto de actividades agrícolas, porcinas y aviar de la zona.

Los resultados del estudio muestran la continua degradación de las aguas del río La Villa, por lo cual si no se toman medidas inmediatas, aquellos ríos que tienen aguas de excelente a buena calidad, pasaran a ser aguas de calidad regular, y los de aguas contaminadas a aguas de extremadamente contaminadas, atentando contra la salud pública de la población que hace uso de sus aguas para consumo.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS DE HUMEDALES DE LA CUENCA DEL RÍO LA VILLA

¿Qué se hizo?

Se realizó un diagnóstico de los ecosistemas de humedales de la cuenca del río La Villa, para identificar acciones encaminadas a la recuperación y restauración del ecosistema en general, para lo cual se definieron parcelas y tomaron muestras de agua de los ecosistemas de manglar, para evaluar sus propiedades físico-químicas,

que sumada al análisis de suelo, permitieron la elaboración de una propuesta de acciones recomendadas para restaurar, recuperar y proteger el ecosistema de humedales de la cuenca del río La Villa.

También se ensayó con un proceso de reforestación a escala demostrativa

en el área de manglar, con el enfoque de enriquecimiento (750 plantones de mangle y especies asociadas); a dicha actividad de siembra se le realizó el debido seguimiento para la verificación de canales conductores de agua hacia los plantones, que permitieran su sobrevivencia.

¿Qué se encontró?

Estratificación de la cobertura de manglar

El área de estudio corresponde a los manglares ubicados en la desembocadura del río La Villa. Los mismos se encuentran en una zona rodeados de sitios dedicados a diversas actividades, entre ellas pesca, agricultura, ganadería, industria de camarón, y salineras; por lo cual, la accesibilidad es relativamente fácil ya que se cuenta con diversas carreteras y caminos. En el perímetro de estos manglares encontramos una gran cantidad de comunidades costeras.

Para la cuenca baja, se identificaron varios estratos de mangle (Tabla 18), generando de esta forma el mapa de estratificación que se presenta a continuación. (Mapa 17)

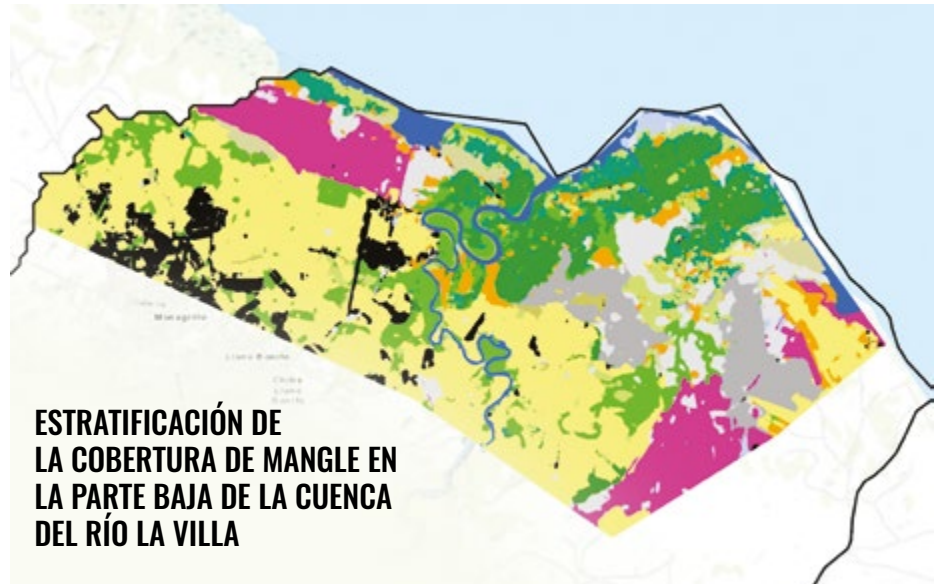
Tabla 18. Resultados de la estratificación de la cobertura de manglar de la parte baja de la cuenca del río La Villa.

Estratos	Área Provincia (ha)		Área Total (ha)
	Herrera	Los Santos	
Albina – Bosque Chaparro	0	241.27	241.27
Albinas	61.97	202.04	264.01
Bosque Seco	4.35	11.07	15.42
Camaroneras	179.86	201.31	381.17
Construcciones – Urbano	211.57	11.84	223.41
Cultivos	783.19	471.78	1254.97
Mangle blanco	9.15	3.24	12.39
Mangle mixto – Rojo Negro	56.13	132.71	188.85
Mangle mixto – Blanco Negro	46.95	128.31	175.26
Mangle Negro	210.41	148.82	359.23
Mangle Negro, Achaparrado	40.55	28.64	69.19
Mangle Rojo	37.31	240.79	278.10
Paja puyuda	30.24	114.65	144.89
Playa	3.39	24.99	28.39

El monitoreo del bosque de mangle del río La Villa, nos brinda como resultado una radiografía del estado fitosanitario en forma general, en la cual podemos decir, que a pesar de la gran presión que reciben de las comunidades y de las diversas actividades antropogénicas realizadas en su perímetro, presenta excelentes condiciones. Se encontró un bosque de mangle rojo con alturas dominantes superiores a los 20 metros, siendo esta especie la que domina en porcentaje de cobertura; además, se observó que es un bosque relativamente joven, con un alto porcentaje de regeneración, por encima del 35 %.

Potenciales fuentes de presión para el ecosistema de manglar de la cuenca baja del río La Villa

- 1. Vertederos de basura:** Uno de los mayores riesgos a los que está sometido el bosque de manglar del río La Villa, es el vertedero de basura que existe en su perímetro. La gran cantidad de contaminantes que se encuentran en este tipo de sitios pueden llegar al bosque de mangle a través de los lixiviados no controlados, estos pueden contener elementos pesados que resultan muy perjudiciales para la sobrevivencia y/o buen desarrollo de los árboles de mangle y toda la fauna que convive en este tipo de ecosistema.
- 2. Asentamientos humanos:** Existe una gran cantidad de sitios poblados en los alrededores de los manglares, pero en el recorrido de campo se ha podido constatar hasta la fecha, que existe muy poca incidencia de daños ocasionados por estos asentamientos, poca tala de árboles y explotación de especies asociadas a los manglares. El mayor peligro que representan las comunidades es



Cobertura	Color	Herrera (ha)	Los Santos (ha)	Total
Albina - bosque chaparro		...	241.27	241.27
Albinas		61.97	202.04	264.01
Bosque seco		4.35	11.07	15.42
Camaroneras		179.86	201.31	331.17
Contrucciones - urbano		211.57	11.84	223.41
Cultivos		783.19	471.78	1254.97
Mangle Blanco		9.15	3.24	12.39
Mangle mixto - rojo negro		56.13	132.71	138.35
Mangle mixto - blanco negro		46.95	128.31	175.26
Mangle negro		210.41	148.82	359.23
Mangle negro, achaparrado		40.55	28.64	69.19
Mangle rojo		37.31	240.79	278.10
Paja puyuda		30.24	114.65	144.39
Playa		3.39	24.99	28.39

Mapa 17. Mapa de estratificación de la cobertura de mangle en la parte baja de la cuenca del río La Villa.

la incidencia de incendios de masa vegetal (zonas cubiertas por paja puyuda y áreas de albinas) en época seca, debido a la caza ilegal de la fauna nativa.

- 3. Contaminación con residuos sólidos:** La cantidad de basura que se encontró en los sitios de muestreo es alarmante, indicando la poca conciencia de las personas en el manejo de sus residuos, principalmente aguas arribas del río La Villa.
- 4. Vertidos de aguas residuales domésticas:** Generan un impacto negativo para las especies que habitan y se sostienen de estos ecosistemas; sin embargo, actualmente está en operación la Planta

de Tratamiento de Aguas Residuales, ubicada en el Distrito de Chitré, con lo cual esperamos disminuya significativamente esta presión.

- 5. Vertidos de aguas residuales agrícolas:** Estas aguas pueden alterar la dinámica de crecimiento de las especies de mangle al influir en los procesos de absorción de nutrientes. En este sentido, resulta importante mantener la calidad de la fuente principal que es el río La Villa, y un monitoreo y control de las actividades que se desarrollan en las partes altas y media de la cuenca, cuyos efectos se harán notorios en la calidad de los ecosistemas de la parte baja de la cuenca.

Acciones recomendadas para restaurar, recuperar y proteger el ecosistema de humedades de la cuenca del río La Villa.

Basándonos en la estratificación del área de estudio del ecosistema de manglar del río La Villa, tomando en cuenta las variables del vuelo forestal¹⁷, suelo y agua, se obtuvo como resultado un total aproximado de 650.2 ha de manglar, las cuales se distribuyen en albinas con árboles enanos, albinas con paja puyuda y albinas sin ninguna cobertura, en su mayoría en el lado del municipio de Los Santos.

Esta zona presenta condiciones para poder ser recuperada bajo el criterio de **enriquecimiento de áreas**.

¹⁷ Altura de la copa de los arboles.

Se han ensayado una gran variedad de metodologías aplicadas de recuperación y/o restauración de áreas de manglares, tanto en el Pacífico panameño como en el Atlántico, generando excelentes resultados; en este sentido, proponemos las siguientes para el área de estudio:

1. Propagación de plantas en viveros temporales
2. Plantas en cilindros de bambú
3. Siembra directa de propágulos de mangle rojo
4. Propagación de mangle mediante el diseño de canales de conducción hídrica
5. Producción de plantas en viveros temporales, bajo el método de inundación.

Las actividades asociadas a los procesos de restauración, recuperación y protección de mangle y especies asociadas son las siguientes:

1. Identificación del área
2. Georeferenciación
3. Diseño y construcción de canales
4. Recolección del material vegetativo
5. Producción de plántones en viveros
6. Limpieza del área
7. Transporte de plántones
8. Siembra de plántones
9. Seguimiento y mantenimiento como mínimo 5 años, hasta que la plantación esté instalada.

¿Qué significan estos resultados?

Los árboles de mangle se caracterizan por la propiedad de captura de una significativa cantidad de carbono de la atmósfera que almacena en sus raíces, troncos, ramas y hojas; además el suelo del manglar, rico en materia orgánica, también absorbe mucho carbono; de esta forma, si se destruyen los ecosistemas de manglares, gran parte de este carbono

almacenado tarde o temprano entrará a la atmósfera, contribuyendo así a la aceleración del cambio climático y acelerando sus efectos sobre el resto de los ecosistemas.

Por otra parte, es importante establecer las medidas regulatorias para los asentamientos humanos en las áreas colindantes a las zonas de

manglar; pues si bien es cierto, hasta la fecha la influencia directa del factor humano no es preponderante; una mayor densidad de población puede afectar la dinámica de equilibrio que actualmente existe, puesto que demandarán más recursos de estos ecosistemas; inclusive, mayor espacio para el desarrollo, conllevando a procesos de tala del mangle.

ESTUDIO DE LA GOBERNANZA LOCAL PARA APOYAR LA RESILIENCIA MUNICIPAL SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS

En la actualidad, se recurre al término gobernanza para referirse a una nueva forma de gobierno, distinto al modelo de control jerárquico tradicional y caracterizado por un mayor grado de cooperación entre el Estado y los actores no estatales¹⁸; por lo que, para entender la gobernanza de un territorio, se requiere analizar esta complejidad de actores que actualmente intervienen en mayor o menor medida, en el proceso de toma de decisiones.

¿Qué se hizo?

Puesto que el análisis de los actores que intervienen en los procesos de toma de decisiones es el paso inicial para entender la dinámica de la gobernanza local, fue preciso poder identificar dentro de la estructura social de la cuenca del río La Villa, aquellas instituciones públicas, privadas, organizaciones no gubernamentales, cooperativas, asociaciones comunitarias, grupos ecológicos, comité de cuenca y otros actores relacionados con el recurso hídrico. Una vez identificados estos grupos, se realizaron entrevistas, encuestas y un taller de formación de capacidades y levantamiento de información en el tema de la gobernanza, con la finalidad de congregarse en un mismo espacio a los principales actores, generar canales de comunicación y socialización de criterios en torno al agua, lo que nos permitió tener una opinión colectiva y

de base para proponer un esquema de gobernanza que se ajuste a la realidad local del agua y su manejo en la cuenca del río La Villa.

¿Qué se encontró?

Bases para la gobernanza local

El primer paso fue establecer las bases para la gobernanza local del agua, que de acuerdo a los actores consultados, se basa en cinco pilares que están estrechamente relacionados (Figura 13).

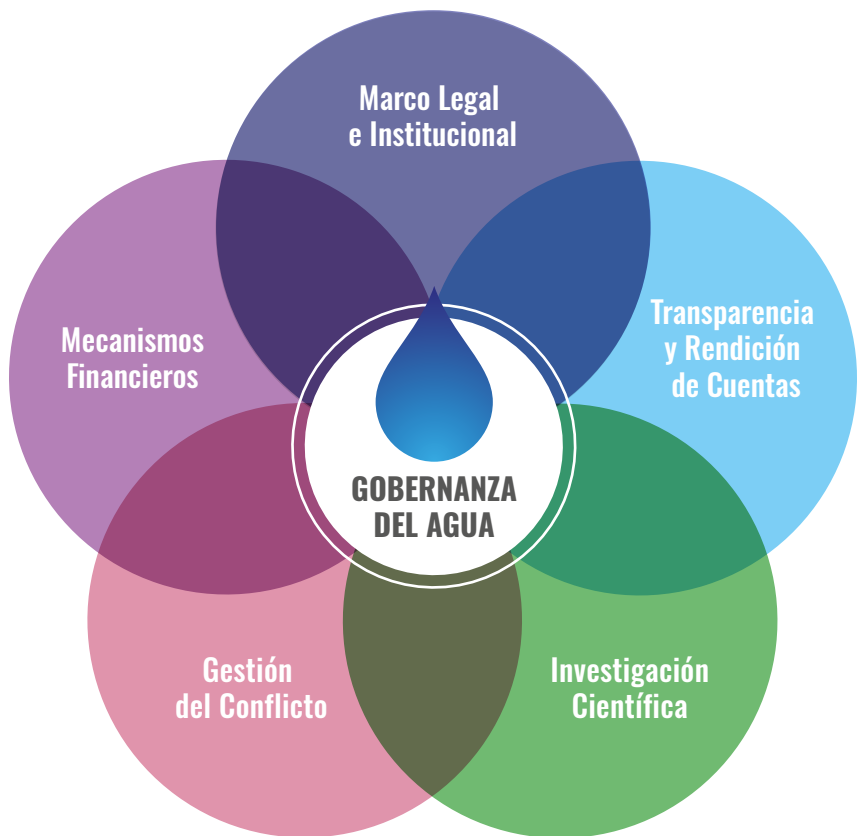


Figura 13. Bases para una buena gobernanza del agua, propuesta por los actores claves de la cuenca del río La Villa.

18 Husata, R. (2014). "Conceptualización del término Gobernanza y su vinculación con la Administración Pública" Revista Electrónica de la Universidad Autónoma de México, No.18, septiembre-diciembre 2014.

La necesidad de un marco legal e institucional bien definido

Hablar sobre el marco legal e institucional de los recursos hídricos, es un asunto sumamente complejo; primero por la cantidad de normas involucradas, y segundo, por la gran cantidad de actores que participan. Esto hace que un elemento a tener en cuenta para una buena gobernanza se base en un cúmulo de normas claras, coherentes y eficaces, así como en la identificación de los actores y sus fortalezas.

Cabe señalar que para el proceso de gobernanza enfocada en la gestión de los recursos hídricos, todos los actores se revisten de igual importancia; de otra forma este proceso no puede encaminarse ni logrará el alcance deseado; sin embargo, pese a esta acotación, se decidió trabajar con la clasificación expedita de la normativa como se muestra en los siguientes gráficos.

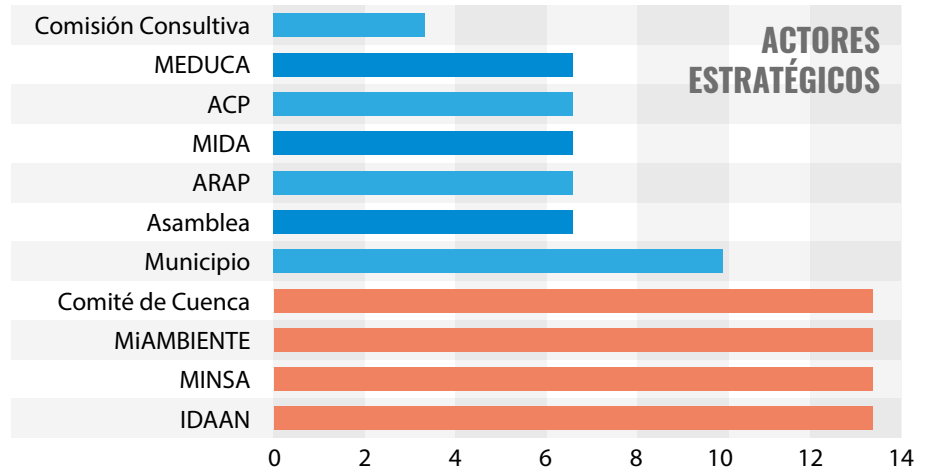


Figura 14. Clasificación actores estratégicos de acuerdo a participantes del taller: gobernanza del agua.

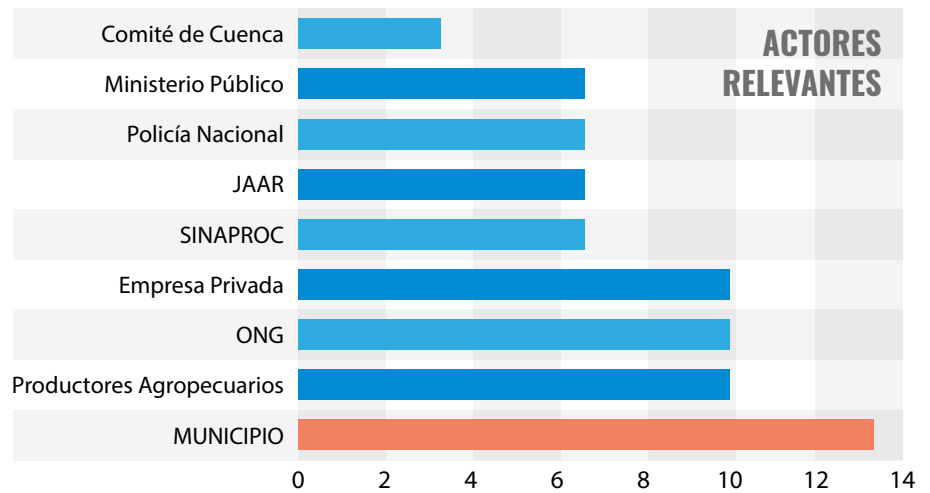


Figura 15. Clasificación actores relevantes de acuerdo a participantes del taller: gobernanza del agua.

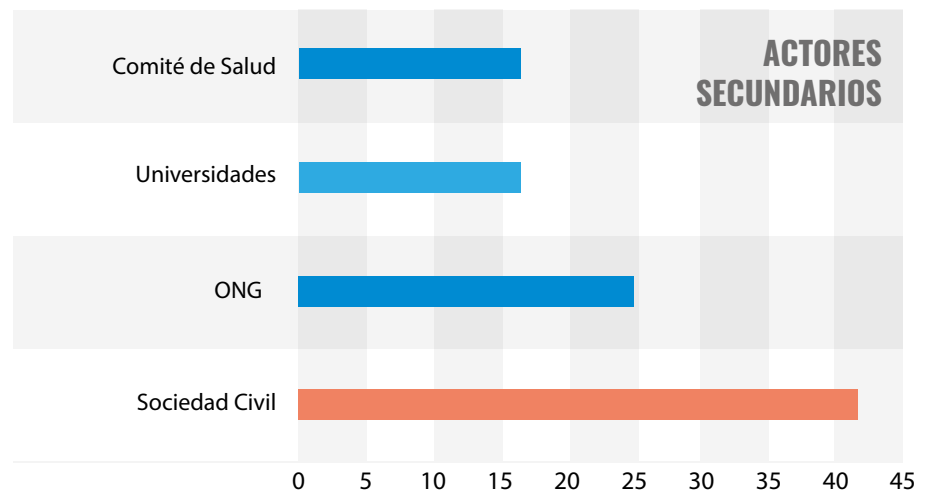


Figura 16. Clasificación actores secundarios de acuerdo a participantes del taller: gobernanza del agua.

Institucionalidad del agua en Panamá

En el siguiente cuadro se mencionan a los actores institucionales a nivel nacional en el sector hídrico¹⁹ y su función con respecto a este recurso.

Tabla 19. Institucionalidad del agua en Panamá

MIAMBIENTE	Administra y monitorea el uso sostenible del agua y las cuencas hidrográficas.
MINSA	Rige el marco normativo de la calidad del agua potable y suministro a poblaciones menores de 1500 habitantes.
MICI	Administra las normas industriales y técnicas en materia de agua (COPANIT).
MEDUCA	Educación sobre agua
MIDA	Responsable de la seguridad alimentaria
MINISTERIO PÚBLICO	Delitos ecológicos
ACP	Administra el recurso hídrico para el funcionamiento del canal
ASEP	Regula los servicios de agua y saneamiento en áreas urbanas
IDAAN	Prestadora del servicio de agua potable a poblaciones mayores de 1500 habitantes
SINAPROC	Vulnerabilidad y gestión del riesgo
ETESA	Monitoreo hidrometeorológico
SENACYT	Promoción de Investigación y Desarrollo
CONADES	Ejecución de programas en atención al suministro de agua potable y dotación de servicios de saneamiento
Universidades y Centros de Investigación	Educación, Investigación y Desarrollo

Sin embargo, debemos destacar tres figuras relevantes en el territorio con injerencia en el panorama hídrico: las Juntas Administradoras de Acueductos Rurales (JAAR), el Comité de Cuenca Hidrográfica y el Municipio.

¹⁹ Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), 2016.

El papel de los municipios en el escenario de gobernanza local del agua

El Municipio es definido en nuestra constitución como la entidad fundamental de la división político administrativa del Estado con gobierno propio, democrático y autónomo, que le corresponde prestar los servicios públicos y construir las obras públicas que determine la Ley, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación ciudadana, así como el mejoramiento social y cultural de sus habitantes. En cuanto al traslado de competencias ambientales indicadas en la Ley 37 de 2009, las mismas se

reducen a coordinar con el Ministerio de Ambiente la implementación de instrumentos de gestión ambiental, y a canalizar denuncias hacia el Ministerio de Ambiente y la Fiscalía Ambiental.

Los únicos instrumentos de gestión ambiental en los que el Municipio tiene injerencia son los Estudios de Impacto Ambiental, donde el Decreto Ejecutivo 123 de 2009 concibe la presencia de Unidades Ambientales Municipales que colaboren en el proceso de revisión. Aun así, en la práctica, la participación de los Municipios en este proceso ha sido escasa.

El otro instrumento de gestión ambiental donde tienen cierta competencia son las normas de

calidad ambiental. La Ley General de Ambiente, No.41 de 1998 indica que las “autoridades municipales podrán dictar normas dentro del marco de esta Ley, las cuales deberán respetar la Constitución Política y los contratos con la Nación, y serán refrendadas por el Ministerio de Ambiente” (artículo 21).

Por último, solo mencionar que los Alcaldes tienen participación en procesos de gestión ambiental de la cuenca al ser integrantes de entes de coordinación como los Comités de Cuencas Hidrográficas o las Comisiones Consultivas Distritales. Pero en ambos casos, quedan elementos por mejorar.

Tabla 20. Entes de coordinación existentes en torno al recurso hídrico (modelo actual de gobernanza)

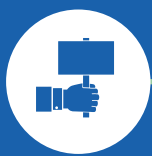
	Sistema Interinstitucional del Ambiente (SIA)	Consejo Nacional del Agua (CONAGUA)	Comisión Consultiva Distrital	Comité Cuenca Hidrográfica Río La Villa
Miembros	MiAMBIENTE, AMP, AMPYME, IDAAN, ATP, INAC, IPACOOOP, ETESA, ASEP, DAS, MIDA, MICI, MEF, MINSA, MOP, MIVI, MEDUCA, MINGOB, MINISTERIO PRESIDENCIA, INADEH	MiAMBIENTE, Ministro Presidencia. MEF, MINSA. MIDA. ACP. ASEP, IDAAN	Alcalde, 3 representantes del Concejo Municipal. 3 representantes de la sociedad civil	MiAMBIENTE, MIDA, MINSA, MICI, AMP, IDAAN, MIVI, Alcaldes, representante corregimiento, ONG, hasta 2 representantes de los usuarios
Nivel de acción		Nacional	Distrital	Cuenca hidrográfica
Representación de gobierno local		No	Si	Si
Entidad que lo preside	MiAMBIENTE	MiAMBIENTE	Rotativa (ley 8/2015)	MiAMBIENTE
Representación de la Sociedad Civil		No	Si	Si
Quorum	Mitad más 1	No se especifica en Resolución de Gabinete 114 de 2016	4 de 7 miembros	Mitad más 1
Decisiones	Mayoría simple	No se especifica en Res. Gabinete 114 de 2016.	No se especifica en el Decreto Ejecutivo 57 de 2000	Por consenso. En caso de lograrse por mayoría simple
Competencia genérica (ambiental)	SI	NO	SI	NO
Competencia específica (rec. hídricos)	NO	SI	NO	SI
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta en gestión ambiental para entidades públicas • Coordinación de entes públicos • Solución de conflictos/vacios por razón de competencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Propuesta de política, normativa, inversiones de sector hídrico a Gabinete • Implementación PNSH • Instancia de coordinación técnica interinstitucional 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar los temas ambientales que afecten al distrito respectivo y hacer observaciones, recomendaciones y propuestas al Administrador Regional del Ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • analizar los temas ambientales que afecten al distrito respectivo y hacer observaciones, recomendaciones y propuestas al Administrador Regional del Ambiente.
Fundamento Legal	Texto Unico ley 41/1998; Decreto Ejecutivo 314 de 2006	Resolución Gabinete 114 de 2016; Res.Gabinete 43 de 2017	Texto Unico Ley 41/1998; Decreto Ejecutivo 57 de 2000	Texto Unico Ley 41/1998; Ley 44 de 2002; Decreto Ejecutivo 479 de 2013

Modelo de Gobernanza para la cuenca del río La Villa del Arco Seco de Panamá

Estructura a seguir en los **Subcomités de Cuencas** y su relación con el Comité de Cuencas como ente coordinador



Principales factores que conducen hacia una gobernanza efectiva



#1

Participación ciudadana informada



#2

Sensibilización de actores



#3

Fortalecimiento de tomadores de decisión y actores claves



#4

Participación ciudadana informada

Horizontalidad de los procesos decisorios, concepto a promover en la gestión del recurso hídrico



Figura 17. Propuesta de gobernanza para la cuenca del río La Villa del Arco Seco de Panamá

¿Qué significa este resultado?

En base al estudio realizado, hemos podido determinar que la principal causa que genera complejidad en los procesos de toma de decisiones, corresponde a la **multiplicidad de actores que concurren en la gestión del recurso hídrico**. Esto en gran medida, porque los actores claves llamados a procurar la sostenibilidad del recurso no convergen en un mismo espacio, significando el desarrollo paralelo de mesas establecidas para la toma de decisiones, distintas a las mesas de coordinación y administración del recurso.

En este sentido, el modelo de gobernanza propuesto, tomando en cuenta la falta de representatividad de actores no gubernamentales, en los diferentes espacios identificados por la legislación actual para la toma de decisiones sobre la gestión del recurso hídrico, como es el caso del Consejo Nacional del Agua e incluso

de los propios Comités de Cuencas Hidrográficas, cuya representación de la sociedad civil es mínima, considera que es necesario el establecimiento y fortalecimiento de los Sub Comités de Cuencas Hidrográficas.

Para alcanzar ese fortalecimiento es necesario garantizar una mayor homogeneidad en el grupo de actores que inciden sobre la gestión del recurso hídrico, por lo cual, un Subcomité que contemple en su estructura la inserción de los actores que se consideran en el esquema de gobernanza propuesto, brindaría un balance en los procesos de toma de decisiones

Aun cuando el marco regulatorio no contemple como tal el establecimiento de los Subcomités de Cuencas Hidrográficas, esto no quiere decir que existan limitantes para su puesta en funcionamiento como una medida supletoria a la falta de representati-

vidad de los actores de la sociedad civil dentro de los Comités de Cuencas Hidrográficas, por ello, en el modelo de gobernanza que planteamos, los mismos se constituyen en una herramienta de retroalimentación continua que permita a los tomadores de decisión contar con el panorama local y así, enfocar la adopción de medidas que se ajusten a las necesidades existentes.

Lo antes expuesto no implica que el Comité de Cuenca Hidrográfica del río La Villa deba perder su relevancia y rol coordinador; por el contrario, nuestro modelo de gobernanza promueve una sinergia entre el comité y el subcomité de cuencas, donde el comité de cuenca sea el encargado de canalizar los aportes y documente las inquietudes por parte de los actores locales a los tomadores de decisión; esto, sin restringir la interacción directa que puede generarse entre ellos.



VULNERABILIDAD DE LAS MUJERES DE LA CUENCA DEL RÍO LA VILLA FRENTE A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS



El objetivo central de este estudio fue nutrir de información específica de la vulnerabilidad de las mujeres frente a los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos, de manera que sea tenida en cuenta para la elaboración de planes locales de resiliencia de los recursos hídricos, que contemplen estrategias y/o acciones para cubrir sus necesidades frente a estos impactos, disminuyendo sus efectos adversos y reduciendo su vulnerabilidad.

¿Qué se hizo?

En cuanto al componente de género del proyecto, se trabajó con grupos de mujeres de cada municipalidad del perímetro urbano, pero la realidad del campo muestra que el nivel de asociación no está lo suficientemente fortalecido y el trabajo con representantes mujeres de organizaciones se dificulta, ya que éstas no son muy visibles o no existen en el ámbito formal. Por este motivo, se decidió organizar un taller con grupos de mujeres que en su mayoría forman parte del perímetro rural de la cuenca (alta, media y baja), el cual contó con gran apoyo del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y su programa Organización de la Mujer Rural. En el contexto municipal urbano, la información se recolectó gracias al análisis de datos oficiales, así como mediante entrevistas de campo y encuestas.

¿Qué se encontró?

Percepción de fenómenos climáticos

Para las mujeres de la cuenca del río La Villa, los fenómenos climáticos y las afectaciones sobre el medio ambiente son situaciones evidentes. Igualmente, existe una gran percepción entre ellas de los impactos de los fenómenos antrópicos sobre el medio ambiente, la salud y la disponibilidad de las aguas para consumo humano. Pese a estas claridades, los fenómenos climáticos parecen no ser percibidos como amenazas directas, siendo reconocidas como amenazas las afectaciones de los mismos, y que varían de acuerdo al ámbito geográfico de residencia y de las actividades socioeconómicas (Figura 18)



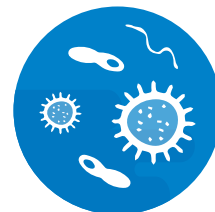
Amenazas directas del Cambio Climático para Panamá



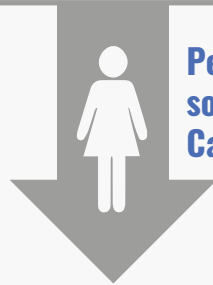
Inundaciones



Sequías



Enfermedades
relacionadas con el agua



Percepción de las mujeres
sobre los efectos del
Cambio Climático



1 AMENAZAS A LA SALUD

2 Contaminación de
fuentes hídricas

3 Gestión inadecuada
de residuos sólidos

4 Deforestación

5 Calidad del agua
de consumo.

6 La falta de agua
para consumo.

Figura 18. Percepción de un grupo de mujeres de la cuenca del río La Villa sobre los efectos del cambio climático.

Afectación del recurso hídrico y su impacto en la vida de las mujeres

Existen factores de orden cultural que condicionan la gestión de los recursos hídricos entre la población. En primer lugar, los roles de género han posicionado a las mujeres como principales responsables del hogar; igualmente, la división sexual del trabajo ha condicionado a las mujeres a una mayor gestión del agua en el hogar, como escenario privado; quedando la gestión pública y trabajos físicos pesados como un espacio de mayor participación masculina.

Si bien el escenario privado de gestión del agua presenta diferencias entre mujeres urbanas y rurales como distintas oportunidades de participación pública y comunitaria, diferencias en el ejercicio de sus actividades diarias, sus oportunidades laborales, de acceso a la educación y el suministro de agua potable e infraestructura asociada con que se cuenta en cada área; en ambos ámbitos geográficos, la gestión privada resulta ser el escenario claro de su relación directa con el recurso hídrico.

El reloj de actividades y uso de agua desarrollado en la jornada de consulta, mostró que en cuanto a la distribución de uso del agua a lo largo del día, las horas de concentración se ubican en la mañana (6:00 a.m. a 12:00 p.m.) y en horas de la tarde (4:00 p.m. a 8:00 p.m.), con diferencias entre sectores rural y urbano derivadas de las actividades productivas y de almacenamiento de agua potable que se dan en áreas rurales.

Mujeres del sector rural de la cuenca

En época seca en general, la jornada de trabajo de las mujeres rurales se aumenta dos horas en la mañana o dos horas en la tarde. Para las mujeres del distrito de Los Santos, Pesé, Los Pozos y Las Minas, el fenómeno de disminución de las precipitaciones incide de gran manera sobre su carga de trabajo a causa de la poca continuidad en el suministro de agua potable, y que afecta negativamente el desarrollo de sus actividades en el hogar y de agricultura de subsistencia.

Igualmente, la escasez del recurso hídrico puede significar un deterioro de su capital económico, toda vez que las actividades reportadas como el cuidado de las granjas y ganado; participación en las actividades lecheras; siembra de cultivos como maíz, melón, plántones ornamentales y maderables; y panadería, representan para muchas la única fuente de ingreso personal, importante para su independencia económica.

Mujeres del sector urbano de la cuenca

Por su parte, las mujeres de las áreas urbanas de Chitré y La Villa de Los Santos, con actividades más asociadas al sector servicios, mantienen sus responsabilidades en el hogar sobre todo los fines de semana; por tanto, su relación con el recurso hídrico se da mayoritariamente en este espacio, cuando enfrentan todas las tareas de la casa como: lavar ropa, limpieza externa de casas y jardines, evidenciando que muchas de las casas permanecen solas durante el día, aumentando el consumo de agua en horas de la tarde (de 5:00 pm a 10:00 pm).

Para ellas, las altas temperaturas y el estrés térmico que enfrentan en la época de verano, hace que deban emplear tiempo en las actividades asociadas al regado de jardines y aceras para disminuir la sensación térmica producida por la radiación solar, lo que representa una carga adicional en sus actividades diarias. En adición, esta forma de mitigar los efectos del clima, genera mayor presión sobre el recurso hídrico en una época en la que la disponibilidad es un problema real.

Aspectos de vulnerabilidad que inciden en la exposición de las mujeres a los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos

El nivel de vulnerabilidad depende de los factores de contexto que exponen en mayor o menor medida a las personas a las amenazas del entorno. En el contexto de las amenazas climáticas planteadas: baja pluviosidad en época seca y aumento en la intensidad de las lluvias en época lluviosa, y sus impactos asociados sobre la cantidad y calidad de las aguas en épocas seca e inundaciones, y desbordamientos en entornos urbanos y rurales poco blindados frente al clima, ciertos aspectos culturales, socio ambientales, económicos e institucionales, exponen a las mujeres de la cuenca a enfrentar los efectos negativos. Estos factores se detallan en la Tabla 21.

Tabla 21. Factores de contexto que exponen a las mujeres a las amenazas del entorno.

FACTOR DEL CONTEXTO	VULNERABILIDAD	CAPACIDAD O RESPUESTA
CULTURAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. División sexual de trabajo. 2. Falta de organización local y/o comunitaria. 3. Ausencia de prácticas tradicionales asociadas a la cosecha de agua u otras iniciativas comunitarias para garantizar el abastecimiento. 4. Persistencia de prácticas comunitarias insostenibles. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Iniciativas comunitarias para la protección y educación ambiental de mujeres en la cuenca media y alta. ● Mujeres líderes que se integran en oportunidades de asociacionismos en temas agropecuarios y ambientales.
SOCIOAMBIENTAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dependencia institucional. 2. Escasez de agua. 3. Baja percepción del riesgo. 4. Desconocimiento de la planificación y preparación para desastres. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Iniciativas comunitarias para la gestión de residuos sólidos en la cuenca baja, media y alta. ● Grupos ecológicos y ganaderos con participación de mujeres lideran procesos de reforestación y educación.
ECONÓMICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Economía de subsistencia y trabajo no remunerado. 2. Ausencia de presupuestos sensibles al género. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Actividades de venta de productos de panadería en la cuenca alta. ● Asociacionismo y cooperativismo en actividades agropecuarias en la cuenca media y alta.
INSTITUCIONAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entorno institucional poco sensible al género. 2. Ausencia de Planes de ordenamiento territorial y su seguimiento. 3. Falta de programas de educación sobre la cultura del agua que integran a las mujeres. 4. Mecanismo de coordinación no son eficientes y poco incluyentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Grupo de mujeres ambientalistas en la cuenca media y alta. ● Comité de Cuencas organizado

¿Qué significan estos resultados?

La provisión del agua implica diversas formas de llevar el recurso a la casa, donde la principal protagonista, con un papel activo en el abastecimiento y uso del agua, es la mujer; sin embargo, este hecho no implica su participación en la gobernanza o toma de decisiones con respecto al recurso.

Las mujeres de la cuenca del río La Villa, reconocen su ausencia de participación en la toma de decisiones con respecto al agua por diversas razones:

- Priorizan el cuidado de la familia.
- El papel dominante del hombre.
- No se sienten en la capacidad de opinar.
- Recarga de jornadas, especialmente en verano.

- Falta de educación y/o conocimiento.

Por tanto, es importante generar programas a nivel municipal, donde se resalte el papel de la mujer, especialmente las de áreas rurales, en la gestión del agua. Esto se logra impulsando la participación de la mujer en espacios de diálogo para la toma de decisiones y mediante el fortalecimiento de sus capacidades.

Por otro lado, y como parte de las estrategias del componente de género, además de generarse una matriz de recomendaciones de género a partir del marco del objetivo de proyecto, se realizaron dos análisis del contexto de la participación de la mujer en la gestión del agua, como se menciona a continuación:

- Vulnerabilidad de las mujeres de la cuenca del río La Villa frente a los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos.
- Gestión y acceso al agua de las mujeres en la cuenca del río La Villa.

La información contenida en los dos análisis arriba mencionados, constituye una pieza fundamental para la formulación de acciones de adaptación, en beneficio de la resiliencia del recurso hídrico de la cuenca del río La Villa, que garanticen la integración de la mujer en las acciones a implementar y en los procesos de toma de decisiones con respecto al agua.

ASPECTOS SOCIALES DE PARTICIPACIÓN

Durante de la ejecución del Proyecto hubo varios niveles de participación de los actores de la cuenca, los cuales se ilustran en la Figura 19.

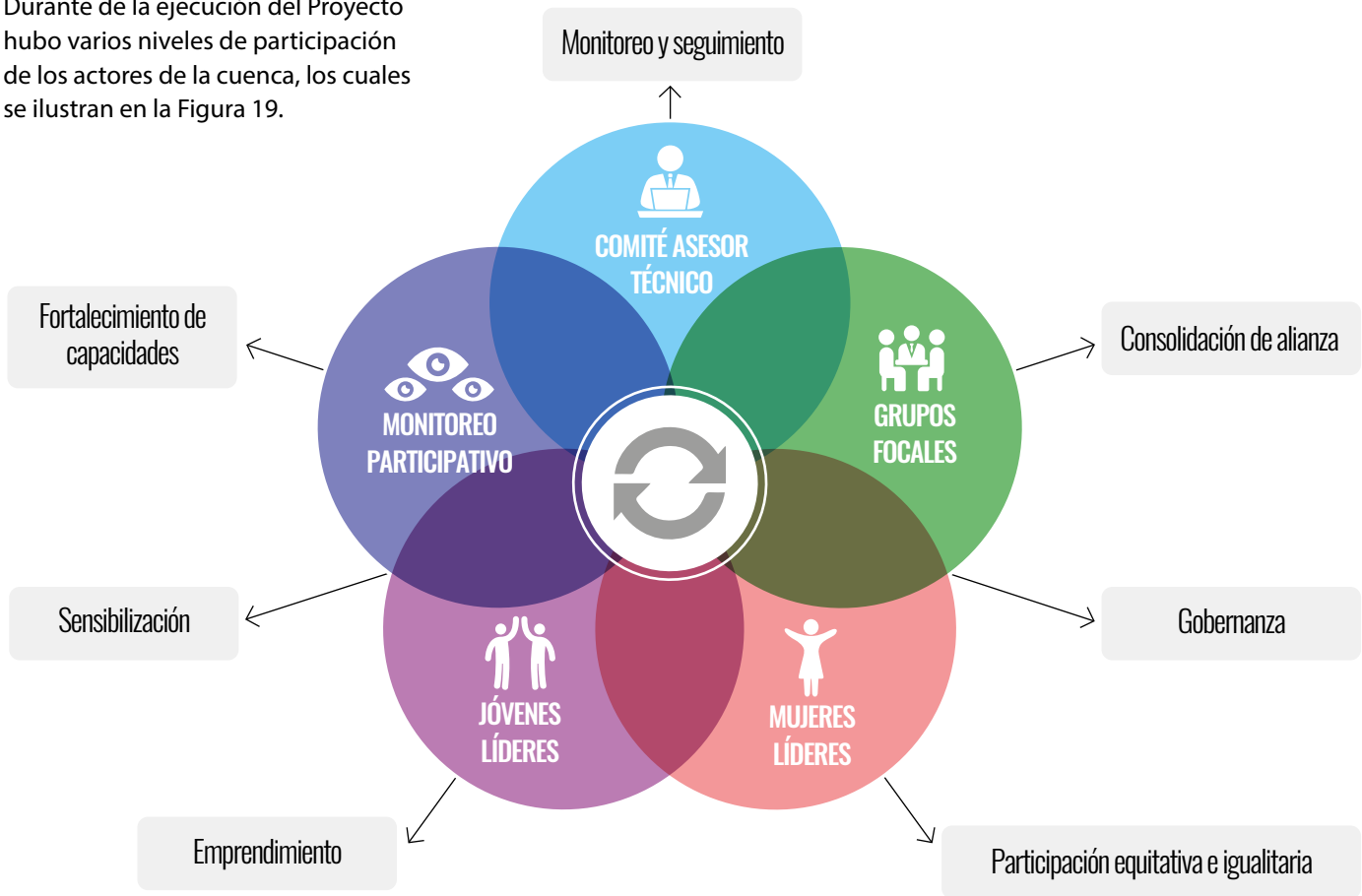


Figura 19. Aspectos sociales de participación

Comité Asesor Técnico

Con el fin de garantizar un adecuado cumplimiento y seguimiento de las actividades del Proyecto, se conformó un Comité Asesor Técnico (CAT), que entre sus funciones estuvo la de supervisar la aplicación del proyecto y facilitar las interacciones entre las partes interesadas nacionales y locales sobre el terreno. Este Comité lo integraron delegados representantes de las ciudades de Chitré y La Villa de Los Santos, del Comité de la Cuenca Hidrográfica del río La Villa, del Ministerio de Ambiente de Panamá, de la Sociedad Civil y de CATHALAC.

Grupos Focales de Participación (GFP)

Se conformó un grupo de actores de ambos municipios, a los cuales se les denominó Grupos Focales de Participación, GFP; quienes a través de sus aportes en los talleres organizados por el proyecto, generaron la información necesaria para la elaboración e implementación de estrategias a nivel municipal, local y regional, en beneficio de su cuenca (Figura 20). Asimismo la información generada sirvió de insumo para la formulación de los Planes Municipales.

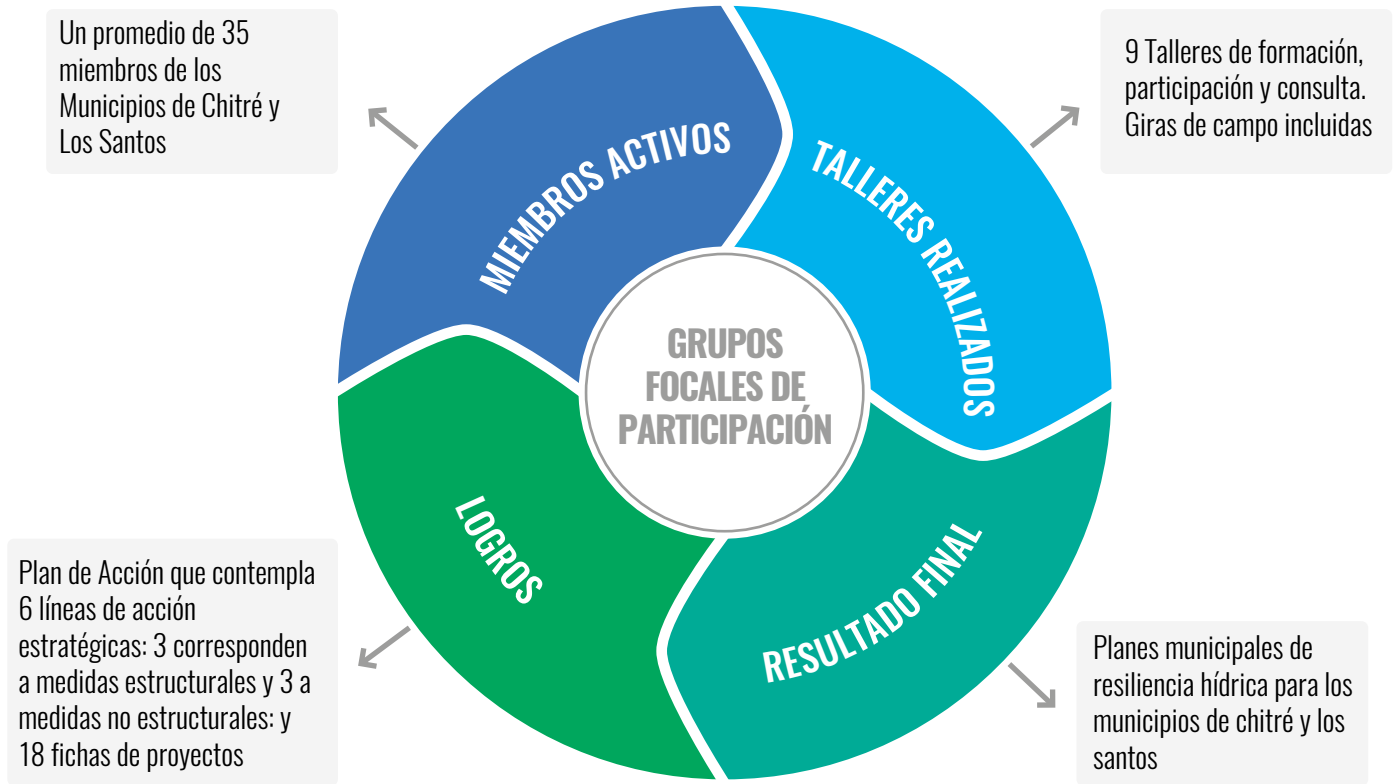


Figura 20. Diagrama que esquematiza el trabajo realizado con los Grupos Focales de Participación.

Jóvenes Líderes

Se llevó a cabo un amplio programa de capacitación de 17 Líderes Jóvenes (11 mujeres y 6 hombres) pertenecientes a los municipios de Chitré y Los Santos, en temas como Recursos Hídricos; Variabilidad Climática y Cambio Climático; Gestión de Riesgos frente a Desastres Climáticos; Educación Ambiental; Agua y Desarrollo Comunitario, quienes al final del programa presentaron ante las principales autoridades de sus municipios 4 perfiles de proyectos, atendiendo

a problemáticas identificadas en su cuenca.

Tanto el Programa de Jóvenes Líderes como el Trabajo de los Grupos Focales, siguieron una metodología de preparación y trabajos grupales, en los cuales se puso en práctica los conocimientos adquiridos. Estos trabajos grupales fueron guiados por los expertos de CATHALAC y también por facilitadores externos, con la finalidad de obtener la mayor cantidad de información posible que sirviera de insumo para la formula-

ción de los Planes Municipales.

En el caso particular de la formación de Jóvenes Líderes, luego de la culminación del programa se logró su integración con los miembros de los Grupos Focales para que, tomando en cuenta la experiencia y conocimientos adquiridos, puedan desarrollar su potencial aporte al trabajo actual en ambos municipios y que sus ideas también queden plasmada en los planes municipales.



RESULTADOS

Figura 21. Nuestros jóvenes Líderes.

17 Líderes Jóvenes formados y empoderados en beneficio de la calidad ambiental y del recurso hídrico de la cuenca del río La Villa.

17 Líderes Jóvenes con deseos de participar activamente en las acciones de sus municipios en beneficio del recurso hídrico de su cuenca.

PERFILES DE PROYECTOS

Evaluación del impacto que genera la actividad porcina al recurso hídrico en Las Cruces de Los Santos

Agua Sólida: Propuesta para la sostenibilidad de aguas grises

Azuero Eco-Post: Página Ambiental con Información Hídrica-Azuero.

Cultura de Reciclaje en Azuero.



Fortalecimiento de las capacidades locales

Una de las estrategias contempladas en el proyecto de “Fortalecimiento de la resiliencia hídrica frente al cambio climático en dos ciudades de la cuenca del río La Villa del Arco Seco de Panamá” estuvo enfocada en el fortalecimiento de las capacidades locales. De esta forma, utilizando las figuras de Grupos Focales de Participación, Mujeres y Jóvenes Líderes y

Comunidades Organizadas, se facilitó la generación de nuevos saberes relacionados al manejo, gestión y conservación de los recursos hídricos de la cuenca del río La Villa; de esta forma, además de recibir información necesaria para los diferentes aspectos a tratar en el proyecto, cada sesión de trabajo contó inicialmente, con un espacio dirigido a tratar temas rela-

cionados con la cuenca, ecosistemas asociados, cambio climático, gestión de riesgo, contaminación hídrica e infraestructura hídrica. Igualmente, se desarrollaron talleres enfocados al análisis ambiental, mediante la utilización de nuevas tecnologías para la formulación de proyectos encaminados a garantizar la resiliencia hídrica de la cuenca.

PLANES MUNICIPALES DE RESILIENCIA HÍDRICA

El objetivo de los planes municipales es generar información, conocimiento y capacidades que contribuyan a los esfuerzos de las autoridades locales, sectoriales y de la cuenca en los procesos de decisión, orientados a una adecuada gestión integral de los recursos hídricos y apoyo a la formulación de planes municipales para la resiliencia y seguridad hídrica en Chitré y Los Santos.

Contando con la información de base recabada a partir de los diferentes

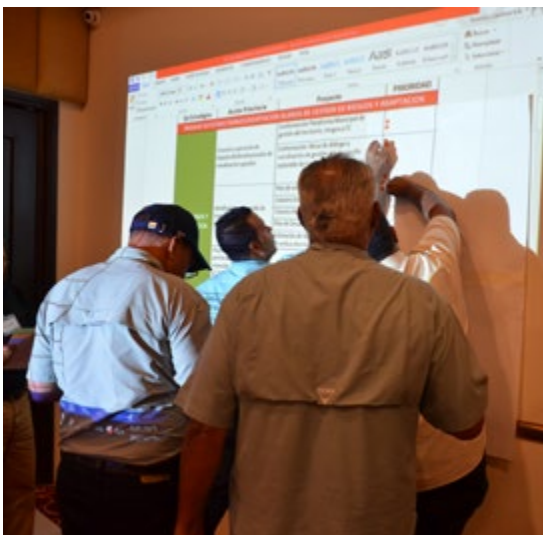
estudios realizados en el marco del proyecto, la interacción con diferentes actores locales del recurso hídrico de la cuenca del río La villa, en su papel de grupos focales de participación, líderes jóvenes, mujeres líderes, comité de cuenca, juntas administradoras de acueductos rurales, autoridades municipales, instituciones del gobierno local y central, se logró esquematizar una propuesta de acciones priorizadas de adaptación, que permitan la resiliencia del recurso hídrico de la cuenca del río La Villa.

Estas medidas de adaptación representan la ruta a seguir por las autoridades de los Municipios de Chitré y Los Santos, generándose sinergia entre ambos Municipios, con la estructura del Comité de Cuenca Hidrográfica y el subcomité de cuenca (producto del esquema de gobernanza propuesto); de tal forma que las acciones contempladas en este documento puedan ser implementadas y monitoreadas por estos municipios; y además, replicadas por el resto de municipios dentro de la cuenca.

Medidas priorizadas de adaptación para la resiliencia del recurso hídrico en la cuenca del río La Villa

Tabla 22. Ejes estratégicos de acción

Medidas Estructurales	Medidas Transversales	Medidas no estructurales
Reducción de la vulnerabilidad y adaptación	Financiamiento	Gobernanza y participación
	Gestión del programa	Fortalecimiento y formación de capacidades/sensibilización
		Sistemas de alerta temprana



Eje Estratégico	Acción Prioritaria	Proyecto	Prioridad ³
MEDIDAS NO ESTRUCTURALES/ADAPTACIÓN BLANDA DE GESTIÓN DE RIESGOS Y ADAPTACIÓN			
GOBERNANZA Y PARTICIPACIÓN	Creación y operación de Espacios Multinstitucionales de coordinación y gestión	Conformación Plataforma Municipal de gestión del territorio, riesgos y cambio climático.	2
		Conformación Mesa de diálogo y coordinación de gestión del desarrollo sostenible de Los Santos y Chitré.	1
	Identificación y desarrollo de Instrumentos de gestión relevantes	Plan de ordenamiento territorial Municipal.	1
		Catastro Urbano.	3
		Catastro Rural.	3
		Plan de Desarrollo Urbano.	2
	Dispositivos normativos de gestión del desarrollo sostenible	Estimación de la Huella Hídrica y energética de ambos distritos.	2
Sistema de base de datos e información georeferenciada para la toma de decisiones/ Transparencia	Creación base de datos y gestión de información (Unidad SIG Municipal).	2	
	Sistema de monitoreo, seguimiento y evaluación (es respecto a todo el Plan de Resiliencia Hídrica).	2	
FORTALECIMIENTO Y FORMACIÓN DE CAPACIDADES/ SENSIBILIZACIÓN	Mejora de prácticas culturales de cultivos y ganadería para hacer frente al Cambio Climático y contaminación en la cuenca del río La Villa	Programa de Asistencia Técnica a productores agroforestales, porcinos y bovinos (Menos de 30% de la industria en esta actividad reutilizan los desechos o cumplen con la infraestructura de manejo de los desechos orgánicos).	1
	Fortalecimiento de Capacidades (toma de línea base encuesta de entrada y de salida)	Capacitación en cambio climático y gestión de recursos hídricos.	2
	Sensibilización (toma de línea base encuesta de entrada y de salida, identificar población meta y cambios actitudinales vs. disminución de consumo)	Campañas de Sensibilización (medios y reuniones en 5 y 14 corregimientos de Chitré y Los Santos respectivamente).	2
SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA	Ampliación de la red de observación hidrometeorológica en la cuenca del río La Villa	Fortalecimiento de las Redes de observación y monitoreo de variables hidrometeorológicas (temperatura, precipitación y escorrentía (incluyendo turbidez)	1
	Establecimiento de un sistema de alerta temprana de inundaciones y calidad del agua de la cuenca del río la Villa	Sistema de Monitoreo de calidad del agua en la Cuenca del río La Villa	1
		Sistema de Alerta Temprana Integrado Chitré Los Santos	2

Eje Estratégico	Acción Prioritaria	Proyecto	Prioridad
MEDIDAS ESTRUCTURALES/ADAPTACIÓN DURA DE GESTIÓN DE RIESGOS Y ADAPTACIÓN			
REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y ADAPTACION	Desarrollo e implementación de medidas contra inundaciones y deslizamientos	Evaluación e identificación de zonas de inundación, batimetría del río La Villa y principales afluentes, diseño de defensas ribereñas y áreas de reforzamiento ante deslizamientos.	2
		Mejoramiento de las redes drenaje urbano de Chitré y La Villa de Los Santos	1
	Desarrollo e implementación de medidas contra sequías/carencia de recurso hídrico.	Regulación de caudales del río La Villa (considerando incremento de demanda futura horizonte de 30 años y demanda estacional de verano).	3
	Desarrollo e implementación de medidas contra la turbidez/paralización de potabilizadoras	Construcción desarenadores	3
	Restauración ecosistemas y capacidad agrológica de la cuenca del río La Villa	Implementación del Plan de Ordenamiento territorial Ambiental (POTA) de la cuenca del río La Villa.	3
Eje Estratégico	Acción Prioritaria	Proyecto	Prioridad ³
MEDIDAS TRANSVERSALES			
FINANCIAMIENTO	Evaluación de posibles fuentes de financiamiento/elaboración de propuestas	Planes de Ordenamiento territorial y Planes de Resiliencia Hídrica.	2
	Implementación Mecanismos financieros innovadores	Aplicación de Mecanismos financieros.	2
		Creación e implementación del Fondo del Agua.	2
GESTION DEL PROGRAMA	Impulsar consideraciones de género en la implementación del Plan de resiliencia hídrica.	Consolidar participación de mujeres y jóvenes en proceso de gestión de recursos hídricos.	1
	Los avances y resultados del proyecto son compartidos con las poblaciones de la Cuenca, de Chitré y Los Santos, así como a nivel nacional e internacional	Estrategia de Difusión y Comunicaciones del Plan de Resiliencia Hídrica.	1
	Se cuenta con una estructura de gestión operativa para la implementación del plan de Resiliencia Hídrica en su primera fase (3 años)	Establecimiento de la Unidad Ejecutora del Proyecto y su Junta Directiva (Steering committee) Período de 3 años	2

Nota: las prioridades en ambas matrices establecidas como 1, 2 y 3, son consecuentes con la denominación de corto, mediano y largo plazo, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de CATHALAC agradece a las siguientes personas, instituciones y organizaciones que nos acompañaron y brindaron su apoyo a lo largo de esta investigación.

Al personal de la Dirección Regional de Herrera y Los Santos del **Ministerio de Ambiente de Panamá (MiAMBIENTE)**, en especial a Guillermo Nicholson, Bolívar Domínguez, Feliciano Escobar, Karima Lince, Stalin Valdéz.

Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), en especial a Julio Cedeño

Ministerio de Salud (MINS) en especial a José Espino.

Instituto de Acueductos y alcantarillados Nacionales (IDAAN), Regional de Herrera y Los Santos, en especial a Daniel Domínguez, Edwin Muñoz y Emilio Díaz.

Consejo de Desarrollo Sostenible (CONADES) Regional de Herrera y Los Santos, en especial a Néstor Moreno, Enilda Medina y Manuel González.

A la **Unidad Regional de Servicios Públicos (URSP)**, en especial a Ricardo Rodríguez y Absalón Rodríguez.

Al **Municipio de Chitré**, en especial al Honorable Alcalde, Olmedo Alonso, así como a Moisés Quintero y José Bolívar.

Al **Municipio de Los Santos**, en especial al Honorable Alcalde Eudocio Pérez, así como a Edilberto Peralta y Librada Rodríguez.

A los **Miembros del Consejo Municipal de Chitré y de Los Santos**, en especial a HD. Augusto Gonzáles y HD. Edwin Frías.

A los miembros del **Comité de Cuenca Hidrográfica** del río La Villa.

A la **Secretaría Nacional de Descentralización, Regional de Herrera y Los Santos**; en especial a Julissa Lezcano, Betsy Caballero, Felicio Vargas y Bienvenido De León.

A los Miembros del **Comité Asesor Técnico del Proyecto**: Edia Isabel Solís, Karima Lince, Gerardo González, Moisés Quintero y Edilberto Peralta.

A los miembros de los **Grupos Focales de Participación** de ambos municipios: Moisés Quintero, Feliciano Escobar, Erick Baule, Eduardo Bazán, Yohana Quintero, Yenis Rivera, Emilio Díaz, Enilda Medina, Melissa Guevara, Valentín García, Osvaldo Solís, Eny Serrano, Idalmys Tempone, Gerardo González, Anabelsy Aguilar, Francisco Rivas, Yamisury Pérez, Jaime Quirós, José Bolívar Ríos, Vilma Coronado, Yessenia González, Diógenes Paz, José Espino, Eric Domínguez, Arturo Batista, Daniel Domínguez, Edwin Villalaz, Melitza Villarreal, Cesar Cardozo, Adelaida González, Carlos Cedeño, Manuel Quintero, Evenne Rodríguez, Delmira Santos, Omar Navarro, Darío Hassan, María E. Concha, Oderay Mendoza, Yarineth Pérez y Deris Deago.

A los **Líderes Jóvenes de Chitré y Los Santos**: Elida Barrios, Abdiel Pérez, Dayana González, Jorge Alonso, Brittmarie Corro, Vicente Vásquez, Diana Gutiérrez, Eliecer David Santos Duarte, Elenys Melgar, Katherine Castro, Christian González, Genesis Nuñez, Grozni Soriano, Ambar Medina, Dayana Florez, María López y Nazareth De León.

A los **miembros de la comunidad de El Calabacito de Los Pozos** en especial a HR. Alberto Bultrón, Vilma Coronado y Santiago Gómez.

Constructora RODSA, en especial a José García y Miguel Forero.

A los **Consultores Asociados de CATHALAC** para este proyecto.

Al Ing. Carlos González y su grupo de colaboradores, en especial al Sr. Generino Batista.

A todos los que no aparecen en esta lista, pero que de alguna manera apoyaron en cada una de las actividades desarrolladas por CATHALAC.

Resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climático: un marco para la planificación municipal sostenible.

En el marco del Proyecto “Fortalecimiento de la resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climático en dos ciudades de la cuenca del río La Villa en el Arco Seco de Panamá”.



CATHALAC es un organismo internacional establecido en 1992 y reconocido como ente intergubernamental mediante Ley No. 45 de 16 de septiembre de 2010, cuyo objetivo principal es promover el desarrollo sostenible por medio de la investigación aplicada, la educación y la transferencia de tecnología de los recursos hídricos y el ambiente, facilitando los medios para mejorar la calidad de vida en los países del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe. Las áreas de trabajo de CATHALAC se enfocan en lo siguiente: Gestión integrada de cuencas, gestión de riesgo, cambio climático y modelación y análisis ambiental.



111 Ciudad del Saber, Clayton
Ciudad de Panamá, Panamá
Tel: +507-317-3200
Fax: +507-317-3299
www.cathalac.org