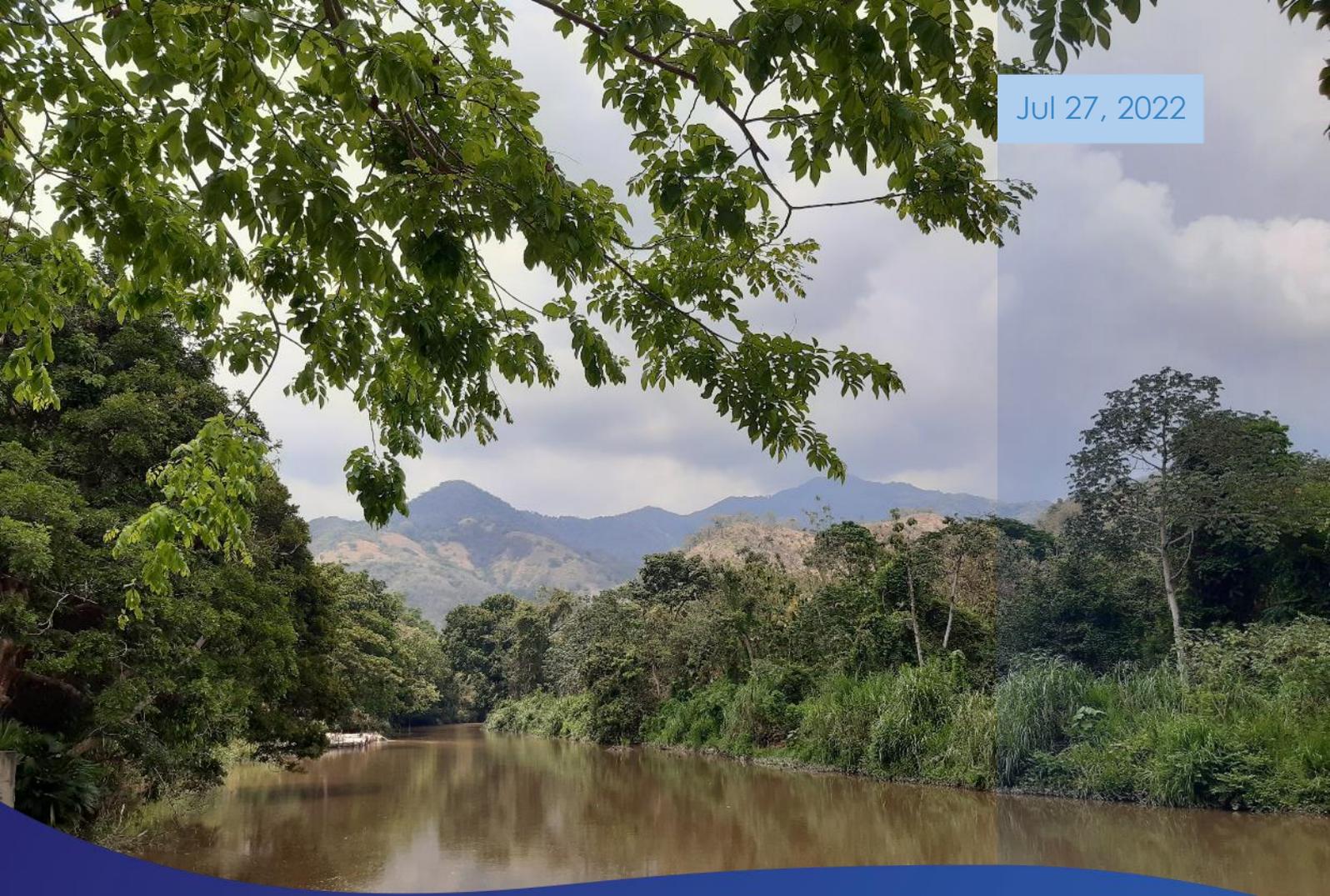


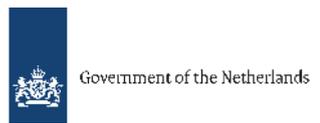
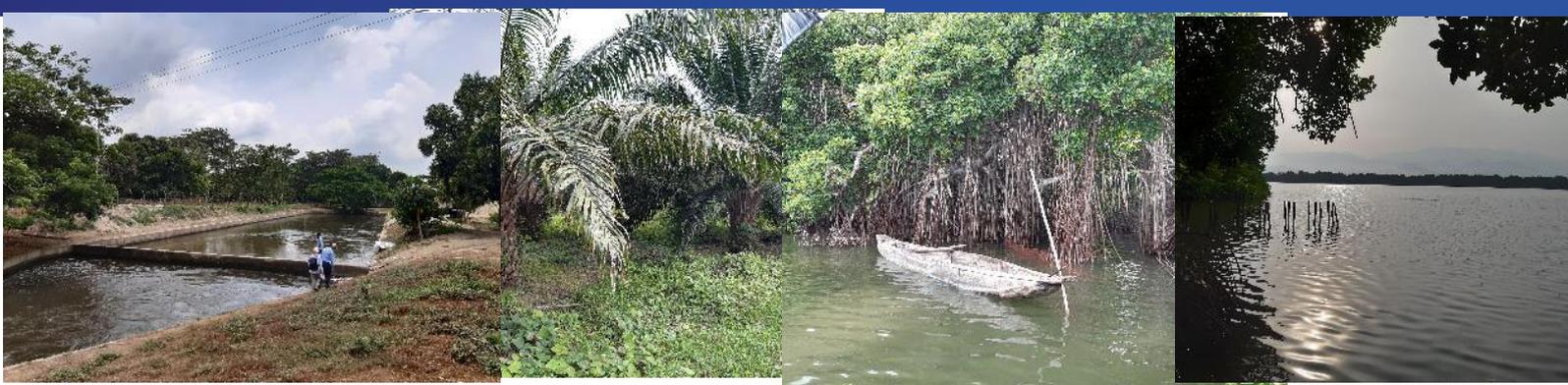
Jul 27, 2022



# Evaluación del estado actual de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla

Evaluación de la línea de base de los recursos hídricos, análisis de las carencias de datos y análisis de la gobernanza del agua en la región del Magdalena

Reporte final 1a/1b



## Resumen ejecutivo

---

Las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla, en la región del Magdalena (Colombia), se enfrentan cada vez más a los retos que plantean los distintos usuarios del agua, tanto en términos de cantidad como de calidad. Los ríos Frío y Sevilla nacen en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) y desembocan en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), un humedal Ramsar. Dentro de estas cuencas, la mayor parte del agua disponible se utiliza predominantemente para el riego de las plantaciones de palma de aceite y banano. La sostenibilidad de estos sistemas de producción se ve amenazada por la escasez de agua y las prácticas de riego ineficientes, la alternancia en la disponibilidad de agua (inundaciones y sequías) debido al cambio climático, y otros problemas ambientales como la intrusión salina y la erosión del suelo. La disminución de los caudales de los ríos en la estación seca también restringe el acceso al agua. Los dos ríos son esenciales para mantener los ecosistemas a lo largo de los ríos y el humedal en la salida de las cuencas, y también para proporcionar agua para uso doméstico. Al observar el balance hídrico de ambas cuencas, es evidente que durante la temporada seca la demanda de agua supera con creces el agua de entrada disponible. Debido a la escasez de agua, varias partes interesadas han puesto en marcha iniciativas para apoyar el uso sostenible de los recursos hídricos en la región del Magdalena. Para mejorar la asignación de agua entre todos los usuarios y el desarrollo de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la asignación de agua, este informe presenta una evaluación de las partes interesadas de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla que destaca la complejidad de la gobernanza del agua, combinada con una evaluación de referencia de los recursos hídricos de las cuencas y su gestión para evaluar el estado de las fuentes de agua identificadas, la disponibilidad de agua, la demanda de agua y la calidad del agua. Siguen existiendo importantes vacíos de conocimiento sobre los límites de las cuencas, la cubierta vegetal y los sistemas de producción de riego, así como sobre los requisitos de los caudales ambientales. Este informe puede apoyar el desarrollo de una visión conjunta para la región.

---

## Colofón

Título del documento	Evaluación del estado actual de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla
Cliente	Netherlands Enterprise Agency (RVO), The Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LNV). Financed by LNV and Partners for Water (RVO)
Estado	Reporte final
Fecha	Jul 27, 2022
Número de proyecto	211296
Autor(es)	J. Bazin, A. van der Heijden, B. de la Loma Gonzalez, M. Waterloo, S. van Meijeren
Traducción	N. Herrera Jiménez, T. de Klein
Referencia	AW_121_AH_211296
Revisión por pares	V. Langenberg
Publicado por	A. de Vries

# Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Objetivos.....	1
1.3	Aproximación.....	2
1.4	Guía del lector.....	3
<b>2</b>	<b>Evaluación del contexto en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla .....</b>	<b>4</b>
2.1	Panorama de las cuencas hidrográficas.....	4
2.2	Entorno Biofísico.....	10
2.3	Entorno socioeconómico.....	20
2.4	Conflictos y dificultades.....	21
<b>3</b>	<b>Panorama de las partes interesadas en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla</b>	<b>26</b>
3.1	Evaluación de las partes interesadas.....	26
3.2	Evaluación de la gobernanza del agua.....	31
3.3	Gobernanza y asignación del agua.....	34
<b>4</b>	<b>Abastecimiento de agua en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla .....</b>	<b>35</b>
4.1	Concesión de agua.....	35
4.2	Principales suministros de agua en la cuenca del Río Frío.....	36
4.3	Principales suministros de agua en la cuenca del río Sevilla.....	41
4.4	Otras fuentes de agua e infraestructuras hídricas.....	43
4.5	Sistema de control.....	46
<b>5</b>	<b>Demanda de agua en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla .....</b>	<b>49</b>
5.1	Prioridades para la asignación de agua.....	49
5.2	Demanda de agua para la agricultura: panorama y situación actual.....	50
5.3	Demanda de agua doméstica.....	56
5.4	Demanda de agua industrial.....	59
5.5	Necesidades de agua de los ecosistemas.....	60
<b>6</b>	<b>Resumen de la disponibilidad actual de agua.....</b>	<b>64</b>
6.1	Resumen de la disponibilidad actual de agua.....	64
6.2	Resumen de la demanda de agua.....	67
6.3	Balance de agua: Teoría y realidad.....	70
6.4	Principales retos y necesidades del sector del agua.....	71
<b>7</b>	<b>Análisis de la gobernanza del agua en las cuencas del Río Frío y del Sevilla....</b>	<b>74</b>

7.1	Sistema de gobernanza del agua .....	74
7.2	Indicación del comportamiento del sistema de gobernanza del agua .....	75
7.3	Evaluación de la gobernanza del agua y la GIRH.....	84
<b>8</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>95</b>
8.1	Vacíos de datos en la evaluación de referencia de los recursos hídricos .....	96
8.2	Recomendaciones sobre la gobernanza del agua .....	97
8.3	Principales lecciones aprendidas para la región del Magdalena.....	99

### Reconocimientos

Nuestro sincero agradecimiento a todos los expertos que contribuyeron con la recopilación de datos, el taller y el desarrollo de las diferentes partes del documento: Farrah Adam, Susanna Cocchini, Natalia Herrera Jiménez y Rob van Oudheusden. El siguiente equipo de expertos brindó apoyo al consorcio en múltiples actividades de este estudio: Gabriela Parada, Vanessa Torres y Dora Milena Zapata Grajales.

# Lista de abreviaciones

ADR	Agencia de Desarrollo Rural
ASR	Almacenamiento y Recuperación de Acuíferos <i>(Aquifer Storage and Recovery)</i>
AUNAP	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
BOD	Demanda biológica de oxígeno <i>(Biological Oxygen Demand)</i>
CGSM	Ciénaga Grande de Santa Marta
CORMAGDALENA	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena
CORPAMAG	Corporación Autónoma Regional del Magdalena
DHI	Índice de riesgo de sequía <i>(Drought Hazard Index)</i>
DO	Oxígeno disuelto <i>(Dissolved Oxygen)</i>
DSS	Sistema de soporte de decisiones <i>(Decision Support System)</i>
ENSO	El Niño-Oscilación del Sur
ETm	Evapotranspiración máxima
FOG	Grasas y aceites <i>(Fats, Oils and Grease)</i>
GIRH	Gestión Integrada de Recursos Hídricos
GIS	Sistema de información geográfica -SIG <i>(Geographical Information System)</i>
ICTs	Tecnologías de la información y la comunicación – TIC's <i>(Information and Communication Technologies)</i>
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
IUA	Factor de índice de uso de agua <i>(Water Use Index factor)</i>
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAR	Recarga administrada de Acuíferos <i>(Managed Aquifer Recharge)</i>
masl	Metros sobre el nivel del mar - m.s.n.m <i>(Meter above sea level)</i>
MCBM	Magdalena-Cauca Macrocuenca <i>(Magdalena-Cauca Macrobasin)</i>
MVAP	Mínimo Vital de Agua Potable
MVCT	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
OECD	Organización para la cooperación y el desarrollo económico -OCDE <i>(Organisation for Economic Co-operation and Development)</i>
OMS	Organización mundial de la salud
PCA	Plataforma Custodia del Agua
PIB	Producto Interior Bruto

PNGIRH	Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico
PNN	Parques Nacionales Naturales
PNR	Parques Naturales Regionales
POMCA	Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca
POMIUAC	Planes de Ordenación y Manejo Integrado de las Unidades Ambientales Costeras
PvW	Socios por el agua (Partners for Water)
RGU	Registro General de Usuarios
RVO	La Agencia Empresarial Holandesa ( <i>The Dutch Enterprise Agency</i> )
SDE	Secretaría de Desarrollo Económico
SFFCGSM	Santuario de Flora y Fauna de Ciénaga Grande de Santa Marta
SNPAD	Sistema nacional para la prevención y atención de desastres
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SNSM	Sierra Nevada de Santa Marta
UBN	Índice de necesidades básicas insatisfechas ( <i>Unsatisfied Basic Needs Index</i> )
UNDP	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD ( <i>United Nations Development Programme</i> )
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura ( <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i> )
UNGRD	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza ( <i>World Wildlife Fund</i> )
ZB	Zona Bananera

## Lista de figuras

Figura 1-1 Taller con múltiples actores en Santa Marta, Colombia, el 5 de abril de 2022, como parte de la sesión de mesas redondas de la Plataforma Custodia del Agua. .... 3

Figura 2-1: Las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla y los municipios de Zona Bananera, Ciénaga y Pueblo Viejo en la región del Magdalena (zona en rojo oscuro en el mapa de Colombia, con la ubicación de las cuencas indicada con un punto negro). Los principales núcleos de población se indican en el mapa.....	5
Figura 2-2: Sistemas acuíferos en la zona del proyecto, con el Acuífero Ciénaga-Fundación arriba a la derecha indicado en el mapa. Fuente: Elaboración Propia - Información IDEAM. Fuente: Findeter (2018)...	7
Figura 2-3. Sistema acuífero. El Acuífero Ciénaga-Fundación indicado en el mapa como delineado por el proyecto RECARBA.....	8
Figura 2-4 Este mapa muestra los valores de transmisividad disponibles (en m <sup>2</sup> /d). Estos varían espacialmente, no observándose ninguna tendencia específica. Esto indica la gran heterogeneidad del acuífero. Fuente: Proyecto RECARBA, Deltares (2021b).....	9
Figura 2-5. Esta figura indica la información de campo de la finca Don Said basada en la información de los pozos. En esta zona, la profundidad en el nivel estático está entre 3,3 m y 12,8 m, mientras que la conductividad eléctrica varía entre 79 y 753 $\mu$ S/cm. Los caudales de recarga previstos se indican en la figura. Fuente: Proyecto RECARBA, Deltares (2021b). ....	9
Figura 2-6: Promedio mensual de precipitación y temperatura (marco temporal desconocido) registrado en las estaciones Aeropuerto Simón Bolívar (planicie costera) y San Lorenzo (20 km hacia el interior), situadas cerca de la cuenca de Sevilla (Fuente: GSI, 2015). No está claro en Kaune et al. qué marco temporal se ha utilizado para calcular las medias. Fuente: Kaune et al. (2020a).....	11
Figura 2-7. Mapa de precipitaciones que representa los datos climáticos medios anuales de 1970-2000, mostrando la variabilidad espacial de las precipitaciones (fuente de datos: WorldClim).....	12
Figura 2-8: Promedio de la ET total de diciembre a marzo (temporada seca) en la cuenca del Sevilla, Colombia, período 2010-2019 (Fuente: MODIS). La cuenca del Río Frío no fue incluida en este estudio. El área de palma de aceite está delineada en negro claro (Fuente: CENIPALMA). Extraído de Kaune et al. (2020a). Leyenda de 140 a 739 mm ET media. ....	13
Figura 2-9. Escenario de aumento del nivel del mar de 40 cm para el año 2100 en la costa Caribe colombiana. Extraído del IDEAM, 2021a. Las proyecciones muestran que las zonas de color azul oscuro se inundarán en 2100. Fuente: INVEMAR-IDEAM (2017). ....	14
Figura 2-10. Imagen de los manglares de la Ciénaga Grande de Santa Marta con un barco de pesca y una red de pesca visible en color naranja detrás del barco. (Imagen: Acacia Water, Abril de 2022).....	16
Figura 2-11. Conjunto de datos sobre la cubierta vegetal elaborado por el proyecto EO4Cultivar Mapping, publicado en 2020. El proyecto EO4Cultivar cubre la mayoría, pero no todas las áreas de interés para las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. Un cotejo con Hoyos et al. (2019) indica que la mezcla bosque/agricultura (verde claro) es mayormente sistemas de producción de café. En general, la mezcla de bosque/agricultura/pastizal aguas arriba es en su mayoría pastizales de páramo y pastos de las comunidades indígenas. El mapa está recortado a los límites hidrológicos de las cuencas, pero el área al norte de este mapa también es de interés ya que esta región recibe el servicio del distrito de agua de ASORIOFRIO. Fuente: ( <a href="https://jncc.gov.uk/our-work/eo4c-colombia-mapper/">https://jncc.gov.uk/our-work/eo4c-colombia-mapper/</a> ).....	16
Figura 2-12. Mapa de suelos utilizado en el proyecto RECARBA (Deltares, 2021) que proporciona información sobre la textura del suelo. Los puntos azules indican las profundidades de los pozos en m. ....	17
Figura 2-13. Capacidad de almacenamiento de agua del suelo (en mm/m) del producto global HiHydroSoil basado en SoilGrids1km (Fuente: Proyecto RECARBA, Deltares, 2021). ....	18
Figura 2-14 Mapa que muestra el riesgo de erosión del suelo en Sierra Nevada (causado por eventos de precipitación). Fuente: Proyecto EO4 Cultivar. ....	19
Figura 2-15. Capacidad del terreno para moderar la escorrentía de las aguas superficiales. El mapa muestra que la vegetación natural de la parte alta de la cuenca tiene el mayor potencial para frenar la escorrentía. Fuente: Proyecto EO4 Cultivar. ....	19
Figura 2-16. Caudal de sedimentos (toneladas/año) en los principales afluentes de la CGSM. Los valores en rojo representan la condición seca y los valores en negro la condición normal. En condición seca, el transporte de sedimentos se reduce aproximadamente en un 50% en la vertiente de los ríos de la SNSM y alrededor de un 40% en la vertiente de los canales que conectan con el río Magdalena con respecto al escenario medio (2013). Elaborado por: LABSIS (2020). Fuente: INVEMAR, 2021a. ....	23
Figura 2-17. Ubicación de los Sondeos Eléctricos Verticales de las diferentes jornadas de adquisición que indican la presencia de capas con agua salobre. Los puntos redondos indican los lugares con agua dulce según la medición VES, los triángulos indican agua salobre. (INVEMAR, 2021a).....	25
Figura 4-1. Sistema de tarificación del agua de ASORIOFRIO para 2022, según la 'Resolución 000400 de 2021' de la Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural. ....	36
Figura 4-2: La red de canales de ASORIOFRIO da servicio a una amplia zona situada al norte de la cuenca hidrológica del Río Frío. ....	37

Figura 4-3. El Río Frío, a la altura del pueblo Río Frío, y las infraestructuras primarias de agua de ASORIOFRIO, con la toma principal (cuadrado azul), la estructura del vertedero (línea naranja), y el canal Santa Inés (línea azul), en zoom inferior, Bing maps Imagery. ....	38
Figura 4-4. El Río Frío, a la altura del pueblo Río Frío, y la estación de control hidrológico de la toma de ASORIOFRIO (punto azul), canal principal (conocido como Santa Inés, línea azul a la derecha) y toma de la concesión privada (punto naranja) en ASORIOFRIO. Imágenes de Bing Maps. ....	40
Figura 4-5 Red de canales de la cuenca del Río Sevilla. ....	41
Figura 4-6 Daños en la ribera del Río Sevilla justo al sur de la toma principal de ABOSEVILLA, daños causados por la inundación de 2021. (imagen de Acacia Agua, abril de 2022). ....	43
Figura 4-7: Vista general de las infraestructuras de aguas superficiales de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. ....	44
Figura 4-8: Resultados de la calidad del agua en infraestructuras de acueducto en los años 2007 - 2016 siguiendo el IRCA ( Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano). Recuperado de Findeter (2018). No se aprecia una mejora clara en las evaluaciones a partir de 2010. ....	45
Figura 4-9. Distribución de la recarga difusa en la Zona Bananera (en mm/año como media plurianual para el periodo 1981-2020). Extraído de Deltares, 2021b. ....	46
Figura 5-1: Tipos de sistema de riego para cada cultivo en el distrito del Río Frío, con valores en hectáreas. Fuente: Findeter (2018). Leyenda de izquierda a derecha: Riego por aspersión, riego superficial, riego por goteo y sin información. ....	52
Figura 5-2: Agua disponible del Río Sevilla frente a la demanda de Aosevilla (concesión). Entre paréntesis, los cuatro meses de sequía. Fuente: Parada et al. (2015). ....	56
Figura 5-3: Subcuencas numeradas / segmentos de río y estaciones de precipitación en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla en la provincia de Magdalena, tal y como se utilizaron para la evaluación del caudal ambiental. Fuente WWF Colombia y CORPAMAG (2020). ....	61
Figura 5-4 Caudales medios mensuales (Qprom), aprovechables (Qaprov) y ambientales (Qambiental) para la subcuenca/segmento 4 en la cuenca del río Sevilla (WWF Colombia y CORPAMAG, 2020). ....	62
Figura 6-1: Rendimiento hídrico mensual histórico, P-ET en la cuenca de Sevilla, Colombia, periodo 2000-2019 (Fuente: CHIRPS y MODIS). Evento de sequía en 2015. Fuente: Kaune et al. (2020a). ....	64
Figura 6-2: Los datos de captación monitorizados de ASORIOFRIO confirman que para 2021 se ha considerado un caudal ambiental dinámico del 48% (captación del 52%), en lugar de un caudal ambiental del 20% o un caudal ambiental fijo. ....	65
Figura 6-3: La figura muestra el caudal medio (Q50, mediana) del río durante los años 1965 - 2015 para Río Frío, con las correspondientes concesiones dinámicas del 80% de captación o del 52% de captación para ASORIOFRIO. Línea naranja que indica la toma máxima de ASORIOFRIO de 12,71 Mm3/mes basada en las concesiones para ASORIOFRIO y las concesiones privadas combinadas. ....	66
Figura 6-4: La figura muestra el caudal medio (Q50, mediana) del río durante los años 1965 - 2015 para Río Frío, con las correspondientes concesiones dinámicas del 80% de captación o del 52% de captación para ASORIOFRIO. Línea naranja que indica la toma máxima de ASORIOFRIO de 12,71 Mm3/mes basada en las concesiones para ASORIOFRIO y las concesiones privadas combinadas. ....	66
Figura 6-5: La figura muestra el caudal medio (Q50, mediana) del río a lo largo de los años 1965 - 2015 para Río Sevilla con las correspondientes concesiones dinámicas del 75% de captación del caudal ambiental fijo de 2300 l/s para ABOSEVILLA. La línea naranja indica la captación máxima de ABOSEVILLA de 11,42 Mm3/mes. ....	67
Figura 6-6: La figura muestra el menor caudal medio (mediana) mensual del río durante los años 1965 - 2015 para Río Sevilla con las correspondientes concesiones dinámicas del 75% de captación del caudal ambiental fijo de 2300 l/s para ABOSEVILLA. La línea naranja indica la captación máxima de ABOSEVILLA de 11,42 Mm3/mes. ....	67
Figura 6-7 Balance hídrico teórico del Río Frío en el mes de marzo para un año medio. Para calcular la disponibilidad de agua se considera el 48% del caudal ambiental. La demanda de agua se ha calculado para proporcionar a todos los cultivos un rendimiento óptimo. ....	70
Figura 6-8 Balance hídrico teórico del Río Sevilla para el mes de marzo para un año medio. La disponibilidad de agua considera el caudal ecológico del 25%. La demanda de agua se ha calculado para proporcionar a todos los cultivos un rendimiento óptimo. ....	71
Figura 7-1 Las cuatro dimensiones de la gobernanza del agua, definidas por Tropp, H., "Water Governance Challenges", en World Water Assessment Programme, 2006, The United Nations World Water Development Report 2: Water, a shared responsibility, UNESCO, París. Extraído del PNUD (2013) ....	75
Figura 7-2: Mapa de las responsabilidades de las partes interesadas (nivel 1) y de las funciones de apoyo o beneficiarias (nivel 2) para los aspectos clave de la gobernanza del agua relacionados con las aguas superficiales. ....	78

Figura 7-3: Mapa de las responsabilidades de las partes interesadas (nivel 1) y de las funciones de apoyo o beneficiarias (nivel 2) para los aspectos clave de la gobernanza del agua relacionados con las aguas subterráneas. ....	79
Figura 7-446: Mapa de las responsabilidades de las partes interesadas (nivel 1) y de las funciones de apoyo o beneficiarias (nivel 2) para los aspectos clave de la gobernanza del agua relacionados con los fenómenos extremos. ....	84
Figura 7-5. El proceso práctico de GIRH recomendado por Acacia Water. El bucle de actividades en Río Frío y Río Sevilla está en marcha a través de diferentes iniciativas. En este caso, el diálogo no se lleva a cabo a través de las Organizaciones de Gestión de Cuencas, sino a través de las reuniones de la mesa redonda del PCA. La ejecución de las intervenciones se lleva a cabo por muchas partes interesadas en las cuencas. ....	86
Figura 7-6. Un pescador de la Ciénaga Grande utilizando el viento para volver a casa después de una larga noche de pesca. Depende por completo de una próspera población de peces para ganarse la vida. Imagen de Acacia Water .....	92

## Lista de tablas

Tabla 2-1: Cuadro comparativo de área sembrada, producción y exportación para los principales cultivos de los municipios de Zona Bananera y Ciénaga. Obtenido de Parada et al. (2015)). ....	21
Tabla 2-2: Indicadores de calidad de tres tramos fluviales de la Cuenca del Sevilla. Extraído de Kaune et al. (2020a).....	24
Tabla 4-1. Información sobre la red de canales de ASORÍOFRIO (ASORÍOFRIO, 2015), caudal medio desconocido. ....	38
Table 4-2. Vista general de los principales canales y sus principales propiedades de ASOSEVILLA (ASOSEVILLA, 2022).....	42
Tabla 5-1. Comparación de la superficie de producción por tipo de cultivo según las diferentes fuentes. La Federación Nacional de Cafeteros tiene una estimación de las hectáreas en producción de toda la región del Magdalena, pero no es específica para la cuenca del Río Frío y la cuenca del Río Sevilla. ....	50
Tabla 5-2: Descarga fluvial mensual en el río Sevilla, agua disponible para riego y demanda teórica de riego de ASOSEVILLA (Fuente: GSI, 2015). Los meses de menor caudal del río son los comprendidos entre diciembre y abril. Las unidades están en millones de m <sup>3</sup> /mes. Obtenido de Kaune et al. (2020). ....	51
Tabla 5-3. Volúmenes de demanda de agua necesarios para un rendimiento óptimo, suponiendo que el 100 % de la superficie de producción estimada en ha es de riego por goteo/aspersión o de superficie. Esto muestra las diferencias en la demanda de agua por tipo de riego. Superficie de Río Frío basada en la evaluación del balance hídrico del PCA. Superficie de Río Sevilla basada en el mapa de la cubierta vegetal EO4.....	54
Tabla 5-4. Demanda de agua para las zonas de producción de plátanos y banano, calculada con una demanda de agua de 5 mm/día.....	55
Tabla 5-5. Información recuperada sobre los habitantes de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. ....	57
Tabla 5-6. Diferente nivel de servicio definido por la OMS (2003), y traducido a la demanda total de agua para los 185.000 habitantes y la demanda total de agua estimada directamente de los ríos, para 80.000 personas. ....	58
Tabla 5-7. Agua doméstica suministrada a los habitantes de las cuencas. ....	58
Tabla 5-8. Demanda de agua industrial de plátano y banano, calculada con una necesidad de agua industrial de 2 mm/día. ....	60
Tabla 6-1 Resumen de la demanda de agua del parte arriba, antes de las tomas del distrito de agua, combinada para Río Frío y Río Sevilla. ....	68
Tabla 6-2. Resumen de la demanda de agua de riego y de las pérdidas de agua estimadas para el sistema de riego de ASORIOFRIO. No se tiene en cuenta el uso de agua por parte de las plantas de extracción de aceite.....	68
Tabla 6-3 Resumen de la demanda de agua de riego estimada y de las pérdidas de agua para el sistema de riego de ASOSEVILLA. No se tiene en cuenta el uso de agua por parte de las almazaras. ....	68
Tabla 6-4 Resumen del caudal ambiental para una situación seca (marzo) y una situación de lluvias (octubre) para ASORIOFRIO, para un año medio y una situación de bajo caudal. ....	69
Tabla 6-5 Resumen del caudal ambiental para una situación seca (marzo) y una situación de lluvias (octubre) para ASOSEVILLA, para un año medio y una situación de bajo caudal.....	69
Tabla 7-1 Evaluación del rendimiento realizada por Acacia Water. Entidad secundaria, con función de apoyo o beneficiaria. Leyenda del índice de rendimiento presentado debajo de la tabla.....	76

Tabla 8-1. Enlaces e iniciativas .....103

# 1 Introducción

## 1.1 Antecedentes

Las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla, en la región del Magdalena (Colombia), se enfrentan cada vez más a los retos que plantean los distintos usuarios del agua, tanto en términos de cantidad como de calidad. Los ríos Frío y Sevilla nacen en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) y desembocan en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), un humedal Ramsar. Los dos ríos son esenciales para mantener los ecosistemas a lo largo de los ríos y el humedal de la CGSM en la salida de las cuencas. El agua de las dos cuencas fluviales también proporciona agua dulce para el sustento de los aproximadamente 185.000 habitantes de los municipios circundantes. La parte media y baja de la cuenca se utiliza para producir cultivos agrícolas como el banano, la palma de aceite y el café; y el agua del río Frío y del río Sevilla se utiliza para riego.

Los usuarios del agua en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla se enfrentan a retos relacionados con la escasez de agua, y los ecosistemas se enfrentan a muchas amenazas ambientales. Estudios recientes llevados a cabo por WWF, junto con el IDEAM (organismo nacional de control) y CORPAMAG (autoridad ambiental de la región del Magdalena), destacan que en la situación actual, la descarga de ambos ríos no es suficiente para satisfacer los requisitos de caudal ambiental aguas abajo, causando graves daños al sistema de manglares y a la población de peces en la Ciénaga (WWF Colombia & CORPAMAG, 2020).

Dentro de estas cuencas, la mayor parte del agua disponible se utiliza predominantemente para el riego de las plantaciones de palma de aceite y banano. La sostenibilidad de estos sistemas de producción se ve amenazada por la escasez de agua y las prácticas de riego ineficientes, la alternancia en la disponibilidad de agua (escasez durante las temporadas secas frente a frecuentes inundaciones en las temporadas húmedas) debido al cambio climático, y otros problemas ambientales como la intrusión salina y la erosión del suelo. La disminución de las descargas de los ríos en la temporada seca también significa que el acceso al agua (que es proporcionada por las asociaciones de riego ASOSEVILLA y ASORIOFRIO) está restringido. La inestabilidad en el suministro de agua genera dificultades en la planificación de los cultivos y disminuye la eficiencia de las mismas. No sólo los productores agrícolas sufren estos problemas, sino también la población rural y los ecosistemas naturales, ya que el racionamiento de agua durante la temporada seca no sólo afecta al agua utilizada para el riego, sino también al agua destinada al uso doméstico y al medio ambiente.

## 1.2 Objetivos

Para abordar estos problemas, la Agencia Empresarial Holandesa (RVO) ha financiado actividades destinadas a mejorar la eficiencia del agua en los sectores del banano y la palma de aceite en la región del Magdalena. Varias partes interesadas han puesto en marcha iniciativas para apoyar el uso sostenible de los recursos hídricos en la región del

Magdalena, y la más notable es la Plataforma Custodia del Agua (PCA), que reúne a un amplio grupo de partes interesadas para apoyar el uso sostenible de los recursos hídricos. Sobre la base de estos esfuerzos, el siguiente paso es mejorar la asignación del agua entre todos los usuarios, ajustando las prácticas de gobernanza y desarrollando un sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS) en colaboración con las principales partes interesadas, tanto del lado de la gestión como de los usuarios.

En este proyecto el consorcio dará un primer paso para desarrollar un DSS que apoye a los usuarios del agua de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla hacia una asignación sostenible y equitativa del agua. Para una gestión sostenible del agua, es necesario contar con una buena base de conocimientos y una visión del balance hídrico. Por el momento, los balances hídricos de los ríos Frío y Sevilla se elaboran únicamente a partir de la demanda teórica de agua de los usuarios y de la descarga medida en las principales tomas de agua de riego de los distritos hídricos. Existen varias iniciativas de seguimiento en curso (Anexo 1) en las cuencas fluviales, pero la recogida de datos está dispersa entre varias organizaciones. El DSS combinará las iniciativas de seguimiento en curso para apoyar la gestión sostenible del agua.

Para apoyar el desarrollo del DSS, este informe presenta una evaluación de las partes interesadas de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla, combinada con una evaluación de referencia basada en la revisión de la literatura y la recopilación de datos para evaluar el estado de las fuentes de agua identificadas, la disponibilidad de agua, la demanda de agua y la calidad del agua para las cuencas de los ríos Frío y Sevilla. Este informe también identifica los vacíos de conocimiento sobre estos temas.

### 1.3 Aproximación

Para este análisis de referencia de los recursos hídricos y la gobernanza del agua, se recopiló la literatura y los datos disponibles. Los datos biofísicos de referencia recopilados incluyen estudios y materiales relevantes ya elaborados por las contrapartes en el pasado reciente, así como datos espaciales relevantes. Los datos se recopilaron para mejorar el conocimiento del balance hídrico y la gestión del agua de las cuencas fluviales. Se desarrolló una base de datos GIS a partir de bases de datos públicas mundiales y del gobierno colombiano, y de datos compartidos por las partes interesadas, para apoyar la evaluación biofísica (literatura de verificación de hechos), los ejercicios de mapeo y el desarrollo de DSS.



Figura 1-1 Taller con múltiples actores en Santa Marta, Colombia, el 5 de abril de 2022, como parte de la sesión de mesas redondas de la Plataforma Custodia del Agua.

Para el análisis de la gobernanza del agua, se recogieron datos para la zona del proyecto recopilando información de diversas fuentes, en particular:

- La bibliografía disponible
- Una ronda de entrevistas y una sesión de taller con las principales partes interesadas
- Visitas de campo con Cenipalma, ASORIOFRIO y ASOSEVILLA en abril de 2022;
- Las comunicaciones interpersonales.

Un primer paso en la evaluación de la gobernanza del agua es identificar las partes interesadas relevantes y los mecanismos de gobernanza. Para empezar, se realizaron 14 entrevistas con las partes interesadas como parte del análisis de la gobernanza del agua, que ayudaron a investigar los problemas relacionados con los recursos hídricos que preocupan a las distintas partes interesadas. Para el segundo paso, se realizó una identificación completa de las partes interesadas, un mapeo y un perfil en términos de quiénes son las partes interesadas, qué nivel operan, además de sus funciones, responsabilidades, capacidades, intereses y preocupaciones en relación con el desarrollo general y las actividades del proyecto. Para ello, se han identificado varias categorías de partes interesadas (usuarios del agua: domésticos, industriales, agrícolas, ambientales), diferentes niveles de gobierno, operadores de servicios, grupos de la sociedad civil, instituciones financieras, que se compararán con los grupos que ya participan activamente en el PCA.

## 1.4 Guía del lector

El capítulo 2 presenta el contexto de los ríos Frío y Sevilla y ofrece una visión general de las cuencas hidrográficas.

# 2 Evaluación del contexto en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla

## 2.1 Panorama de las cuencas hidrográficas

Las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla se encuentran en la región del Magdalena, en Colombia. Los ríos Frío y Sevilla nacen en el flanco occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), declarada reserva de la biosfera por la UNESCO. Desde allí los ríos desembocan en la Ciénaga Grande de Santa Marta, un humedal Ramsar. El parque nacional protegido, SNSM cubre una parte del complejo montañoso de la Sierra Nevada que es un complejo montañoso aislado que abarca aproximadamente 17.000 km<sup>2</sup> y alcanza 5.775 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Kaune et al., 2020a y Deltares, 2021a). Las áreas de las cuencas hidrológicas (1400 km<sup>2</sup>) de los ríos Frío y Sevilla se ubican al sur de la capital departamental Santa Marta y abarcan múltiples municipios del departamento del Magdalena: Zona Bananera, Ciénaga y en menor medida Pueblo Viejo (Parada et al., 2015; Figura 2-1).

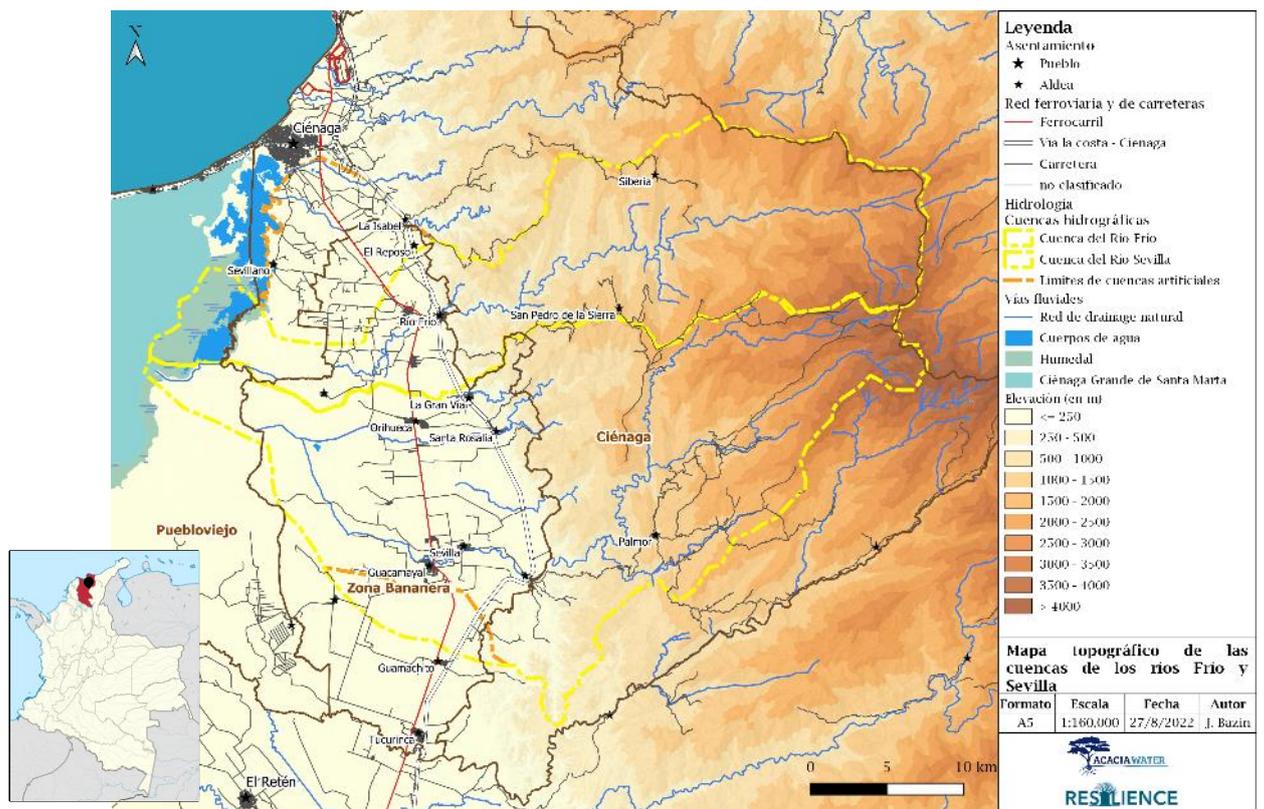


Figura 2-1: Las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla y los municipios de Zona Bananera, Ciénaga y Pueblo Viejo en la región del Magdalena (zona en rojo oscuro en el mapa de Colombia, con la ubicación de las cuencas indicada con un punto negro). Los principales núcleos de población se indican en el mapa.

### 2.1.1 Hidrología y subcuencas

La Macrocuena del Magdalena-Cauca (MCCM) es el principal sistema hidrográfico de Colombia, que drena una superficie de unos 257.000 km<sup>2</sup>. Tiene su cabecera en los Andes colombianos, en la Laguna del Magdalena (3.700 msnm). El caudal medio anual del río en Calamar, que es la estación de aforo más cercana a la desembocadura antes de la desviación del Canal del Dique, es de aproximadamente 7200 m<sup>3</sup>/s, con descargas máximas promedio en noviembre (10.200 m<sup>3</sup>/s), y caudales medios mínimos en marzo (4050 m<sup>3</sup>/s) (Kaune et al., 2020a).

El complejo de Sierra Nevada alimenta 36 cuencas hidrográficas, convirtiéndose en la principal "torre de agua" regional que abastece a 1,5 millones de habitantes con un caudal aproximado de 10.000 millones de metros cúbicos de agua al año. Las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla son dos de las 36 cuencas hidrográficas que fluyen desde el complejo de la Sierra Nevada y están ubicadas en la zona hidrográfica del Bajo Magdalena (bajo MCCM) en el noreste de Colombia.

El Río Sevilla tiene una longitud aproximada de 89 km, con una superficie de 713 km<sup>2</sup> y que incluye unas 41.562 hectáreas. Los principales afluentes son El Chorro, Cebolleta, Venado, río Gallina, río Sevillita, Caño Mocho, río Cherua y Maquencal (Kaune et al., 2020a).

El río Frío tiene 65 km de longitud y se alimenta de un sistema de quebradas y lagunas ubicadas en la parte alta de la cuenca entre los 4.200 y 1.800 msnm. La cuenca tiene una

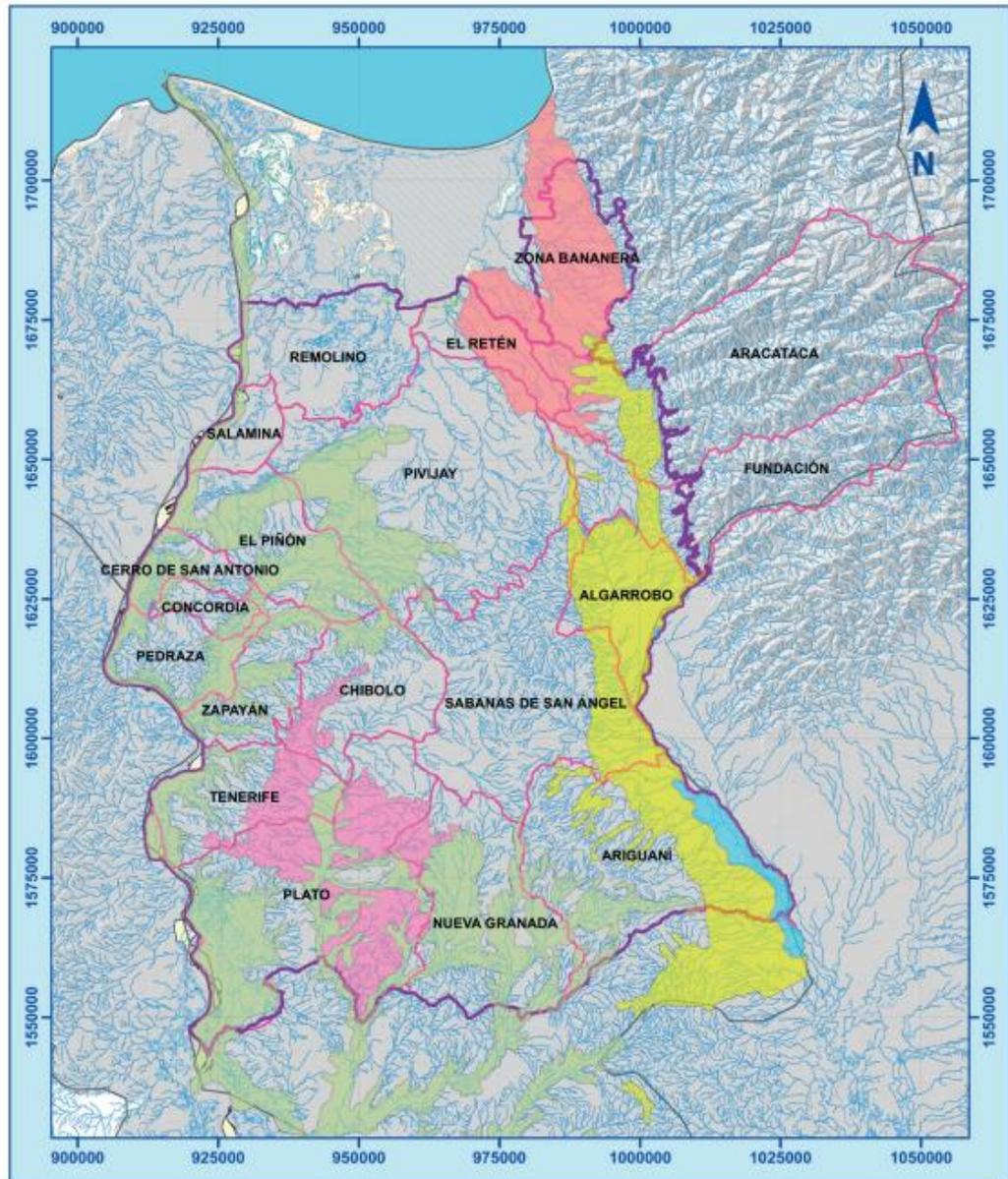
superficie de 379 km<sup>2</sup>, una red de drenaje de 580 km de longitud y acoge a unos 14.000 habitantes (Parada et al., 2015). El Río Frío antiguamente desembocaba en la Ciénaga del Chino. En la década de 1980 fue encauzado y redirigido para que confluyera con el río Sevilla.

### 2.1.2 Geología y sistemas de acuíferos

El Acuífero Ciénaga-Fundación se encuentra en los municipios de Zona Bananera, Pueblo Viejo, El Retén, Aracataca y Fundación (Findeter, 2018), como se muestra en la Figura 3. El proyecto RECARBA mejoró el conocimiento del sistema acuífero. En este proyecto, se determinó que la extensión del acuífero (Figura 2-3) difiere ligeramente de la extensión del acuífero como se muestra en la Figura 2-2. Las diferentes delimitaciones del acuífero demuestran que aún no existe una comprensión común de los límites exactos del acuífero.

Las mediciones de campo del proyecto RECARBA indican la presencia de diferentes capas texturales superpuestas. Las mediciones de campo muestran una capa superior arcillosa, seguida de estratos arenosos de diferentes espesores intercalados con otras capas arcillosas que dan lugar a una gran variabilidad espacial de los valores de transmisividad (Figura 2-4, Figura 2-5). Esto indica un acuífero muy heterogéneo con diferencias en la disponibilidad local de agua y en las tasas de recarga.

En el sector de La Aguja se utilizaron perfiles para evaluar el acuífero. Según las columnas litológicas y el diseño de los pozos, el acuífero parece tener un espesor total de estratos permeables de unos 40 m. La transmisividad en esta zona es de 400 m<sup>2</sup>/d y los caudales de bombeo son de 22 o 25 l/s (Deltares, 2021c).



Fuente: Elaboración Propia - Información IDEAM



Figura 2-2: Sistemas acuíferos en la zona del proyecto, con el Acuífero Ciénaga-Fundación arriba a la derecha indicado en el mapa. Fuente: Elaboración Propia - Información IDEAM. Fuente: Findeter (2018)

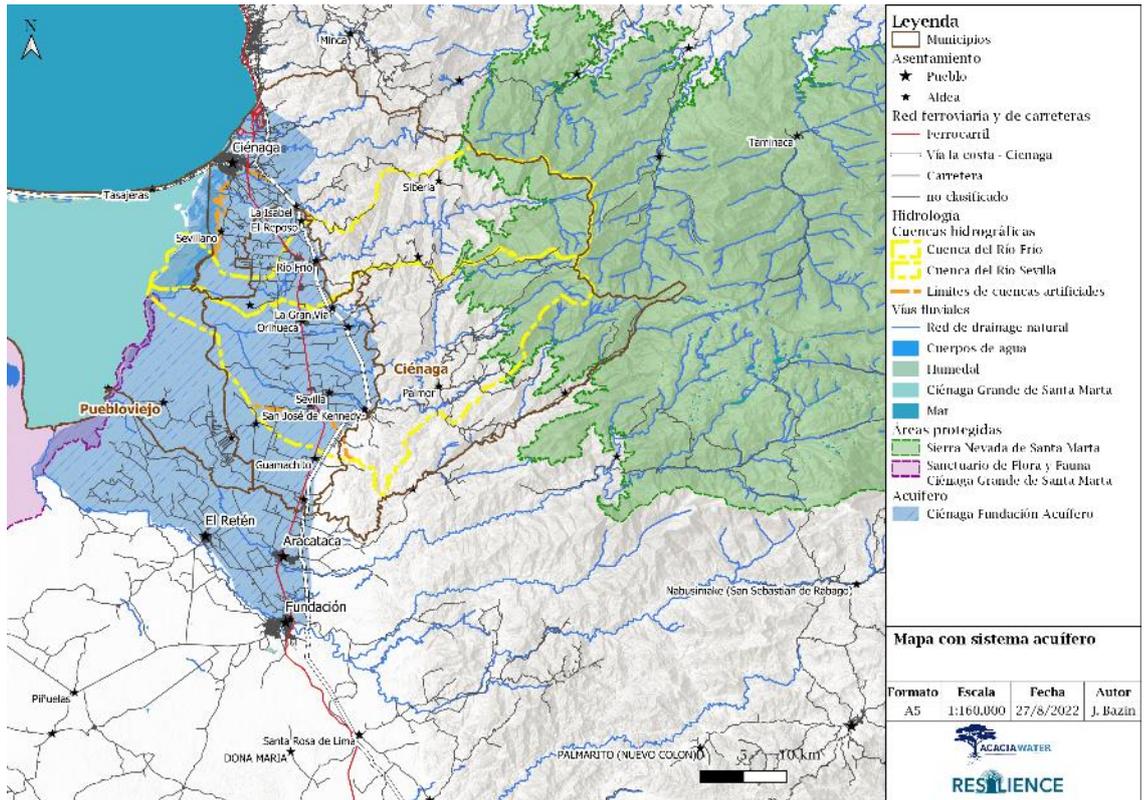


Figura 2-3. Sistema acuífero. El Acuífero Ciénaga-Fundación indicado en el mapa como delineado por el proyecto RECARBA.

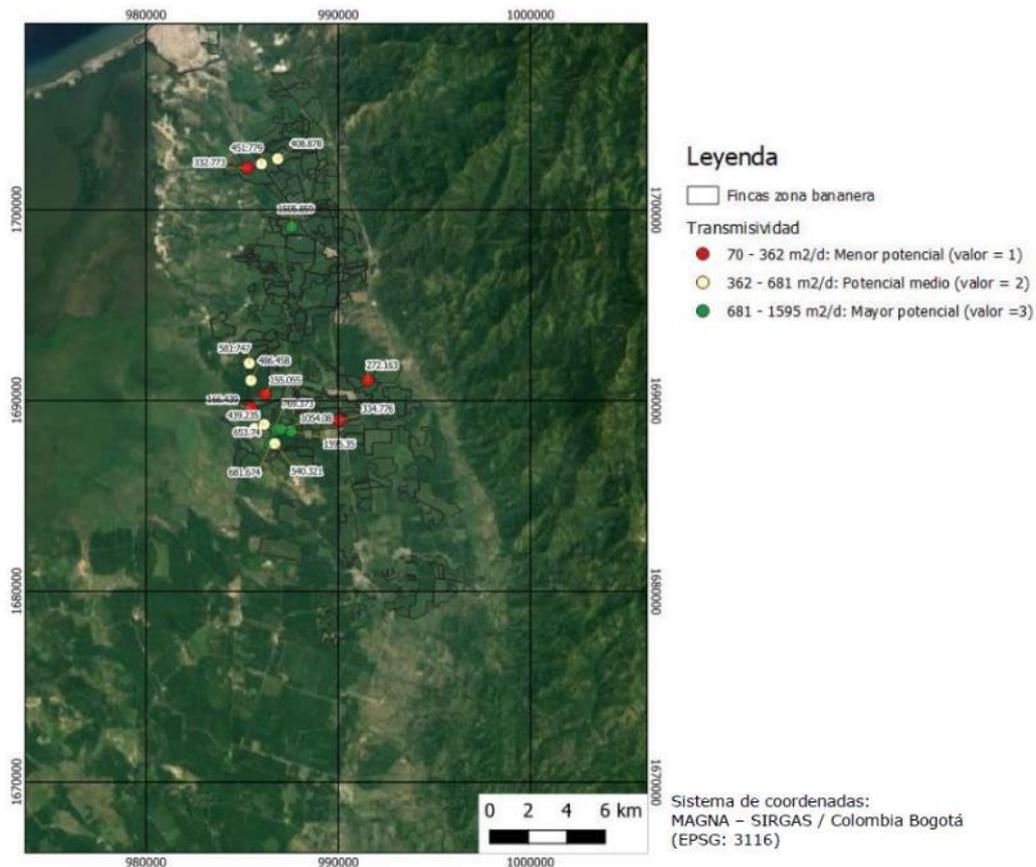


Figura 2-4 Este mapa muestra los valores de transmissividad disponibles (en m<sup>2</sup>/d). Estos varían espacialmente, no observándose ninguna tendencia específica. Esto indica la gran heterogeneidad del acuífero. Fuente: Proyecto RECARBA, Deltares (2021b).

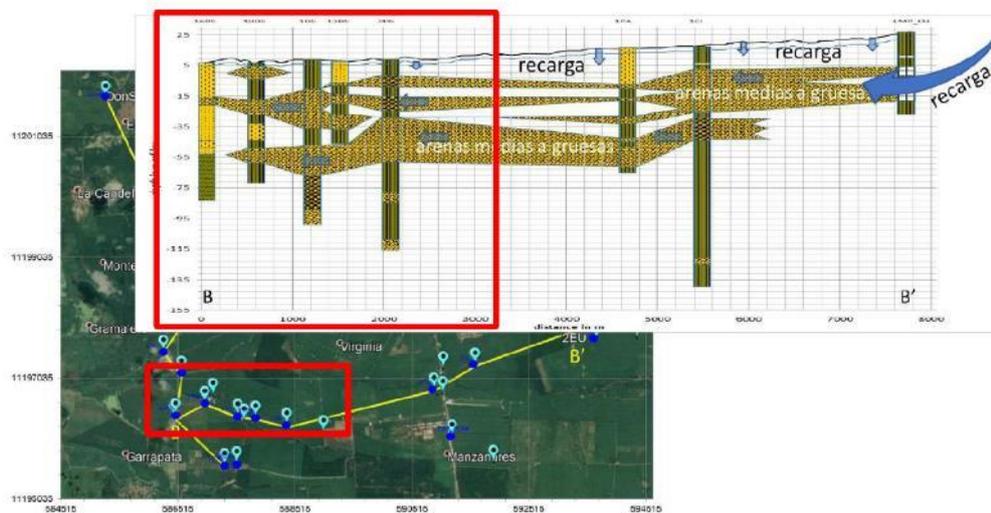


Figura 2-5. Esta figura indica la información de campo de la finca Don Said basada en la información de los pozos. En esta zona, la profundidad en el nivel estático está entre 3,3 m y 12,8 m, mientras que la conductividad eléctrica varía entre 79 y 753  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los caudales de recarga previstos se indican en la figura. Fuente: Proyecto RECARBA, Deltares (2021b).

## 2.2 Entorno Biofísico

### 2.2.1 Topografía

Las cuencas hidrográficas del río Frío y del río Sevilla tienen pendientes altas y empinadas en la zona de las tierras altas y pendientes relativamente suaves en las planicies. Como las cuencas hidrográficas se originan en las montañas de Sierra Nevada, la elevación sube hasta aproximadamente 4000 msnm, hasta el nivel del mar cerca de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Figura 2-1).

### 2.2.2 Condiciones climáticas

#### Temperatura y humedad relativa

Las cuencas de Río Frío y Río Sevilla se caracterizan por un clima cálido y seco a muy seco. En una misma localidad, las temperaturas medias mensuales muestran poca variación, aunque entre localidades de la cuenca las temperaturas medias anuales difieren entre 20°C y 34°C (Parada et al., 2015), con valores mínimos en las montañas de Sierra Nevada de hasta 3,4°C (Kaune et al., 2020a). La humedad relativa presenta valores mínimos entre enero y abril, cercanos al 70% en la cuenca baja y media, mientras que el resto del año la humedad se mantiene constante con valores cercanos al 90% (CORPAMAG, 2016).

#### Precipitaciones

La zona del proyecto presenta una gran variación en la distribución temporal y espacial de las precipitaciones. La distribución temporal está marcada por dos temporadas distintas: una temporada húmeda entre abril y noviembre y una estación seca entre diciembre y marzo (Figura 2-6). De agosto a noviembre suelen producirse frecuentes inundaciones, mientras que el mes de marzo es el mes con un caudal mínimo crítico (Parada et al., 2015). Dentro de la temporada húmeda, la distribución temporal puede variar de un año a otro.

La distribución espacial de las precipitaciones da lugar a una gran diferencia entre los tramos aguas arriba y aguas abajo en ambas cuencas (Figura 2-7). En la temporada húmeda, las precipitaciones varían desde 565 mm/temporada en la parte costera aguas abajo de la cuenca del Sevilla, hasta 2128 mm/temporada en las regiones aguas arriba y montañosas. En la temporada seca, las precipitaciones en el tramo aguas abajo y aguas arriba de la cuenca del Sevilla descienden a 31 mm/temporada y 250 mm/temporada respectivamente (Kaune et al., 2020a). La precipitación media anual total en la cuenca del Río Frío se estima en 1675 mm, mostrando variaciones espaciales y temporales similares a las de la cuenca del Sevilla (Parada et al., 2015).

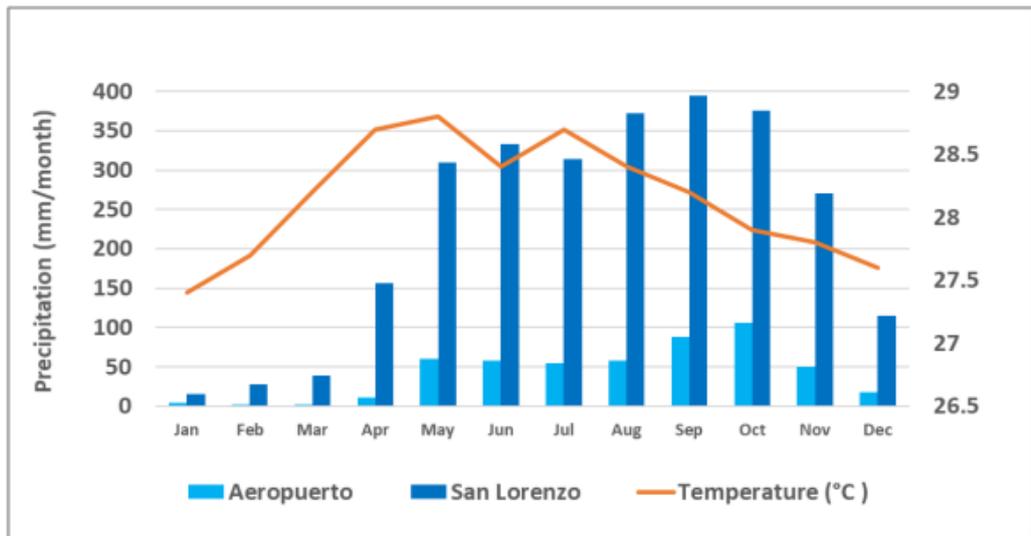


Figura 2-6: Promedio mensual de precipitación y temperatura (marco temporal desconocido) registrado en las estaciones Aeropuerto Simón Bolívar (planicie costera) y San Lorenzo (20 km hacia el interior), situadas cerca de la cuenca de Sevilla (Fuente: GSI, 2015). No está claro en Kaune et al. qué marco temporal se ha utilizado para calcular las medias. Fuente: Kaune et al. (2020a).

Colombia es una de las regiones afectadas por el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) en sus fases fría ("La Niña") y cálida ("El Niño"). El fenómeno de "La Niña" se caracteriza por un aumento de las precipitaciones en la región de estudio, a diferencia del fenómeno de "El Niño" que conlleva una disminución de las precipitaciones en la zona. Estos fenómenos cíclicos, regulares y naturales, acentúan los extremos ya existentes, causando importantes daños al medio ambiente y a los medios de vida (Parada et al., 2015).

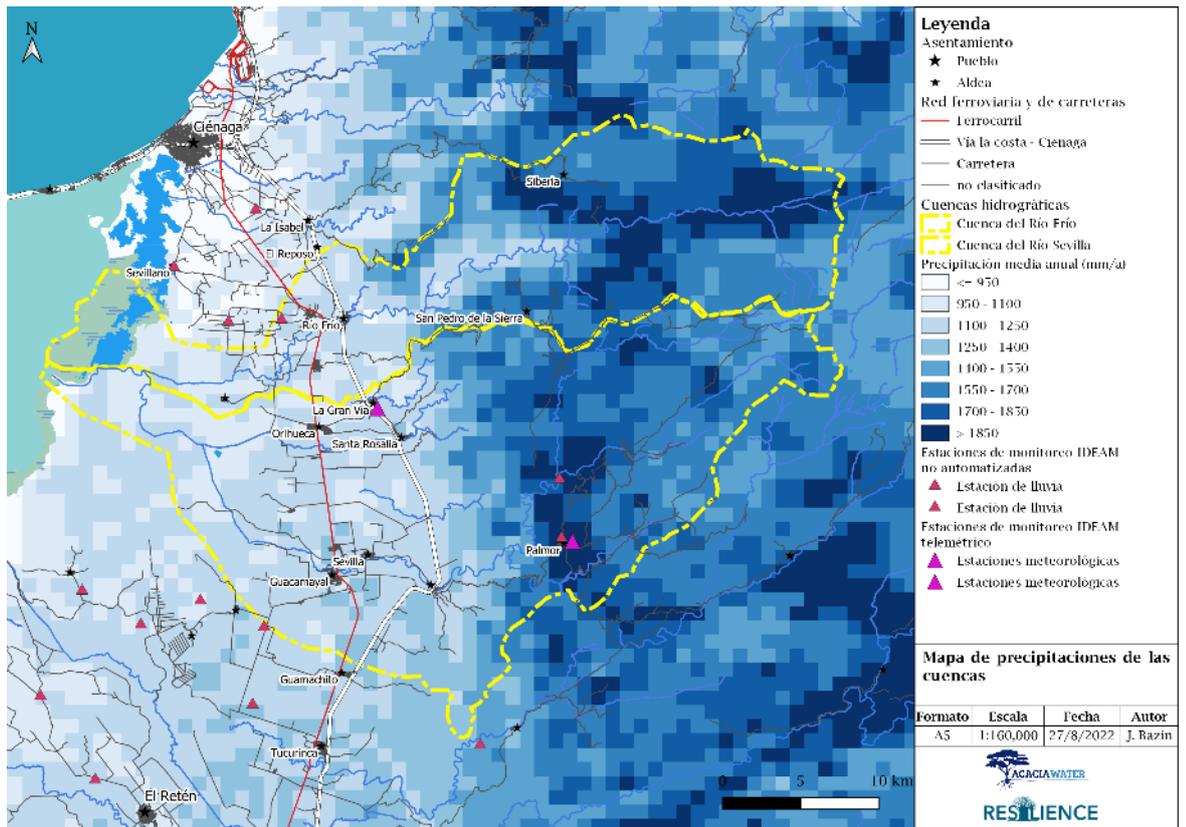


Figura 2-7. Mapa de precipitaciones que representa los datos climáticos medios anuales de 1970-2000, mostrando la variabilidad espacial de las precipitaciones (fuente de datos: WorldClim).

### Evapotranspiración

La evapotranspiración actual en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla muestra un patrón opuesto a la distribución temporal y espacial de las precipitaciones. Los valores de evapotranspiración elevados se dan en la parte baja de las cuencas durante la temporada seca, mientras que los valores de evapotranspiración más bajos se dan en la zona alta. Esto tiene que ver principalmente con el riego de la palma aceitera y el banano en la planicie costera. En el caso de la cuenca de Sevilla, la evapotranspiración actual varía entre 35 mm/temporada en la región de aguas arriba, y 477 mm/temporada en la sección de aguas abajo. Durante la temporada seca, la evapotranspiración llega a 739 mm/temporada en la región de aguas abajo (Kaune et al., 2020a; Figura 2-8).

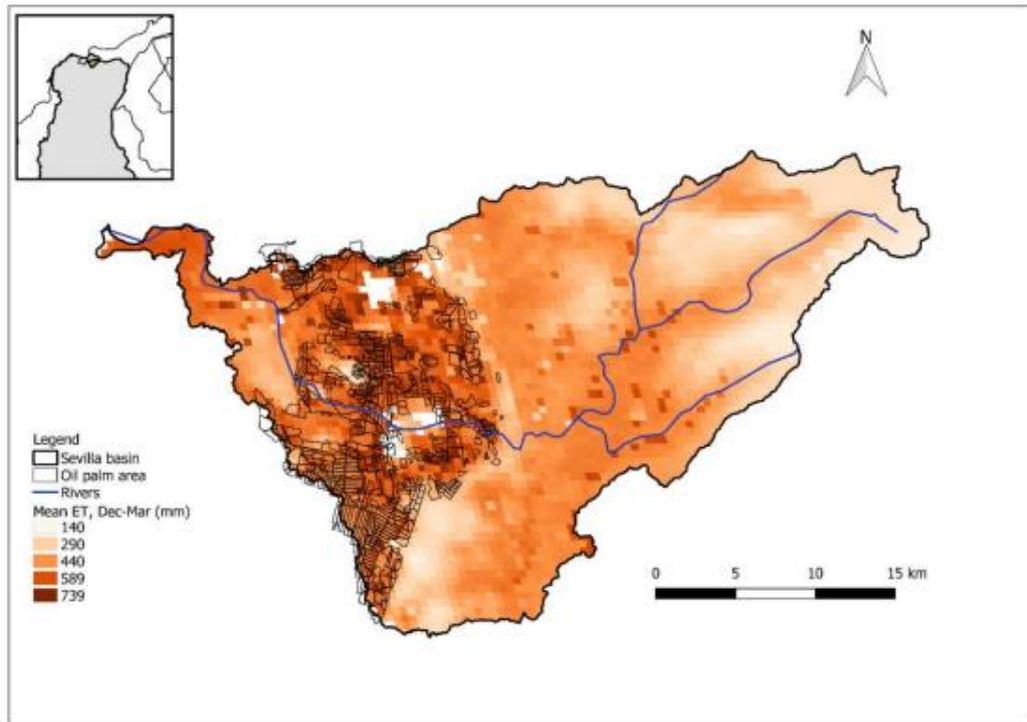


Figura 2-8: Promedio de la ET total de diciembre a marzo (temporada seca) en la cuenca del Sevilla, Colombia, período 2010-2019 (Fuente: MODIS). La cuenca del Río Frío no fue incluida en este estudio. El área de palma de aceite está delineada en negro claro (Fuente: CENIPALMA). Extraído de Kaune et al. (2020a). Leyenda de 140 a 739 mm ET media.

### Eventos de riesgo

La temporalidad del régimen de lluvias de la región provoca eventos extremos de inundación, principalmente entre agosto y noviembre, y períodos de sequía entre diciembre y abril. Estos eventos tienden a intensificarse debido al fenómeno ENSO. En el periodo 2010-2015 los eventos de sequía e inundaciones registrados han aumentado significativamente. Durante La Niña (2010-2011) se perdieron alrededor de 800 hectáreas de banano en la Zona Bananera y se inundaron 20.000 hectáreas, causando impactos adversos regionales a las comunidades y a la infraestructura. El Niño (2014) provocó la pérdida de 600 hectáreas de banano por falta de agua. Las pérdidas monetarias de ambos eventos para el área de estudio se estimaron en 13 millones de dólares y 10 millones de dólares para La Niña y El Niño respectivamente (Parada et al., 2015).

Las sequías futuras pueden afectar al potencial de captación de agua y a la disponibilidad de agua para el riego y las zonas urbanas en la zona del proyecto. Kaune et al. (2020a) evaluaron el índice de riesgo de sequía (DHI) para la cuenca del Sevilla en la estación húmeda y en la seca. Encontraron que para ambas estaciones, el mayor riesgo de sequía se encontraba en la parte baja de la cuenca. Esto se corresponde con los patrones de precipitación y crecimiento de los cultivos de la región.

### Tendencias climáticas futuras

Las proyecciones de cambio climático para el Departamento del Magdalena para el año 2100 muestran que la recurrencia de eventos extremos se estima que traerá una disminución del 30% en la escorrentía y un excedente severo de agua de hasta el 40%, para El Niño y La Niña respectivamente. Durante el período comprendido entre 2011 y 2040 se espera que las precipitaciones se reduzcan en un 24,6%.

También se espera que los impactos del cambio climático tengan un alto impacto en los cuerpos de agua naturales continentales de la región Caribe y en particular en el Magdalena para el año 2040. El 80% de los cuerpos de agua continentales muestran una vulnerabilidad alta y muy alta, mientras que las áreas ecosistémicas de la costa Caribe (como los manglares y las lagunas costeras) muestran una vulnerabilidad muy alta (Parada et al., 2015).

Actualmente, la subida media del nivel del mar en el Caribe colombiano es de 3,5 mm/año. En el informe, el IDEAM presenta dos escenarios de subida del nivel del mar en el futuro, una subida de 0,3 m para 2030, y una subida de 1 m para 2100 (Figura 2-9). Si hay un aumento del nivel del mar de 1m, se estima que entre 1,1 y 1,4 millones de habitantes se verían afectados en la región Caribe, dentro de la cual se incluiría la Zona Bananera y Ciénega en sus límites con la Ciénega Grande de Santa Marta. La disminución de las precipitaciones y el aumento del nivel del mar repercutirán en la salinización (y por tanto también en la biodiversidad) de las ciénegas y otros cuerpos de agua (IDEAM, 2021a y Parada et al., 2015).

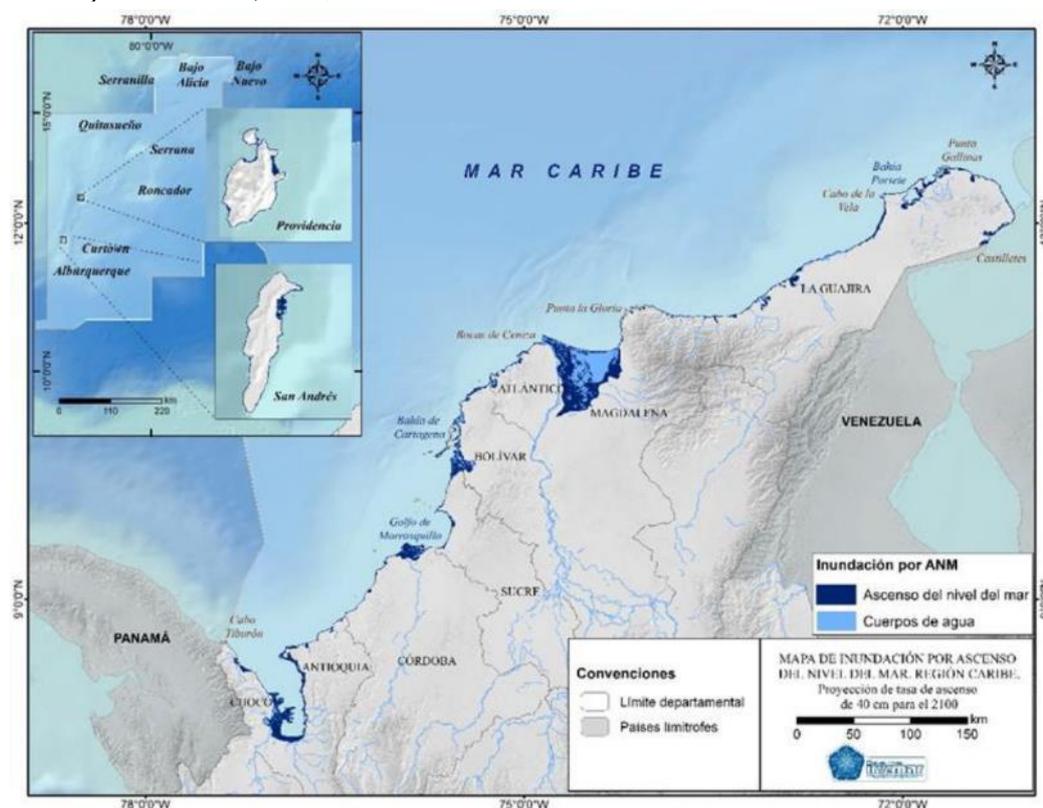


Figura 2-9. Escenario de aumento del nivel del mar de 40 cm para el año 2100 en la costa Caribe colombiana. Extraído del IDEAM, 2021a. Las proyecciones muestran que las zonas de color azul oscuro se inundarán en 2100. Fuente: INVEMAR-IDEAM (2017).

### 2.2.3 Vegetación y ecosistemas

#### Ecosistema de la Sierra Nevada

La Sierra Nevada y los ecosistemas que la acompañan, generan el suministro de agua a toda la región. El hecho de que esta montaña se haya formado geológicamente de forma independiente a la cordillera de los Andes y que tenga varios pisos térmicos, ha permitido la evolución de varios ecosistemas que contienen un elevado número de especies únicas (endémicas). El ecosistema de la Sierra Nevada está protegido a través del Sistema de Parques Nacionales Naturales (PNN), por los Parques Naturales Regionales (PNR), a partir de los 2.000 msnm, y se superpone en parte con la reserva indígena

"Kogui-Malayo-Arhuaco". Los indígenas están representados en cuatro grupos, que tienen amplios territorios comunitarios en las cuencas altas, con derechos sobre los sitios sagrados que se encuentran en toda la Sierra Nevada, incluso hasta la Ciénaga Grande (Deltares, 2021a). El manejo del área protegida se da en un acuerdo mutuo entre el Sistema de Parques Nacionales Naturales y las comunidades indígenas. El ecosistema se encuentra bajo presión debido a la deforestación y quema para la producción de café y la ganadería extensiva, que se da principalmente en la parte media de las cuencas (Deltares, 2021a). Esto acelera el proceso de erosión. Adicionalmente, el ecosistema se encuentra amenazado por la expansión de la agricultura que conlleva a la contaminación y sedimentación por el uso excesivo de agroquímicos, las malas prácticas agrícolas y el agravamiento de la erosión del suelo (Parada et al., 2015). La mayoría de estas prácticas no están registradas y entran en conflicto con la normativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

#### Ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta

Tanto el Río Frío como el Río Sevilla, que se originan en la Sierra Nevada, descargan en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) y junto con los ríos Tucurín, Aracataca y Fundación contribuyen con el 40% de las aguas entrantes a esta zona húmeda (Kaune et al., 2020a). El 60% restante fluye desde la cuenca del río Magdalena-Cauca. La CGSM es el mayor complejo de humedales costeros del Caribe colombiano y uno de los más productivos de los deltas estuarinos del continente y tiene una superficie estimada de unos 450 km<sup>2</sup> (Deltares, 2021a y Parada et al., 2015). La CGSM alberga 195 especies diferentes de aves, 35 de ellas migratorias. El humedal genera una elevada producción pesquera que se estima en 6.200 toneladas/año (Deltares, 2021a). Es una fuente de diversos servicios ecosistémicos (alimentos, materiales, turismo) y también tiene una función reguladora (ciclo de la sal, amortiguador hidrológico, regulación del clima y del aire, sumidero) (Parada et al., 2015).

Al igual que Sierra Nevada, la CGSM también está protegida a través del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Además, la CGSM ha sido declarada sitio Ramsar, lo que la hace de importancia mundial, y la zona está designada como ecorregión prioritaria por WWF. Al igual que Sierra Nevada, también la CGSM sufre cambios en el medio biofísico, lo que se traduce en el aumento de la sedimentación, la reducción de la biodiversidad y la afectación de las poblaciones de aves migratorias (Parada et al., 2015).



Figura 2-10. Imagen de los manglares de la Ciénaga Grande de Santa Marta con un barco de pesca y una red de pesca visible en color naranja detrás del barco. (Imagen: Acacia Water, Abril de 2022).

#### 2.2.4 Uso de la tierra

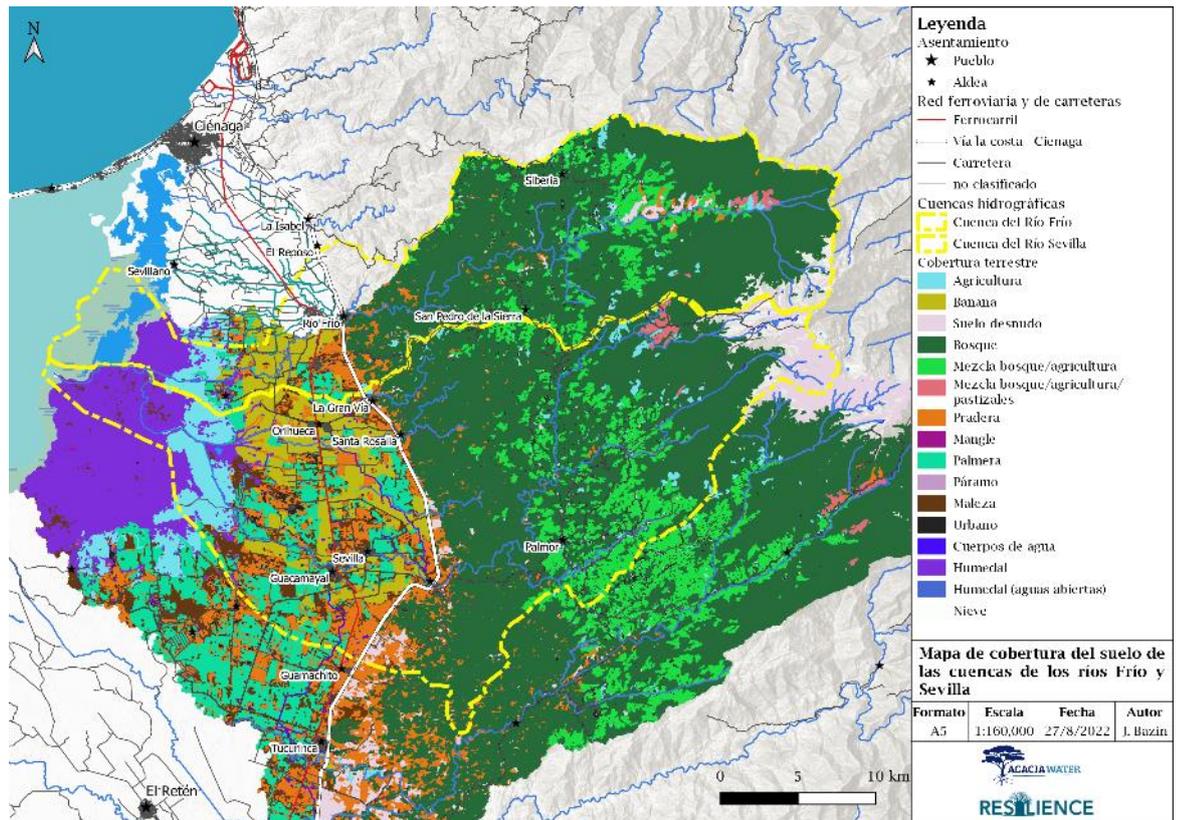


Figura 2-11. Conjunto de datos sobre la cubierta vegetal elaborado por el proyecto EO4Cultivar Mapping, publicado en 2020. El proyecto EO4Cultivar cubre la mayoría, pero no todas las áreas de interés para las cuencas del Río Frio y del Río Sevilla. Un cotejo con Hoyos et al. (2019) indica que la mezcla bosque/agricultura (verde claro) es mayormente sistemas de producción de café. En general, la mezcla de bosque/agricultura/pastizal aguas arriba es en su mayoría pastizales de páramo y pastos de las comunidades indígenas. El mapa está recortado a los límites hidrológicos de las cuencas, pero el área al norte de este mapa también es de interés ya que esta región recibe

el servicio del distrito de agua de ASORIOFRIO. Fuente: (<https://incc.gov.uk/our-work/eo4c-colombia-mapper/>).

El uso de la tierra en la zona de estudio varía desde los bosques cerrados en las zonas altas hasta las tierras cultivadas/agrícolas en las planicies de las tierras bajas. En las planicies bajas predominan los cultivos de aceite de palma y banano, que son los que más agua consumen. La parte central es una mezcla de bosque y agricultura, principalmente de café (Figura 2-11). Con base en la información actual de Cenipalma, el área total de campos de palma de aceite en la cuenca de Sevilla es de 101 km<sup>2</sup>. Esto representa el 14% del área de la cuenca de Sevilla (Kaune et al., 2020a). Parada et al. (2015) indican que el área agrícola total en Ciénega y Zona Bananera es de 105.000 hectáreas (30% del total de tierras), de las cuales el 6,8%, 10% y 11% están cubiertas por banano, palma de aceite y café respectivamente. Las áreas de pastos con uso ganadero parcial representan el 69% del área total destinada al uso agrícola para los dos municipios. Los pastizales de páramo se encuentran por encima de los ~3100 msnm (Hoyos et al., 2019).

Según Findeter (2018), FINAGRO indica que de las tierras agrícolas de la Zona Bananera, el 55% se atribuye al aceite de palma, el 36% al banano, el 4% al maíz, el 3% a la yuca y el 2% al arroz. Sin embargo, durante el trabajo de campo de 2022, todos los interesados indicaron que actualmente no hay producción de arroz. Findeter (2018) también informa que alrededor del 80% de las tierras (agrícolas) son de propiedad individual, mientras que el 17% son alquiladas.

### 2.2.5 Suelos

En general, no se dispone de mapas de tipos y texturas de suelos que sean de buena calidad, para representar la diversidad de los mismos a escala local para Colombia. Por ello, los mapas de suelos de los proyectos anteriores se generaron a partir de conjuntos de datos globales de baja resolución (1 km). Sólo el proyecto RECARBA presentó un mapa de suelos diferente, proporcionando información sobre la textura del suelo (Figura 2-12).

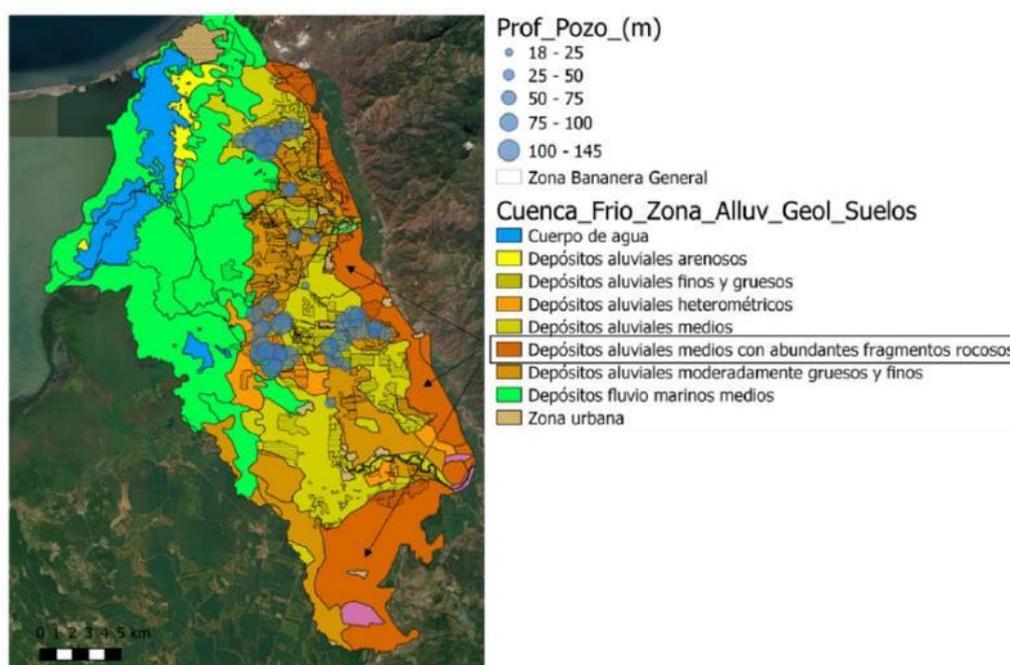


Figura 2-12. Mapa de suelos utilizado en el proyecto RECARBA (Deltares, 2021) que proporciona información sobre la textura del suelo. Los puntos azules indican las profundidades de los pozos en m.

Algo similar ocurre con el mapa de capacidad de retención de agua (Figura 2-13) proporciona algunas ideas sobre la capacidad de retención en ambas cuencas, basadas en conjuntos de datos globales reticulados. En la parte oriental de las planicies agrícolas, se espera que la capacidad de retención de agua sea menor en comparación con las áreas que bordean la Ciénega Grande (Figura 2-13 Se informa de que la fertilidad natural de los suelos tiende a ser de moderada a alta. Esto reduce las cantidades de nutrientes que hay que aplicar a los campos agrícolas.

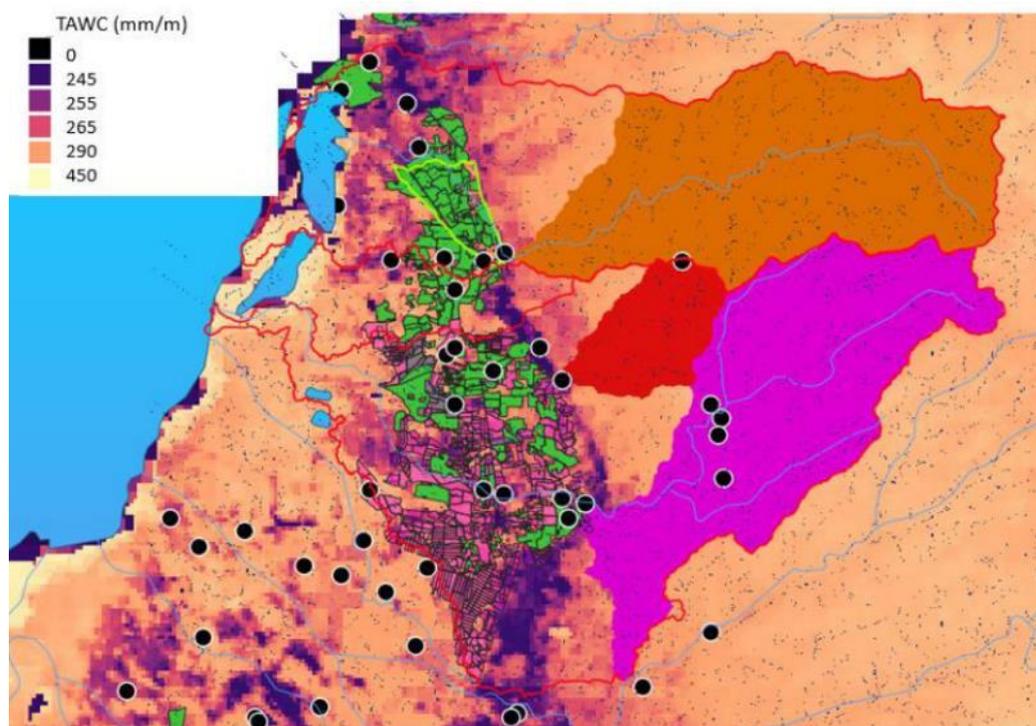


Figura 2-13. Capacidad de almacenamiento de agua del suelo (en mm/m) del producto global HiHydroSoil basado en SoilGrids1km (Fuente: Proyecto RECARBA, Deltares, 2021).

#### Riesgo de erosión del suelo y degradación de la tierra

La cubierta forestal de la SNSM ha sido dinámica como resultado de múltiples procesos, entre ellos la tala de bosques (a partir de la década de 1950) y los cultivos ilegales. Concretamente, el comercio internacional de marihuana (*Cannabis sativa*) durante la década de 1970 trajo consigo una deforestación a gran escala en la SNSM, con una tala estimada del 70% de sus bosques (~150.000 ha) entre 1975 y 1980. La recuperación de los bosques de la cuenca parece haberse producido a partir de mediados de los años ochenta.

La tala de bosques tuvo un fuerte efecto en el riesgo de erosión y sedimentación aguas abajo. La vegetación natural actúa como amortiguador del agua y almacena las precipitaciones en sus hojas y en el suelo. El suelo se mantiene unido gracias a los sistemas de raíces. El proyecto EO4 Cultivar realizó mapas de riesgo del suelo y de la capacidad de moderar la escorrentía de las aguas superficiales (Figura 2-14 y Figura 2-15). La Figura 2-14 muestra zonas de alto riesgo de erosión del suelo cerca de la red fluvial (pueden ser, por ejemplo, riberas de ríos, zonas cultivadas o zonas habitadas). También los suelos de la base en la parte superior de la SNSM muestran un alto riesgo de erosión.

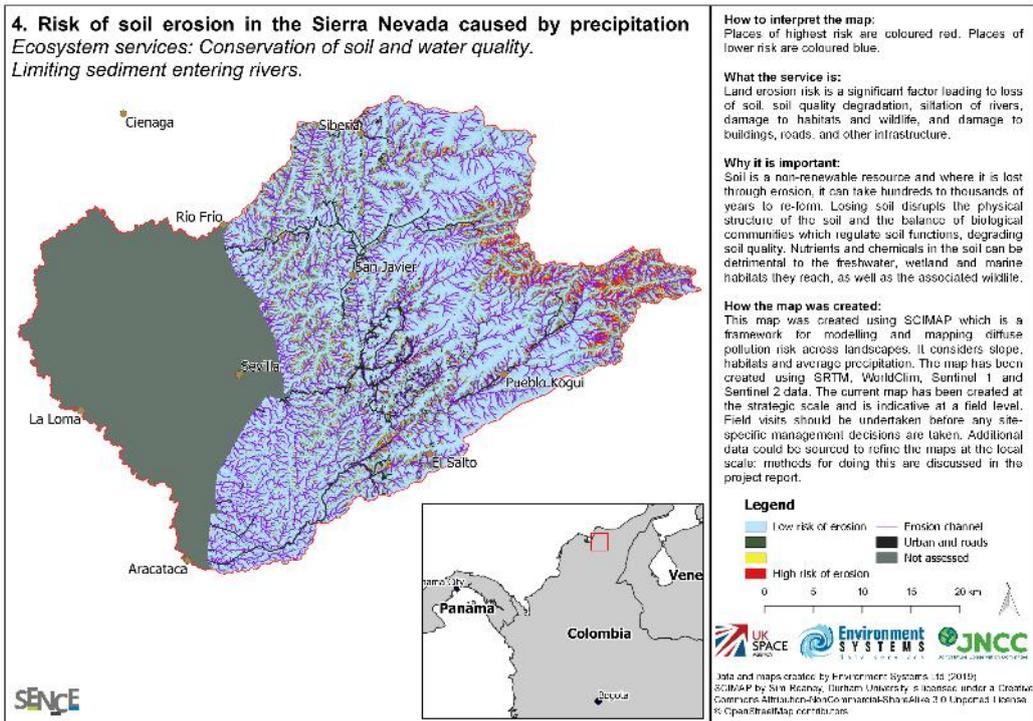


Figura 2-14 Mapa que muestra el riesgo de erosión del suelo en Sierra Nevada (causado por eventos de precipitación). Fuente: Proyecto EO4 Cultivar.

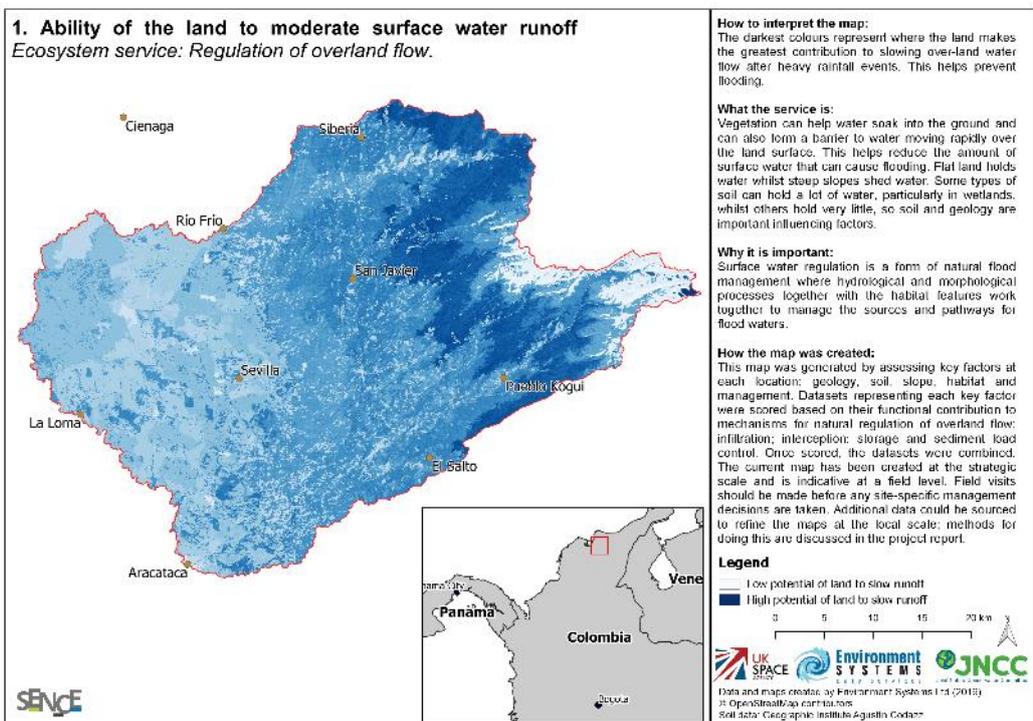


Figura 2-15. Capacidad del terreno para moderar la escorrentía de las aguas superficiales. El mapa muestra que la vegetación natural de la parte alta de la cuenca tiene el mayor potencial para frenar la escorrentía. Fuente: Proyecto EO4 Cultivar.

## 2.3 Entorno socioeconómico

### 2.3.1 Población

Las cuencas de los ríos Frío y Sevilla abarcan múltiples municipios del departamento del Magdalena: Zona Bananera, Ciénaga y en menor medida Pueblo Viejo. Según el censo nacional de 2018, los municipios de Zona Bananera y Ciénaga tienen una población de 66.802 y 118.435 habitantes respectivamente (Dane, 2018). Kaune et al. (2020a) reportan que alrededor de 145.000 personas viven dentro de la cuenca del Río Sevilla.

El Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (UBN) es uno de los indicadores considerados tradicionalmente para medir la pobreza en Colombia. El UBN del municipio de Zona Bananera es del 44,22%, lo que representa un nivel de vulnerabilidad relativo alto (es decir, municipios con población expuesta a la mayor potencialidad de inundación con UNB entre 27% y 56%) (Parada et al., 2015).

#### Comunidades indígenas

Históricamente, existe un cierto nivel de convivencia y coexistencia entre los diferentes grupos humanos que habitan el macizo de la Sierra Nevada. Sin embargo, en los últimos años se ha visto alterada por la incursión de actividades agroindustriales, la construcción de grandes proyectos de infraestructura y las alteraciones del orden público, producto de los conflictos entre grupos armados que operan en la zona (Findeter, 2018).

Dentro del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, por tradición oral indígena, se reconocen cuatro grupos: Kogui, Sánha, Kankuama e Ika. Cada uno con su propio territorio y lengua:

- Los Kogui, considerados el grupo más fuerte y numeroso, habitan principalmente en la vertiente norte de la Sierra Nevada, la zona más boscosa y que recibe las mayores precipitaciones pluviales. Se sitúan en los valles de los ríos Don Diego y Palomino.
- Los Kankuamos presentan un alto riesgo de extinción y viven principalmente en la vertiente oriental de la Sierra Nevada Santa Marta, entre los ríos Badillo y Guatapurí, en el departamento del Cesar.
- Los Sánha son un grupo disperso y muy poco homogéneo, que mantuvo más contacto con los colonos de la zona.
- Los Iká tienden a ser un grupo homogéneo, en parte debido al proceso de integración y mezcla con los nuevos colonos de la zona.

### 2.3.2 Actividades económicas y empleo

Abastecida por las aguas del Río Frío y del Río Sevilla, la agricultura constituye la principal actividad económica y generadora de ingresos en la zona de estudio. Las actividades agrícolas, de las que los mayores ingresos corresponden a la producción de banano, palma de aceite y café, contribuyen sustancialmente al Producto Interior Bruto (PIB) regional y al empleo. Según el Informe de Coyuntura Económica Regional, para el departamento del Magdalena el valor del PIB fue de \$8.550 millones de COP en 2012, lo que equivale al 1,3% del PIB nacional. La actividad económica relacionada con el cultivo de productos agrícolas distintos al café (incluyendo el banano y otros cultivos) representó el 7,5% del PIB del departamento (Parada et al., 2015).

Los cultivos específicos son cruciales para la seguridad alimentaria regional y dominan la cartera de exportaciones de la región del Magdalena y el Cesar (Kaune et al., 2020a). La palma de aceite se destina a la extracción de aceite que se comercializa localmente para la producción de biodiésel. Sólo una fracción está disponible para la exportación. La

producción de aceite de palma es una práctica reciente en Colombia, y está estimulada por subvenciones/incentivos económicos y un fuerte apoyo del gobierno nacional en sus esfuerzos por sustituir al menos parte del uso de diésel por biodiésel.

La producción de banano existe en la región desde hace más de un siglo. A diferencia de la palma de aceite, la mayoría de los bananos producidos se destinan a la exportación directa (Parada et al., 2015). Aparte de la producción de palma de aceite y banano, que dependen en gran medida del uso de agua de riego, la producción de café de temporada tiene lugar en las laderas de la zona de estudio. Al igual que el banano, la mayor parte del café producido se exporta. La Tabla 2-1 presenta la producción y el valor de los principales cultivos en los municipios de Zona Bananera y Ciénaga. El cuadro muestra la importancia relativa de la producción de banano, ya que equivale al 84% de la suma de las exportaciones de los tres principales cultivos (Parada et al., 2015).

Tabla 2-1: Cuadro comparativo de área sembrada, producción y exportación para los principales cultivos de los municipios de Zona Bananera y Ciénaga. Obtenido de Parada et al. (2015).

Producto	Área Sembrada <sup>12</sup>	Producción Regional	Exportación Regional <sup>13</sup>		Participación de la Respectiva Exportación Nacional
	(ha)	(ton)	(ton)	(US\$)	
Café	10.624	5.770	4.127	20	1%
Aceite de Palma <sup>14</sup>	10.551	27.248	4.493	4,90	3%
Banano	7.095	259.374	248.999	116	15%

Además de las prácticas agrícolas, la ecorregión de la Ciénaga Grande de Santa Marta alberga una variedad de comunidades pesqueras. El informe del INVEMAR (2020a) señala que desde 1994 todo el sistema de la CGSM produce un promedio anual de 6.063 toneladas de pescado (principalmente), camarón, cangrejo y almejas. Esto genera un promedio total mensual entre \$778 y \$1.509 millones de COP (resp. 0,18 y 0,36 millones de euros). Aunque la pesca ha sido la principal fuente de empleo en la CGSM, es importante destacar que el ingreso promedio de esta pesca artesanal es de alrededor de 1500 euros por familia/año (Rueda et al. 2011), lo que está por debajo del umbral de pobreza (Roderiquez-Roderiquez, 2018)

Las actividades agrícolas contribuyen significativamente al empleo en la región. ASBAMA reporta que la producción de banano genera cerca de 10.000 empleos directos y 29.000 indirectos en el departamento del Magdalena, lo que equivale al 8,3% del empleo total del departamento (Parada et al., 2015). Con respecto al empleo en el sector palmero, en 2016 en DANE realizó la Gran encuesta de empleo directo en el sector palmero colombiano donde logró establecer que este sector produce 67.672 empleos en Colombia, de los cuales, 17.651 se generan en el norte del país que comprende los siguientes departamentos: Antioquia; Bolívar; Cesar; Córdoba; La Guajira y Magdalena (Fedepalma, 2019).

Según información de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, en el departamento del Magdalena hay 17.917 hectáreas de café, que generan 11.350 empleos directos. Los municipios con mayor importancia en la caficultura son: Ciénaga, Santa Marta, Fundación y Aracataca.

## 2.4 Conflictos y dificultades

### 2.4.1 Impactos ambientales

Los fenómenos climáticos como La Niña y El Niño repercuten en los medios de vida y la seguridad alimentaria de los habitantes de la zona de estudio y han provocado importantes pérdidas económicas. Con las inundaciones de 2010-2011, 20.000 hectáreas de tierra en la Zona Bananera se vieron afectadas, así como 230 hogares, 337 familias y un total de 1.475 personas. La Asociación de Bananeros del Magdalena (ASBAMA), para su zona de influencia reportó que 1.522 plantaciones de banano fueron afectadas por las inundaciones. La reducción económica de las exportaciones de banano para el departamento del Magdalena se estimó en 57 millones de dólares y 29 millones de dólares para 2010 y 2011 respectivamente. Además, se estimó que las inundaciones de 2010-2011 causaron la pérdida de 5.070 puestos de trabajo en la zona y alrededor de 1,6 millones de dólares por daños en las viviendas (Parada et al., 2015).

A su vez, las sequías han impactado significativamente al sector productivo, al ecosistema de pantanos y humedales y a las comunidades de la Zona Bananera. Los distritos de riego aplican un estricto racionamiento del suministro de agua. El racionamiento más crítico ocurrió en marzo de 2014 con 24 horas de servicio por 74 horas de sequía (Taller, abril de 2022). Para contrarrestar estas restricciones, algunos usuarios forman diques y extraen agua ilegalmente. Esto hace que los niveles de agua en los cauces sean muy bajos, hasta llegar a la sequía total del río Frío antes de la confluencia con el río Sevilla, por ejemplo. Según ASBAMA, 1.200 hectáreas de banano se vieron afectadas por las sequías de 2014, de las cuales 300 hectáreas se vieron gravemente afectadas y 30 hectáreas fueron abandonadas. ASBAMA estimó una disminución del rendimiento de alrededor del 30% (de 48-50 racimos/ha/semana a 34-36 racimos/ha/semana en la temporada seca).

Las pérdidas económicas del evento de sequía de 2014 se estimaron en 10 millones de dólares en la Zona Bananera (Parada et al., 2015). Además, las sequías también afectan al sistema CGSM y a las comunidades pesqueras. En efecto, este ecosistema tiene un balance hídrico negativo en la temporada seca, ya que la evaporación del espejo de agua es mayor que la entrada de agua del Magdalena y de la Sierra Nevada. El aumento de la concentración de sal en este cuerpo de agua provoca la mortalidad de los peces, la reducción de la pesca y los impactos en los ecosistemas de manglar. La pesca es una actividad económica menor, pero de gran importancia para las familias de la zona, especialmente en el municipio de Pueblo Viejo. Sin embargo, la actividad está disminuyendo y genera sobreexplotación del recurso pesquero

### 2.4.2 Calidad del agua

#### Calidad del agua superficial

Parada et al. (2015) informan de que la desembocadura del río Frío está completamente sedimentada y se realizan trabajos de desarenado hasta unos 10 km aguas arriba de la confluencia del río Frío con el río Sevilla. Los problemas de sedimentación, que también están presentes en el río Sevilla, limitan el suministro de agua en la temporada seca. Durante los periodos de inundación, los sedimentos provocan desviaciones del cauce que afectan a las tierras agrícolas y a los asentamientos en las proximidades de los cauces. La Figura 2-16 muestra los diferentes flujos de sedimentos hacia la zona del humedal Ciénega Grande de Santa Marta. INVEMAR (2021a) indica que durante los periodos secos, la afluencia de sedimentos desde el complejo de la Sierra Nevada de Santa Marta se reduce con un 50%. ASORIOFRIO, ASOSEVILLA y diferentes productores indican que se deben seguir haciendo esfuerzos para mantener los depósitos de sedimentación.

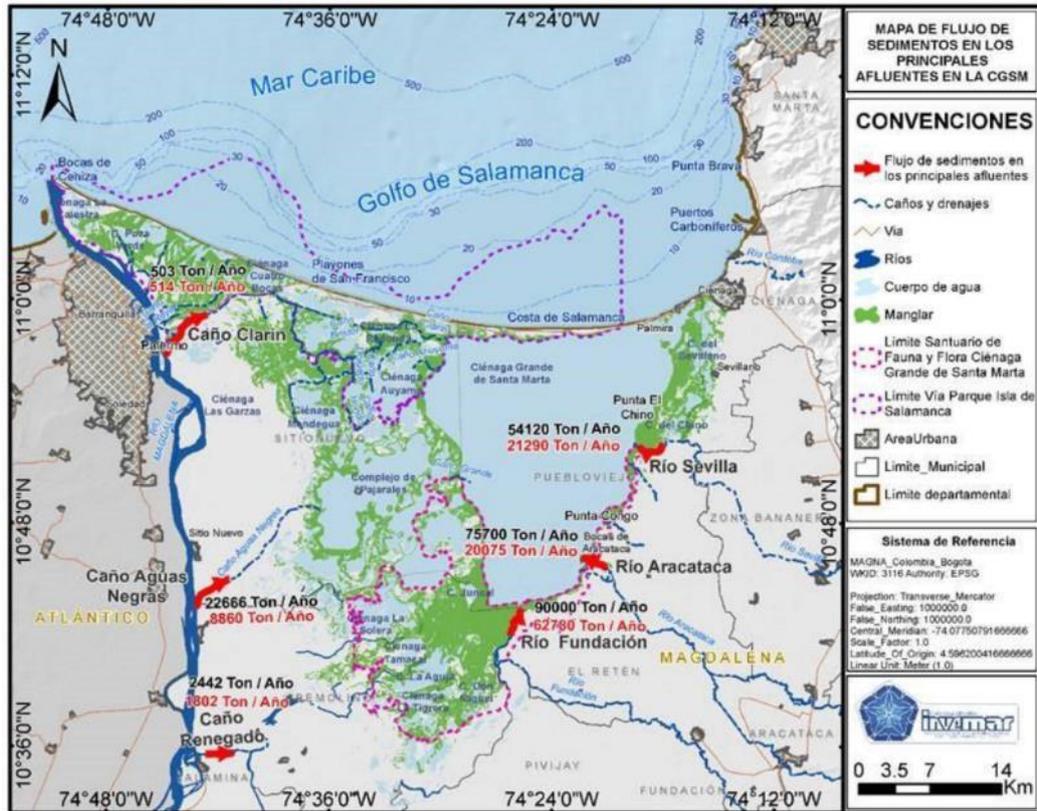


Figura 2-16. Caudal de sedimentos (toneladas/año) en los principales afluentes de la CGSM. Los valores en rojo representan la condición seca y los valores en negro la condición normal. En condición seca, el transporte de sedimentos se reduce aproximadamente en un 50% en la vertiente de los ríos de la SNSM y alrededor de un 40% en la vertiente de los canales que conectan con el río Magdalena con respecto al escenario medio (2013). Elaborado por: LABSIS (2020). Fuente: INVEMAR, 2021 a

Los hallazgos son apoyados por Kaune et al. (2020a) mencionando altos niveles de sedimentos, Demanda Biológica de Oxígeno (BOD), y materia orgánica en el Río Sevilla. Un análisis de otros parámetros de calidad del agua, reportados por Kaune et al. (2020a), muestran que los valores de Oxígeno Disuelto (DO) han disminuido, mientras que las Grasas, Aceites y Grasas (FOG) han aumentado entre 2012 y 2014 en varias partes del Río Sevilla (Tabla 2-2).

En un análisis de la conductividad eléctrica en el arroyo Aguja, arroyo Orihueca, Río Frío y Río Sevilla, Deltares (2021c) reporta que los valores son bajos, entre 60 a 220  $\mu\text{s}/\text{cm}$  indicando agua dulce. En la desembocadura del río Sevilla (Sevillano, Ciénaga Magdalena), la conductividad eléctrica es ligeramente superior (1260  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), lo que puede explicarse por su proximidad a las costas y la influencia de la intrusión salina en la zona. Igualmente, podría estar influenciada por otros aspectos como la disolución de calcita y los nutrientes.

Tabla 2-2: Indicadores de calidad de tres tramos fluviales de la Cuenca del Sevilla. Extraído de Kaune et al. (2020a)

Quality indicators	Units	River source section (Palmor town)		Puente Sevilla – Guacamayal section (Zona Bananera municipality)		River mouth section (Zona Bananera municipality)	
		2012	2014	2012	2014	2012	2014
pH	U of pH	7.25	7.35	7.04	7.24	7.15	8.18
Dissolved Oxygen (DO)	mg/L	10.53	7.19	9.53	5.35	9.34	6.71
Suspended solids	mg/L	10.2	< 10	71.2	23.2	47.8	< 10.0
Biological Oxygen Demand (BOD)	mg/L	< 5	< 2.0	< 5	< 2.0	< 5	< 2.0
Fats, Oils and Grease (FOG)	mg/L	< 10	< 15.0	< 10	16.7	< 10	< 15.0
Total Coliforms	Most Probable Number (MPN) /100 mL	17230	16100	36540	26130	46110	15800
Escherichia Coli	Most Probable Number (MPN) /100 mL	200	200	3930	3640	3640	3100

El tratamiento de las aguas residuales de las ciudades de la zona escasamente se realiza. Las aguas residuales se vierten con frecuencia en los canales de riego y se acumulan en los puntos de congestión y generan fuentes de contaminación (Parada et al., 2015). Los problemas de calidad del agua también están relacionados con el uso de agroquímicos, especialmente por la producción del cultivo de café. Además, en la actualidad la Ciénaga Grande es un ecosistema amenazado. Las grandes cargas de contaminación que arrastran los ríos Frío y Sevilla (BOD, coliformes, materia orgánica, sedimentos) llegan a la Ciénaga, aumentando aún más las presiones que sufre (Parada et al., 2015).

Hay poco flujo de retorno o agua de drenaje de los campos agrícolas hacia el Río Frío o el Río Sevilla, pero se ha informado de algunas aguas de drenaje. La calidad del agua de drenaje de los campos de banano y otros campos agrícolas es preocupante, ya que el agua está mezclada con agroquímicos. La presencia de "Buchón de agua" indica que hay un exceso de fertilizantes.

#### Calidad de agua subterránea

A lo largo de los años, las investigaciones mostraron capas con presencia de agua salobre (que contiene sal) a poca profundidad en la parte Noreste del acuífero, donde limita con el Mar Caribe y la Ciénaga Grande de Santa Marta; esto a excepción de la primera campaña realizada en 2016. La Figura 2-17 muestra los sondeos eléctricos verticales que han reportado la presencia de la cuña salina en las diferentes jornadas de adquisición (INVEVAR 2021a). Los triángulos de la figura indican la presencia de agua salobre, pero no proporcionan más información sobre el nivel de salinidad.

Debido a la intrusión salina, relacionada con la sobreexplotación, la calidad general del agua y su potencial disminuyen. (Parada et al., 2015). Esto da lugar a mayores niveles de salinidad en algunos pozos, lo que repercute en la producción agrícola (Findeter, 2018).

Debido a la falta de un sistema de tratamiento de residuos y aguas residuales, la contaminación del acuífero también es preocupante.

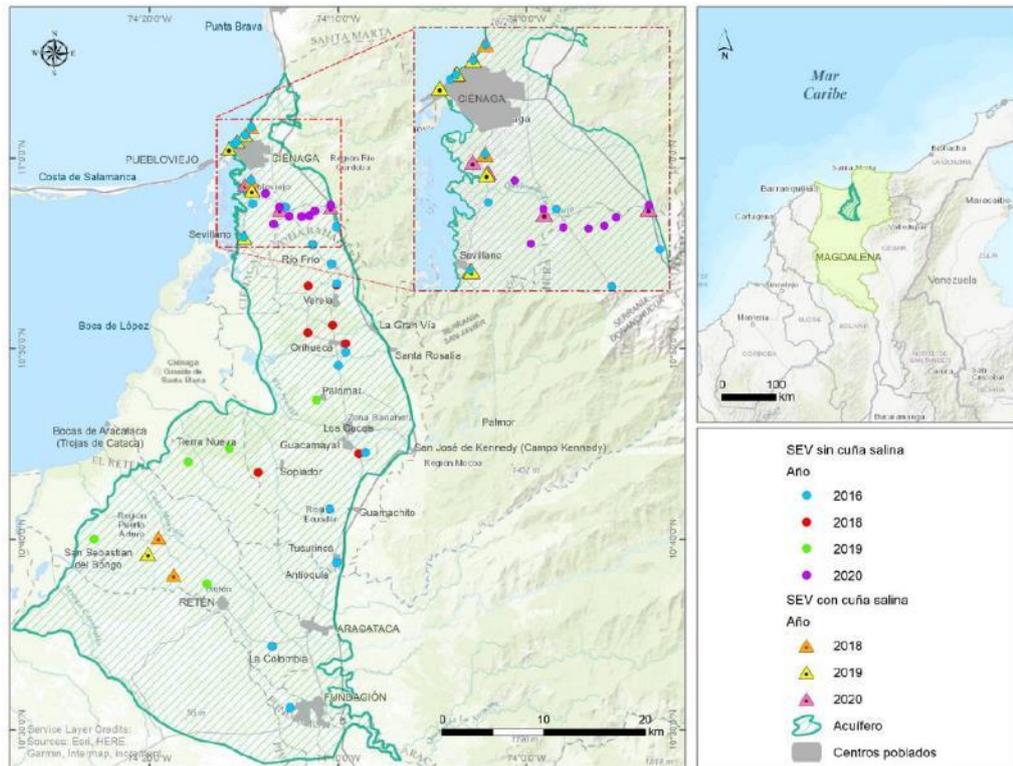


Figura 2-17. Ubicación de los Sondeos Eléctricos Verticales de las diferentes jornadas de adquisición que indican la presencia de capas con agua salobre. Los puntos redondos indican los lugares con agua dulce según la medición VES, los triángulos indican agua salobre. (INVEMAR, 2021a)

### 2.4.3 Tenencia de la tierra

En la mayoría de los municipios del departamento del Magdalena se presentan problemas de tenencia de la tierra. Estos problemas se originan en la informalidad existente en la adjudicación y adquisición de tierras, así como en los conflictos armados que han dado lugar a la restitución de las mismas. Los problemas de tenencia de la tierra dificultan especialmente el avance de las actividades agrícolas, ya que la mayoría de los pequeños y medianos productores no tienen la propiedad de la tierra. Actualmente este grupo goza del derecho temporal al uso y cosecha de la propiedad de otro, a través de mecanismos de tenencia como la aparcería, los arrendamientos y los préstamos (Findeter, 2018).

# 3 Panorama de las partes interesadas en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla

## 3.1 Evaluación de las partes interesadas

Esta evaluación se basa en los cimientos ya establecidos por la Plataforma de Custodia del Agua (PCA). Esta plataforma (de origen) temporal reúne a los actores más relevantes que recientemente han decidido renovar su alianza por varios años más y la intención es que la PCA se integre en el panorama de la gobernanza del agua para el futuro. Esta evaluación incluye a todos los miembros del PCA. Se identificaron más actores relevantes para la gobernanza del agua en las cuencas de los ríos Frío y Sevilla, por lo que se incluyen en esta evaluación.

### 3.1.1 Agencias gubernamentales

A continuación, se presenta un breve resumen que proporciona una introducción a los organismos gubernamentales, sus funciones y responsabilidades.

#### Órganos de gobierno ministeriales superiores

- *El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)* es la entidad pública encargada de definir la Política Nacional Ambiental y promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. El ministerio también preside la comisión mixta de la Unidad Costera Ambiental "Río Magdalena - Complejo del Canal del Dique - Sistema Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta (UAC) que coordina y armoniza el proceso de planificación y gestión del área, en particular para apoyar la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo Integrado de las Unidades Ambientales Costeras (POMIUAC) (INVEMAR, 2020).
- *La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)* está adscrita al *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)*, y es la encargada de planificar el uso eficiente del suelo, definir los criterios pertinentes y crear los instrumentos necesarios para ello  
*La Agencia de Desarrollo Rural (ADR)* está adscrita al MADR, y se encarga de estructurar, cofinanciar y ejecutar planes y proyectos integrales de desarrollo agrario y rural con enfoque territorial para contribuir a la transformación del campo. La ADR es la propietaria de ASORÍOFRÍO y de sus infraestructuras, tomas, canales de riego, canales de drenaje, maquinaria y mantenimiento. La entidad controla y proporciona supervisión técnica y herramientas financieras a la asociación de regantes.
- *La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)* está adscrita al MADR, y es la encargada de dirigir la política pesquera y acuícola en el territorio colombiano para la investigación, manejo, administración, control y vigilancia de los recursos pesqueros y acuícolas. Recomienda que las estrategias de manejo basadas en cuotas

de pesca y esfuerzo pesquero óptimo se basen en escenarios concertados entre las comunidades pesqueras, los investigadores y los administradores del recurso (AUNAP, CORPAMAG y PNN).

- *El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT)* ha establecido el formato único de permiso de vertimientos a nivel nacional que debe ser diligenciado por toda persona natural o jurídica que realice actividades económicas de carácter agropecuario que generen el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, en los términos del Decreto 1076 de 2015 (Findeter, 2018).
- *La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)* es la unidad que dirige, orienta y coordina la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia, mediante el fortalecimiento de las capacidades de las entidades públicas, privadas, comunitarias y de la sociedad a través del conocimiento del riesgo, su reducción y el manejo de los desastres. La UNGRD dirige la implementación de la gestión del riesgo de desastres, en concordancia con las políticas de desarrollo sostenible, y coordina la operación y el desarrollo continuo del sistema nacional para la prevención y atención de desastres (SNPAD). Propone y articula las políticas, estrategias, planes, programas, proyectos y procedimientos nacionales para la gestión del riesgo de desastres, en el marco del SNPAD y actualiza el marco normativo y los instrumentos de gestión del SNPAD (UNGRD).
- *La Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (CORMAGDALENA)* tiene la misión de garantizar la recuperación de la actividad náutica y portuaria del Río Grande de la Magdalena. No es una autoridad ambiental, pero está interconectada con las autoridades ambientales, ya que también trabaja en la conservación del suelo, la generación y distribución de energía y el uso y preservación del medio ambiente, los recursos pesqueros y otros recursos naturales renovables. Su jurisdicción está compuesta por 128 municipios en 13 departamentos, entre ellos el de Magdalena. Cormagdalena participará en el proceso de planeación y armonización de las políticas y normas reglamentarias expedidas por las diferentes autoridades competentes para el manejo adecuado y coordinado de la cuenca del río Magdalena

#### Autoridades ambientales

- *La Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG)* es la autoridad ambiental con jurisdicción en el territorio, encargada de gestionar los recursos naturales y promover el desarrollo sostenible del Magdalena. La entidad otorga permisos, concesiones y licencias a las asociaciones de regantes y a los municipios. También asigna y gestiona directamente algunas concesiones (Entrevistas; Taller, abril de 2022). Además, CORPAMAG tiene bajo su control y gestión el humedal Ramsar.
- *Parques Nacionales Naturales (PNN)* es la entidad encargada de la administración y gestión de los Sistemas de Parques Naturales, incluyendo también *los Parques Nacionales Regionales (PNR)* el Parque Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) así como el Santuario de Flora y Fauna de Ciénaga Grande de Santa Marta (SFFCGSM) (Entrevistas; Findeter, 2018). El PNN administra las áreas protegidas públicas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, y también, las Reservas Forestales Protectoras, los Parques Nacionales Regionales, los Distritos de Manejo Integrado, los Distritos de Conservación de Suelos y las Áreas de Recreación.

#### Gobierno local

- *La Gobernación del Magdalena* es una entidad encargada de promover el desarrollo socioeconómico, cultural y ambiental de su territorio, con el fin de satisfacer las necesidades básicas de la comunidad. Cuenta con recursos físicos y humanos para la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, programas y

proyectos orientados a mejorar la calidad de vida de sus habitantes, cumpliendo con las disposiciones legales y enmarcados en un proceso institucional de mejoramiento continuo.

- *El Municipio de Zona Bananera* (Alcaldía de Zona Bananera) se encuentra entre las montañas de la Sierra Nevada de Santa Marta y las ciénagas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, por lo que cubre esencialmente el área de producción agrícola. Su Secretaría de Desarrollo Económico (SDE), es una entidad particular del municipio de Zona Bananera que se encarga de garantizar la prestación de los servicios de agua a la población local
- *El Municipio de Ciénaga* (Alcaldía de Ciénaga) está ubicado a orillas del Mar Caribe, en el extremo nororiental de la Ciénaga Grande de Santa Marta, y al pie de la Sierra Nevada de Santa Marta.

De todos los organismos gubernamentales mencionados anteriormente, CORPAMAG, PNN y la Gobernación del Magdalena son miembros del PCA. También forman parte del PCA los representantes de las comunidades y las Juntas de Acción Comunal de San Pedro, Palmor, Carital, Julio Zawady y Josefina.

### 3.1.2 Proveedores de agua

#### Proveedor de agua doméstica

- *Aguas del Magdalena S.A. E.S.P.* es la empresa departamental de aguas de carácter mixto (90% de propiedad estatal, 10% de propiedad privada) que garantiza la captación, tratamiento y distribución de agua para las comunidades urbanas y rurales del Departamento del Magdalena, a través de la viabilidad y ejecución de obras de infraestructura en agua y alcantarillado sostenible, el fortalecimiento empresarial a los prestadores de servicios, la gestión social y el manejo integral del recurso hídrico, de acuerdo con las necesidades de nuestros clientes y la normatividad aplicable en el marco del Plan Departamental de gestión empresarial de los servicios de agua y saneamiento. Aguas del Magdalena es la responsable de la política de agua potable y de consumo en el departamento del Magdalena, brindando apoyo técnico y asistencia financiera a los municipios. La empresa ejecuta las obras de infraestructura, pero los municipios prestan el servicio de agua potable y garantizan su correcta prestación.

#### Asociaciones de riego

En la zona de estudio existen dos grandes comunidades de riego para la explotación agrícola del Río Frío y del Río Sevilla, respectivamente ASORÍOFRIO y ABOSEVILLA (Torres et al., 2019; Findeter, 2018).

- *La Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de Gran Escala del Río Frío* (ASORÍOFRIO) está ubicada en el corregimiento de Río Frío en el municipio de Zona Bananera, Magdalena (Findeter, 2018). Es una persona jurídica de derecho privado, de carácter societario, con objeto especial y sin ánimo de lucro, constituida por quienes cumplen las condiciones (por ejemplo, quien tiene una concesión de agua a través de ASORÍOFRIO) para ser tenidos en cuenta como usuarios del distrito de adecuación de tierras. Se dedica a proporcionar el desarrollo, la administración, la explotación, la conservación y la rehabilitación de las infraestructuras de riego que componen el distrito. ASORÍOFRIO tiene un contrato con la Agencia de Desarrollo Rural (ADR) para su funcionamiento. La Asociación debe llevar un Registro General de Usuarios (RGU), que contendrá la lista de sus usuarios con los datos del usuario, la ubicación de la propiedad, etc.
- *ABOSEVILLA* es la asociación de usuarios de la demarcación de riego de Sevilla, ubicada también en el municipio de Zona Bananera, Magdalena (Findeter, 2018). Es

una persona jurídica de derecho privado, de naturaleza corporativa, con fines especiales y sin ánimo de lucro. El objetivo de la asociación de regantes es la explotación, conservación y mantenimiento de las obras hidráulicas que conforman el distrito. ASOSEVILLA compró el distrito de riego al Estado en 2010; a diferencia de ASORÍOFRIO, la asociación no tiene contrato con la ADR.

Los orígenes de las asociaciones de riego se remontan al establecimiento en 1900 de la United Fruit Company en la Zona Bananera, con la perforación de canales de riego para apoyar el crecimiento del mercado de exportación de plátanos a Estados Unidos (Visita a Cenipalma, abril de 2022; Brungardt, 1995). A raíz de la huelga de los trabajadores de la United Fruit Company en 1928 y del trágico suceso de la "Masacre de las bananeras", las plantaciones de banano se entregaron a unas pocas familias, mientras que la administración de la red de riego pasó a manos del gobierno. Más tarde, la propiedad del distrito de riego pasó a manos de los productores. Tanto ASORÍOFRIO como ASOSEVILLA provienen de la división en 1994 del antiguo distrito de Prado Sevilla en 4 comunidades de riego.

Tanto ASORÍOFRIO como ASOSEVILLA son miembros del PCA

### 3.1.3 Usuarios del agua

#### Agricultores y asociaciones comerciales

Los agricultores y las asociaciones comerciales que se enumeran a continuación se presentaron como actores clave en las cuencas del río Frío y del río Sevilla:

- FEDEPALMA - *Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite*
- ASBAMA - *Asociación de Bananeros del Magdalena y La Guajira*
- AUGURA - *Asociación de Bananeros de Colombia*
- FNC - *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*
- Fedecacao - *Federación Nacional de Cacaoteros*

Todas las asociaciones de agricultores mencionadas anteriormente son miembros del PCA, excepto Fedecacao. El PCA está formado por más empresas y asociaciones comerciales, entre ellas Tecbaco, Fundación BANASAN, Fundeban, Uniban Fundación, DAABON, Fundepalma y ASOCCOMAG; sin embargo, no se hablará de ellas en detalle, ya que desempeñaron un papel menos destacado en el grupo de discusión y en las entrevistas con las partes interesadas de este estudio.

#### Comunidades locales

- Los campesinos son las comunidades rurales que trabajan la tierra, a menudo en pequeñas parcelas, constituyendo la familia la mayor parte o la totalidad de la mano de obra. Incluye a los jornaleros y a los pequeños propietarios (minifundistas).
- Las comunidades indígenas Kogui - Malayo - Arhuaco residen dentro del Parque Nacional de la Sierra Nevada de Santa Marta (Findeter 2018; Parada et al., 2015). Como guardianes de la montaña, las comunidades indígenas reclaman el respeto por la naturaleza y el uso razonable de los recursos naturales, especialmente del agua. Al respecto, han manifestado su preocupación por diversas actividades y deficiencias que han demostrado amenazar la disponibilidad y calidad del agua.
- Las comunidades de pescadores de la Ciénaga. Hay varias comunidades situadas alrededor del lago, con unos 3.500 pescadores artesanales que operan en la CGSM. Ellos abastecen buena parte de la seguridad alimentaria de una población creciente en los municipios de Sitionuevo (palafitos con ~33.100 habitantes), Pueblo viejo (~33.000 habitantes) y Ciénaga (~105.500 habitantes) (INVEMAR 2020a)

Sólo los campesinos están representados en el PCA, a través de las Juntas de Acción Comunal (JAC, véase el apartado 3.1.4).

### 3.1.4 Grupos de la sociedad civil / Organizaciones no gubernamentales (ONG)

- La Plataforma de Custodia del Agua (PCA)<sup>1</sup> es una iniciativa público-privada que busca mejorar la gobernanza del agua para las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla, estimulando la acción colectiva a través del debate, la consulta y la articulación, generada en un espacio de participación plural e incluyente. El PCA se constituyó en 2015, mediante un acuerdo de voluntades entre 19 instituciones bajo el liderazgo de WWF Colombia. Inicialmente se estableció por un periodo de 5 años, pero la alianza se renovó en 2019 y posteriormente en 2021 por 4 años más con las 19 instituciones pioneras y otras 11 entidades y organizaciones comunitarias. El objetivo del PCA es organizar una mesa redonda cada 1 - 2 meses.

Hay más grupos de la sociedad civil y ONG que son miembros del PCA, como se indica a continuación, pero se conoce menos información sobre el papel que desempeñan y sus responsabilidades

- *Juntas de Acción Comunal* (JAC) de los pueblos San Pedro, Palmor, Carital, Julio Zawady y Josefina. Son corporaciones cívicas sin ánimo de lucro formadas por los vecinos de un lugar, que unen esfuerzos y recursos para buscar la solución de las necesidades más sentidas de la comunidad
- *La Fundación Mujeres Rurales Construyendo Futuro* está comprometida con los jóvenes y el medio ambiente.
- *Red Ecolsierra* (Red de Productores Ecológicos de la Sierra Nevada de Santa Marta) es una organización solidaria dedicada a aumentar la rentabilidad de la caficultura ecológica.
- *La Fundación Herencia Ambiental Caribe* fue creada para promover la paz y el desarrollo humano sostenible a través del uso sostenible y la protección del medio ambiente y los recursos naturales, culturales y sociales, con énfasis en los procesos de participación comunitaria y el fortalecimiento de la identidad y la cultura.
- ASOSANPEDRO ESP.

### 3.1.5 Entidades de investigación

#### Instituciones Públicas

- INVEMAR -Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras- es una institución pública que realiza investigación básica y aplicada sobre los recursos naturales renovables, sobre el medio ambiente de las costas y sobre los ecosistemas marinos y oceánicos con el fin de proporcionar el conocimiento científico necesario para la formulación de políticas y la toma de decisiones, al MADS en particular. Desde el año 2014, el programa de Geociencias Marinas y Costeras del INVEMAR viene monitoreando mensualmente las condiciones oceanográficas del departamento del Magdalena desde 3 estaciones de monitoreo (INVEMAR, 2020).
- El IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- es una institución pública que brinda apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, que genera conocimiento, produce información confiable, consistente y oportuna sobre el estado y la dinámica de los recursos naturales y el ambiente. Facilita la definición y ajustes de las políticas ambientales y la toma de decisiones por parte de los sectores público y privado y del público en general.
- AGROSAVIA -Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria- es una entidad pública descentralizada sin ánimo de lucro con participación mixta de

carácter científico y técnico. Su propósito es trabajar en la generación de conocimiento científico y el desarrollo tecnológico agropecuario a través de la investigación científica, la adaptación de tecnologías, la transferencia y la asesoría con el fin de mejorar la competitividad de la producción, la equidad en la distribución de los beneficios de la tecnología y la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales.

- *La Universidad del Magdalena* es una universidad pública, departamental y de investigación con sede en la ciudad de Santa Marta, capital del Departamento del Magdalena, Colombia.

Tanto AGROSAVIA como INVEMAR son miembros del PCA, así como la Universidad del Magdalena.

#### Centros de investigación

- Cenipalma -Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite- trabaja con los palmicultores para obtener mejores resultados y servicios que el sector requiere, para contribuir a la sanidad, productividad y sostenibilidad de esta agroindustria a través de la investigación, generación de insumos y lineamientos para la implementación de mejores prácticas.
- El Instituto Humboldt - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - es una corporación civil sin ánimo de lucro vinculada al MADS. En el marco del Convenio de Diversidad Biológica de las Naciones Unidas, ratificado por Colombia en 1994, el Instituto Humboldt genera el conocimiento necesario para evaluar el estado de la biodiversidad en Colombia y tomar decisiones sostenibles

Cenipalma forma parte del PCA. El instituto Humboldt no forma parte del PCA.

#### 3.1.6 Instituciones de financiación

- FINAGRO -Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario- es una entidad financiera que ha fomentado el establecimiento de cultivos la región centro y norte del Departamento del Magdalena a través de sus líneas de créditos (Findeter, 2018). Ha otorgado créditos por un monto total de 108.607 millones de pesos colombianos entre 2013 y 2016, los cuales fueron distribuidos en: palma de aceite (54%), plátano (29%), yuca (10%), maíz tradicional (5%), mango y arroz (1%).

## 3.2 Evaluación de la gobernanza del agua

### 3.2.1 Política Nacional de gestión y desarrollo de los recursos hídricos

En el ordenamiento jurídico colombiano, el recurso hídrico hace parte del dominio público lo que significa que el Estado es responsable de su protección permanente para garantizar su acceso justo y su uso eficiente de manera proporcional, equitativa, igualitaria y justa (Restrepo-Medina & Nieto-Rodríguez, 2020). El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) es la entidad pública encargada de definir la Política Nacional Ambiental y de promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Con ese fin, en 2010 se formuló la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), que establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégicas para la gestión del recurso hídrico en el país (Findeter, 2018).

Para orientar aún más la formulación de los planes de acción, el MADS desarrolló instrumentos como el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, que establece los lineamientos y procedimientos para el buen uso y manejo del recurso hídrico con el fin de garantizar el uso eficiente del agua para fines productivos (resultado del Taller;

Restrepo-Medina & Nieto-Rodríguez, 2020; Findeter, 2018). También aborda las estructuras de regulación para controlar y administrar (a través de las concesiones y permisos otorgados) el vertido antropogénico de sustancias contaminantes en los cuerpos de agua con el fin de proteger el medio ambiente de las actividades económicas insostenibles

En Colombia, la legislación en materia de aguas determina que las Corporaciones Autónomas Regionales deben realizar planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas a nivel de 396 divisiones cuencas territoriales definidas para Colombia que pueden o no coincidir con la subdivisión oficial de 316 subzonas hidrográficas (SZH) para el país (Parada et al., 2015).

A nivel gubernamental, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) también juegan un papel en las políticas y regulaciones relacionadas con la gestión de los recursos hídricos, en particular en lo que respecta al suministro de agua doméstica.

Por último, los actores locales reconocen que los institutos de investigación son un gran apoyo para articular una estrategia de acción nacional para los planes de gestión de las cuencas hidrográficas en los territorios (Taller, abril de 2022).

### 3.2.2 **Gobernanza del agua a nivel de cuenca**

La implementación de la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), desarrollada por el MADS, es responsabilidad de las autoridades ambientales, principalmente de las corporaciones autónomas regionales en sus respectivas jurisdicciones (Restrepo-Medina & Nieto-Rodríguez, 2020). Las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla representan en conjunto un nivel de subdivisión de la subzona hidrográfica (SZH), Ciénaga Grande de Santa Marta (código: 2906-01) priorizado por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG) a través del Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca (POMCA) que se actualiza aproximadamente cada 10 años (Findeter, 2018; Parada et al., 2015). CORPAMAG gestiona los recursos naturales del departamento del Magdalena, en particular la disponibilidad de agua. Para ello, CORPAMAG otorga permisos, concesiones y licencias.

Dado que las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla prestan importantes servicios al ecosistema de la zona, las intervenciones sobre los recursos hídricos tienen un impacto considerable en la sostenibilidad de los distintos ecosistemas. En este sentido, los Parques Nacionales Naturales (PNN) son un actor clave en el territorio (Parada et al., 2015). La entidad supervisa la administración y gestión del Sistema de Parques Nacionales Naturales y la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. En la zona de interés, gestiona el Parque Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) y el Santuario de Flora y Fauna de Ciénaga Grande de Santa Marta (SFFCGSM).

CORPAMAG también gestiona el humedal Ramsar Ciénaga Grande de Santa Marta (Parada et al., 2015), por lo que las áreas de gestión de CORPAMAG y PNN se solapan. Además, la entidad promueve la participación comunitaria y programas de protección ambiental, desarrollo sostenible y manejo adecuado de los recursos naturales renovables (Findeter, 2018; Parada et al., 2015). Esta participación comunitaria a través de las instituciones gubernamentales también está prescrita por la ley. Los actores locales informaron que el gobierno organiza rondas de consulta previa con las comunidades indígenas cuando un proceso de planificación u obra incluye sus territorios (Taller, abril de 2022). De esta manera, los líderes comunitarios han podido oponerse a proyectos de

desarrollo en la Sierra Nevada que se consideraban irrespetuosos con el medio ambiente y con las costumbres y tradiciones de las comunidades.

A mayor escala, la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (CORMAGDALENA) también tiene un papel en el desarrollo medioambiental de la zona de interés. La entidad tiene la misión de garantizar la adecuación y conservación de las tierras, y el uso y preservación del medio ambiente, los recursos pesqueros y otros recursos naturales renovables en su jurisdicción, incluyendo el departamento del Magdalena.

Según Torres et al. (2019), tanto el Río Frío como el Río Sevilla son objeto de una futura planificación de la gestión de la cuenca hidrográfica, lo que indica el interés local por mejorar la gestión del agua en la región. Sin embargo, a día de hoy, el POMCA aún no está plenamente implantado en el contexto de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. Esto se describirá con más detalle en los próximos capítulos.

### 3.2.3 Gobernanza del agua a nivel local

#### Suministro de agua de riego

En la zona de estudio, existen dos asociaciones de riego a gran escala para la explotación agrícola del Río Frío y del Río Sevilla, respectivamente ASORÍOFRÍO y ASOSEVILLA (Torres et al., 2019; Findeter, 2018). Las asociaciones de riego asignan el agua del Río Frío y del Río Sevilla para los diferentes usos agrícolas y supervisan que se respete la concesión (permiso de asignación de agua), según lo determinado por la autoridad ambiental regional CORPAMAG (Torres et al., 2019). Como se explicó en una entrevista con un representante de Cenipalma (Visita a Cenipalma, abril de 2022), los miembros de la junta directiva de ASORÍOFRÍO y ASOSEVILLA son designados por los productores. Además de los distritos de riego, la propia CORPAMAG asigna y gestiona directamente algunas concesiones.

Según las partes interesadas (reunión de Santa Marta, abril de 2022), alrededor del 80% de la tierra es propiedad del 20% de los productores, entre los que se encuentran Tebaco y Banasan. Se dice que estos importantes productores tienen poder en la toma de decisiones relacionadas con la asignación del agua. De hecho, hay fuertes intereses en juego en relación con la asignación del agua, especialmente para los productores de banano que exportan a Europa. Según Cenipalma, sus contratos de exportación imponen estrictos criterios de calidad para el banano que pueden cumplirse siempre que se suministre un volumen específico de agua (Visita a Cenipalma, abril de 2022).

Según Findeter (2018), ambas asociaciones de regantes cuentan con políticas o programas de ahorro eficiente del recurso hídrico, un plan de manejo ambiental y un plan de recuperación de pérdidas, establecidos por la autoridad ambiental CORPAMAG.

#### Suministro de agua doméstica

En cuanto al suministro de agua potable, el Municipio de Zona Bananera dirige la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo a través de unidades especiales o secretarías de despacho (Findeter, 2018); en este caso, la Secretaría de Desarrollo Económico (SDE). El municipio es apoyado por Aguas del Magdalena, con apoyo técnico y asistencia financiera para el desarrollo de infraestructura. El municipio cuenta con la certificación de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios para la gestión directa y la asignación del recurso hídrico, además de contar con una concesión para el uso del recurso hídrico.

Los actores locales informaron que la Municipalidad de Ciénaga también entra en juego en la gobernanza del agua en el área de enfoque (Taller, abril de 2022).

### 3.3 Gobernanza y asignación del agua

Tras la sesión del taller y las visitas de campo en Magdalena en abril de 2022, quedó claro que las decisiones sobre la asignación de recursos hídricos intervienen en diferentes escalas y plazos:

- El gobierno, representado por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), establece la visión y despliega estrategias a largo plazo para las principales cuencas hidrográficas mediante decretos ministeriales, como los que se encuentran en la Política Nacional del Agua, y de directrices, como las previstas en el Plan de Gestión de Recursos Hídricos y otros planes de acción.
- CORPAMAG gestiona la disponibilidad de agua en el departamento de Magdalena mediante el otorgamiento de concesiones (permisos de agua) para fines de riego y para uso doméstico durante un período de largo plazo que va de 5 a 15 años. También realiza auditorías sobre el terreno de las tomas de agua de los productores agrícolas y comprueba el caudal ambiental. Estas no son auditorías ambientales, sino que hacen parte del monitoreo y seguimiento que debe hacer la corporación, como una actividad que se mantiene cuando se otorga una concesión.
- Las asociaciones de riego, ASORÍOFRIO y ASOSEVILLA, y los municipios de Zona Bananera y Ciénaga asignan los recursos hídricos a los usuarios reales sobre el terreno, basándose en las previsiones de disponibilidad de agua a corto plazo.

# 4 Abastecimiento de agua en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla

## 4.1 Concesión de agua

En 2015, CORPAMAG otorgó a los distritos de riego una concesión fija de agua para el uso de los predios registrados en el distrito por un término de 10 años, con base en el Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), ajustándose a los lineamientos nacionales de caudal ambiental.

### 4.1.1 Volúmenes potenciales de extracción

Varias fuentes de información informaron de que:

- Para ASORÍOFRIO, la concesión de agua asciende a 3,41 m<sup>3</sup>/s, lo que equivale a 8,84 Mm<sup>3</sup>/mes. Además, CORPAMAG otorga a 14 usuarios privados del distrito de riego de ASORÍOFRIO una concesión de agua de 1,49 m<sup>3</sup>/s, lo que equivale a 3,87 Mm<sup>3</sup>/mes. En total, la concesión de agua para el distrito de riego es de 12,71 Mm<sup>3</sup>/mes.
- Para ASOSEVILLA, la autoridad medioambiental concede un caudal de agua de 4,41 m<sup>3</sup>/s, lo que da un total de 11,42 Mm<sup>3</sup>/mes. No se ha informado de ninguna concesión privada.

Sin embargo, otras fuentes de información ofrecen datos contradictorios sobre los volúmenes potenciales de extracción, debido a que los volúmenes de extracción de agua de riego dependen del caudal ambiental, y el caudal ambiental mínimo no está claro. En el numeral 5.5 se ofrece más información.

Los volúmenes oficiales de extracción para el riego suelen ser inferiores a los volúmenes potenciales de extracción, pero en la práctica y durante la temporada seca esto puede ser diferente, ya que no hay un control continuo. Asimismo, en la temporada húmeda, la captación de agua es menor, ya que hay una menor demanda de agua para el riego. La captación real de agua por parte de los distritos de riego debe ajustarse a los requisitos de caudal ambiental establecidos por CORPAMAG; en la temporada seca, CORPAMAG lleva a cabo controles sobre el terreno para comprobar si se mantiene el caudal ambiental.

### 4.1.2 Tarifas del agua

Las partes interesadas locales que participaron en el taller en el marco de este proyecto explicaron el sistema de tarificación del agua vigente (Taller, abril de 2022). Coexisten dos sistemas de facturación, uno para el suministro de agua doméstica que utiliza una

tarifa volumétrica y otro para el suministro de agua de riego que utiliza una tarifa fija para los servicios y una tarifa volumétrica para el uso del agua.

El suministro de agua doméstica es facturado por los municipios mediante un sistema de tasas de agua, alcantarillado y limpieza. Existe una normativa nacional sobre la prestación de los servicios públicos y, asimismo, se indica cómo deben ser las tarifas en función del número de usuarios, la gestión y el funcionamiento de cada municipio. El sistema de suministro de agua doméstica no tiene tarifas fijas, sino que cada operador hace su análisis de los servicios y establece las tarifas.

Los distritos de riego cobran a sus usuarios una tarifa por servicios que incluye la tasa por el agua utilizada, los costos de administración, los costos de mantenimiento de la infraestructura y otros costos. Las tarifas del agua son fijadas por el MADR. En el caso de ASOSEVILLA, según explicaron varios actores, el distrito de riego recibe 60 pesos/m<sup>3</sup> de tarifa de cada usuario de agua registrado en el RGU, lo que equivale a 160.000 pesos/ha/año aproximadamente (Visita a Cenipalma, abril de 2022; reunión de Santa Marta, abril de 2022). Todos los productores deberían tener obligatoriamente un medidor de agua para monitorear su uso y reportarlo a los distritos de agua. En la práctica, no todos los productores tienen un contador de agua y algunos miden el uso del agua basándose en las estadísticas de las bombas en las tomas de agua de los productores de la red de distribución. ASORIOFRIO dispone de sistemas de recogida de datos más avanzados, por lo que cobra el agua utilizada con frecuencia. ASOSEVILLA cobra tarifas semestrales.

Los distritos de riego pagan un canon de 60 a 70 centavos/m<sup>3</sup> a CORPAMAG por la concesión del agua. CORPAMAG tiene previsto aumentar su tarifa a 5 pesos/m<sup>3</sup> como mínimo, o hasta 12 pesos/m<sup>3</sup> (Taller, abril de 2022). Una de las razones sugeridas para ello es garantizar que los usuarios del agua fomenten y apliquen mejoras en la eficiencia del uso del agua.

TARIFAS 2022			
TIPO TARIFA	VALOR TARIFA	UNIDAD	PERIODICIDAD
TARIFA FIJA (T.F)	\$201,878.7	\$/ha	Anual
TARIFA VOLUMETRICA (T.V)	\$49.63	\$/lps o \$/m <sup>3</sup>	Según consumo
TARIFA REPOSICIÓN DE MAQUINARIA (TRME)	\$11,346.0	\$/ha	Anual

Figura 4-1. Sistema de tarificación del agua de ASORIOFRIO para 2022, según la 'Resolución 000400 de 2021' de la Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural.

Como ASORÍOFRIO es una organización sin ánimo de lucro, reinvierte los beneficios en el mantenimiento de las infraestructuras (por ejemplo, la limpieza de la maleza) y el desarrollo. Los ingresos de ASORÍOFRIO aparecen, a pesar de ser una organización sin ánimo de lucro. Estos ingresos corresponden a préstamos de equipos (por ejemplo, equipos de aforo) a empresas privadas. Los aforos son gratuitos para los usuarios del distrito.

## 4.2 Principales suministros de agua en la cuenca del Río Frío

#### 4.2.1 Proveedor de agua en la cuenca del Río Frío - ASORÍOFRIO

El distrito de riego del Río Frío a gran escala en tierra, operado por ASORÍOFRIO, está ubicado en el norte del departamento del Magdalena, específicamente en el municipio de Zona Bananera (Findeter, 2018). Tiene una extensión de 5.777 hectáreas en banano, palma de aceite, frutales y cultivos alimenticios (ASORÍOFRIO, 2015). ASORÍOFRIO supervisa el desarrollo, la administración, la operación, la conservación y la rehabilitación de las infraestructuras de riego que conforman el distrito (ver Figura 4-2). Las infraestructuras de agua y la propia asociación de regantes son propiedad de la ADR. El organismo gubernamental también controla y proporciona supervisión técnica y herramientas financieras a la asociación de riegos.

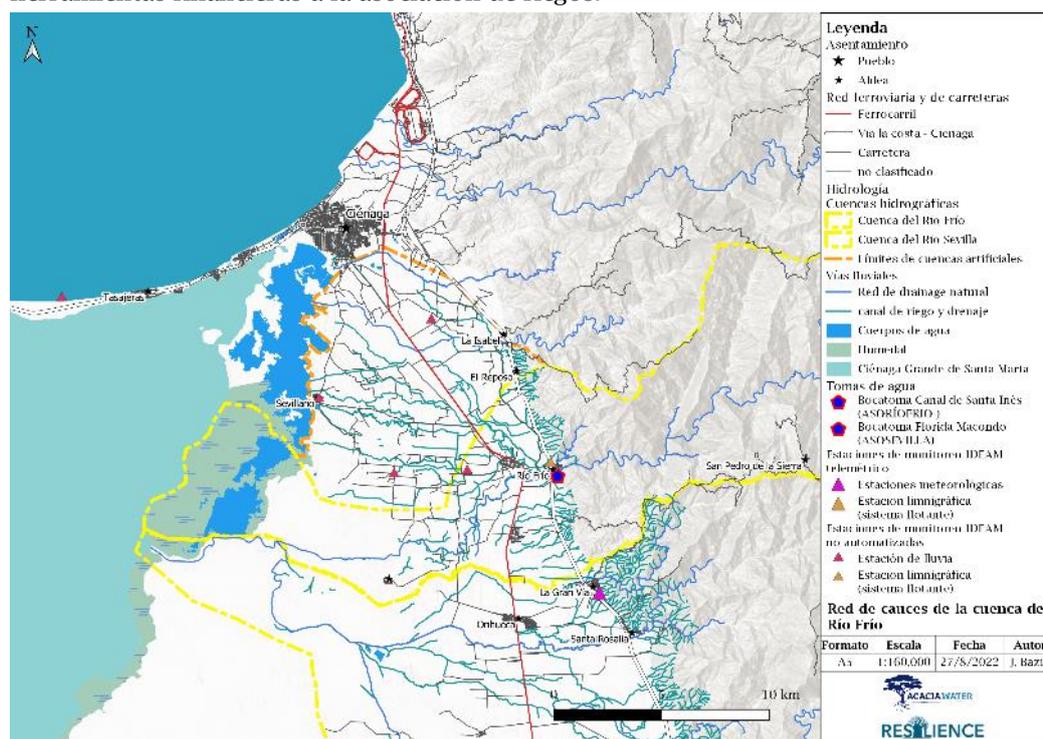


Figura 4-2: La red de canales de ASORÍOFRIO da servicio a una amplia zona situada al norte de la cuenca hidrológica del Río Frío.

#### 4.2.2 Sistema de red de riego

La infraestructura de ASORÍOFRIO está formada por la toma principal (denominada bocatoma), un depósito de desarenado, un canal primario (canal Santa Inés), tres canales secundarios (Norte, Centro, Sur) y 34 canales terciarios, para conducir el agua a los usuarios (ASORÍOFRIO, 2022). Estos canales se denominan a veces acueductos.

La bocatoma Canal de Santa Inés es la principal toma de agua del distrito de riego (coordenadas 10,89982060; -74,15110900). Se trata de una estructura de presa con una capacidad total de más de 5000L. CORPAMAG financió el vertedero de hormigón, las válvulas y el sistema de compuertas, pero la estructura es operada por ASORÍOFRIO. La toma suministra agua al canal de Santa Inés, como se muestra en la figura siguiente



Figura 4-3. El Río Frio, a la altura del pueblo Río Frio, y las infraestructuras primarias de agua de ASORÍOFRIO, con la toma principal (cuadrado azul), la estructura del vertedero (línea naranja), y el canal Santa Inés (línea azul), en zoom inferior, Bing maps Imagery.

La red de canales de riego tiene una longitud total de 79 km aproximadamente (ASORÍOFRIO, 2015). La siguiente Tabla ofrece una visión general de los principales canales y sus principales propiedades.

Tabla 4-1. Información sobre la red de canales de ASORÍOFRIO (ASORÍOFRIO, 2015), caudal medio desconocido.

Canal	Longitud (en metros)	Caudal (en m <sup>3</sup> /s)
<b>Canales PRIMARIOS</b>		
<b>Canal Santa Inés</b>	1,300	/
<b>Canales SECUNDARIOS</b>		
<b>Canal Norte</b>	7,200	/
<b>Ramal Centro</b>	6,000	/
<b>Canal Sur</b>	4,492	/

Canales TERCIARIOS		
Canal Lianos (Norte)	3,600	/
Canal Putumayo (Norte)	4,000	/
Canal Perro (Norte)	2,500	/
Canal Roble (Norte)	1,200	/
Canal Loco (Centro)	5,000	/
Canal Bovea (Centro)	6,000	/
Canal Maria Teresa (Centro)	3,600	/
Canal Pantoja (Centro)	3,600	/
Canal Pantoja 2 (Centro)	1,300	/
Canal Mayales (Centro)	1,000	/
Canal Desvio Nuevo (Sur)	1,800	/
Canal Desvio Viejo (Sur)	1,500	/
Canal Sur Nuevo (Sur)	3,200	/
Canal Olleta (Sur)	4,000	/
Canal Enano (Sur)	1,200	/
Canal Lucia (Sur)	4,000	/
Canal Permanente (Sur)	3,500	/
Canal Tablazo (Sur)	4,000	/
Canal Lola (Sur)	4,500	/
Canal Carital (Sur)	1,300	/

La toma principal de agua del río está conectada a un tanque de sedimentación, justo al oeste de la Ruta 45 (Vía la costa-ciénaga). Entre la toma principal y la estación de control de vertidos, se encuentra una pequeña toma de agua que da servicio a una concesión privada de un productor dispuesta directamente por CORPAMAG (Visita a ASORIOFRIO, abril de 2022). Las tres infraestructuras se localizan en las imágenes de satélite de la Figura 4-4.

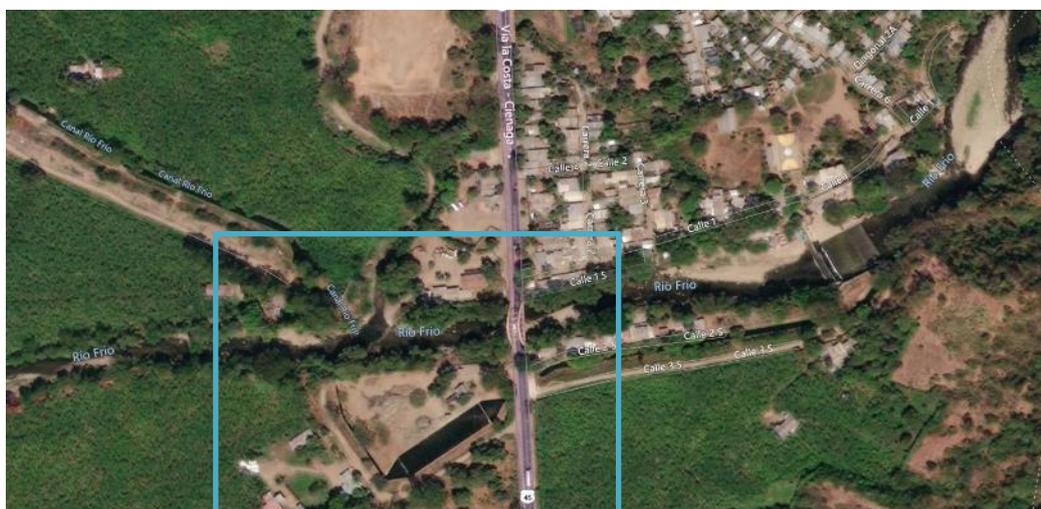




Figura 4-4. El Río Frío, a la altura del pueblo Río Frío, y la estación de control hidrológico de la toma de ASORÍOFRIO (punto azul), canal principal (conocido como Santa Inés, línea azul a la derecha) y toma de la concesión privada (punto naranja) en ASORÍOFRIO. Imágenes de Bing Maps.

#### 4.2.3 Asignación de agua en la cuenca del río Frío

La capacidad total de la estructura del vertedero es superior a 5000L, pero la toma de agua nunca supera el volumen máximo de la concesión de agua otorgada por CORPAMAG (3,41 m<sup>3</sup>/s). ASORÍOFRIO organiza el suministro de agua. ASORÍOFRIO se pone en contacto con los productores un día antes del suministro efectivo de agua al canal de riego para solicitar la cantidad de agua necesaria (por ejemplo, cuántas horas necesitan los productores para regar). Cuando terminan de regar, los productores se ponen en contacto con ASORÍOFRIO para cerrar el canal de suministro de riego, de modo que no se les cobre más de lo debido. Esta práctica también contribuye al uso eficiente del agua que circula por los canales. Por lo tanto, se dice que no hay mucha agua que entre en la toma del canal principal de ASORÍOFRIO (Santa Inés) y que acabe drenando en la Ciénaga como "agua residual". Sin embargo, hay un poco de agua drenada de los campos de banano; esta agua también es monitoreada ocasionalmente en términos de cantidad por ASORÍOFRIO.

En la temporada húmeda, ASORÍOFRIO abre el aliviadero para aumentar el caudal del río aguas abajo. Al mismo tiempo, abren un poco los aliviaderos para reducir el riesgo de inundación del río Frío aguas abajo. Sin embargo, esto hace que entren escombros y sedimentos en el sistema de canales, lo que requiere un mantenimiento.

ASORÍOFRIO lleva a cabo diversas actividades de control, entre las que se incluye el seguimiento del excedente de agua que se drena de los campos (de banano); puede oscilar entre el 50% en la temporada húmeda y el 0% en la temporada seca. Se desconoce la frecuencia de estas mediciones del sistema de drenaje. En ASORÍOFRIO está estrictamente prohibido beber el agua de drenaje (Taller, abril de 2022).

Aguas arriba de la toma principal de ASORÍOFRIO, existe una toma para uso doméstico. La toma de agua doméstica es una concesión independiente de la toma de agua de riego. Como las mediciones de caudal se realizan justo aguas abajo de la toma de agua doméstica, estos volúmenes ya se deducen de la disponibilidad de agua.

ASORÍOFRIO también informó sobre las tomas de agua no reguladas directamente del río. Sin embargo, esta práctica es difícil de controlar, por lo que no existen registros.

### 4.3 Principales suministros de agua en la cuenca del río Sevilla

#### 4.3.1 Abastecimiento de agua en la cuenca del Río Sevilla - ASOSEVILLA

El distrito de riego del Río Sevilla a gran escala en tierra, administrado por ASOSEVILLA, está ubicado en el norte del departamento del Magdalena, específicamente en el municipio de Zona Bananera (Findeter, 2018). ASOSEVILLA es de propiedad privada, y tiene como objetivo operar, conservar y mantener las infraestructuras que conforman el distrito. La junta del distrito de riego incluye a 9 productores de un total de 366 productores locales (reunión de Santa Marta, abril de 2022). ASOSEVILLA avanza poco a poco hacia una asignación más eficiente del agua, sin embargo, algunos productores desearían que este cambio fuera más rápido.

Según cifras compartidas por ASOSEVILLA, el distrito cuenta con 8.475 ha de cultivos de banano, palma de aceite, frutales y cultivos alimentarios, de las cuales 7.018 ha pueden ser potencialmente regadas (ASOSEVILLA, 2022). Hasta el 31 de enero de 2022, ASOSEVILLA suministró agua a 380 usuarios del distrito, según consta en el Registro General de Usuarios (RGU). Sin embargo, sólo se ha informado de que 160 productores pagan a ASOSEVILLA por sus servicios de riego.

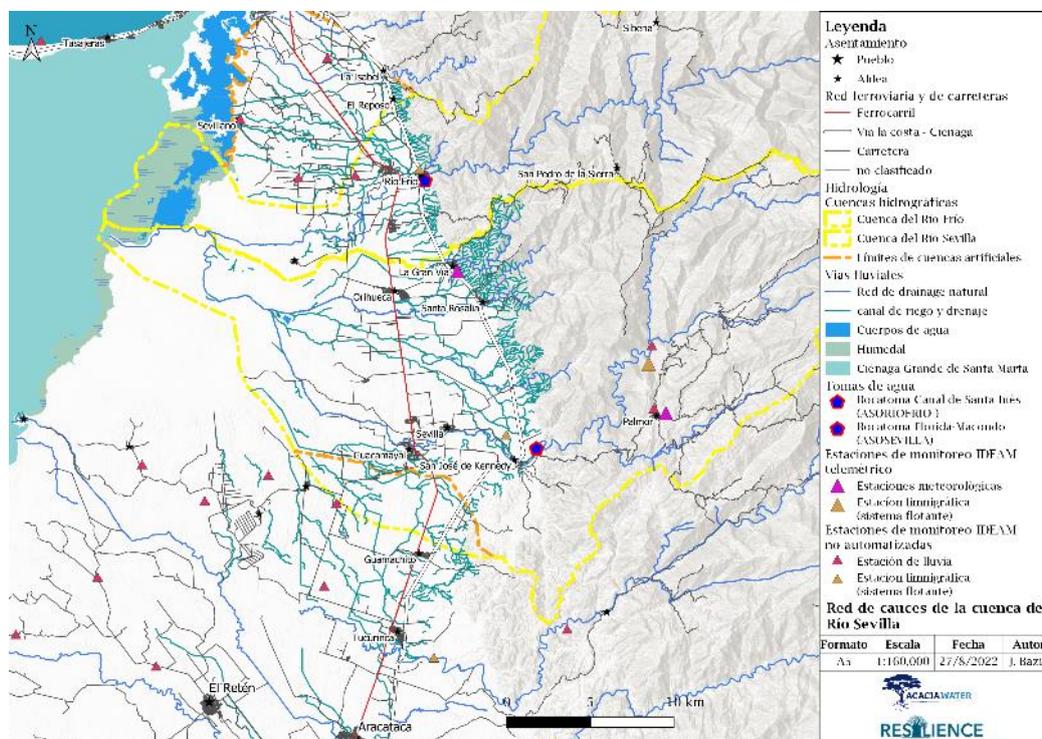


Figura 4-5 Red de canales de la cuenca del Río Sevilla.

#### 4.3.2 Sistema de red de riego

La infraestructura del distrito está compuesta por la toma Florida-Macondo, un tanque de desarenado, dos canales principales (canal Florida y canal Macondo), siete canales secundarios y cinco canales terciarios para conducir el agua a los usuarios. La red de canales de riego tiene una longitud total de 70 km aproximadamente (ASOSEVILLA, 2022). La mayoría de los canales están revestidos. La siguiente Tabla ofrece una visión general de los principales canales y sus principales propiedades

Table 4-2. Vista general de los principales canales y sus principales propiedades de ASOSEVILLA (ASOSEVILLA, 2022)

Canal	Longitud (en metros)	Caudal promedio (in m <sup>3</sup> /s)
<b>Canales PRIMARIOS</b>		
Canal Florida	6,325	7.5
Canal Macondo	1,938	1.4
<b>Canales SECUNDARIOS</b>		
Canal Susana	10,120	0.7
Ramal Florida	8,471	2.8
Canal Marconia	3,100	2.3
Canal Gabriela	3,312	0.8
Canal Sacramento	4,180	Unknown
Canal Macondo 1	4,897	0.6
Canal Macondo 1	7,116	0.8
<b>Canales TERCARIOS</b>		
Canal Abarca	2,015	Unknown
Canal Gloria	4,283	Unknown
Canal Campo	6,417	Unknown
Canal Garcia	5,270	Unknown
Canal Los Colonos	1,300	Unknown
<b>Drenajes y Quebradas</b>		
Dren. Sacramento	7990	/
Dren. Manzanares	7630	/
Dren. Marconia	11857	/
Dren. Union	5550	/
Dren. Abarca	2317	/
Quebrada La Tal	16050	/
Quebrada Orihueca	14040	/
Quebrada Guaimaro	13600	/

La red de canales de riego data de 1900. ASOSEVILLA realiza un mantenimiento anual de los canales, especialmente para eliminar los sedimentos. Sin embargo, la red está parcialmente dañada en la actualidad, según informó ASOSEVILLA. Una gran inundación en 2021 provocó la rotura de los muros de hormigón de la balsa de sedimentación y provocó la erosión de la orilla del río (véase la Figura 4-6). En el momento de la visita de campo al distrito de riego, la toma de agua estaba congestionada de desechos



Figura 4-6 Daños en la ribera del Río Sevilla justo al sur de la toma principal de ASOSEVILLA, daños causados por la inundación de 2021. (imagen de Acacia Agua, abril de 2022).

#### 4.3.3 Asignación y control del agua en la cuenca del río Sevilla

ASOSEVILLA reparte el agua entre los canales en función de la superficie de mando (hectáreas) a la que sirve el canal. En tiempos de sequía, todos los productores reciben menos agua. La reducción de agua se calcula en función de las hectáreas que poseen los productores y se distribuye proporcionalmente. Así, si el agua disponible es un 20% menos de lo normal, el agua asignada a los productores es también un 20% menos. ASOSEVILLA corrige el volumen para tener en cuenta el tiempo de viaje del agua desde la toma hasta el campo y las pérdidas de transporte asociadas.

En su área de servicio, cerca del 80% de los productores de palma usan riego superficial, según Cenipalma (com. pers. 2022). En general, la eficiencia total de la red de riego - definida como el producto de las eficiencias operativa, de transporte y de aplicación- se estima en un 51%. Esta cifra indica aproximadamente que alrededor del 50% de lo que se demanda del río Sevilla se pierde en el traslado a los usuarios y en la aplicación en la finca (Parada et al., 2015). Teniendo en cuenta los comentarios de los interesados sobre los tramos de canal sin revestir y las numerosas fugas, la eficiencia podría ser incluso menor en la práctica. Se dice que el cambio a otro sistema de riego es difícil, debido a los robos de aspersores y a la inadecuación entre el retorno de la inversión (7 años) y el plazo de devolución del préstamo (5 años) para un sistema de riego por goteo (Cenipalma). Actualmente, la mayoría de los productores de banano están con sistemas de riego por goteo.

ASOSEVILLA indica que hay algún flujo de retorno de los canales al Río Sevilla y Ciénaga, pero éste no es monitoreado.

## 4.4 Otras fuentes de agua e infraestructuras hídricas

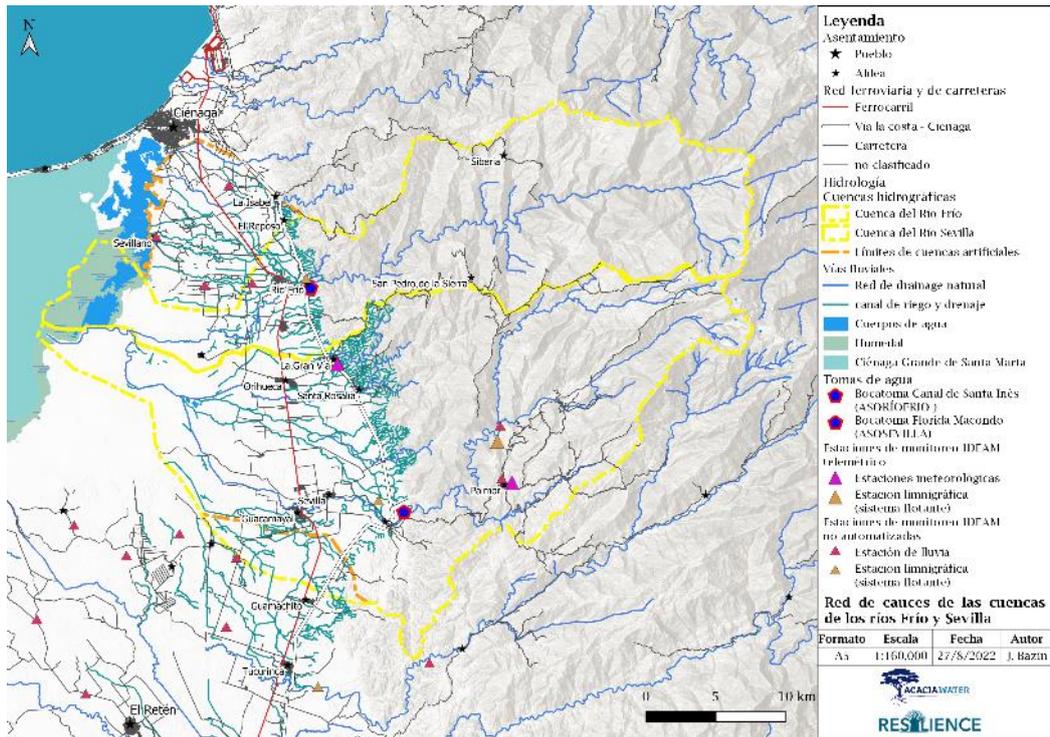


Figura 4-7: Vista general de las infraestructuras de aguas superficiales de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla.

#### Embalses / estanques

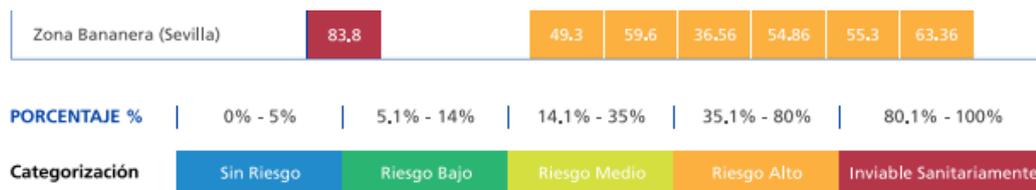
ASORÍFRIO y ABOSEVILLA informaron de la existencia de una multitud de embalses privados de todos los tamaños; estos han sido confirmados en base a las imágenes de Google Earth. Según ASBAMA, la mayoría de los embalses se llenan con agua de lluvia, y el agua de los embalses se utiliza durante la temporada seca. Al ser de propiedad privada, hay poco control y seguimiento de estas infraestructuras.

Según Parada et al. (2015), ASORÍFRIO inició un estudio de prefactibilidad para la construcción de embalses que retengan los picos de crecida y proporcionen agua en la temporada seca. Sin embargo, ASORÍFRIO indicó que no son propietarios de embalses y que no tienen previsto hacerlo en un futuro próximo.

#### Sistema de acueducto para el suministro de agua doméstica

Según el estudio realizado por Findeter (2018), el municipio de Zona Bananera cuenta con un sistema de acueducto regular para garantizar el suministro de agua a las comunidades locales. Sin embargo, el estudio menciona que el sistema presenta signos de deterioro y que se ha evidenciado la mala prestación del servicio, así como la falta de cobertura para toda la población de cada vereda y la mala calidad del agua no siendo apta para el consumo humano a pesar de algunas mejoras (ver Figura 4-8). En San José de Kennedy se otorgaron permisos para el uso doméstico del agua a 1.100 familias del sistema de agua de ABOSEVILLA.

MUNICIPIOS	2007 URBANO	2008 URBANO	2009 URBANO	2010 URBANO	2011 URBANO	2012 URBANO	2013 URBANO	2014 URBANO	2015 URBANO	2016 URBANO



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-8: Resultados de la calidad del agua en infraestructuras de acueducto en los años 2007 - 2016 siguiendo el IRCA (Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano). Recuperado de Findeter (2018). No se aprecia una mejora clara en las evaluaciones a partir de 2010.

En la práctica, sólo ASORÍOFRIO informa que existe una toma de agua funcional y dedicada al uso doméstico, aguas arriba del vertedero de la toma. Según los actores locales, los usuarios aguas abajo de ASORÍOFRIO no cuentan con un acueducto o sistema de agua por tubería; se abastecen de agua por el río (Taller, abril de 2022). ASORÍOFRIO también informó sobre tomas de agua no reguladas directamente del río (para uso doméstico y de riego). Sin embargo, esta práctica es difícil de controlar, por lo que no existen registros (Visita a ASORIOFRIO, abril de 2022).

En cuanto a ABOSEVILLA, no existe una toma de agua doméstica ni un sistema de agua por tubería para los pueblos de la cuenca del río Sevilla. Sin embargo, existe el permiso para utilizar el agua del sistema de abastecimiento de agua de ABOSEVILLA San José de Kennedy. Según ABOSEVILLA (com. pers. 2022), las personas que viven en el área de servicio de ABOSEVILLA utilizan el agua del río y de los canales. La estimación es que de una población de 80000 personas, alrededor del 20-30% toma agua extraoficialmente de los canales de riego (0,2 L/s diarios) y el 80-70% del río.

#### 4.4.1 Extracción de aguas subterráneas

##### Pozos de sondeo

Se informa de la existencia de numerosos pozos de sondeo en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla, pero no existe un inventario completo para la región. Según Deltares (2021), el agua subterránea se suministra a las comunidades locales para uso doméstico en el distrito de riego de ABOSEVILLA.

Las extracciones potenciales sostenibles dependen de la recarga del acuífero y de la presencia de capas con aguas subterráneas salobres a salinas. Si se observa la Figura 4-9, la recarga de las aguas subterráneas es muy baja en las zonas productivas de las cuencas, pero aumenta en las laderas de Sierra Nevada.

El suministro de agua doméstica en la Zona Bananera a través de pozos de sondeo, desafortunadamente están colapsados y no funcionan. En Valera, se necesita un pozo de 16 l/seg, pero el pozo de 80 m de profundidad proporcionaba un rendimiento de sólo 1,5 l/s.

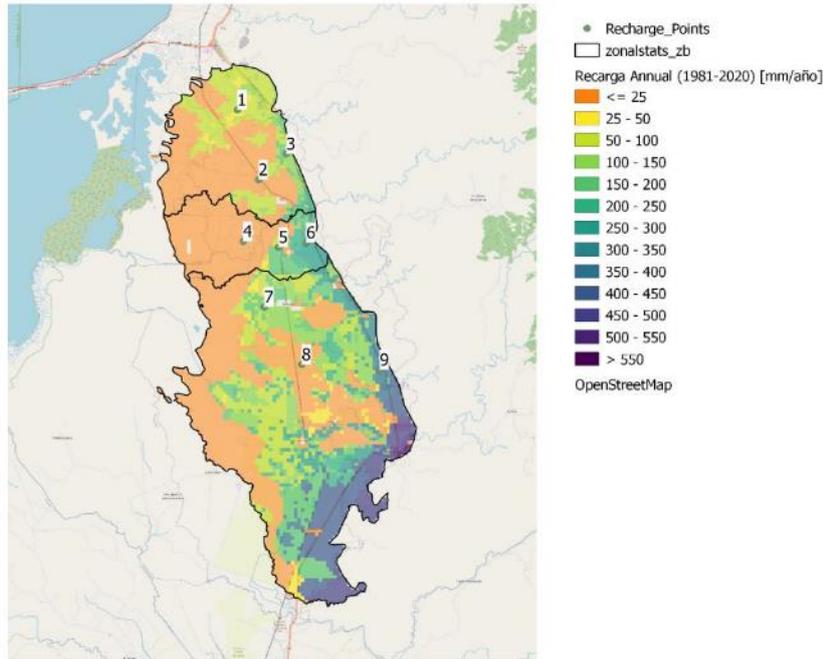


Figura 4-9. Distribución de la recarga difusa en la Zona Bananera (en mm/año como media plurianual para el periodo 1981-2020). Extraído de Deltares, 2021b.

## 4.5 Sistema de control

### 4.5.1 Actividades de seguimiento en ASORÍOFRIO

Según informaron algunos representantes, ASORÍOFRIO tiene una estación de monitoreo permanente a 360 metros aguas abajo de la presa de Bocatoma (Visita a ASORÍOFRIO, Abr 2022). En este lugar, ASORÍOFRIO mide la velocidad del flujo y el nivel del agua. ASORÍOFRIO también tiene una pequeña estación meteorológica cerca de su oficina principal. Todos los datos se recogen en un sistema privado en línea llamado Lynks.web.

Además, ASORÍOFRIO realiza una medición semanal del caudal en varios puntos aguas arriba de la toma con un instrumento Sontek llamado FlowTracker, que es una herramienta móvil con un juego de mano. Antes de la medición, la comunidad de regantes también mide la anchura y la profundidad del río en diferentes puntos. Con ello, ASORÍOFRIO comprueba que se cumple el requisito de caudal ecológico mínimo del 20%. Si no es así, el distrito de riego ajusta los embalses para corregir la situación.

### 4.5.2 Actividades de seguimiento en ASOSEVILLA

ASOSEVILLA realiza dos mediciones de caudal en el depósito de sedimentación y aguas arriba, según informaron algunos representantes. La asociación de riego cuenta con un equipo técnico de 22 personas que miden periódicamente los niveles de agua de los canales en casi todas las tomas de agua.

- En los campos de banano, los productores disponen de caudalímetros para medir el flujo de agua; esto está obligado por la certificación de Globalgap.
- En los cultivos de palma, los distritos de riego utilizan lo que se denomina '*canaleta aforadora sin cuello*', una presa con forma de reloj de arena en la que hay una cinta métrica '*reglilla*' y se controlan las dimensiones. El encargado de los canales (*canalero*). lo comprueba diariamente. El operario lee el nivel de agua en centímetros y comunica las medidas a la oficina de registro, donde el

valor se convierte en volúmenes, basándose en fórmulas de conversión que se utilizan desde hace mucho tiempo. Las facturas a los usuarios del agua se establecen en base a esos volúmenes comunicados.

Todas las mediciones se introducen en un sistema privado llamado SIFI que está autorizado por el Estado. Dos veces al año, ASOSEVILLA informa a CORPAMAG sobre los registros de los caudales y el uso del agua. Según los representantes de ASOSEVILLA, se controla aproximadamente el 80% del uso del agua de riego; el resto se utiliza para pastos, limones y otros pequeños cultivos, pero no se controla.

#### 4.5.3 Otras actividades monitoreadas

Hay muchas estaciones de precipitación, algunas de IDEAM (estaciones telemétricas y estación convencional). También suele haber pluviómetros menos sofisticados en algunos de los mayores productores de la zona.

Cenipalma también informa de la realización de actividades de seguimiento en campos experimentales de aceite de palma situados en el distrito de riego de ASOSEVILLA (Visita a Cenipalma, abril de 2022). Sus investigaciones se centran en diferentes tipos de riego, rendimientos y especies de palmeras para evaluar el riego óptimo. También estudian el impacto de un periodo de sequía en la palmera, ya que éste no es visible directamente. Para ello, cuentan con su propia estación meteorológica y un caudalímetro automático. Sin embargo, sus investigaciones se ven obstaculizadas por los cortes de electricidad de la red local, por lo que no pueden hacer funcionar la bomba. También les preocupa la elevada turbidez de la calidad del agua del río. Cuando la turbidez es alta (normalmente asociada a las lluvias intensas), el desarenador tiene que limpiarse 3 veces al día para evitar daños. Además, el intercambio de datos con ASOSEVILLA es un reto, ya que la asociación sólo acepta un tipo específico de unidades de medida, a saber, el número de horas que se ha bombeado agua a una tasa específica m<sup>3</sup>/h. Esto no coincide con la unidad de medida del contador de agua de Cenipalma.

Otras dos estaciones de control importantes están situadas en la zona de interés

- una estación del IDEAM a unos 300 m aguas arriba de la toma de ASOSEVILLA
- una estación INVEMAR en la desembocadura del Río Frío y del Río Sevilla (Río Negro).

#### 4.5.4 Desafíos del Sistema de monitoreo

Por ley, los productores locales tienen que redactar un plan para garantizar el uso eficiente del agua para sus cultivos teniendo en cuenta la dotación de riego recomendada por hectárea (Taller, abril de 2022). Una vez aprobado por CORPAMAG, los usuarios del agua deben implementar el plan y la autoridad ambiental debe auditarlos. Cuando se entregan las concesiones, los usuarios del agua están obligados a tener un sistema de medición automatizado. En la práctica, más del 50% de los concesionarios no disponen de sistemas de medición automatizados, sobre todo debido a la falta de capacidad financiera para cubrir la inversión. Algunos usuarios del agua informan de que no se exige un sistema de medición automatizado según ASOSEVILLA, lo que es contrario a las directivas de la autoridad medioambiental. Esto permite que haya incoherencias en las facturas y un uso excesivo del agua. Cuando CORPAMAG otorga una concesión para el uso de aguas subterráneas u otro uso, se requiere un medidor de agua automatizado por parte de CORPAMAG.

Sin embargo, los funcionarios de campo de CORPAMAG visitan ocasionalmente a los usuarios del agua para comprobar las tomas y el uso del agua (Comunicación personal PCA). No se trata de auditorías ambientales, sino que estas auditorías forman parte de la supervisión y el seguimiento que la corporación tiene que hacer tras el otorgamiento de

una concesión. En la cuenca del río Sevilla, por ejemplo, había múltiples conexiones ilegales de captación de agua a los canales. Hace unos años, las tomas informales se eliminaron como resultado de una auditoría. Según Cenipalma, la disponibilidad de agua mejoró posteriormente. Ahora la situación ha vuelto a empeorar, por lo que esperan que algunas de estas conexiones ilegales hayan vuelto, pero esto no se ha confirmado.

En general, las partes interesadas locales expresan la necesidad de un sistema más sólido y unificado de mediciones y recogida de datos (Taller, abril de 2022). Esto requeriría una base de datos con unidades de medida equivalentes y frecuencia de las mediciones. En particular, se carece de seguimiento en la parte alta de la cuenca, por lo que no existen sistemas de alerta temprana de inundaciones que ayuden a prevenir las catástrofes. Las partes interesadas locales tratan de mitigar esos riesgos por sí mismas, por ejemplo, mediante la comunicación por WhatsApp.

# 5 Demanda de agua en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla

## 5.1 Prioridades para la asignación de agua

Según las partes interesadas locales que asistieron a la sesión del taller en abril de 2022, las prioridades para la asignación de agua son, por ley, de mayor (1) a menor importancia (3):

1. Abastecimiento doméstico
2. Ecosistema (es decir, flujo ambiental), riego y silvicultura
3. Otros usos: abrevadero, uso industrial, generación térmica o nuclear, explotación de dinero, inversión, generación hidroeléctrica, generación sinérgica, transporte de minerales

Así que, en teoría, en épocas de escasez de agua, el suministro de agua doméstica tiene prioridad sobre todos los demás usuarios del agua. En la práctica, las comunidades locales no son las beneficiarias prioritarias teniendo en cuenta la falta de red de suministro de agua, y sufren la falta de un sistema de agua corriente y la escasez de agua en la temporada seca y durante los eventos de sequía.

Según ASORIOFRIO, la asociación de riego deja al menos un 20% para el caudal ecológico del río Frío en el río (Visita a ASORIOFRIO, abril de 2022).

Según ABOSEVILLA se deja un 25% para el caudal ecológico del Río Sevilla, e idealmente un 30% en la época de verano lo que se traduce en unos 2300 L/s (Reunión de Santa Marta, abril 2022).

CORPAMAG otorgó una concesión de 3,41 m<sup>3</sup>/s a ASORIOFRIO (Visita a ASORIOFRIO, abril de 2022; Entrevistas) y 4,40 m<sup>3</sup>/s a ABOSEVILLA (Reunión de Santa Marta, abril de 2022; Entrevistas), en base al caudal medio anual del río. Las personas que viven cerca de los ríos tienen una concesión de 800 L/s en total.

En la temporada seca, el caudal medio del Río Frío asciende a 4000 L/s. Cuando el agua empieza a escasear, la asociación de riego reduce por igual la asignación de agua entre todos los cultivos (reunión de Santa Marta, abril de 2022; visita a ASORIOFRIO, abril de 2022). En la práctica, los productores situados en la parte alta de la cuenca o cerca de la toma principal del sistema de canales de riego tienden a captar la mayor cantidad de agua disponible, privando así de recursos hídricos a los usuarios de aguas abajo. A nivel local se aplican algunas medidas de adaptación, como el racionamiento del suministro de agua, el almacenamiento de agua en embalses o la mejora de los sistemas de riego (Taller, abril de 2022).

En general, las partes interesadas locales informan de que CORPAMAG y los municipios actúan de forma reactiva y no preventiva, especialmente hacia las comunidades locales (Parada et al., 2015).

Con respecto a este tema, los actores locales informan que no todos los usuarios reciben agua de acuerdo con la concesión y asignación de agua en todo momento (Taller, abril de 2022). Durante las condiciones de El Niño, mucho más secas que afectan a la zona, muchos productores aguas abajo dejan de recibir agua para el riego, por ejemplo. Al respecto, las comunidades de pescadores y el ecosistema de la Ciénaga Grande están particularmente poco representados en el diálogo actual de los actores y son fuertemente impactados durante las sequías. La noticia de Noticias Caracol TV del 4 de marzo de 2019 mostró la tensión entre las comunidades de pescadores y los productores agrícolas durante la sequía de 2019. Las pocas pequeñas piscifactorías ubicadas en la cuenca del Río Frío tampoco están representadas ya que tampoco están incluidas en el actual diálogo de actores (Visita a ASORIOFRIO, abril de 2022). También se reportan tensiones entre los usuarios del agua en la parte alta de la cuenca, en el Parque Nacional Sierra Nevada de Santa Marta, debido a los desplazamientos históricos de comunidades indígenas por la toma de tierras por parte de comunidades campesinas (Taller, abril 2022).

## 5.2 Demanda de agua para la agricultura: panorama y situación actual

### 5.2.1 Principales sistemas de producción agrícola y prácticas de riego

Siempre que fue posible, se recopilaron y compararon los datos sobre las hectáreas (ha) de cultivos agrícolas para la cuenca hidrológica - de Kaune et al. (2020a) - y para los distritos de riego considerando los límites artificiales - de Parada et al. (2015), Findeter (2018), Torres et al. 2019, y directamente de ASORIOFRIO y ASOSEVILLA. Para la cuenca del Río Sevilla se calculó el área de producción a partir del mapa de cobertura del suelo del EO4Cultivar Map (2020). El Mapa EO4Cultivar no cubría el área de servicio de ASORIOFRIO, pero se interpolaron las estimaciones basándose en el tamaño del área de servicio. La Tabla 5-1 muestra que no hay consenso entre las distintas fuentes sobre la superficie de producción por tipo de cultivo y por cuenca.

Tabla 5-1. Comparación de la superficie de producción por tipo de cultivo según las diferentes fuentes. La Federación Nacional de Cafeteros tiene una estimación de las hectáreas en producción de toda la región del Magdalena, pero no es específica para la cuenca del Río Frío y la cuenca del Río Sevilla.

Cultivos	Área de producción (en ha)	
	Cuenca Río Frío	Cuenca Río Sevilla
<b>Banano</b>	4600	5768
		<i>ASORIOFRIO, 2015</i>
	4326	6574
		<i>Findeter, 2018</i>
	4257 + 870 (canal Santa Inez)	<i>EO4Cultivar Map, 2020</i>
	<i>Torres et al. 2019</i>	
	5400	
	<i>Rough estimate based on</i>	
	<i>EO4Cultivar Map, 2020</i>	
<b>Palma de aceite</b>	310	11000
		<i>ASORIOFRIO, 2015</i>
		<i>Kaune et al., 2020a</i>
	577	3482

	974	Findeter, 2018	8008	Torres et al. 2019
	1400	Torres et al. 2019		EO4Cultivar Map, 2020
		Rough estimate based on EO4Cultivar Map, 2020		
<b>Café</b>	Desconocido		Desconocido	
<b>Frutales</b>	761		1,154	
	866	ASORIOFRIO, 2015		Findeter, 2018
		Findeter, 2018		
<b>Otros</b>	115			
		Findeter, 2018		
<b>TOTAL</b>	5770			
	5671	ASORIOFRIO, 2015	8476	ASOSEVILLA (pers. Com. 2022)

Existe una diferencia entre la superficie de producción y la superficie regada. ASOSEVILLA lleva un inventario de las ha que se riegan en su área de servicio e informa cada 2 meses a CORPAMAG. Esto muestra que las áreas regadas son como máximo 4521 ha y en la temporada de lluvias, puede ser tan bajo como 368 ha. En el caso de ASORIOFRIO, también se hace un seguimiento y la diferencia entre los meses para el área regada es menor en comparación con ASOSEVILLA. La superficie de riego varía entre 3750 y 4300 ha aproximadamente.

Tabla 5-2: Descarga fluvial mensual en el río Sevilla, agua disponible para riego y demanda teórica de riego de ASOSEVILLA (Fuente: GSI, 2015). Los meses de menor caudal del río son los comprendidos entre diciembre y abril. Las unidades están en millones de m<sup>3</sup>/mes. Obtenido de Kaune et al. (2020).

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
River discharge	17	11	12	16	32	39	39	42	53	60	49	27
Available water	8	5	6	8	15	19	19	20	26	29	24	13
Demand Asosevilla	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Hay diferentes tipos de prácticas de riego en uso para la producción de palma y de banano. Los productores de banano utilizan principalmente el riego por aspersión. Los productores de palma y, en general, los pequeños productores (de palma y banano) utilizan el riego por inundación y no disponen de embalses para almacenar el agua. La mayoría de los productores a gran escala disponen de embalses privados. El fertirriego (la aplicación de nutrientes a través de los sistemas de riego) está ausente o no es común.

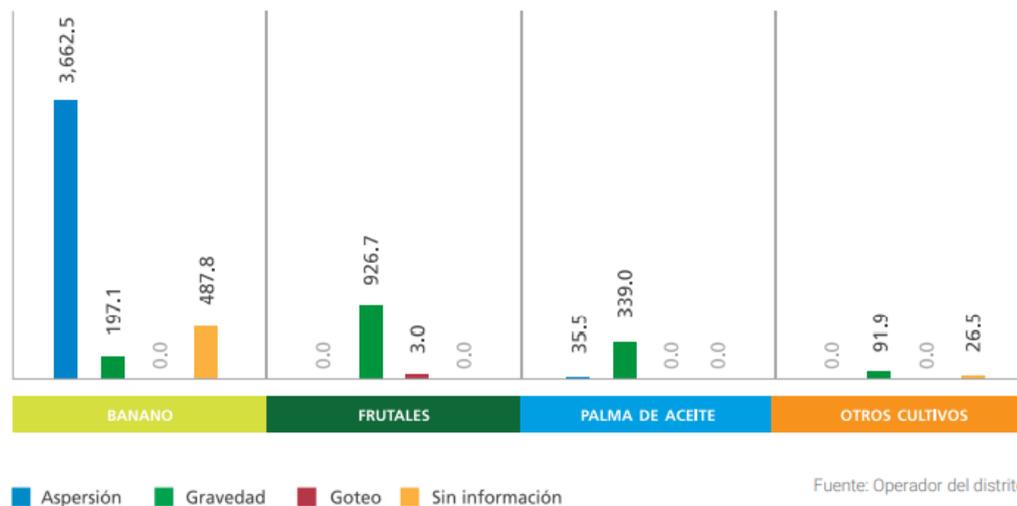


Figura 5-1: Tipos de sistema de riego para cada cultivo en el distrito del Río Frío, con valores en hectáreas. Fuente: Findeter (2018). Leyenda de izquierda a derecha: Riego por aspersión, riego superficial, riego por goteo y sin información.

Con respecto al café, todo el café de la SNSM se cultiva como café de sombra y como cultivo de temporada y no requiere de riego. (Hoyos et al. 2019)

#### Producción de aceite de palma

Kaune et al., (2020b) explican que los pequeños agricultores de aceite de palma tienen hasta 20 hectáreas cada uno, los medianos 20-50 hectáreas y los grandes agricultores pueden tener cientos de hectáreas de plantaciones de palma de aceite. Los agricultores de palma de aceite suelen estar organizados por las fábricas de aceite de palma para su procesamiento, propiedad de empresas en las que suelen ser accionistas.

En cuanto a la forma de aplicar el riego, en el caso de los métodos superficiales lo más frecuente es el riego superficial (se inunda todo el campo) y en algunos casos el riego parcial con la ayuda de surcos o caballones alrededor de la palma. Esto se conoce como riego por surcos o zanjas. (Kaune et al., 2020b). Con respecto al riego a presión, hay riego por aspersión de diferentes tipos, y en Cenipalma también hay riego por goteo de alto caudal.

Sin embargo, según Cenipalma, la aplicación de las diferentes prácticas de riego entre los pequeños agricultores de la región es: 80% de riego superficial, 20% de aspersión y 0% de goteo. El banano está mucho más avanzado en cuanto a sistemas de riego porque es mucho más sensible (y de respuesta más rápida) al estrés hídrico. Las palmeras también experimentan estrés, lo que se traduce en un menor rendimiento, pero esto sólo es visible en un período de tiempo más largo.

La visita a Cenipalma mostró que hay prácticas de *mulching* aplicadas a los campos de palma de aceite con riego superficial. Se retira un conjunto de hojas de palma para 1 cosecha. Con la cosecha se cortan y se dejan en el suelo (dispuestas en un cuadrado alrededor de la palma). De esta manera:

- Hay menos evaporación de la humedad del suelo.
- Se trata de un abono natural
- Esto protege los surcos
- Esto mejora la vida del suelo.

Desde 2010 la producción de palmeras en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla está amenazada por una enfermedad llamada Pudrición del Cogollo (PC) por la que los racimos de frutos se descomponen. La palmera comienza a mostrar hojas negras y la palmera muere lentamente. En Cenipalma estudiaron cruzar la palma africana con la palma original (Olivera) de la región para que fuera menos vulnerable a la enfermedad de la PC. El híbrido es muy productivo en la producción de aceite, tiene una tolerancia ligeramente superior a la enfermedad y puede afrontar un poco mejor el cambio de clima. Esta variedad necesita polinización asistida.

#### Producción de banano.

El sector del banano ha invertido mucho en aumentar la eficiencia en el uso del agua y actualmente la mayoría de las explotaciones utilizan el riego por aspersión (Parada et al. 2015). El cultivo del banano requiere grandes cantidades de agua y es sensible a los déficits y excesos hídricos.

Los grandes productores de banano utilizan la aspersión como sistema de riego y cuentan con embalses para su almacenamiento. Algunas fincas, ante las graves sequías, han establecido sistemas de riego más especializados con mediciones de lluvia y evapotranspiración para establecer la cantidad de riego según el balance hídrico del suelo, aplicando sólo lo necesario cada día para reponer la pérdida del día anterior (riego deficitario) (Parada et al., 2015).

Los árboles de banano pueden ser fácilmente afectados por la pudrición de las raíces, enfermedades y/o plagas en la época de lluvias, lo que lo convierte en un sector altamente vulnerable. El sector también es muy vulnerable por la escasez de agua dulce para el riego, la salinización del agua y de los suelos (Deltares, 2021a) y clave es la amenaza por el hongo *Fusarium*. Puede acabar con grandes parcelas de banano y permanece inactivo pero presente en el suelo durante muchos años.

### 5.2.2 Demanda de agua para la agricultura y uso actual del agua para la agricultura

#### Producción de aceite de palma

Según Cenipalma el rendimiento potencial de la palma de aceite se ve limitado, entre otros factores, por el déficit hídrico. Kaune et al., (2020b) explica que (basándose en Woittiez et al. (2017)), el rendimiento de la palma de aceite se reduce con niveles de precipitación inferiores a 2.000 mm/año, o meses con precipitaciones inferiores a 100 mm. Calliman & Southworth (citados en Corley & Tinker, 2003), concluyeron en su estudio que un déficit hídrico de 600 mm experimentado en un solo año, reduce el rendimiento de los cultivos de palma entre un 8 y un 10% para el primer año, y entre un 3 y un 4% para el segundo año después del periodo de estrés (Kaune et al., 2020b). Cenipalma explica que después de que una palma haya sufrido estrés tarda al menos 18 meses en volver a la producción normal.

El déficit hídrico se presenta en la cuenca baja del río Sevilla, por lo que la aplicación de riego suplementario es necesario para lograr rendimientos de suficientes racimos de fruta fresca al año. La no aplicación de riego implica la obtención de rendimientos que no superan las 12 t de RFF/ha/año y este es un denominador común para la mayoría de las plantaciones establecidas en la zona palmera del norte de Colombia (Kaune et al., 2020).

Cenipalma explica que una sola palma necesita una media de 5,5 mm/día, o 380L/planta/día (para una planta de más de 5 años). Esta demanda de agua incluye la evapotranspiración (para las plantas y los cultivos de cobertura). En el campo de investigación de Cenipalma se investigan 3 tipos de riego. Para un riego por goteo se instala la línea de goteo principal en la parcela. Para las palmeras pequeñas, 1 o 3 líneas de goteo hasta el árbol son suficientes. Con los sistemas actuales, la eficiencia de los sistemas de riego es: goteo 90%, aspersión 70% y superficial 20-15% (puede ser menor si falla la electricidad).

Tabla 5-2: Información proporcionada por Cenipalma durante la visita de campo. La eficiencia mencionada en la tabla es el agua regada de un punto de riego, que es realmente utilizada por la planta. Esta información se basa en la parcela de investigación de Cenipalma. El riego aproximado para un rendimiento óptimo en mm/día se basa en las tasas de eficiencia hídrica y en un supuesto de 147 árboles/ha.

Tipo de riego	Eficiencia hídrica	Momento del riego	Rendimiento (ton/ha)	Palmas/ha	Riego aproximado para un rendimiento óptimo
Riego por goteo	90%	380 l/día divididos en 3 aplicaciones diarios de 120 l/hora.	37	147	6,2 mm/d
Riego por aspersión (mini wobbler)	70%	600 l/hora capacidad  Riego aplicado una vez cada 3 o 4 días con 6 horas de tiempo de riego. 1 día = 2 horas de riego,  Hay 1 aspersor por cada 3 palmeras.	34	Desconocido	8,0 mm/d
Riego de superficie	20 – 15 %	Inundado con sistema de tuberías a presión. Necesita más agua para alcanzar la eficiencia de la palma.  A menudo surcos presentes en el campo.	12	Desconocido	28 mm/d

Para el riego por goteo, se añaden en total 3 puntos de goteo con el crecimiento de la planta (en una etapa temprana sólo hay 1 boquilla de goteo).

Los aspersores de riego de alto caudal se sitúan alrededor de las palmeras, a 3 m de distancia de las mismas, y hay 1 aspersor por cada 3 palmeras. La distribución espacial de los aspersores (mini wobbler) es muy importante. Suelen regar cada 3 días. El riego por goteo estándar no funciona debido a la alta carga de sedimentos del agua del canal. En Cenipalma, trabajan con turbidez, goteros de alto caudal o de alta descarga con goteros de 40L y 60L, para evitar el material particulado. Un estudio de campo de Sariat et al., 2020 mostró que la plántula de palma de aceite (10 meses después del trasplante), alcanzó un punto de marchitez permanente después de 14 días de estrés por sequía con un contenido de humedad del suelo de aproximadamente 25%.

Tabla 5-3. Volúmenes de demanda de agua necesarios para un rendimiento óptimo, suponiendo que el 100 % de la superficie de producción estimada en ha es de riego por goteo/aspersión o de superficie. Esto muestra las diferencias en la demanda de agua por tipo de riego. Superficie de Río

Frío basada en la evaluación del balance hídrico del PCA. Superficie de Río Sevilla basada en el mapa de la cubierta vegetal EO4.

Áreas de producción de palma	Total ha	Tipo de riego	m3/s	Mm3/mes
Cuenca Río Frío	3482	100% Goteo	2,5	6,5
	3482	100% Aspersión	3,2	8,3
	3482	100 % Superficie	11,3	29,2
Cuenca Río Sevilla	1400	100% Goteo	1,0	2,6
	1400	100% Aspersión	1,3	3,4
	1400	100 % Superficie	4,5	11,7

Tabla 5-3 presenta la demanda de agua de riego para proporcionar al cultivo un rendimiento óptimo. Esta agua puede ser suministrada por la lluvia, los embalses, los pozos y, por supuesto, la red de agua de riego. Los volúmenes presentados son necesarios para proporcionar a las palmeras la cantidad óptima de agua después de las pérdidas, por ejemplo, por evapotranspiración e infiltración. Hay que tener en cuenta que parte del agua de riego que se considera perdida, vuelve al sistema de aguas subterráneas de la cuenca. Especialmente en el caso de las prácticas de riego superficial, parte del exceso de agua se infiltra en el suelo, y se puede debatir si esta agua se desperdicia o sigue formando parte del ciclo del agua de la cuenca.

#### Producción de banano

Las plantaciones de banano necesitan 5 mm/d, pero los productores consumen aproximadamente 7 mm/d en verano debido al aumento de la evapotranspiración y a otros usos (cultivos de cobertura, procesamiento, etc.).

La base de datos de cultivos de la FAO (FAO, 2022) explica que la planta del banano tiene un sistema radicular escaso y poco profundo. La mayoría de las raíces de alimentación se extienden lateralmente cerca de la superficie. La profundidad de enraizamiento no suele superar los 0,75 m.

En general, el 100% del agua se obtiene de los primeros 0,5 a 0,8 m de profundidad del suelo, y el 60 % de los primeros 0,3 m. Con una evapotranspiración máxima (ET<sub>m</sub>) de 5 a 6 mm/día, no debería superarse un agotamiento del 35 % del agua total disponible en el suelo ( $p = 0,35$ ).

Tabla 5-4. Demanda de agua para las zonas de producción de plátanos y banano, calculada con una demanda de agua de 5 mm/día.

Zonas de producción de plátanos y banano	Total ha	m3/s	Mm3/month
Cuenca Río Sevilla	6574	3,8	9,9
Cuenca Río Frío	5400	3,1	8,1

#### Índice de uso del agua

La Plataforma Custodia del Agua, toma como referencia factor de Índice de Uso del Agua (IUA). El índice de uso del agua compara la oferta de agua (descarga del río) y la demanda total (teórica) de agua. Si el IUA es superior al 100% para los meses más secos, esto indicaría que la demanda supera la oferta disponible. (Parada et al., 2015) calcularon el factor IUA para Río Frío y Río Sevilla en base a una demanda teórica de agua, y lo compararon con la disponibilidad de agua (concesiones y descarga media del río). Según Parada et al., (2015), para el Río Frío, en los cuatro meses de sequía (febrero a abril) el índice IUA se puede estimar en aproximadamente un 70%, lo que refleja una presión "muy alta" de la demanda sobre la oferta disponible en tiempos de sequía. La

escasez de oferta frente a la demanda en este estudio debe considerarse como ilustrativa de la situación de los ríos en un año seco, cabe destacar que la escasez se incrementaría en el caso de que se presente el fenómeno de "El Niño".

En el caso del Río Sevilla, Parada et al., (2015) afirman que tampoco existe un balance hídrico completo. Sin embargo, las estimaciones se realizan a partir de una demanda teórica basada en la concesión de agua otorgada por CORPAMAG. Es por ello que los totales teóricos superan los valores reales reportados para el año 2014 por ASOSEVILLA. En base a esta demanda teórica, en los cuatro meses de sequía la concesión de ASOSEVILLA es mayor que el agua disponible.

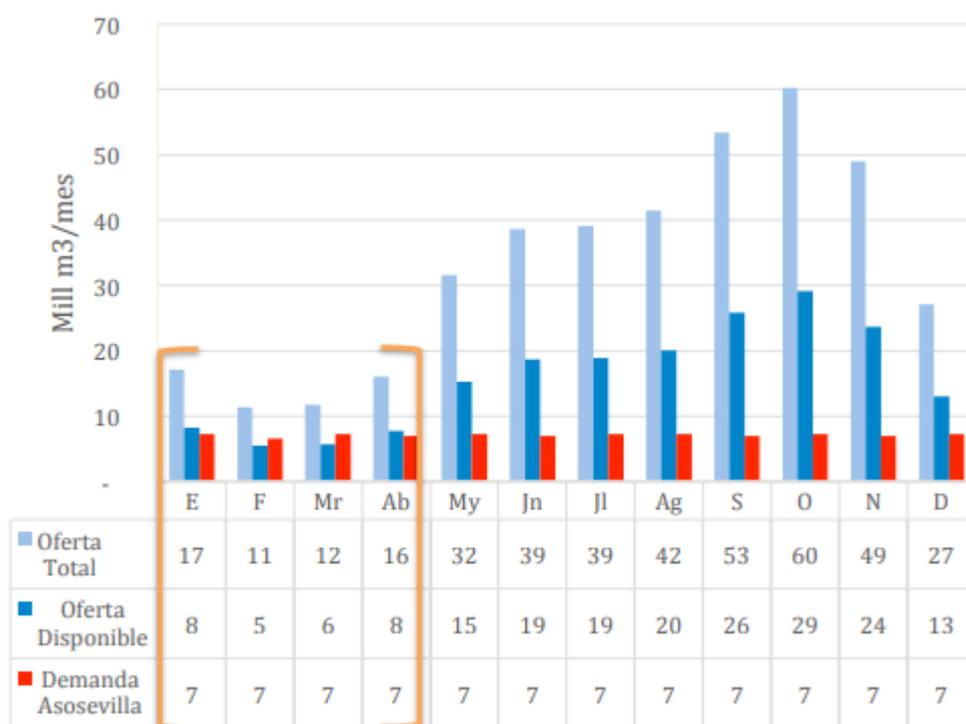


Figura 5-2: Agua disponible del Río Sevilla frente a la demanda de Asosevilla (concesión). Entre paréntesis, los cuatro meses de sequía. Fuente: Parada et al. (2015).

### 5.2.3 Evolución del sector agrícola

Según varias partes interesadas, los productores tienden a cambiar a veces entre la producción de palma y la de banano por varias razones (plagas y enfermedades, rendimientos, déficit de agua, salinización, inundaciones, etc.). La evolución del sector agrícola estará vinculada a muchos factores diferentes. Uno de ellos son las oportunidades de trabajo y la seguridad laboral. Las plantaciones de banano proporcionan más puestos de trabajo (1,8 personas/ha) en comparación con las plantaciones de palma (1 persona por cada 20 ha).

Kaune et al., (2020b) afirma que en la actualidad, los agricultores de la cuenca del Río Sevilla ya aplican algunas técnicas de captación de agua, como el acolchado o mulching (hojas recicladas como cobertura del suelo para reducir la evaporación), la excavación de fosas de plantación para aumentar la infiltración y la siembra de cultivos de cobertura para retener la escorrentía.

## 5.3 Demanda de agua doméstica

### 5.3.1 Estimación de la demanda de agua doméstica

El uso doméstico del agua incluye los usos interiores y exteriores en residencias e instituciones (por ejemplo, hospitales, escuelas), y comprende usos como beber, preparar alimentos, bañarse, lavar la ropa y los platos, usar la cisterna del baño y regar el césped y los jardines. La definición de uso doméstico del agua incluye el agua potable y no potable suministrada a los hogares por un proveedor público de agua (entregas domésticas) y el autoabastecimiento de agua.

En las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla, hay varias fuentes de agua utilizadas para el suministro de agua potable, aguas subterráneas por pozos y perforaciones, y agua de río y de canal con toma directa, ya que no existe un sistema de agua canalizada en la cuenca del Río Sevilla. Por lo tanto, el agua para uso doméstico no está tratada y no cumple las normas de calidad para el uso doméstico.

Tabla 5-5. Información recuperada sobre los habitantes de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla.

	Cuenca Río Frío	Cuenca Río Sevilla	Municipio de Ciénaga	Municipio de Zona Bananera	Fuente de agua para uso doméstico	Fuente de información
Habitantes	11.240	52.412			Pozos de agua subterránea	RECARBA project, 2020
Habitantes		Estimado 80.000			Para la cuenca de Sevilla: Agua de río y de canal	ASOSEVILLA, 2022
Habitantes			118.435	66.802	Desconocido	National Census, 2018

La información recuperada sobre la población de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla se recoge para diferentes unidades administrativas, lo que hace que sea un reto definir un número claro de habitantes que son atendidos desde los ríos Frío y Sevilla. La estimación de usuarios de pozos de agua subterránea por el proyecto RECARBA es de unos 63 mil habitantes. El total de habitantes de los Municipios de Ciénaga y Zona Bananera juntos es de aproximadamente 185.000. ASOSEVILLA estimó alrededor de 80.000 personas que hacen uso de las aguas superficiales del canal y del río Sevilla. Estas estimaciones parecen ajustarse aproximadamente al contexto.

Por ley, el uso doméstico del agua tiene la máxima prioridad en la asignación del agua y, por lo tanto, es importante estimar esta demanda de agua. No se conoce el uso real del agua por parte de los habitantes. Pero para la ciudad de Santa Marta se estima una dotación per cápita de 150 L por habitante y día en los estudios de Londoño et al. (2017). Esto parece en el extremo alto comparado con la situación de abastecimiento de agua en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. No todos están conectados a un sistema de agua entubada, y según ASOSEVILLA, esta agua es tomada directamente por el río o el canal. El esfuerzo que requiere el trabajo manual sugiere que los niveles de consumo para uso doméstico deben ser mucho menores.

Los niveles de consumo de 50 L/habitante/día se definen como el volumen mínimo esencial por el programa gubernamental Mínimo Vital de Agua Potable (MVAP) en Bogotá. El volumen establecido dentro del programa como "esencial" se traduce en 6

m3/mes/hogar para el suministro de agua residencial y se basa en el requerimiento estimado de un hogar con cuatro individuos (Vargas, 2018). Los 6 m3/mes/hogar fueron suministrados gratuitamente por el gobierno local para los dos estratos socioeconómicos más bajos de Bogotá.

La OMS (2003) proporcionó estimaciones para diferentes niveles de servicio según el tipo de acceso al suministro de agua, la cantidad de agua consumida y el nivel de riesgo relacionado con la salud. El acceso óptimo al agua, es decir, el que satisface todas las necesidades domésticas y de higiene y reduce los riesgos para la salud, sería una cantidad media de al menos 100 L/habitante/día.

Tabla 5-6. Diferente nivel de servicio definido por la OMS (2003), y traducido a la demanda total de agua para los 185.000 habitantes y la demanda total de agua estimada directamente de los ríos, para 80.000 personas.

	5 l/c/day	50 l/c/day	100 l/c/day
Nivel del servicio	Sin acceso	Acceso intermedio	Acceso óptimo
<b>Necesidades cubiertas</b>	Consumo - no se puede asegurar Higiene - no es posible (a menos que se practique en la fuente)	Consumo - asegurado Higiene - se cumplen todos los requisitos básicos personales y de alimentación. Higiene asegurada; el lavado y el baño también deben estar asegurados	Consumo - todas las necesidades satisfechas Higiene - todas las necesidades deben ser satisfechas
<b>Demanda total de agua doméstica: 185.000 habitantes</b>	10,7 L/s 27750 m3/mes	107 L/s 277500 m3/mes	214,1 L/s 555000 m3/mes
<b>Demanda total de agua doméstica procedente directamente del sistema fluvial o de canales de Río Frío y Río Sevilla: 80.000 habitantes</b>	4,6 L/s 12000 m3/mes	46,3 L/s 120000 m3/mes	92,6 L/s 240000 m3/mes

El Río Frío y el Río Sevilla se utilizan para el baño y la natación, sin embargo la calidad del agua no es adecuada para el baño y para nadar, observando múltiples parámetros de calidad del agua.

### 5.3.2 Suministro histórico y actual de agua doméstica

La mayoría de la población carece de un sistema de agua corriente y de saneamiento básico y depende de las aguas subterráneas y de los canales de riego para satisfacer sus necesidades. Este es uno de los factores que contribuye a una alta tasa de necesidades básicas insatisfechas (NBI) entre la población de las cuencas. (Parada et al., 2015). En el Censo Nacional de 2018, se reporta que para el municipio de Ciénaga el 82% de los hogares está conectado a un acueducto, y para Zona Bananera es el 49% de los hogares (DANE, 2018).

Tabla 5-7. Agua doméstica suministrada a los habitantes de las cuencas.

Región	l/s	m3/mes	año	Fuente de agua documentada	Fuente documentada
--------	-----	--------	-----	----------------------------	--------------------

La demanda de agua potable en Zona Bananera	18 l/s	46.656 m3/mes	2018	Aguas subterráneas	Findeter (2018)
Estimación para el área de servicio de ABOSEVILLA	0.2 a 2 l/s	5184 to 518 m3/mes	2022	Agua de ríos y canales	ABOSEVILLA
Entrada de Río Frío	Desconocido	Desconocido		Toma de agua del río para el sistema de agua corriente	CORPAMAG

Con 18 l/s, puede abastecer a 15.552 personas de 100 L al día. Con 0,2 a 2 l/s se puede abastecer de 172 a 1728 personas de 100 L al día.

En el caso de Río Sevilla se supone que no existe un sistema de abastecimiento de agua por tubería.

## 5.4 Demanda de agua industrial

### 5.4.1 Actividades Industriales

En las cuencas del río Frío y del río Sevilla no se desarrollan grandes actividades industriales. Sin embargo, hay algunas actividades que utilizan agua para su procesamiento. El lavado y el envasado de bananos necesitan agua. Cada finca tiene su propio sistema de envasado. También hay plantas de procesamiento de aceite de palma, pero como ésta es una actividad generalmente centrada, se desconoce el número de plantas de procesamiento dentro de las cuencas de Río Frío y Río Sevilla, pero se estima que hay al menos una planta de procesamiento en la zona. Las plantas de procesamiento de aceite de palma son estaciones de extracción de aceite que toman los frutos y los procesan para obtener el aceite (pers. Com. PCA).

#### Procesamiento del café

Se calcula que la producción de café en la región del Magdalena oscila entre las 15.000 y las 20.000 hectáreas, y unas 6.000 hectáreas en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. El café es un cultivo de temporada, pero el agua se utiliza en el lavado y el procesamiento de los granos de café. En Colombia se produce una media de 19,8 sacos de café de 60 kg cada uno por hectárea (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2021). El sector cafetero es consciente de que el procesamiento tradicional del café es altamente contaminante para la calidad del agua. En Colombia, el procesamiento estándar gasta 40 litros de agua para producir 1kg de granos de café secos. Se ha logrado minimizar el volumen a menos de 5 litros de agua por kg a través de plantas de procesamiento ecológico (beneficiaderos ecológicos). El procesamiento de los granos de café tiene lugar de octubre a diciembre.

### 5.4.2 Estimación de la demanda de agua industrial

Para las plantas de procesamiento de aceite de palma se desconoce si hay y cuántas hay en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. Para las plantaciones de banano, se indica que las necesidades de agua de las plantas son de 5 mm/día. Según los distritos de agua,

las plantaciones de banano reciben en promedio 7 mm/día. Se supone que la diferencia de agua se utiliza para otras actividades más industriales.

Tabla 5-8. Demanda de agua industrial de plátano y banano, calculada con una necesidad de agua industrial de 2 mm/día.

Zonas de producción de plátanos y bananos	Total ha	l/s	Mm3/mes
Cuenca Río Sevilla	6574	1500	3,9
Cuenca Frio basin	5400	1300	3,2

La demanda de agua estimada para dos tipos de procesamiento de café se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Estimación de la demanda de agua para el procesamiento del café para los meses de octubre, noviembre y diciembre, para diferentes estimaciones de ha y volumen de agua utilizada para el procesamiento. Se asume que 1 ha produce en promedio 19,8 sacos de 60 kg de café.

	Procesamiento estándar del café	Ecological processing plants
	40 l/kg	5 l/kg
6000 ha	95040 m3/ mes 37 l/s	22880 m3/ mes 4,6 l/s
15000 ha	237600 m3/ mes 92 l/s	29700 m3/ mes 12 l/s
20000 ha	316800 m3/ mes 122 l/s	39600 m3/ mes 15 l/s

## 5.5 Necesidades de agua de los ecosistemas

El caudal ecológico en un río corresponde al agua necesaria para garantizar los valores ecológicos en el cauce como son: los hábitats naturales, y las funciones ambientales como la dilución de contaminantes, la preservación del paisaje y, muy importante en la zona de estudio, para garantizar el agua dulce que entra en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

El caudal ecológico es fijado por CORPAMAG. Actualmente, los acuerdos de CORPAMAG y ASORIOFRIO son que deben considerar como mínimo un 20% de caudal ecológico. El caudal ecológico mínimo para ABOSEVILLA es del 25%. En épocas de sequía, los distritos hídricos tratan de considerar un caudal ecológico mayor. También se realizan mediciones por parte de CORPAMAG en épocas de sequía para comprobar que se asegura un caudal mínimo. ABOSEVILLA informa de un caudal ecológico mínimo de 2300 l/seg durante la estación seca. Y ASORIOFRIO informa de una captación del 52% en el año 2021, asegurando un caudal ecológico del 48%.

La base para la determinación del caudal ambiental oficial en el Río Frío y el Río Sevilla es la guía desarrollada para la determinación de requerimientos de caudal ambiental por el MADS y el IDEAM (2017). La metodología se basa en Poff et al. (1997), quienes identificaron cinco características clave del caudal fluvial que determinan los procesos ecológicos acuáticos, siendo estas la magnitud, la frecuencia, la duración, la tasa de cambio y la temporalidad del régimen de caudales. El estado ecológico se evalúa mediante el estado de integridad del ecosistema acuático, es decir, como la capacidad del sistema para mantener sus procesos y funciones ecológicas (Flotemersch et al., 2015).

Para evaluar los caudales ambientales, se realizó una clasificación morfológica de los segmentos fluviales de las cuencas y se determinó la variación de la precipitación en las mismas (WWF Colombia y CORPAMAG, 2020). Además, se utilizaron datos de estaciones fluviales como insumo para caracterizar el régimen de caudales de los segmentos fluviales en las dos cuencas. Se utilizó un modelo calibrado de precipitación - escorrentía HEC-HMS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (Centro de Ingeniería Hidrológica) para proporcionar simulaciones que representaran los regímenes de flujo naturales del río.

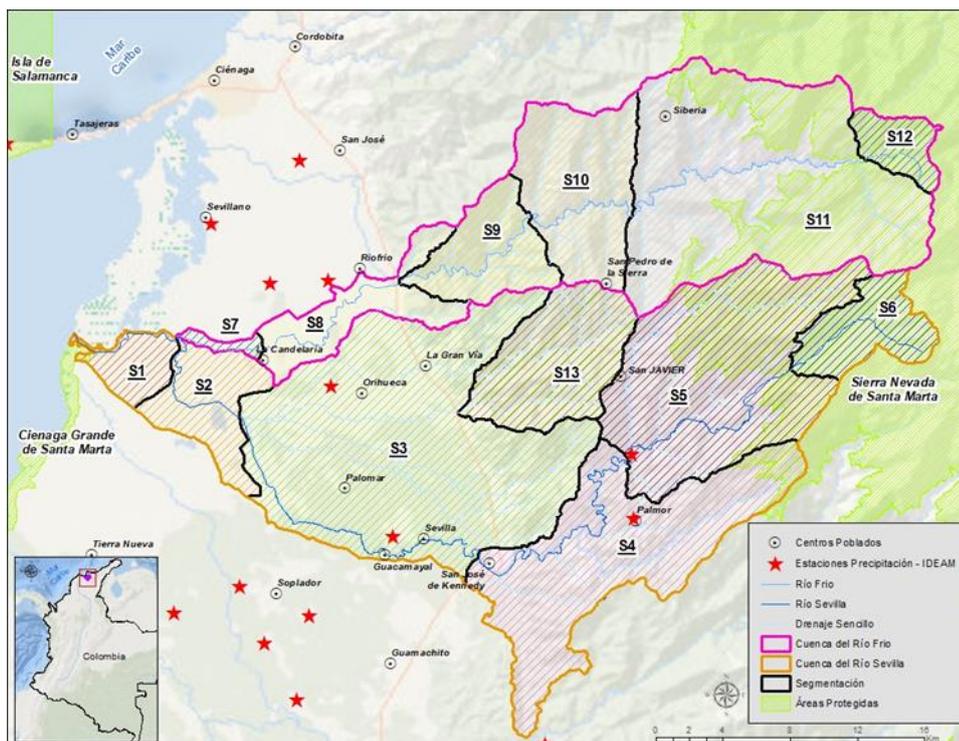


Figura 5-3: Subcuencas numeradas / segmentos de río y estaciones de precipitación en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla en la provincia de Magdalena, tal y como se utilizaron para la evaluación del caudal ambiental. Fuente WWF Colombia y CORPAMAG (2020).

Los caudales ambientales de cada segmento del río en las subcuencas numeradas (Figura 5-3) se derivaron posteriormente utilizando la herramienta HeCCA para la estimación de caudales ambientales (Cortés-Torres et al., 2019). Esta herramienta utiliza series temporales de valores de descarga diaria para calcular los caudales mínimos y máximos y los ajusta a periodos de retorno para los valores de lleno normal y de ribera (2,0 y 2,33 años de retorno, respectivamente) y a periodos de retorno de 10 y 15 años para los caudales mínimos y máximos extremos, respectivamente. La comparación de los datos del régimen de caudales observado y natural proporciona información sobre el potencial de utilización mensual del agua.

El procedimiento de cálculo da como resultado los valores mínimos de caudales ambientales que se deben mantener diaria o mensualmente. Para cada uno de los segmentos de la corriente del Río Frío y del Río Sevilla se han presentado los caudales ambientales, así como el porcentaje de caudal que puede ser utilizado para otros fines, que varía entre el 5-30% del caudal medio mensual (WWF Colombia y CORPAMAG, 2020). Lo que indica una recomendación de un caudal ambiental del 95-70%.

El informe concluye que los caudales ambientales calculados para cada tramo demuestran que la gestión de los recursos hídricos en estas cuencas no debe ser estática, sino que, por el contrario, debe ser dinámica, para ajustarse al comportamiento de los caudales durante los distintos meses del año.

Como ejemplo del estudio de WWF Colombia y CORPAMAG (2020), los patrones de flujo mensual para el segmento S4 en la cuenca del Río Sevilla se muestran en la Figura 5-4. En ella se observa que el requerimiento de caudal ambiental es mucho mayor que el componente de caudal utilizable de la descarga. Este último asciende al 10% (junio), al 15% (marzo) y al 20% (todos los demás meses) del caudal medio mensual de este segmento.

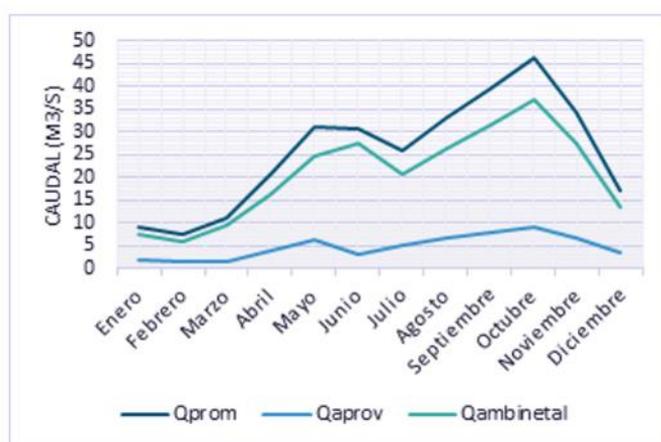


Figura 5-4 Caudales medios mensuales (Qprom), aprovechables (Qaprov) y ambientales (Qambiental) para la subcuenca/segmento 4 en la cuenca del río Sevilla (WWF Colombia y CORPAMAG, 2020)

Existen diferentes metodologías para determinar el caudal ambiental. En el estudio de WWF y CORPAMAG se aplicó el enfoque de la dinámica fluvial, con la aportación principal del régimen de caudales del río. Esta metodología se centra más en la dinámica fluvial y en el caudal ambiental necesario para el hábitat del río. Este enfoque está menos centrado en las necesidades de hábitat aguas abajo del sistema de humedales de Ciénaga Grande después de la salida del río.

Otro enfoque para determinar las limitaciones de caudal ambiental se basa en el establecimiento de condiciones favorables para mantener el hábitat de diferentes especies acuáticas. Este enfoque se ha aplicado utilizando modelos para determinar el caudal ambiental (Kim y Choi, 2019; Maddock, 2017). Este tipo de modelización también se ha realizado para establecer los impactos del cambio climático en la ecología de los ríos (House et al., 2017) y de la extracción de aguas subterráneas (Olsen et al., 2009). Los modelos suelen ser complejos y necesitan datos de entrada detallados sobre la hidráulica fluvial, la morfodinámica y las etapas de vida de la biota acuática.

Relacionado con este enfoque está el uso del requisito de perímetro mojado para mantener las condiciones del hábitat en los ríos (Berthot et al., 2021; Gippel y Stewardson, 1998; Prakasam et al., 2021; Reinfelds et al., 2004). Este enfoque se basa en el mantenimiento de un nivel mínimo de agua en el río para permitir el mantenimiento de la vida acuática y tiene la ventaja de que puede derivarse del análisis GIS de los ríos

(Prakasam et al., 2021). Estos enfoques aún no se han aplicado a las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla.

En conclusión, la concesión actual de CORPAMAG para el caudal ecológico se ajusta a los lineamientos nacionales. Pero, el estudio de la dinámica fluvial del caudal ecológico (WWF Colombia y CORPAMAG (2020) muestra que la concesión actual para el uso del agua de riego es demasiado alta mirando el caudal ecológico deseado para esta zona específica y que el ecosistema de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla necesita más agua dulce de la que recibe actualmente. Como resultado del estudio de WWF Colombia y CORPAMAG (2020), se evalúan los posibles cambios en la concesión del caudal ecológico con un proceso participativo con diferentes actores.

# 6 Resumen de la disponibilidad actual de agua

## 6.1 Resumen de la disponibilidad actual de agua

### Disponibilidad de agua del río

La disponibilidad de agua en las cuencas del río Frío y del río Sevilla depende en gran medida de las precipitaciones en la parte alta de la cuenca. Existe una fuerte variabilidad interanual entre los distintos años, por ejemplo, hay años lluviosos y años secos en cuanto a las precipitaciones. El siguiente gráfico de (Kaune et al., 2020a) es una indicación de la disponibilidad de agua mediante la comparación de la precipitación y la evapotranspiración. Los datos históricos muestran un claro patrón de déficit hídrico entre diciembre y marzo y de superávit hídrico entre agosto y noviembre. El año 2015 fue el de menor rendimiento hídrico en la cuenca con déficit de agua en la mayoría de los meses.

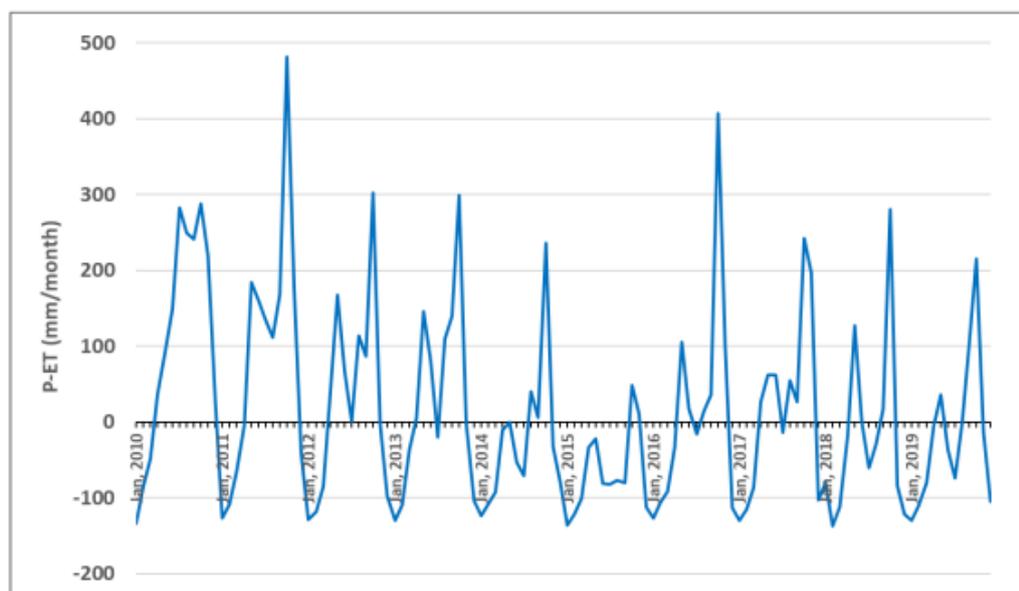


Figura 6-1: Rendimiento hídrico mensual histórico, P-ET en la cuenca de Sevilla, Colombia, periodo 2000-2019 (Fuente: CHIRPS y MODIS). Evento de sequía en 2015. Fuente: Kaune et al. (2020a).

### Disponibilidad de agua de riego Río Frío

La disponibilidad de agua de riego y los volúmenes de caudal ambiental presentados en este capítulo se evalúan para la toma principal de ASORIOFRIO. El caudal ambiental para ASORIOFRIO se determinó como el 20% del caudal medio en esta evaluación y es el caudal ambiental oficial de la concesión informado. En realidad, para el año 2021, se aplicó un caudal ambiental del 48% del caudal real, no del caudal medio (Figura 6-2).

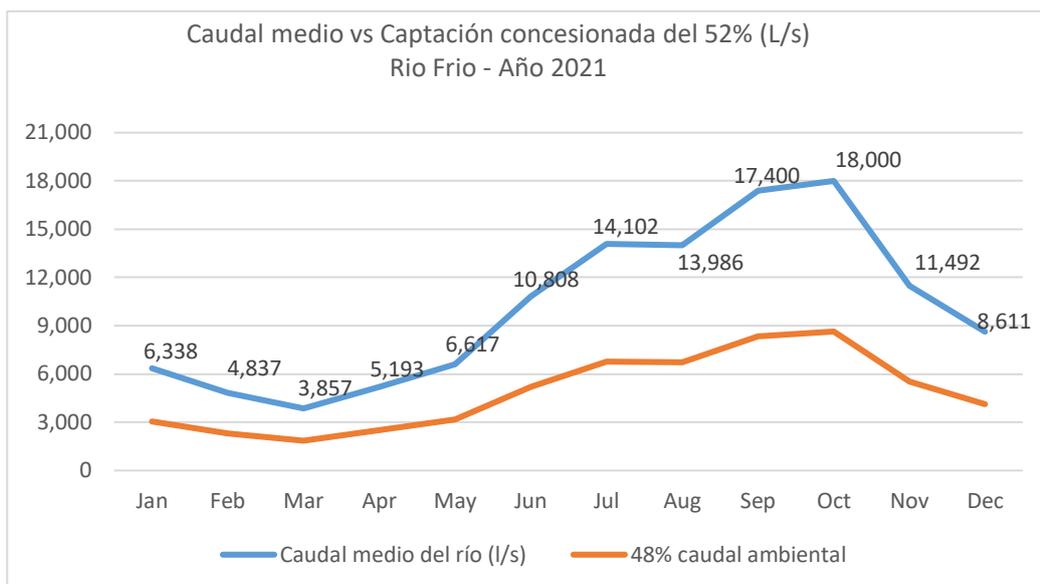


Figura 6-2: Los datos de captación monitorizados de ASORIOFRIO confirman que para 2021 se ha considerado un caudal ambiental dinámico del 48% (captación del 52%), en lugar de un caudal ambiental del 20% o un caudal ambiental fijo.

El PCA elaboró un balance hídrico y analizó la descarga del río para 1965 - 2015, y determinó el caudal mínimo, medio y máximo. Este conjunto de datos se utilizó en este estudio para comparar el agua disponible en un escenario de descarga de agua media (mediana, Q50) y de caudal medio bajo frente a los caudales ambientales declarados. Tanto los valores del 20% como del 48% del caudal ambiental han sido mencionados por la literatura y las partes interesadas.

Sobre el papel, la demanda de agua en la toma de ASORIOFRIO es de un máximo de 12,71 Mm<sup>3</sup>/mes sobre la base de las concesiones de ASORIOFRIO y de las concesiones privadas combinadas, suponiendo que los productores con concesiones privadas también utilizan agua de la red de canales.

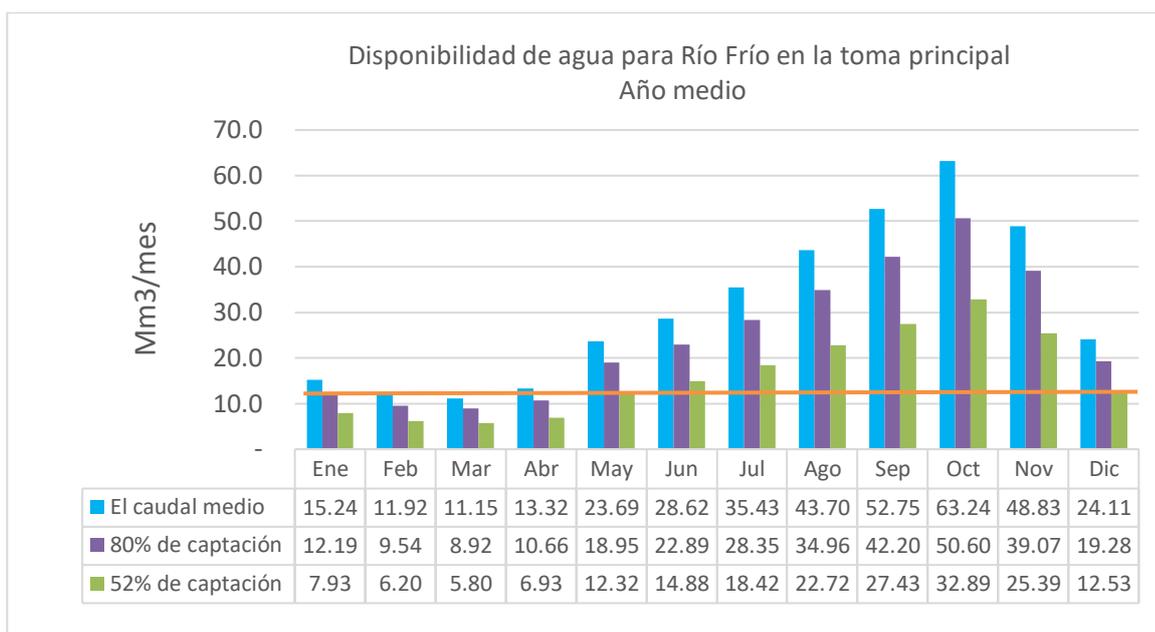


Figura 6-3: La figura muestra el caudal medio (Q50, mediana) del río durante los años 1965 - 2015 para Río Frío, con las correspondientes concesiones dinámicas del 80% de captación o del 52% de captación para ASORIOFRIO. Línea naranja que indica la toma máxima de ASORIOFRIO de 12,71 Mm3/mes basada en las concesiones para ASORIOFRIO y las concesiones privadas combinadas.

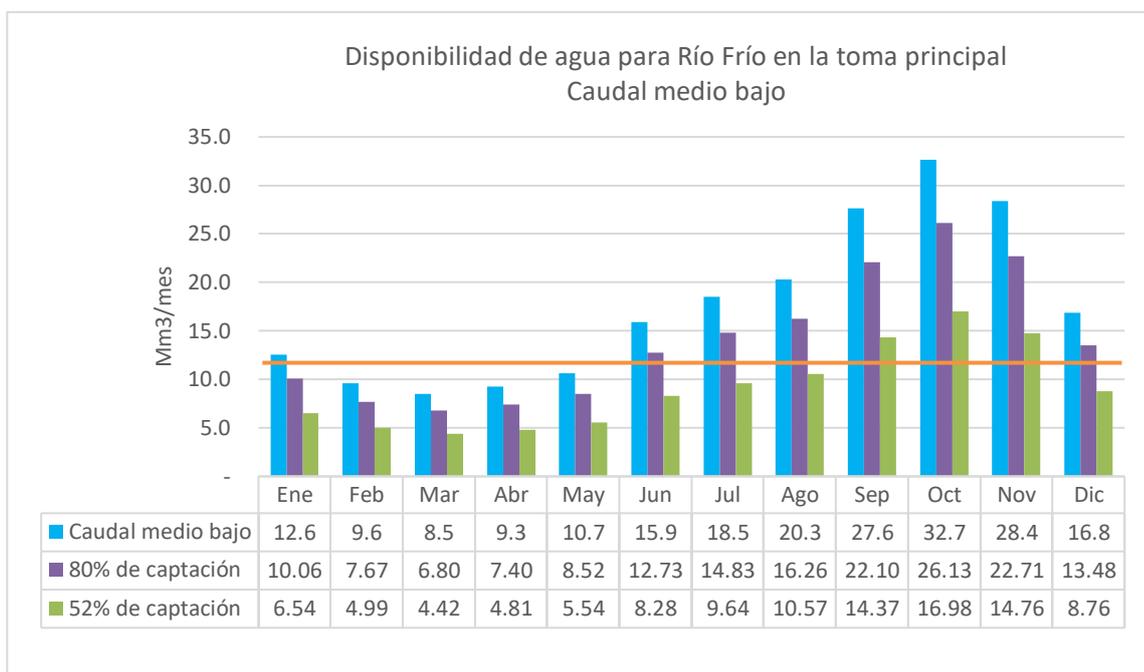


Figura 6-4: La figura muestra el caudal medio (Q50, mediana) del río durante los años 1965 - 2015 para Río Frío, con las correspondientes concesiones dinámicas del 80% de captación o del 52% de captación para ASORIOFRIO. Línea naranja que indica la toma máxima de ASORIOFRIO de 12,71 Mm3/mes basada en las concesiones para ASORIOFRIO y las concesiones privadas combinadas.

#### Disponibilidad de agua de riego Río Sevilla

Para ASOSEVILLA, se ha informado de un porcentaje del 25% de caudal ambiental, también se ha informado de un caudal ambiental mínimo de 2300 l/s (~6 Mm3/mes). Sobre el papel, la demanda de agua en la toma de ASOSEVILLA es de un máximo de 11,42 Mm3/mes en base a las concesiones de Corpamag.

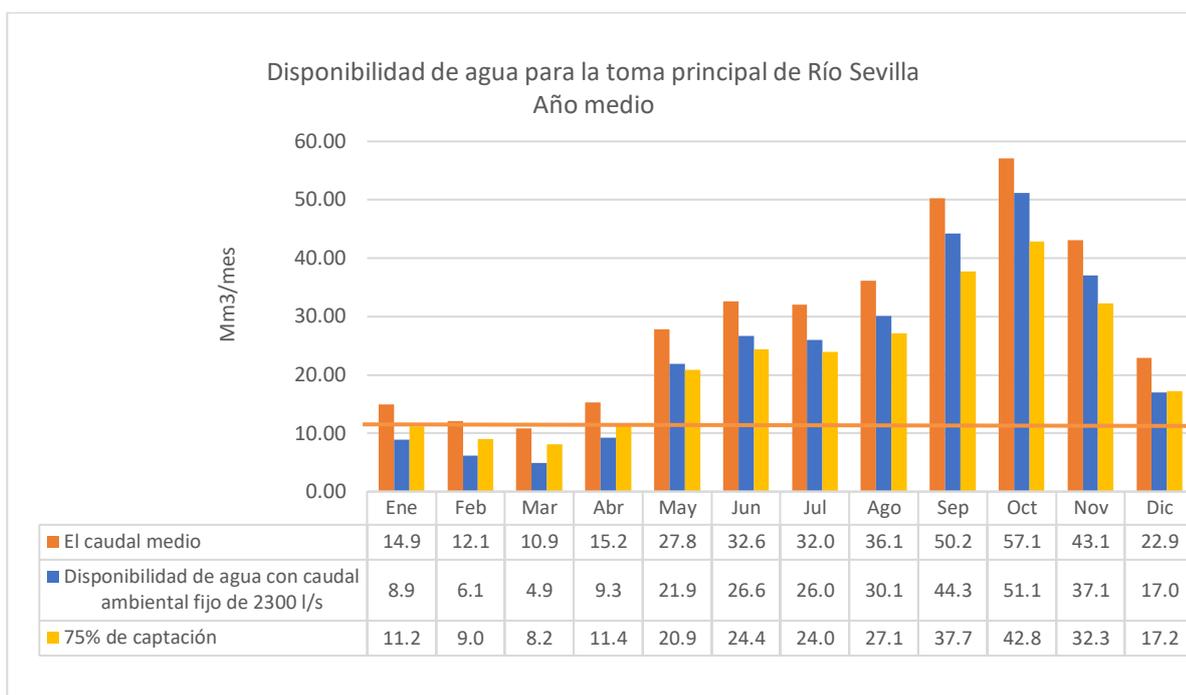


Figura 6-5: La figura muestra el caudal medio (Q50, mediana) del río a lo largo de los años 1965 - 2015 para Río Sevilla con las correspondientes concesiones dinámicas del 75% de captación del caudal ambiental fijo de 2300 l/s para ASOSEVILLA. La línea naranja indica la captación máxima de ASOSEVILLA de 11,42 Mm3/mes.

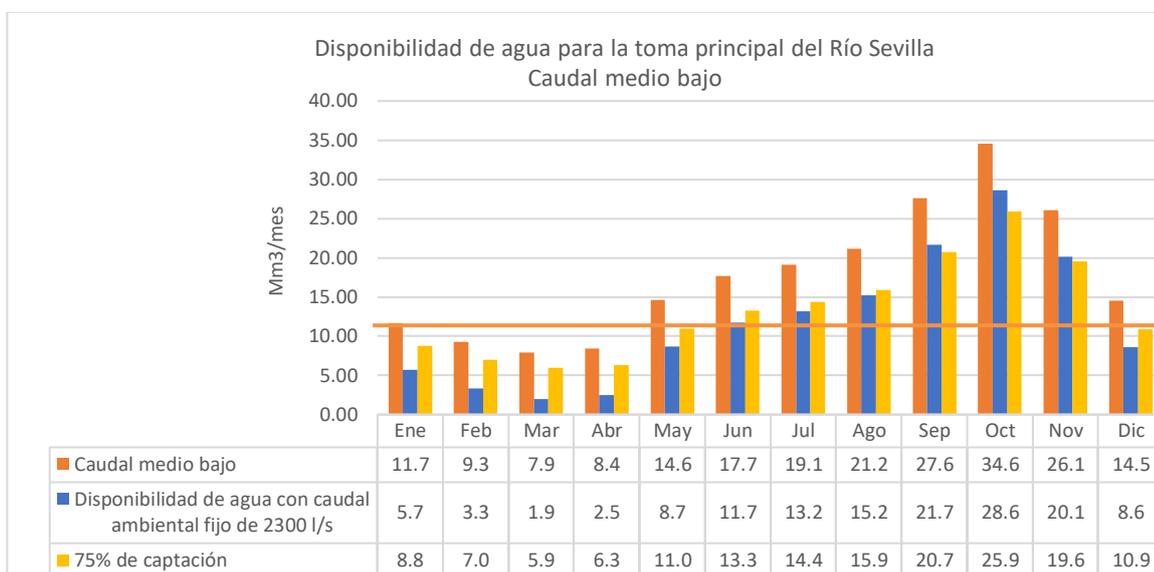


Figura 6-6: La figura muestra el menor caudal medio (mediana) mensual del río durante los años 1965 - 2015 para Río Sevilla con las correspondientes concesiones dinámicas del 75% de captación del caudal ambiental fijo de 2300 l/s para ASOSEVILLA. La línea naranja indica la captación máxima de ASOSEVILLA de 11,42 Mm3/mes.

## 6.2 Resumen de la demanda de agua

### 6.2.1 Demanda de agua del parte arriba, antes de las tomas del distrito de agua

El suministro de agua doméstica debe estar situado aguas arriba de las tomas de ASORIOFRIO y ABOSEVILLA. En el caso de ASORIOFRIO es así, y la toma está conectada a un sistema de agua por tubería. En el caso de ABOSEVILLA, no existe actualmente un sistema de agua por tubería, pero debería desarrollarse en un futuro próximo teniendo en cuenta las prioridades de asignación de agua. Por lo tanto, se tiene en cuenta una demanda de agua estimada para todos los habitantes de las cuencas con un nivel de servicio de 50 l/c/día.

Tabla 6-1 Resumen de la demanda de agua del parte arriba, antes de las tomas del distrito de agua, combinada para Río Frío y Río Sevilla.

	L/s	Mm3/mes
Demanda total de agua doméstica para 185000 habitantes con un nivel de servicio de 50 l/c/día.	107,1	0,28
Procesamiento estándar del café con un uso de agua de 40 l/kg, para 6000 ha de producción de café	37	0,1 (sólo en época de cosecha).

### 6.2.2 Demanda de agua de riego

Para estimar las pérdidas del canal, se estimó que las pérdidas combinadas de la evaporación, las tomas no concesionadas y las fugas eran del 50%. ABOSEVILLA indicó también una pérdida de agua en el canal estimada en aproximadamente un 50%.

Tabla 6-2. Resumen de la demanda de agua de riego y de las pérdidas de agua estimadas para el sistema de riego de ASORIOFRIO. No se tiene en cuenta el uso de agua por parte de las plantas de extracción de aceite.

Río Frío	L/s	Mm3/mes
Demanda total de agua Plátano y banana para riego 6574 ha	3100	8,1
Demanda total de agua agua de procesamiento industrial Plátano y banano 5400 ha	1300	3,2
Producción de aceite de palma con un 80% de riego tradicional y un 20% de riego por aspersión. 3482 ha	9680	25,0
Pérdidas en el canal, estimadas en un 50%.	7140	18,5

Tabla 6-3 Resumen de la demanda de agua de riego estimada y de las pérdidas de agua para el sistema de riego de ABOSEVILLA. No se tiene en cuenta el uso de agua por parte de las almazaras.

Río Sevilla	L/s	Mm3/mes
Demanda total de agua Banano y plátano de riego 5400 ha	3800	9,9
Demanda total de agua agua de procesamiento industrial Plátano y banano 6574 ha	1500	3,9

Producción de aceite de palma con un 80% de riego tradicional y un 20% de riego por aspersión. 1400 ha	3860	10,0
Pérdidas en el canal, estimadas en un 50%.	4580	11,9

Estos valores son una indicación de la demanda de agua basada en múltiples supuestos y no presentan la situación real con precisión.

### 6.2.3 Caudal Ambiental

El requisito de flujo ambiental y las diferentes formas de aplicación del flujo ambiental se presentan en el subcapítulo 5.5. A continuación se presenta un resumen de las diferentes opciones para calcular el caudal ecológico en Mm3/mes para una situación seca (marzo) y una situación de lluvia (octubre). En este momento, los acuerdos de CORPAMAG y ASORIOFRIO son tales, que deben considerar como mínimo el 20% de caudal ecológico. El caudal ecológico mínimo para ASOSEVILLA es del 25%. En la práctica, ASOSEVILLA reporta un caudal ecológico mínimo de 2300 l/seg durante la época seca, y ASORIOFRIO reporta una captación del 52% durante el año 2021, asegurando un caudal ecológico del 48%.

Tabla 6-4 Resumen del caudal ambiental para una situación seca (marzo) y una situación de lluvias (octubre) para ASORIOFRIO, para un año medio y una situación de bajo caudal.

Río Frío	Mm3/mes
48% de flujo ambiental año medio	
<b>Marzo</b>	5,4
<b>Octubre</b>	30,4
48% de caudal ambiental Caudal medio bajo	
<b>Marzo</b>	4,1
<b>Octubre</b>	15,7
20% de caudal ambiental promedio del año	
<b>Marzo</b>	2,3
<b>Octubre</b>	26,1
20% de caudal ambiental Caudal medio bajo	
<b>Marzo</b>	1,7
<b>Octubre</b>	6,5

Tabla 6-5 Resumen del caudal ambiental para una situación seca (marzo) y una situación de lluvias (octubre) para ASOSEVILLA, para un año medio y una situación de bajo caudal.

Río Sevilla	Mm3/mes
Caudal ambiental fijo de 2300 l/s	
<b>Marzo</b>	6,0
Caudal ambiental fijo de 2300 l/s	
<b>Octubre</b>	6,0

Caudal ambiental del 25%. promedio del año	
<b>Marzo</b>	2,7
<b>Octubre</b>	14,3
25% caudal ambiental Medio caudal bajo	
<b>Marzo</b>	2,0
<b>Octubre</b>	8,6

### 6.3 Balance de agua: Teoría y realidad

Hay diferentes formas de calcular y visualizar el balance hídrico. Para el caso de Río Frío y Río Sevilla, hay que hacer suposiciones sobre la demanda total de agua, ya que hay diferentes incertidumbres en los componentes del balance hídrico. En Figura 6-7 y Figura 6-8 se presenta el balance hídrico teórico para el Río Frío y el Río Sevilla. Para la disponibilidad de agua, se utilizan las cantidades de entrada de agua, teniendo en cuenta el caudal ecológico que se considera en la práctica. Para la demanda, se calculan los volúmenes teóricos necesarios para la producción, la transformación y las pérdidas en el canal. El balance hídrico se presenta para el mes de marzo en un año medio (es decir, no seco).

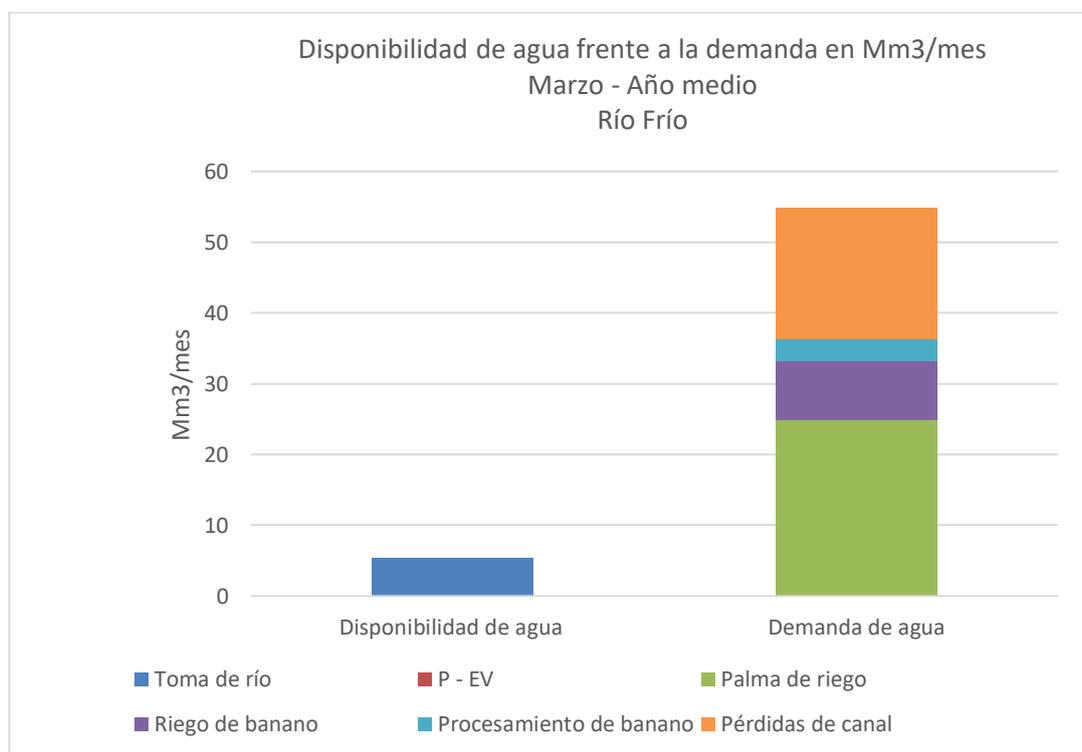


Figura 6-7 Balance hídrico teórico del Río Frío en el mes de marzo para un año medio. Para calcular la disponibilidad de agua se considera el 48% del caudal ambiental. La demanda de agua se ha calculado para proporcionar a todos los cultivos un rendimiento óptimo.

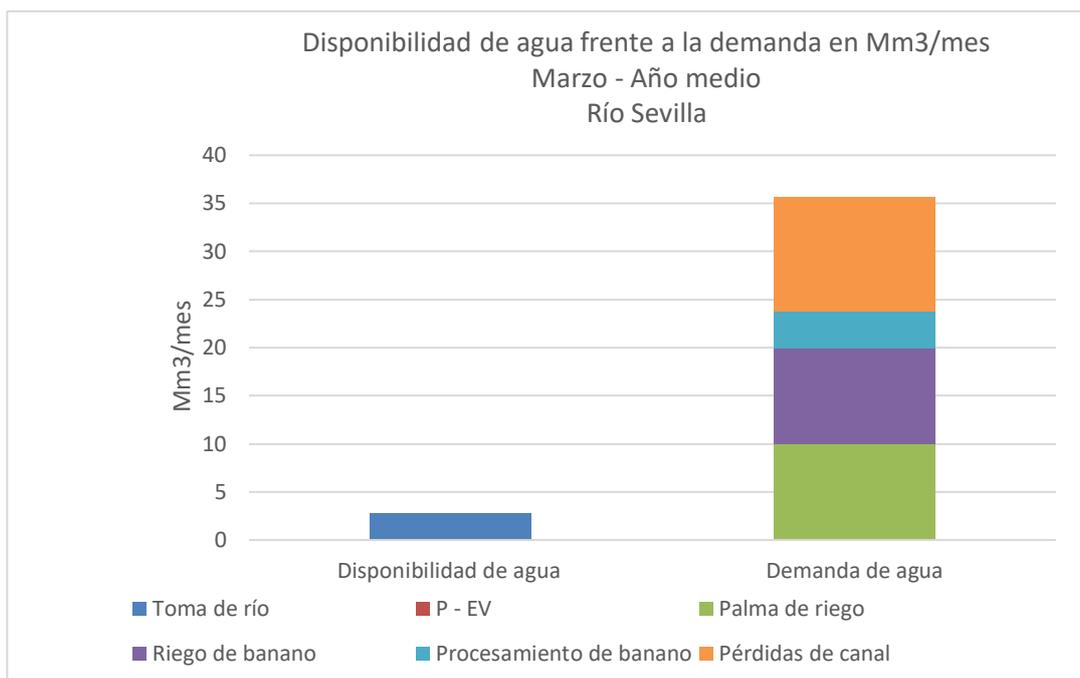


Figura 6-8 Balance hídrico teórico del Río Sevilla para el mes de marzo para un año medio. La disponibilidad de agua considera el caudal ecológico del 25%. La demanda de agua se ha calculado para proporcionar a todos los cultivos un rendimiento óptimo.

Estas cifras indican claramente la falta teórica de agua para satisfacer toda la demanda en ambas cuencas. Esto podría significar que las tomas del río en los meses secos son más altas de lo indicado, pero incluso si se capta todo el caudal, éste no es suficiente para toda la demanda (véanse también Figura 6-5 y Figura 6-6). Esto significaría que durante los meses secos, muchos de los productores no obtienen suficiente agua, lo que también se indicó durante las sesiones de retroalimentación de las partes interesadas. Por otra parte, el uso de las aguas subterráneas podría desarrollarse mucho más de lo que se conoce actualmente.

El proyecto RECAR-BA (Deltares, 2021d) indica que en épocas de sequía hay escasez de agua de riego disponible en los canales. La mayoría de los productores utilizan las aguas subterráneas para llenar esta brecha de agua para el riego. También se utilizan los embalses para llenar el vacío hídrico en épocas de sequía.

## 6.4 Principales retos y necesidades del sector del agua

### 6.4.1 Temas clave

Las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla están sometidas a altas presiones antrópicas debido al crecimiento poblacional y a los sectores productivos de la palma de aceite y el banano, además de ser impactadas por el cambio climático (Parada et al., 2015; Kaune et al., 2020a). Los problemas clave que se viven en el área de enfoque y que afectan a las comunidades locales, al sector productivo y a los ecosistemas de la SNSM y CGSM, son:

- Disminución de la disponibilidad de agua para el riego de las plantaciones, combinada con una baja eficiencia en el riego, lo que lleva a una disminución de la productividad;
- Disminución de la disponibilidad y la calidad del agua para el consumo humano;

- Aumento de la salinización de las aguas subterráneas y de los suelos, que amenaza la disponibilidad de agua potable y disminuye la calidad del suelo; también la población de peces dentro de la CGSM se verá fuertemente amenazada por la salinización y la reducción del caudal de los ríos.
- Aumento de la sedimentación
- Aumento de la incidencia de las inundaciones, que provocan daños en los cultivos, las infraestructuras y las viviendas.
- Conflictos por el uso del agua entre los distritos de riego y los usuarios del agua, especialmente en épocas de sequía, cuando se reclama su racionamiento. Por ejemplo, algunos usuarios de aguas abajo eliminan las zanjas situadas aguas arriba, para que el agua sea reconducida a sus sistemas de riego
- Falta de presencia institucional en los territorios que conlleva una falta de gobernanza; y actuaciones desarticuladas en el territorio.
- Competencia entre organizaciones gubernamentales diferentes y no alineadas.

#### 6.4.2 Resolución de conflictos

En general, CORPAMAG tiene la responsabilidad global de la resolución de conflictos sobre cuestiones de disponibilidad y escasez de agua; sin embargo, la resolución activa de conflictos sobre el terreno es inexistente en la región. La autoridad ambiental explica esta deficiencia por la falta de recursos y el amplio abanico de responsabilidades. En las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla se están llevando a cabo varias iniciativas para la resolución de conflictos:

- La PCA se considera una eficaz Plataforma de Partes Interesadas en el Agua para articular los intereses de las diferentes partes interesadas; sin embargo, los participantes de la PCA afirman que la PCA está todavía en fase de diagnóstico y que su aplicación podría ser más rápida.
- CORPAMAG y ASBAMA están trabajando juntos en una agenda ambiental - Agenda Ambiental- para tomar medidas preventivas entre los productores de banano.
- A principios de mayo se abrió un nuevo espacio de diálogo entre las comunidades, las autoridades y los actores agroindustriales, organizado por un estudiante que realizó un documental sobre la lucha por la seguridad hídrica de las comunidades río abajo. La agroindustria no acudió a este evento, pero los actores participantes acordaron repetirlo para dar pasos hacia la seguridad hídrica en la cuenca.

Las entrevistas con las partes interesadas de la cuenca llevan a la conclusión de que hay muchas iniciativas de gobernanza, que deberían estar mejor alineadas y enfocadas. Las partes interesadas indican que hay muchas iniciativas en curso, pero que están mal alineadas y que les gustaría ver objetivos de proyectos más integrales para evitar trabajar en iniciativas separadas. Por ejemplo, hay múltiples proyectos relacionados con los paisajes sostenibles y la biodiversidad que podrían estar mejor alineados:

- El proyecto de áreas protegidas en la cuenca del río Magdalena del WFF y PNN
- El proyecto de gobernanza territorial en paisajes sostenibles, financiado por la Unión Europea y ejecutado por la FAO y el INVEMAR
- El proyecto GEF 7 Conservación y uso sostenible de la Ciénaga Grande de Santa Marta del INVEMAR y el BID,
- En Río Frío se está trabajando en la identificación de anfibios en la Sierra Nevada de Santa Marta por PNN y la quebrada Cebolleta, este proyecto es liderado por la fundación Atelopus. Seguridad hídrica: Una adaptación al cambio climático con un enfoque hidro-social en el Caribe colombiano. Proyecto en

formulación, liderado por AGROSAVIA, articulado con la Universidad del Magdalena, el Instituto Javeriano del Agua y la UDCA.

# 7 Análisis de la gobernanza del agua en las cuencas del Río Frío y del Sevilla

## 7.1 Sistema de gobernanza del agua

Este capítulo analiza la gobernanza del agua en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla en la región del Magdalena. El análisis da como resultado una visión general de la gobernanza del agua y proporciona recomendaciones para la zona de interés mediante la recopilación de información procedente de diversas fuentes, especialmente:

- La bibliografía disponible;
- Una ronda de entrevistas y una sesión de taller con las principales partes interesadas
- Visitas de campo con Cenipalma, ASORIOFRIO y ABOSEVILLA;
- Comunicaciones interpersonales.

### 7.1.1 Definición

La gobernanza del agua, tal y como la definen Rogers y Hall (2003), es una "gama de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que existen para desarrollar y gestionar los recursos hídricos y la prestación de servicios de agua, en diferentes niveles de la sociedad" (PNUD, 2013). En otras palabras, la gobernanza del agua abarca el sistema por el cual se determina quién tiene derecho al agua, y cuándo y cómo se ponen los recursos hídricos a disposición de los usuarios del agua junto con sus servicios y beneficios relacionados. Aunque son conceptos interdependientes, la gobernanza del agua no debe confundirse con la gestión del agua y la gestión integrada de los recursos hídricos, que son procesos pragmáticos para la gestión de los recursos hídricos, que promueven el desarrollo y la gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social resultante de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (GWP, 2000)

La "Guía del usuario sobre la evaluación de la gobernanza del agua" elaborada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2013) describe las cuatro dimensiones fundamentales de la gobernanza del agua, como se muestra en la figura siguiente. Es importante revisar estas dimensiones al analizar las dinámicas dentro de la gobernanza del agua.

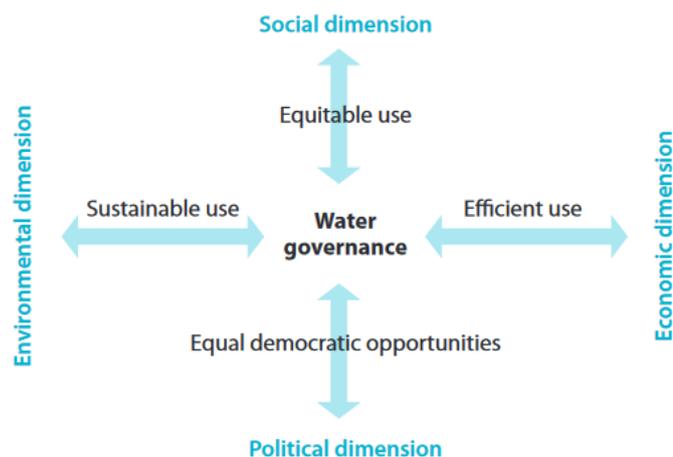


Figura 7-1 Las cuatro dimensiones de la gobernanza del agua, definidas por Tropp, H., "Water Governance Challenges", en World Water Assessment Programme, 2006, The United Nations World Water Development Report 2: Water, a shared responsibility, UNESCO, París. Extraído del PNUD (2013)

El PNUD recomienda además revisar tres componentes clave a la hora de realizar una evaluación de la gobernanza del agua:

- Actores e instituciones. Este componente proporciona un marco que ayuda a construir una primera comprensión del sistema de gobernanza existente. Los principales actores del área de interés se han presentado previamente en el capítulo 3 de este estudio.
- Evaluación del rendimiento. El siguiente apartado 6.2 ofrece las aclaraciones pertinentes.
- Principios de gobernanza. Este componente ayuda a analizar cómo se comportan las partes interesadas y cómo se relacionan entre sí. A este respecto, se ofrecen detalles en el apartado 7.3 de este informe

## 7.2 Indicación del comportamiento del sistema de gobernanza del agua

Esta evaluación tiene como objetivo establecer el estado del sistema de gobernanza del agua en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. Aumentar el conocimiento sobre el rendimiento de la gobernanza del agua permite identificar posibles carencias en el sistema, y así llamar la atención sobre los aspectos clave que podrían mejorar de cara a las acciones sobre el terreno. Para ello, el Marco de Indicadores de Gobernanza del Agua de la OCDE inspiró la evaluación de la situación de los marcos políticos de gobernanza del agua (qué), las instituciones (quién) y los instrumentos (cómo), y sus necesarias mejoras a lo largo del tiempo.

Para establecer el índice de rendimiento de la gobernanza del agua sobre los componentes clave del sistema hídrico se utilizó una línea de base de cinco escalas de semáforo. El índice I (verde) representa el escenario óptimo en el que la gobernanza del agua está en marcha y funciona plenamente sin mayores problemas. Por el contrario, el índice V (rojo) señala que la dimensión de la gobernanza investigada no existe y no hay planes ni acciones para desarrollarla.

Traffic light baseline					
In place, functioning	In place, partly implemented	In place, not implemented	Framework under development	Not in place	Not applicable
I	II	III	IV	V	0

Esta evaluación del rendimiento se basa en el mapa de partes interesadas, para el que se han distinguido dos niveles de partes interesadas: la entidad responsable con responsabilidades directas por mandato (1er nivel) y las partes interesadas secundarias con función de apoyo o beneficiarios (2º nivel). El cuadro 15 presenta la visión general de la evaluación del rendimiento, que se describe con más detalle en las siguientes subsecciones para los componentes clave del sistema de agua.

Tabla 7-1 Evaluación del rendimiento realizada por Acacia Water. Entidad secundaria, con función de apoyo o beneficiaria. Leyenda del índice de rendimiento presentado debajo de la tabla.

No.	Componentes clave del sistema de agua	Entidad responsable	Entidad de apoyo	Índice de comportamiento
<b>AGUA SUPERFICIAL</b>				
1	Calidad del agua aguas arriba y aguas abajo	- Desconocido	- PNR/PNN - Com. indígena - Campesinos y com. rural.	V
1'	Sierra Nevada de Santa Marta – Calidad del agua	- PNR/PNN - Com. Indígena	- Campesinos and com. rural	II
2	Recursos hídricos superficiales	- MADS - CORPAMAG - ASORÍFRIO - ASOSEVILLA - INVEMAR - IDEAM	- PCA - Asociaciones de agricultores	II
3	Calidad del agua del río	- CORPAMAG - INVEMAR - IDEAM	- Com. indígena - Campesinos y com. rural.	II
4	Control de las aguas superficiales	- CORPAMAG - IDEAM - INVEMAR	- CORMAGDALENA	II
5	Ciénaga Grande de Santa Marta	- CORPAMAG - PNN	- CORMAGDALENA - INVEMAR	II
<b>AGUA SUBTERRANEA</b>				
6	Recursos hídricos subterráneos	- MADS - CORPAMAG	- INVEMAR - PCA	IV
7	Extracción de aguas subterráneas	- CORPAMAG		II
8	Calidad de las aguas subterráneas profundas	- CORPAMAG		V
9	Control y regulación de las aguas subterráneas	- CORPAMAG - SGC	- INVEMAR	IV
<b>RIEGO</b>				
10	Concesión de agua de riego	- CORPAMAG	- PCA	II
11	Asignación y suministro de agua de riego	- CORPAMAG - ASORÍFRIO - ASOSEVILLA	- Asociaciones de agricultores - UPRA - ADR - Alcaldía ZB - SDE & Alcaldía Ciénaga - MADR	II
12	Red de riego	- ASORÍFRIO		II

		- ADR - ASOSEVILLA		
13	Control del riego	- CORPAMAG - ASORÍOFRIO - ASOSEVILLA	- IDEAM	II.
14	Aguas residuales agrícolas	- MADS - CORPAMAG	- PCA	IV
<b>AGRICULTURA</b>				
15	Prácticas agrícolas	- Asociaciones de agricultores - CORPAMAG	- AGROSAVIA - Cenipalma - PCA - AUNAP	II
16	Planificación agrícola y rural	- ADR - UPRA - Alcaldía ZB – SDE & Alcaldía Ciénaga		II
<b>USO DOMÉSTICO DEL AGUA</b>				
17	Suministro de agua doméstica	- MADS - Alcaldía ZB & Alcaldía Ciénaga - Gobernación del Magdalena - Aguas del Magdalena - CORPAMAG	- MADR - PCA - ASORÍOFRIO - ASOSEVILLA	III
18	Efluentes de aguas residuales	- Alcaldía ZB – SDE & Alcaldía Ciénaga - Aguas del Magdalena	- Gobernación del Magdalena - PCA	V
<b>EVENTOS EXTREMOS</b>				
19	Mitigación de la sequía / Control de inundaciones	- UNGRD - Asociaciones de agricultores - Alcaldía ZB & Alcaldía Ciénaga - CORPAMAG	- MADS - CORMAGDALENA - PCA	IV

## Agua superficial

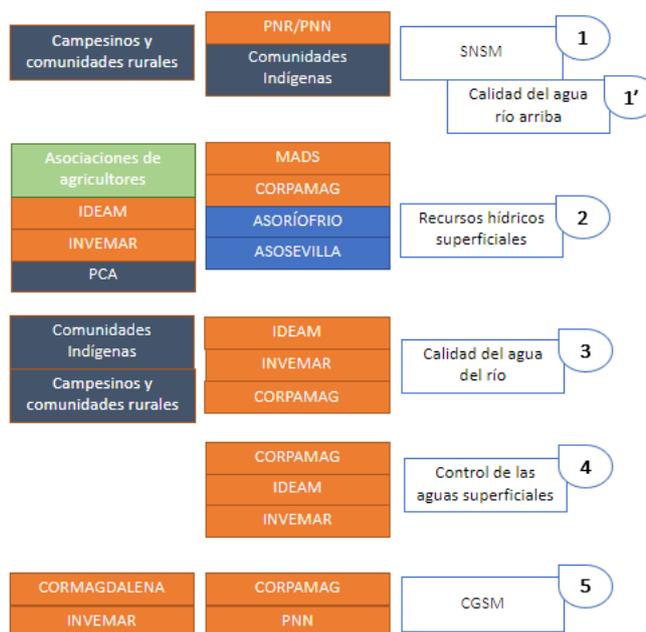


Figura 7-2: Mapa de las responsabilidades de las partes interesadas (nivel 1) y de las funciones de apoyo o beneficiarias (nivel 2) para los aspectos clave de la gobernanza del agua relacionados con las aguas superficiales.

1. Ninguna autoridad parece ser responsable de la calidad del agua aguas arriba. Por el momento no se ha mencionado ninguna actividad de regulación o control. Hay organizaciones de apoyo que participan en iniciativas para mejorar la calidad del agua aguas arriba: PNR/PNN, comunidades indígenas, campesinos y comunidades rurales.
2. El Parque Nacional de la Sierra Nevada de Santa Marta está protegido a través del Sistema de Parques Nacionales Naturales. El gobierno reconoce la importancia de la participación comunitaria y la regula a través de procesos de consulta previa. Sin embargo, la participación de las comunidades indígenas no es sistemática, a menudo no está representada por su ausencia en la PCA. Los detalles del diálogo y las interacciones entre las comunidades indígenas, las comunidades campesinas y el PNR aún no están claros.
3. **Recurso hídrico superficial.** CORPAMAG es la encargada de gestionar los recursos naturales y promover el desarrollo sostenible del Magdalena. El MADS es la entidad pública encargada de definir la Política Ambiental Nacional y promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. El IDEAM es una institución pública que presta apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental. ASORIOFRIO y ASOSEVILLA asignan los recursos hídricos fluviales en la red de riego.
4. **Calidad del agua del río.** CORPAMAG es responsable de la calidad del agua; sin embargo, CORPAMAG no realiza análisis de calidad. INVEMAR realiza muestreos de sedimentos y calidad del agua en la desembocadura del Río Sevilla en la Ciénaga Grande, e INVEMAR evalúa la calidad del agua cerca de la toma de los distritos de agua.
5. **Seguimiento del agua superficial.** El monitoreo de las aguas superficiales es gestionado por la Subdirección de Gestión Ambiental de CORPAMAG. Ellos

manejan las estaciones del IDEAM que se enfocan en las aguas superficiales; sin embargo, no hay un monitoreo permanente de la calidad del agua. ASORIOFRIO toma muestras periódicamente para certificaciones internacionales. CORMAGDALENA podría tener una obra ya que están montando un observatorio (Taller, abril 2022).

6. **Ciénaga Grande de Santa Marta.** CORPAMAG gestiona este humedal Ramsar, priorizado para desarrollar el Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca. Parques Nacionales Naturales es la entidad encargada de gestionar el Santuario de Flora y Fauna de Ciénaga Grande de Santa Marta (SFFCGSM). CORMAGDALENA podría tener una obra ya que están montando un observatorio (Taller, abril 2022).

### Agua Subterránea

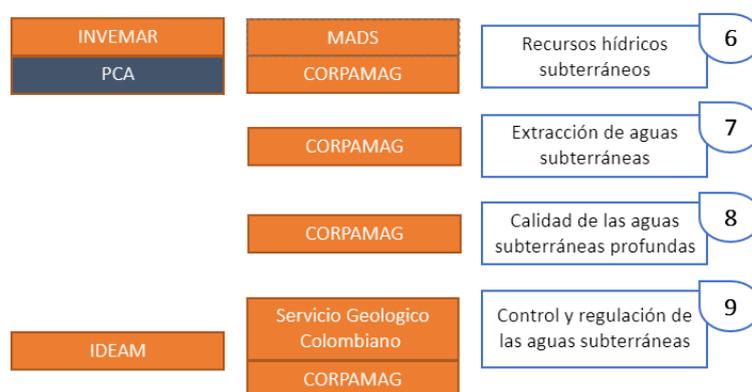


Figura 7-3: Mapa de las responsabilidades de las partes interesadas (nivel 1) y de las funciones de apoyo o beneficiarias (nivel 2) para los aspectos clave de la gobernanza del agua relacionados con las aguas subterráneas.

7. **Recurso hídrico subterráneo.** CORPAMAG se encarga de gestionar los recursos naturales y promover el desarrollo sostenible del Magdalena. Promueve la participación de la comunidad y programas para la protección del medio ambiente, el desarrollo sostenible y el manejo adecuado de los recursos naturales renovables. El sistema hídrico de la Sierra Nevada - Ciénaga Grande de Santa Marta ofrece la oportunidad de contribuir a un proceso de planificación priorizado por la autoridad ambiental local a través del Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca. El MADS es la entidad pública encargada de definir la Política Ambiental Nacional y promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. El INVEMAR realiza investigación básica y aplicada sobre los recursos naturales renovables y el medio ambiente en las costas y los ecosistemas marinos y oceánicos, con el fin de aportar el conocimiento científico necesario para la formulación de políticas y la toma de decisiones. La PCA está preocupado por la sostenibilidad de los recursos hídricos subterráneos (debido a la salinización) y lo incluye en el debate con las partes interesadas
8. **Extracción y concesión de aguas subterráneas.** CORPAMAG se encarga de otorgar las concesiones de aguas subterráneas. También mantiene una base de datos con todas las concesiones de aguas subterráneas realizadas. Sin embargo, esta base de datos no está completa, ya que no todos los pozos de aguas subterráneas tienen una concesión. Por el momento, no está previsto realizar un inventario completo de todos los pozos y extracciones de aguas subterráneas.

9. **Calidad de las aguas subterráneas profundas.** CORPAMAG es responsable de otorgar concesiones de aguas subterráneas y, como parte de las concesiones, se realizan auditorías de seguimiento. La información de campo sobre los cambios en la calidad del agua notificados durante la auditoría puede almacenarse en la base de datos de CORPAMAG.
10. **Monitoreo de las aguas subterráneas.** El Servicio Geológico Colombiano (SGC) es un organismo científico del gobierno colombiano encargado de monitorear las aguas subterráneas. CORPAMAG también debería encargarse de vigilar las aguas subterráneas de la región; en la práctica, no existe ningún plan de gestión o vigilancia del acuífero Ciénaga-Fundación. El IDEAM ha realizado estudios sobre el tema de las aguas subterráneas en la región

#### Uso del agua de riego

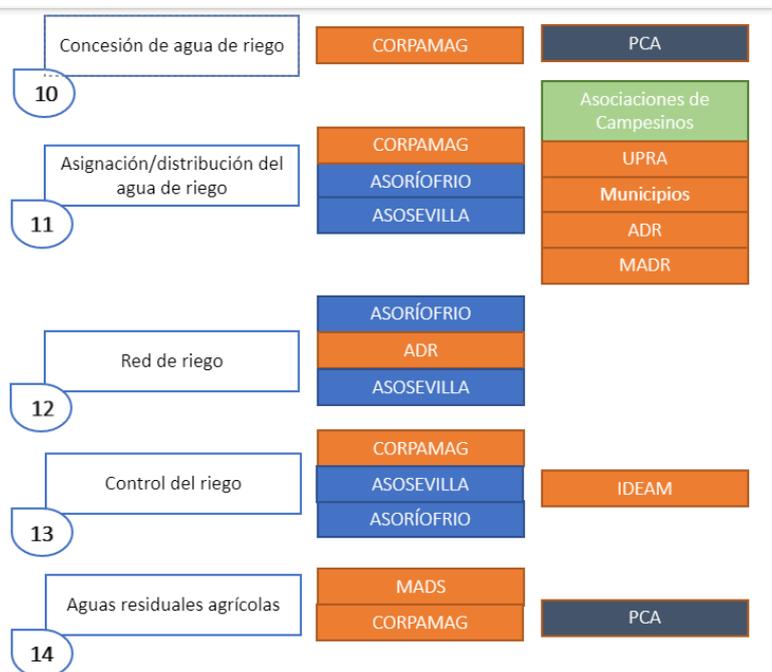


Figura 7-4: Mapa de las responsabilidades de las partes interesadas (nivel 1) y de las funciones de apoyo o beneficiarias (nivel 2) para los aspectos clave de la gobernanza del agua relacionados con el uso del agua de riego.

11. **Concesión de agua para riego.** CORPAMAG se encarga de gestionar la disponibilidad de agua y otorga permisos, concesiones y licencias. Alrededor del 80% está concesionado al sector agrícola y en la práctica son los usuarios prioritarios en caso de sequía; ya que las necesidades de agua de las comunidades locales están cubiertas aunque tienden a ser desatendidas. La estrategia de gobernanza del recurso hídrico se consolidó entre Fedepalma, Cenipalma y CORPAMAG en diciembre de 2021. Sin embargo, ASOSEVILLA y ASORIOFRIO no forman parte de la junta directiva de CORPAMAG, aunque son los principales consumidores de agua. La iniciativa del PCA pretende llenar este vacío, con un enfoque especial en la "Gestión del agua" que incluye temas como la reducción de la demanda de agua y los objetivos de conservación del suministro de agua.
12. **Asignación/distribución del agua de riego.** ASOSEVILLA y ASORIOFRIO asignan el agua del río Frío y del río Sevilla a los distintos usos agrícolas y supervisan que se respete la concesión (asignación legal), determinada por el gobierno regional CORPAMAG. CORPAMAG asigna y gestiona directamente algunas concesiones, pero en general la autoridad medioambiental tiene un papel menor

en las decisiones de asignación/distribución a corto plazo. CORPAMAG tiene la función clave de determinar la asignación de agua a largo plazo (un periodo de 5 a 15 años) mediante el otorgamiento de concesiones. Según los informes, se producen problemas de asignación de agua y conflictos relacionados con ella, especialmente durante los periodos de sequía. La disponibilidad de agua se ve comprometida para los usuarios de aguas abajo debido a la excesiva toma de agua aunque el recurso es limitado. Algunos usuarios de la parte media-baja de los distritos también toman agua ilegalmente, ya que no tienen concesiones de CORPAMAG. En caso de problemas de disponibilidad de agua, los usuarios se ponen en contacto con los distritos de riego y éstos, a su vez, informan a la autoridad medioambiental. Sin embargo, es poco probable que CORPAMAG resuelva los conflictos sobre el terreno, ya que el agua es escasa y de mala calidad. En la práctica, la Unidad de Planificación Rural Agrícola (UPRA) el MADR y los municipios son contactados por ASORIOFRIO y ASOSEVILLA cuando tienen problemas de disponibilidad de agua. La UPRA tiene el mandato a nivel local, aunque su papel es pasivo. El MADR influye en las concesiones de agua de riego, ya que elabora las directrices nacionales sobre las tarifas del agua.

13. **Red de riego.** ASOSEVILLA tiene como objetivo la explotación, conservación y mantenimiento de las obras que componen el distrito. La ADR es la propietaria del distrito de riego de ASORIOFRIO y de sus infraestructuras, tomas, canales de riego y canales de drenaje. La ADR es propietaria del sistema de la red de canales de Río Frío, y controla y supervisa técnicamente a ASORIOFRIO que opera y mantiene el sistema. La ADR no puede ejercer una supervisión administrativa a ASOSEVILLA, ya que no forma parte de la entidad. La ADR puede proporcionar herramientas financieras a los distritos de riego. Los distritos pueden acudir a la ADR para generar proyectos de canales de riego, maquinaria, mantenimiento.
14. **Monitoreo del riego.** Aunque CORPAMAG otorga licencias para captar agua para los cultivos, no realiza un seguimiento continuo de las concesiones ni del riego, pero sí realiza auditorías del uso del agua aproximadamente cada seis meses. CORPAMAG sólo dispone de datos históricos de distribución y asignación. El IDEAM dispone de datos históricos y en tiempo real. El IDEAM dispone de 2 puntos para medir el suministro de agua. Sin embargo, la interacción con los distritos de riego es limitada. ASORIOFRIO y ASOSEVILLA realizan mediciones de nivel/caudal de agua desde los canales de su supervisión. El IDEAM tiene un punto de monitoreo de agua dentro del sistema de canales de ASORIOFRIO, y el IDEAM monitorea continuamente la descarga del río justo antes de la toma de los distritos de agua, por lo que contribuye al monitoreo de la toma de agua para riego de los distritos de agua.
15. **Aguas residuales agrícolas.** Para CORPAMAG, el caudal de retorno de las tierras agrícolas al río es de interés mirando el caudal ambiental. La calidad y la cantidad de las aguas de drenaje no son controladas por la mayoría de los productores en este momento. Entre los tres temas de interés del PCA se puede mencionar "Residuos sólidos y vertidos". El MADS ha establecido un formato de permiso de vertimiento que debe ser diligenciado por toda persona natural o jurídica que realice actividades agropecuarias que generen el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua. Se informó que la producción de café es altamente contaminante durante la fase de proceso, causando problemas a los usuarios aguas abajo.

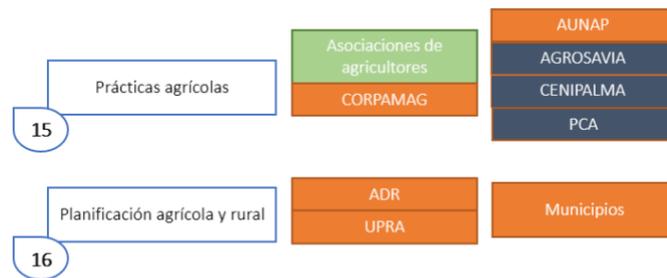


Figura 7-5: Mapa de las responsabilidades de las partes interesadas (nivel 1) y de las funciones de apoyo o beneficiarias (nivel 2) para los aspectos clave de la gobernanza del agua relacionados con la agricultura.

16. **Prácticas agrícolas.** CORPAMAG promueve programas para la protección del medio ambiente, el desarrollo sostenible y el manejo adecuado de los recursos naturales renovables. El propósito de AGROSAVIA es trabajar en la generación de conocimiento científico y en el desarrollo tecnológico agropecuario para mejorar la competitividad de la producción, la equidad en la distribución de los beneficios de la tecnología y la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales (por lo tanto también de los recursos hídricos). Lo mismo puede decirse de Cenipalma y otros institutos de investigación y ONGs. La asociación de agricultores AUGURA está trabajando en un proyecto de 7.000.000 euros liderado por el MADR, financiado por el Fondo Verde del Clima, para reducir su huella de carbono y trabajar a nivel agronómico para encontrar variedades o cultivares más resistentes a la variabilidad climática. La iniciativa PCA fomenta el debate entre las partes interesadas y pretende llenar el vacío existente en el sistema de gobernanza, centrándose especialmente en la "gestión del agua", que incluye temas como la reducción de la demanda de agua y el objetivo de conservación del suministro de agua
17. **Planificación agrícola y rural.** La ADR es la entidad adscrita al Ministerio de Agricultura encargada de estructurar, cofinanciar y ejecutar planes y proyectos integrales de desarrollo agrícola y rural con enfoque territorial para contribuir a la transformación del campo. La UPRA, adscrita al Ministerio de Agricultura, se encarga de planificar el uso eficiente de la tierra, definir los criterios y crear los instrumentos necesarios para ello. Los municipios apoyan y orientan la planificación estratégica agrícola y rural.

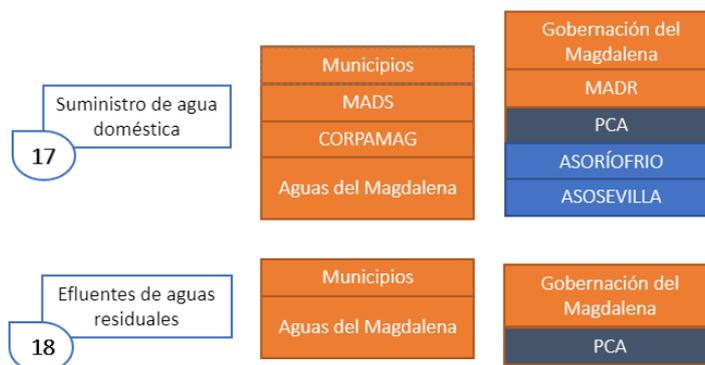


Figura 7-6: Mapa de las responsabilidades de las partes interesadas (nivel 1) y de las funciones de apoyo o beneficiarias (nivel 2) para los aspectos clave de la gobernanza del agua relacionados con el uso doméstico del agua.

18. **Suministro de agua doméstica.** El SDE del municipio de Zona Bananera (Alcaldía de Zona Bananera) es responsable de garantizar la prestación de servicios de agua a la población local. CORPAMAG otorga una concesión al municipio; sin embargo, parece tener una prioridad menor en cuanto a la asignación de agua, especialmente en caso de sequía. La iniciativa del PCA pretende llenar el vacío en el sistema de gobernanza, centrándose especialmente en la "gestión del agua", que incluye temas como la reducción de la demanda de agua y el objetivo de conservación del suministro de agua. Aguas del Magdalena se compromete a la realización y ejecución de obras de infraestructura en sistemas sostenibles de abastecimiento de agua y alcantarillado para las comunidades urbanas y rurales, pero la ejecución y el mantenimiento son responsabilidad de los municipios.
19. **Efluentes de aguas residuales.** La Alcaldía de Zona Bananera es responsable del desarrollo de un sistema de alcantarillado, a través de unidades especiales o secretarías de despacho; en este caso es la Secretaría de Desarrollo Económico (SDE). Sin embargo, en la práctica, la cuenca del Río Sevilla no está equipada con un sistema de alcantarillado. La iniciativa del PCA fomenta el debate entre las partes interesadas y pretende llenar el vacío en el sistema de gobernanza, con especial atención a los "Residuos sólidos y su eliminación", por lo que el tema está en discusión. Aguas del Magdalena es el gestor del PDA (Plan Departamental de Aguas), son una entidad que trabaja conjuntamente con la gobernación en cada uno de los proyectos que se realizan. No se encargan de la operación de los servicios, se encargan de la construcción de los sistemas de acueducto y alcantarillado en el departamento del Magdalena en los centros poblados, en la zona rural y en la zona urbana.

## Eventos extremos



Figura 7-7: Mapa de las responsabilidades de las partes interesadas (nivel 1) y de las funciones de apoyo o beneficiarias (nivel 2) para los aspectos clave de la gobernanza del agua relacionados con los fenómenos extremos.

20. **Mitigación de la sequía y control de las inundaciones.** La UNGRD (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres) dirige la implementación de la gestión del riesgo de desastres. En este momento, todavía no existe un sistema de alerta funcional. ASBAMA (Asociación de Bananeros del Magdalena) lideró la creación de una mesa de agua para discutir y buscar soluciones a los problemas de regulación del agua en la zona (inundaciones en época de lluvias, escasez en época de sequía). Se convocó a todos los gremios, excepto a los indígenas. Se hicieron varios estudios para presentar soluciones pero la iniciativa no tuvo continuidad por falta de interés de los actores en invertir. A partir de la información recopilada en la sesión del taller, los municipios hacen planes de riesgo a nivel municipal y distrital. La PCA también discute el riesgo de inundaciones y sequías en las mesas redondas de la plataforma de actores.

### 7.3 Evaluación de la gobernanza del agua y la GIRH

El sistema de gobernanza del agua puede evaluarse con arreglo a los Principios de la OCDE sobre la Gobernanza del Agua, un marco analítico destinado a identificar posibles puntos de acción para seguir potenciando y mejorando la gobernanza del agua y la gestión integrada del agua en las cuencas hidrográficas. Los Principios se desarrollaron a través de un enfoque ascendente y de múltiples partes interesadas dentro de la Iniciativa de Gobernanza del Agua (WGI) de la OCDE. Los Principios se agrupan en torno a tres dimensiones principales de gobernanza: 1) eficacia, 2) eficiencia y 3) confianza y compromiso. Cada una de estas dimensiones contiene cuatro principios, como se muestra en la figura siguiente.

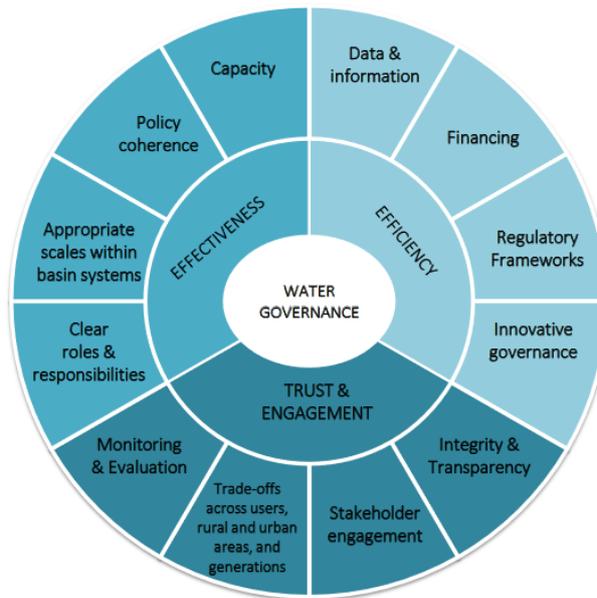


Figura 7-8. Los principios de la OCDE sobre la gobernanza del agua (fuente: OCDE, 2015). Los principios de gobernanza del agua de la OCDE se agrupan en torno a tres dimensiones principales de gobernanza. Cada una de estas dimensiones contiene cuatro principios.

Los Principios de la OCDE sobre la gobernanza del agua se han elaborado partiendo de la premisa de que no existe una solución única para los problemas del agua en todo el mundo, sino una serie de opciones que se basan en la diversidad de los sistemas jurídicos, administrativos y organizativos dentro y fuera de los países. La OCDE reconoce que la gobernanza es muy contextual, que las políticas del agua deben adaptarse a los diferentes recursos hídricos y lugares, y que las respuestas de la gobernanza tienen que adaptarse a las circunstancias cambiantes.

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es un concepto global que agrupa múltiples principios que garantizan que se toquen los tres pilares de gobernanza de la OCDE. Los enfoques de la GIRH implican la aplicación de conocimientos de varias disciplinas, así como de las percepciones de las diversas partes interesadas, para concebir y aplicar soluciones eficientes, equitativas y sostenibles a los problemas del agua y el desarrollo. Como tal, la GIRH es una herramienta integral y participativa de planificación y aplicación para gestionar y desarrollar los recursos hídricos de forma que se equilibren las necesidades sociales y económicas, y se garantice la protección de los ecosistemas para las generaciones futuras. Los múltiples usos del agua -para la agricultura, para la salud de los ecosistemas, para las personas y los medios de subsistencia- exigen una acción coordinada. El enfoque de la GIRH es, por lo tanto, intersectorial, y pretende ser un proceso abierto y flexible, y reunir a todas las partes interesadas para establecer políticas y tomar decisiones sólidas y equilibradas en respuesta a los desafíos específicos del agua.



Figura 7-9. El proceso práctico de GIRH recomendado por Acacia Water. El bucle de actividades en Río Frío y Río Sevilla está en marcha a través de diferentes iniciativas. En este caso, el diálogo no se lleva a cabo a través de las Organizaciones de Gestión de Cuencas, sino a través de las reuniones de la mesa redonda del PCA. La ejecución de las intervenciones se lleva a cabo por muchas partes interesadas en las cuencas.

Como se describe en este informe, la gobernanza del agua de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla se ha desarrollado a lo largo de los años por separado y ha dado lugar a diferentes sistemas de gobernanza del agua. También en el caso de Colombia, no existe una solución única para los desafíos del agua, y a lo largo de los años se ha desarrollado un sistema de gobernanza del agua a medida, que seguirá desarrollándose en el futuro. En el caso de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla, ya se han puesto en marcha o se han planificado acciones a corto, medio y largo plazo relacionadas con cada uno de los principios de gobernanza del agua de la OCDE: Eficacia, Eficiencia y Confianza y Compromiso. Hay varias iniciativas sobre el terreno ya realizadas o en marcha, como el proyecto de desarenado, rehabilitación y reforestación de 13 km de cauce cerca de la desembocadura hacia la Ciénaga Grande. En este proyecto participan Fundeban, Asoriofrío, Ecopetrol, Corpamag, entre otros (Parada et al. 2015). Prosierra trabaja junto con las comunidades indígenas y los productores de café de la cuenca media en temas de reforestación, educación ambiental y mitigación de riesgos. También INVEMAR, por ejemplo, presenta un panorama de monitoreo anual de la Ciénaga Grande. (Parada et al, 2015).

Y también iniciativas nacionales, como el desarrollo de la herramienta de monitoreo Geoambiental de CORPAMAG. Todavía hay posibles puntos de acción sobre la gobernanza del agua y la GIRH que se pueden implementar para las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. Las recomendaciones aquí expuestas pueden ser incorporadas en un futuro Plan de Gestión de los Recursos Hídricos para las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla en colaboración con CORPAMAG y la PCA.

### Eficacia

#### Funciones y responsabilidades claras, capacidad

Para una buena gobernanza del agua, se recomienda promover la inclusión de todas las partes interesadas e identificar el papel que cada una puede desempeñar en la gobernanza del agua. Esto es aplicable a todos los niveles de gobierno: elaboración de políticas, aplicación de políticas, gestión operativa y regulación y aplicación.

El diálogo de las mesas redondas del PCA contribuye a aclarar las funciones y responsabilidades de las partes interesadas en la gestión del agua de las cuencas. Las partes interesadas en el taller indicaron que también es necesaria una visión conjunta de la región. En la actualidad, se observan iniciativas de muchos sectores, pero se necesita una visión conjunta y a largo plazo. Esto se refiere a los objetivos comunes, pero también a entrelazar con los planes de los municipios para una mejor integración de las acciones sobre el terreno.

La GIRH y la toma de decisiones basada en hechos subraya la necesidad de un seguimiento e investigación continuos y elaborados para elaborar la base de conocimientos de Río Frío y Río Sevilla, con el fin de asegurar una visión sostenible para un horizonte futuro. Actualmente, el PCA está desarrollando una herramienta que comunicará el estado de las cuencas, lo que apoyará el establecimiento de prioridades y la planificación estratégica para las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla.

Las partes interesadas indican que, si bien existen leyes y reglamentos nacionales a los que atenerse, éstos a menudo no se adaptan a la situación específica de las cuencas del río Frío y del río Sevilla. Esto supone un reto a la hora de establecer las prioridades y la planificación estratégica. A todas las partes interesadas les interesaría que se desarrollaran planes flexibles y a medida para la región. Sería bueno identificar las posibilidades de adaptar las leyes y reglamentos vigentes para que se ajusten al contexto local.

Las funciones y responsabilidades de las diferentes partes interesadas están directamente relacionadas con su capacidad como factor limitante. La capacidad puede consistir en recursos financieros o en conocimientos (por ejemplo, relacionados con la metodología de supervisión). Sería bueno identificar y abordar las carencias de capacidad para las diferentes funciones y responsabilidades, por ejemplo en la aplicación de la normativa sobre el terreno

### **Escalas adecuadas dentro de los sistemas de Cuenca**

El proceso de GIRH comienza con una sólida base de conocimientos. En la práctica, sin embargo, el desarrollo de una buena base de conocimientos no es sencillo. Los retos surgen al recopilar, procesar y cartografiar los resultados. En el caso de los recursos hídricos subterráneos, una situación en 3D se traduce en mapas en 2D. Los datos socioeconómicos suelen almacenarse basándose en los límites administrativos y necesitan correcciones para la delimitación de las áreas de origen hidrológico. Por lo tanto, se recomienda, por ejemplo, recopilar conjuntos de datos cuadrículados sobre la densidad de población, ya que son de gran valor en las evaluaciones de la demanda de agua a mayor escala. En cuanto a los recursos hídricos subterráneos, hay que tener en cuenta toda la extensión del acuífero en la gestión sostenible del agua, que es más amplia que las cuencas hidrológicas; véase también la extensión del acuífero en la Figura 2-3.

En cuanto a la asignación de agua, las zonas que reciben el servicio de ASOSEVILLA y ASORIOFRIO (las captaciones de los canales artificiales) atraviesan los límites de la cuenca hidrológica. Por lo tanto, en la comunicación y las evaluaciones es importante referirse claramente a la zona de interés.

En cuanto a la disponibilidad local de agua, las precipitaciones y los flujos de agua superficial son cada vez más variables y menos fiables. Por lo tanto, es clave una evaluación del régimen de lluvias y de los correspondientes cambios de comportamiento y de uso del suelo. También para las evaluaciones de la infraestructura y la demanda de

agua, se recomienda mantener registros detallados de los rendimientos y el uso en lugar de valores promediados. Registrar los cambios y variaciones estacionales, así como destacar las situaciones extremas, es elemental para identificar los impactos del cambio climático en las actividades (agrícolas) de la cuenca. Estos registros ayudan a formular y aplicar medidas de mitigación y adaptación adecuadas.

Además, es importante tener en cuenta que las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla no se detienen en su punto de descarga en la Ciénaga Grande, ya que hay usuarios y sistemas aguas abajo que dependen del flujo de agua dulce de estos ríos. Por lo tanto, es muy importante que la Ciénaga Grande y las comunidades aguas abajo estén representadas en el diálogo, las evaluaciones y la asignación del agua.

### **Coherencia política**

Según las partes interesadas locales que asistieron a la sesión del taller de abril de 2022, las prioridades para la asignación del agua son por ley 1) Abastecimiento doméstico, 2) Ecosistema, es decir, caudal ambiental, riego y silvicultura y 3) otros usos. En la práctica, las comunidades locales no son las beneficiarias prioritarias teniendo en cuenta la falta de red de suministro de agua. Aquí hay un desajuste entre la política y la práctica. Sería bueno empezar a llenar el vacío de conocimientos sobre la demanda y el suministro de agua doméstica para esforzarse por conseguir una red de suministro de agua que satisfaga las demandas de los habitantes

Además, es un claro desafío que el caudal ambiental, el riego y la silvicultura sean conceptos amplios en cuanto a la terminología, ya que esto todavía deja espacio para el debate sobre la asignación del agua entre las partes interesadas. Una estrategia claramente definida y transparente sobre la asignación del agua contribuirá a una gestión eficaz del agua en las cuencas.

### **Eficiencia**

#### **Datos e información**

El proceso de GIRH y la gobernanza del agua comienzan con una sólida base de conocimientos. Por lo tanto, es clave producir, actualizar y compartir datos e información oportunos, coherentes, comparables y relevantes para las políticas sobre el agua, y utilizarlos para orientar, evaluar y mejorar las políticas del agua (OCDE, 2015). La información se recoge con diferentes métodos y se registra en diferentes unidades. Para garantizar el intercambio de información fiable, es importante aclarar los métodos de recogida de datos. Por ejemplo, ¿es sólo el contador de agua un método aceptado para recoger información sobre el uso real del agua? ¿O también se aceptan las estadísticas de las bombas y cuentan con la confianza de todas las partes interesadas?

Se recomienda proporcionar orientación sobre los formatos y las formas de recoger y compartir datos que puedan utilizarse para múltiples fines. También se recomienda una base de datos unida (de acceso abierto) para los datos de seguimiento con el fin de garantizar una toma de decisiones basada en hechos. También se recomienda compartir las iniciativas en curso (de aplicación) con una plataforma central (como PCA) u otra plataforma de comunicación comunitaria.

#### **Financiación**

Actualmente existe un sistema de tarificación del agua agrícola de los distritos de agua a los productores, que cubre el costo del agua real y del servicio prestado. CORPAMAG tiene su sistema de tarificación del agua con los productores (con concesiones directas) y los distritos de agua. Se trata de un sistema de tarificación estándar. Las directrices nacionales para la tarificación del agua para uso agrícola son establecidas por el MADR. Otros mecanismos de financiación que pueden explorarse se basan en principios

alternativos, como los principios de "quien contamina paga" y "el usuario paga", así como el pago por servicios ambientales (OCDE, 2015).

La PCA organiza mensualmente mesas redondas con las partes interesadas. Para estas actividades es necesario el apoyo financiero para su facilitación. Por lo tanto, la facilitación del diálogo entre las partes interesadas es en sí misma una actividad que requiere apoyo para su realización, por lo que se requiere proponer mecanismos financieros para su implementación sostenible.

También existe la oportunidad, con el presupuesto del municipio o del gobierno regional, de adquirir y gestionar tierras en la parte media y alta de las cuencas (fuera de la gobernanza del PNN) que desempeñan un papel clave para garantizar el suministro de agua. Estos terrenos también podrían ser de especial interés medioambiental o desempeñar un papel en las estrategias de conservación y recibir ayuda para la regeneración natural. La adquisición de tierras también podría hacerse con un fondo fiduciario. Prosierra señaló durante una entrevista que las mejoras de la gobernanza del agua sólo serán sostenibles si se dispone de financiación a largo plazo. Si un sistema de gobernanza del agua es capaz de captar y cuantificar el impacto socio ecológico y socioeconómico debido a la buena gobernanza del agua, y el rendimiento de las buenas asociaciones, entonces se pueden encontrar pagadores contingentes que se sumen a un fondo fiduciario de algún tipo. Ese fondo fiduciario puede utilizarse para mantener y optimizar el proceso de gobernanza adaptativa.

### **Marcos normativos**

Esto implica que los marcos reguladores de la gestión del agua sean efectivamente aplicada y ejecutada en pos de los intereses públicos. Por ejemplo, CORPAMAG tiene muchas responsabilidades y tareas, pero no siempre puede lograr todo, entre otras cosas, por falta de recursos y capacidad. Es importante que todos los que utilizan el agua participen en el control y la vigilancia de los recursos hídricos. Uno de los principales retos es que la administración de la propiedad de la tierra y los cambios de uso de la misma no siempre se actualizan continuamente. Por lo tanto, no siempre está claro quién produce qué y dónde. El tipo de producción (riego tradicional frente a riego moderno) y el tamaño de la producción no están del todo registrados. Un mapa de la cubierta vegetal con el registro de los tipos de riego, podría ser la clave para desarrollar una base sólida que garantice una aplicación eficaz y desarrollar una gobernanza del agua que se ajuste a la situación.

### **Gobernanza innovadora**

Las iniciativas en curso para fomentar la experimentación y las pruebas piloto sobre la gobernanza del agua y la eficiencia hídrica, apoyan la extracción de lecciones aprendidas de los éxitos y fracasos, y la ampliación de las prácticas replicables. Para aplicar estas lecciones aprendidas en la gobernanza, se requiere una gobernanza adaptativa e inclusiva. La gobernanza es la gestión definida por normas formales (constitución y leyes) e informales (tradiciones, hábitos y costumbres) (Saras Institute<sup>1</sup>). Las normas informales son más fáciles de adaptar que las formales. Pero incluir a los planificadores estratégicos del nivel nacional en los diálogos locales favorece los futuros cambios en el gobierno nacional.

Los proyectos de ciencia ciudadana pueden llevarse a cabo para garantizar una amplia recogida de datos por parte de los productores sobre, por ejemplo, la calidad de las aguas subterráneas y los problemas de salinización. Un ejemplo de este tipo de

---

<sup>1</sup> <https://saras-institute.org/adaptive-governance/>

proyectos es *Farmers Measure Water*<sup>2</sup> en los Países Bajos, en el que cada agricultor recoge información sobre la calidad del agua en su propio campo agrícola, que se publica en un tablero en línea para apoyar la gestión del agua por parte de la junta local del agua.

Promover el aprendizaje social para facilitar el diálogo y la creación de consenso, por ejemplo, a través de plataformas de redes, medios sociales, tecnologías de la información y la comunicación (TIC) e interfaz de fácil uso (por ejemplo, mapas digitales, big data, datos inteligentes y datos abiertos) y otros medios (OCDE, 2015). Esto puede ser facilitado por una iniciativa nacional como el sitio web de código abierto que proporciona mapas de Colombia<sup>3</sup>.

### Confianza y compromiso

#### **Integridad y transparencia y compromiso de las partes interesadas**

La PCA está utilizando un enfoque de múltiples partes interesadas para sus mesas redondas y el proceso de diálogo, y esto contribuye en gran medida a la participación de las partes interesadas, la transparencia de los planes de acción y las herramientas a desarrollar.

Se puede mejorar la transparencia y la confianza. Establecer mecanismos claros de rendición de cuentas y de control para la elaboración y aplicación de una política del agua transparente. La aplicación de leyes y reglamentos (por ejemplo, para evitar la captación ilegal de agua de canales y ríos) contribuiría a la confianza y al compromiso de las partes interesadas. La difusión de las acciones positivas ya emprendidas también contribuirá a la confianza y el compromiso. Por ejemplo, algunos productores ya han realizado grandes inversiones para cambiar a sistemas de riego más eficientes. La confianza entre los diferentes grupos de partes interesadas aumentaría si los esfuerzos y los impactos beneficiosos de las actividades implementadas se comparten con todo el grupo de partes interesadas. Las mesas redondas del PCA pueden facilitar un entorno de confianza y desempeñar un papel en este sentido. Compartir los datos y la información, los esfuerzos en lo que hacen los socios, los problemas y las necesidades de disponibilidad de agua con todo el grupo de partes interesadas mejorará el compromiso de éstas.

Las comunidades aguas abajo que dependen de la Ciénaga Grande, el mayor ecosistema lagunar-delta del Caribe colombiano, son posiblemente las más afectadas en épocas de sequías y en un futuro próximo si se considera el aumento del nivel del mar. Estas comunidades deben ser reconocidas y estar suficientemente representadas en el proceso de las partes interesadas y en la toma de decisiones de forma transparente. Hay varias organizaciones que pueden defender sus intereses, como el PNR, el INVEMAR, CORPAMAG y, por supuesto, los representantes de las comunidades o los municipios.

Para garantizar una sólida función de amortiguación del agua en las montañas de Santa Marta de Sierra Nevada, es necesario que los interesados conozcan la importancia de estas montañas y de la vegetación natural. La concienciación sobre la importancia de los grupos de interés mejorará la conservación de la vegetación natural e influirá en la planificación estratégica y la toma de decisiones en las cuencas. Se puede iniciar una campaña de sensibilización para destacar la importancia de la Sierra Nevada de Santa Marta en la prestación de servicios económicos y ecológicos.

#### **Compensaciones entre usuarios, zonas rurales y urbanas, y generaciones**

---

<sup>2</sup> <https://boerenmetenwater.nl/>

<sup>3</sup> <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

Habrá que tomar decisiones en las asignaciones de agua, y estas decisiones estarán hechas a la medida del contexto y de los deseos de las partes interesadas de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. Es importante que estas decisiones se basen en conocimientos bien fundados, y que se comprenda y acepte el impacto de estas decisiones para los diferentes usuarios.

Promover el debate público sobre la distribución de los riesgos y los costes asociados a un exceso de agua, a una escasez de agua o a una contaminación excesiva para concienciar a una región concreta, crea un consenso sobre quién paga qué, y contribuye a mejorar la asequibilidad y la sostenibilidad ahora y en el futuro (OCDE, 2015). Para la Ciénaga Grande y los ecosistemas dependientes del agua dulce, el debate público sobre el punto de inflexión (o punto de no retorno) debe ser bien investigado y comunicado con el fin de asignar la cantidad de agua para evitar daños irreversibles a la Ciénaga Grande.

Promover la participación no discriminatoria de las personas en la toma de decisiones, especialmente grupos vulnerables y personas que viven en zonas remotas (OCDE, 2015). Incluir a estas partes interesadas en el diálogo también aumentará la concienciación sobre cuestiones específicas que, de otro modo, no recibirían la misma atención.

### **Seguimiento y evaluación**

En las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla existen varias instituciones dedicadas al seguimiento y la evaluación. En el taller de las partes interesadas, los participantes afirmaron que existe una gran necesidad de estaciones de control adicionales, especialmente en la parte superior de la cuenca. Deberían destinarse fondos adicionales para permitir la adquisición de estas estaciones de control, incluido el apoyo técnico para la instalación y el funcionamiento de, por ejemplo, estaciones de control telemétricas. Además, deberían determinarse las entidades responsables de estos puntos de control adicionales.

Actualmente, muchos tipos de organizaciones y productores privados recogen datos de seguimiento sobre meteorología, disponibilidad y uso del agua. La mayoría de los registros de datos son privados y no se publican. El intercambio de datos y la transparencia sobre la disponibilidad y el uso del agua mejorarían la confianza y el compromiso de todas las partes interesadas para contribuir a una gestión sostenible del agua para todos. La herramienta de apoyo a la toma de decisiones que desarrollará este consorcio contribuirá a dar los primeros pasos en el intercambio de datos y la transparencia en la disponibilidad y el uso del agua.

Durante el taller, los participantes afirmaron que el seguimiento del caudal del río y de la demanda de agua es importante para la toma de decisiones. También es necesario supervisar y controlar la captación no concesionada. La interacción entre las aguas subterráneas y las superficiales también es importante para comprender el riesgo de salinización y cuantificar los recursos hídricos sostenibles disponibles.

En estos tiempos, también la información satelital puede contribuir a la estimación de la disponibilidad y la demanda de agua.

#### **7.3.1 Perspectivas de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla**

La gobernanza del agua también debe considerar los cambios futuros. Se prevé una reducción de las precipitaciones para el Departamento de Magdalena del 24,6% entre 2011 y 2040. El Departamento del Magdalena pasará de tener un clima principalmente

semiárido a un clima árido entre 2071 y 2100 (Parada et al., 2015). Las perspectivas para las cuencas indican que el cambio climático tendrá su efecto en las cuencas, con una disminución del 30% de la escorrentía durante El Niño y un severo excedente de agua de hasta el 40% durante La Niña, ambas proyecciones para el año 2100 (Parada et al., 2015). Esto provoca sequías durante los años de El Niño e inundaciones durante los años de La Niña. La futura reducción de las precipitaciones y los años de El Niño probablemente darán lugar a una fuerte escasez de agua experimentada por todas las partes interesadas.

Además, la Ciénaga Grande y las tierras agrícolas adyacentes a la Ciénaga Grande (por ejemplo, la Zona Bananera) se verán afectadas por el aumento del nivel del mar. El IDEAM presenta dos escenarios, un aumento de 0,3 m para el 2030, y un aumento de 1m para el 2100. Si se produce una subida del nivel del mar de 1 m, los pueblos que rodean la Ciénaga se verán fuertemente afectados y parcialmente inundados. El ecosistema de la Ciénaga cambiará, lo que probablemente afectará en gran medida a la población de peces y, por tanto, a los medios de vida de las comunidades pesqueras. Las aves que residen en el sitio Ramsar, también se verán fuertemente afectadas por los cambios resultantes en los peces y la vegetación (dependiente del agua dulce). La disminución de las precipitaciones y la subida del nivel del mar repercutirán en la salinización de los recursos hídricos subterráneos, los pantanos, los manglares y otras masas de agua.



Figura 7-10. Un pescador de la Ciénaga Grande utilizando el viento para volver a casa después de una larga noche de pesca. Depende por completo de una próspera población de peces para ganarse la vida. Imagen de Acacia Water

Esta perspectiva pone de manifiesto la importancia de asegurar la función de amortiguación del agua de las montañas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Al mantener la vegetación natural en condiciones óptimas, la cubierta vegetal y la capa superior del suelo actuarán como amortiguadores del agua para almacenar las precipitaciones. Durante los eventos de lluvia, esto reducirá las inundaciones aguas abajo, y después de los eventos de lluvia, el caudal base de los ríos será mayor debido a la liberación retardada de la lluvia infiltrada desde los suelos a los ríos. Las funciones de amortiguación del agua y de lucha contra la erosión pueden reforzarse con las intervenciones 3R, que garantizan la recarga, la retención y la reutilización del agua en los ríos y el paisaje (Mekdaschi Studer, R. y Liniger, H. 2013.). Ejemplos de ello son los embalses, o las presas de gaviones para reducir la velocidad y disminuir el transporte de sedimentos por el río, o las zonas de protección de las riberas, para estabilizar los

márgenes del río y apoyar el crecimiento de la vegetación para la protección natural contra la erosión.

Los recursos hídricos subterráneos pueden mejorarse mediante sistemas de recarga gestionada de acuíferos (MAR) o sistemas de almacenamiento y recuperación de acuíferos (ASR). El proyecto RECARBA apoyó la viabilidad de un futuro piloto para un sistema ASR. El proyecto constó de 4 fases, y las actividades de estas cuatro fases dieron como resultado un conjunto de cálculos, mapas, directrices y herramientas que se utilizarán cuando se considere la instalación de pilotos de ASR para productores de plátano de tamaño medio en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla. Los resultados también proporcionaron la base para futuras evaluaciones sobre el impacto de los sistemas ASR en las cuencas.

También la mejora de la eficiencia en el uso del agua (y de los fertilizantes y herbicidas) en las prácticas de riego contribuirá a reducir la presión sobre los recursos hídricos disponibles en las cuencas fluviales. Ya son muchos los productores (especialmente en el sector del plátano) que han hecho el cambio al riego por aspersión y por goteo. La transferencia de los demás productores que todavía riegan de forma más tradicional y menos eficiente necesita un buen entorno propicio. Al mismo tiempo, es importante garantizar que no se amplíe más la superficie de riego, ya que entonces volverá a aumentar la demanda de agua. La transferencia a técnicas de riego más modernas está respaldada por la investigación y los proyectos piloto. Varios proyectos e instituciones de investigación están contribuyendo a la base de conocimientos y a las posibilidades de mejorar la eficiencia del uso del agua. Un consorcio formado por FutureWater, Solidaridad, Cenipalma y Delphy ha trabajado conjuntamente en un estudio de viabilidad sobre el riego eficiente de zonas de palma aceitera en la cuenca del Río Sevilla, identificando varias técnicas para mejorar la eficiencia del agua. También los agentes de extensión de, por ejemplo, Cenipalma contribuyen a la distribución de conocimientos y prestan apoyo a los productores. Las organizaciones de investigación de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla se están acercando activamente a los agricultores, y la adopción de métodos de riego mejorados en la región está aumentando. Pero también hay que mejorar los mecanismos de financiación. Actualmente el préstamo bancario a los productores es de 5 años, mientras que el tiempo de retorno de la inversión es de 7 años. Esto supone un gran obstáculo para muchos productores que quieren implantar un sistema de riego más eficiente en el uso del agua.

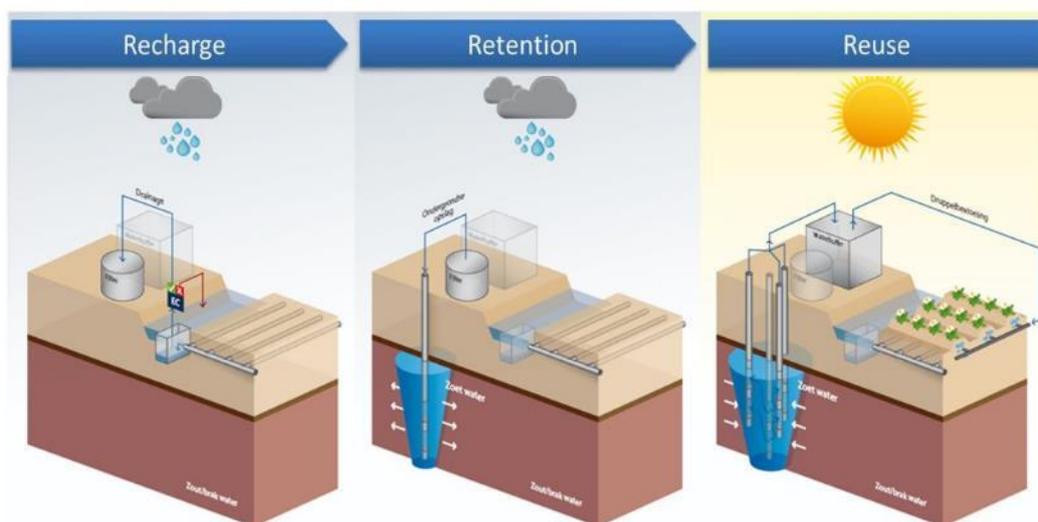


Figura 7-11. Un ejemplo de sistema de almacenamiento y recuperación de acuíferos (ASR). Imagen de Acacia Water.



## 8 Conclusiones

Esta evaluación de la línea de base de los recursos hídricos y el análisis de la gobernanza del agua se desarrolló para las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla en la región del Magdalena en Colombia. Las cuencas se enfrentan cada vez más a desafíos entre los diferentes usuarios del agua, tanto en términos de cantidad como de calidad. Dentro de estas cuencas, la mayor parte del agua disponible se utiliza predominantemente para el riego de las plantaciones de palma de aceite y banano. La sostenibilidad de estos sistemas de producción se ve amenazada por la escasez de agua y las prácticas de riego ineficientes, la alternancia en la disponibilidad de agua (escasez durante las estaciones secas frente a frecuentes inundaciones en las temporadas de lluvia) debido al cambio climático, y otros problemas ambientales como la intrusión salina y la erosión del suelo. La disminución de las descargas de los ríos en la temporada seca también significa que el acceso al agua (que es proporcionada por las asociaciones de riego (ASOSEVILLA y ASORIOFRIO)) es restringido. La imprevisibilidad del suministro de agua plantea dificultades. No sólo los productores agrícolas sufren estos problemas, sino también la población rural y los ecosistemas naturales, ya que el racionamiento de agua durante la temporada seca no sólo afecta al agua utilizada para el riego, sino también al agua destinada al uso doméstico y al medio ambiente.

Esta evaluación de referencia es el primer resultado de este proyecto. En el siguiente paso, se desarrollará un sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS) para mejorar la asignación de agua entre todos los usuarios. Varias partes interesadas han puesto en marcha iniciativas para apoyar el uso sostenible de los recursos hídricos en la región del Magdalena, y la más notable es la Plataforma Custodia del Agua (PCA), que reúne a un amplio grupo de partes interesadas para apoyar el uso sostenible de los recursos hídricos. Para apoyar el desarrollo de la DSS, este informe presenta una evaluación de las partes interesadas de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla, combinada con una evaluación de referencia para valorar el estado de las fuentes de agua identificadas. Este informe también identifica las lagunas de conocimiento sobre estos temas.

Tanto el Río Frío como el Río Sevilla, que nacen en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), desembocan en el humedal de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Tanto la SNSM como la CGSM son dos ecosistemas muy ricos, muy sensibles al cambio y con una gran biodiversidad. Las sequías han impactado significativamente el sector productivo, los ecosistemas y las comunidades (pesqueras). Este estudio demostró que no hay consenso entre las diferentes fuentes sobre la superficie de producción por tipo de cultivo por cuenca o distrito de riego.

El suministro de agua fluvial a los productores agrícolas está organizado por ASORIOFRIO y ABOSEVILLA. Dividen el agua entre los canales en función de las hectáreas abastecidas por el canal. En tiempos de sequía, todos los productores reciben menos agua. La eficiencia del riego es baja, especialmente en la mayoría (~80%) de las plantaciones de palma de aceite que todavía se riegan con inundación superficial. Ambas cuencas tienen importantes problemas de carga de sedimentos debido a la erosión aguas

arriba y a la mala calidad del agua, en gran parte debido a la falta de un sistema de alcantarillado.

Si se observa el balance hídrico de ambas cuencas, es evidente que durante la temporada seca la demanda de agua supera con creces el agua de captación disponible. Además, si no se tiene en cuenta el caudal ambiental (que puede calcularse de diferentes maneras en la zona de estudio), la disponibilidad de agua no es suficiente para todos los productores. Este déficit hídrico puede cubrirse en parte, pero no totalmente, con agua procedente de embalses y pozos de agua subterránea. En épocas de sequía, todos los productores reciben, por tanto, menos agua (proporcionalmente), pero también se indicó que algunos agricultores de la parte baja se encuentran en peor situación que los agricultores situados más arriba (o los que tienen mayores extensiones de tierra). Los mecanismos alternativos para hacer frente a la situación son el uso de aguas subterráneas o de pequeños embalses, que en gran medida no están controlados. Las conclusiones del informe se basan en las aportaciones de las partes interesadas, pero no han sido presentadas ni aprobadas por ellas.

## 8.1 Vacíos de datos en la evaluación de referencia de los recursos hídricos

### Límites de la Cuenca poco claros

La existencia de redes de canales en las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla implica que el agua superficial se desvía más allá de los límites hidrológicos de las cuencas. Los límites de las redes de riego artificiales se han identificado de forma aproximada, pero es necesario realizar un ejercicio de cartografía completo. Esta información es crucial para determinar las zonas de producción en el distrito de riego y, por tanto, la demanda exacta de agua de riego y la escorrentía superficial potencial que sale del sistema

### Cobertura del suelo y sistemas de producción de riego

El uso real de la tierra no se conoce con claridad. La información encontrada en estudios anteriores sobre la cubierta vegetal y las zonas de riego no coincide o no corresponde con la información obtenida de las partes interesadas. Las áreas de producción son las más documentadas en el caso de las plantaciones de banano y palma de aceite; en el caso de los demás tipos de cobertura del suelo y cultivos, las áreas de producción no están bien documentadas en los registros. Los métodos de riego utilizados en cada campo tampoco suelen estar especificados o documentados entre riego superficial, por aspersión o por goteo. En conjunto, esto implica que la demanda real de agua para el riego no puede determinarse con gran precisión.

### Escorrentía superficial y vertimientos

Hay poca información disponible sobre las partes aguas arriba de las cuencas, ya sea con respecto a la cantidad de agua, la calidad del agua, la demanda de agua o el uso del agua. También hay poca información disponible sobre el flujo de retorno de los campos agrícolas y la red de canales hacia el humedal de Ciénaga Grande. Se identificó que los distritos no cuentan con una infraestructura de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales, y las aguas residuales (domésticas) no son monitoreadas.

### Red de monitoreo centralizado

En las cuencas hay varias instituciones dedicadas al seguimiento y la evaluación, cada una de ellas para sus propias áreas de interés. Además, la mayoría de los productores recogen datos de seguimiento sobre meteorología, disponibilidad y uso del agua. La mayoría de los registros de datos son privados y no se publican. Una red de seguimiento abierta y centralizada mejoraría el intercambio de datos y la transparencia sobre la

disponibilidad y el uso del agua mejoraría la confianza y el compromiso de todas las partes interesadas para contribuir a una gestión sostenible del agua para todos. La herramienta de apoyo a la toma de decisiones que desarrollará este consorcio contribuirá a dar los primeros pasos en el intercambio de datos y la transparencia en la disponibilidad y el uso del agua.

#### Tomas de agua no concesionadas y no controladas de ríos y canales con fines de riego y uso doméstico

No todos los usuarios del agua tienen una concesión de agua en las cuencas del río Frío y del río Sevilla, como los pequeños agricultores, o la demanda de agua de los usuarios supera su concesión de agua concedida. Además, en la práctica las comunidades locales/domésticas no tienen prioridad en los esquemas de asignación de agua. En la cuenca del Río Sevilla, no existe un sistema de suministro de agua para uso doméstico. Para satisfacer su demanda de agua doméstica, el agua se toma del sistema de canales. Esto conduce a tomas de agua no reguladas del río y de los canales, ya sea para fines de riego o para uso doméstico, lo que añade una presión no contabilizada sobre los recursos hídricos disponibles.

#### Escaso control de los embalses y las aguas subterráneas

Los usuarios de agua de las cuencas del río Frío y del río Sevilla recurren al uso de las aguas subterráneas o a los embalses de propiedad privada para su abastecimiento, especialmente cuando se enfrentan a la escasez de agua y a las restricciones de uso del agua que pueden producirse en períodos de sequía. Sin embargo, hay muy poco control sobre el uso de las aguas subterráneas, lo que introduce un sesgo en el balance hídrico. Se desconoce el número de pozos, el número de usuarios y los volúmenes de extracción. CORPAMAG se encarga de otorgar las concesiones de aguas subterráneas, por lo que también se conocen los volúmenes de extracción y el número de pozos registrados oficialmente, pero la base de datos dista mucho de ser completa, ya que hay muchos pozos no registrados.

#### Caudal ambiental

Existen diferentes métodos basados en la hidrología para determinar el caudal ambiental. En el caso de las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla, se aplicó el enfoque de la dinámica fluvial, con la aportación principal del régimen de caudales del río. Esta metodología se centra más en la dinámica fluvial y en el caudal ambiental necesario para el hábitat del río.

Es fundamental que también se determine el caudal ambiental necesario para mantener el hábitat de las diferentes especies acuáticas y la vegetación de los humedales.

Asimismo, las partes interesadas deberían aclarar el caudal ambiental oficial y el aplicado a los distritos de riego, ya que las distintas partes interesadas utilizan diferentes descripciones del caudal ambiental real. El caudal ambiental podría ser un volumen o porcentaje fijo, pero también podrían ser volúmenes o porcentajes dinámicos que imiten la variabilidad intra-anual del río para cumplir la función ecológica específica en diferentes niveles tróficos del río y en diferentes periodos a lo largo de un año que cubra las etapas de vida de las biotas.

## 8.2 Recomendaciones sobre la gobernanza del agua

Las entrevistas con las partes interesadas de la cuenca llevan a la conclusión de que existen muchas iniciativas de gobernanza, que deberían estar mejor alineadas y enfocadas. En el capítulo 7 se analizan las posibles acciones. Se pueden destacar algunas:

- Las partes interesadas en el taller indicaron que es necesaria una visión conjunta para la región. En la actualidad se observan iniciativas de muchos sectores, pero se necesita una visión conjunta y a largo plazo que aporte claridad sobre el camino a seguir y permita tomar decisiones estratégicas a todas las partes interesadas. Esto se refiere a los objetivos comunes, pero también a entrelazar las iniciativas de aplicación con los planes de los municipios para una mejor integración de las acciones sobre el terreno.
- Coherencia política: Según las partes interesadas locales que asistieron a la sesión del taller de abril de 2022, las prioridades para la asignación del agua son por ley 1) Suministro doméstico, 2) Ecosistema, es decir, caudal ambiental, riego y silvicultura y 3) otros usos. El resultado es un desajuste entre la política y la práctica. En la práctica, las comunidades locales no son los beneficiarios prioritarios teniendo en cuenta la falta de red de suministro de agua. Además, la posición compartida del caudal ambiental, el riego y la silvicultura en el mismo nivel de prioridad, plantea problemas en la asignación del agua. Una política más detallada sobre las prioridades de asignación contribuirá a una gestión eficaz del agua en las cuencas. La política debería tener reglas claras para la temporada seca.
- La participación de las partes interesadas y la formación de asociaciones son fundamentales y requieren apoyo financiero. La PCA organiza mensualmente mesas redondas con las partes interesadas. Para estas actividades se necesita apoyo financiero para su facilitación. Por lo tanto, la facilitación del diálogo entre las partes interesadas es en sí misma una actividad que requiere apoyo para su realización, por lo que es necesario proponer mecanismos financieros para su ejecución sostenible.
- Las perspectivas del cambio climático resaltan la importancia de garantizar la función de amortiguación del agua en las partes superiores de la cuenca y de detener la erosión causada por el hombre. Existe la posibilidad, con el presupuesto del municipio o del gobierno regional, de adquirir y gestionar terrenos situados en la parte media y alta de las cuencas (fuera de la gobernanza del PNN) que desempeñan un papel clave para garantizar la función de amortiguación del agua, tienen un interés medioambiental especial o desempeñan un papel en las estrategias de conservación. La adquisición de tierras también podría hacerse con un fondo fiduciario en el que se disponga de financiación a largo plazo que garantice la sostenibilidad.
- La mejora de la eficiencia en el uso del agua (y de los fertilizantes y herbicidas) en las prácticas de riego contribuirá a reducir la presión sobre los recursos hídricos disponibles en las cuencas hidrográficas. Para acelerar la transición de los métodos de riego más tradicionales a otros más eficientes en el uso del agua, deben mejorarse los mecanismos de financiación para los productores. Actualmente el préstamo bancario para los productores es más corto (5 años) que el tiempo de retorno de las inversiones (7 años para el riego por aspersión).
- Además, es importante tener en cuenta que las cuencas del Río Frío y del Río Sevilla no se detienen en su punto de descarga en la Ciénaga Grande, ya que hay

usuarios y sistemas aguas abajo que dependen del flujo de agua dulce de estos ríos. Por lo tanto, es muy importante que la Ciénaga Grande y las comunidades aguas abajo estén representadas en el diálogo, las evaluaciones y la asignación del agua.

La mayoría de las recomendaciones cuestan tiempo y dinero para su realización, no sólo las reuniones con las partes interesadas. Un nuevo marco de desarrollo sostenible podría generar estas finanzas.

### 8.3 Principales lecciones aprendidas para la región del Magdalena

Hay varias lecciones aprendidas y recomendaciones de este estudio que son aplicables a la región del Magdalena en general, algunas ya mencionadas en la sección anterior. A continuación se enumeran otras recomendaciones destacadas:

- En lo que respecta a los recursos hídricos subterráneos y la gestión de las aguas subterráneas, es necesario adoptar un enfoque regional. Hay que tener en cuenta toda la extensión del acuífero para el seguimiento y la gestión sostenible del agua. Esta extensión es más amplia que las cuencas hidrológicas o las cuencas de las redes de riego artificiales. La gestión de los recursos hídricos subterráneos tiene que tratar de equilibrar la explotación (en términos de cantidad, calidad e interacciones con las aguas superficiales) con la creciente presión sobre los recursos.
- El Plan de Ordenación y Gestión de Cuencas Hidrográficas (POMCA) sólo se actualiza una vez cada 10 años aproximadamente. Esto significa que las concesiones de permisos de agua -que se basan en el POMCA- no se ajustan al contexto y la dinámica actuales. Algunas partes interesadas de la cuenca consideran que una actualización más frecuente del POMCA, y por tanto de las concesiones de permisos de agua, es el paso más importante en la gobernanza del agua en la región. La actualización periódica del POMCA con las lecciones aprendidas y el estado real de las cuencas, debe ir acompañada de acciones concretas de seguimiento de las acciones y normas que se adoptaron en el POMCA. Sin seguimiento y aplicación, el POMCA tendrá poco sentido.
- Las perspectivas del cambio climático ponen de manifiesto la importancia de asegurar la función de amortiguación del agua de las montañas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Si se mantiene la vegetación natural en condiciones óptimas, la cubierta vegetal y la capa superior del suelo no se erosionarán y actuarán como amortiguadores del agua para almacenar las precipitaciones. Las funciones de amortiguación del agua y de lucha contra la erosión pueden ser reforzadas por las intervenciones 3R, que aseguran la recarga, la retención y la reutilización del agua en los ríos y en el paisaje. Además, las zonas de protección de las riberas de los ríos y la vegetación natural estabilizarán el suelo y apoyarán la función de amortiguación del agua y la biodiversidad. Los recursos hídricos subterráneos pueden mejorarse mediante sistemas de recarga gestionada de acuíferos (MAR) o sistemas de almacenamiento y recuperación de acuíferos (ASR).

# Referencias

ASORIOFRIO (2015) Gestión 2014- 2015. Revista Información Asoriofrio. April 2015.

ASOSEVILLA (2022) PowerPoint presentation with key Figuras of ASOSEVILLA for 2022.

Berthot, L., St-Hilaire, A., Caissie, D., El-Jabi, N., Kirby, J., Ouellet-Proulx, S., 2021. The use of wetted perimeter as habitat proxy to assess environmental flows in Southern Quebec rivers (Canada). Ecol. Indic. 132, 108283. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108283>

Brungardt, M. P. (1995). La United Fruit Company en Colombia. Innovar, (5), 107-118.

Cortés-Torres, N., Laverde, N., Fernández-Berbeo, M., Ortega, K., Salazar-Galán, S., 2019. Herramienta para la Estimación del Caudal Ambiental en Colombia – HeCCA. Versión 1.0. (Manual de Usuario). Grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

DANE (2018) National Census for 2018. Source: <https://geoportal.dane.gov.co/>

Deltares. (2021a). Plan de trabajo actualizado: "Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia".

Deltares. (2021b). Análisis de la cantidad y calidad de agua y caracterización de los acuíferos: "Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia (RECAR-BA)".

Deltares. (2021c). Fase III: Zonas potenciales y beneficiarios: "Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia (RECAR-BA)".

Deltares. (2021d). Fase IV: Análisis técnico - económico y factibilidad - "Técnicas de almacenamiento y recuperación de acuíferos para la producción sostenible de banano en la región de Magdalena, Colombia (RECAR-BA)".

EO4 Cultivar Colombia: Supporting nature based solutions. Source: <https://jncc.gov.uk/our-work/eo4c-colombia-mapper/>

FAO Crop Information Database. Accessed May 2022. <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/banana/en/>

Fedepalma (2019) Publicación de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma, con el apoyo del Fondo de Fomento Palmero, Diciembre de 2019, Bogotá D.C., Colombia, ISBN: 978-958-5492-11-0

Federacion Nacional de Cafeteros de Colombia (2021). Informe de gestion 2020. ISSN 2711-3728. DOI 10.38141/10793

Findeter. (2018). Consultoría - Diagnóstico hídrico para soluciones multipropósito en la región centro y norte del departamento del Magdalena. (Agua Para La Paz Project)

Flotemersch, J., Leibowitz, S., Hill, R., Stoddard, J., Thoms, M., Tharme, R., 2015. A Watershed Integrity Definition and Assessment Approach to Support Strategic Management of Watersheds. River Res. Appl. 32. <https://doi.org/10.1002/rra.2978>

Gippel, C.J., Stewardson, M.J., 1998. Use of wetted perimeter in defining minimum environmental flows. Regul. Rivers Res. Manag. 14, 53-67. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1646\(199801/02\)14:1<53::AID-RRR476>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646(199801/02)14:1<53::AID-RRR476>3.0.CO;2-Z)

House, A.R., Thompson, J.R., Roberts, C., de Smeth, K., Old, G., Acreman, M.C., 2017. Projecting impacts of climate change on habitat availability in a macrophyte dominated chalk river. *Ecohydrology* 10. <https://doi.org/10.1002/eco.1823>

Hoyos, N., Correa-Metrio, A., Jepsen, S. M., Wemple, B., Valencia, S., Marsik, M., ... & Velez, M. I. (2019). Modeling streamflow response to persistent drought in a coastal tropical mountainous watershed, Sierra Nevada De Santa Marta, Colombia. *Water*, 11(1), 94.

IDEAM (2018). Estudio Nacional del Agua 2018. marzo de 2019. Bogotá: Ideam: 452 pp. ISBN: 978-958-5489-12-7

INVEAM (2021a). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2020. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 268 p. ISSN: 1692-5025

INVEAM (2021b). Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Volumen 20, 2021. <http://www.inveam.org.co/inf-cgsm>

Kaune, A., Hunink, J., Goretti, M., Pérez, C., Arias, N. A. A., Lugtenburg, C., & Demmink, L. (2020a). Baseline assessment for efficient irrigation of oil palm in the Sevilla basin, Colombia.

Kaune, A., Hunink, J., Lugtenburg, C., & Demmink, L., Goretti, M., Pérez, C., Arias, N. A. A., Montiel, L. (2020b). SWOT analysis for efficient irrigation of oil palm in the Sevilla basin, Colombia.

Kim, S.K., Choi, S.-U., 2019. Comparison of environmental flows from a habitat suitability perspective: A case study in the Naeseong-cheon Stream in Korea. *Ecohydrology* 12, e2119. <https://doi.org/10.1002/eco.2119>

Maddock, I., 2017. Environmental Flows: Habitat Modelling, in: Finlayson, C.M., Everard, M., Irvine, K., McInnes, R.J., Middleton, B.A., van Dam, A.A., Davidson, N.C. (Eds.), *The Wetland Book: I: Structure and Function, Management and Methods*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 1–6. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6172-8\\_345-2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6172-8_345-2)

Mekdaschi Studer, R. and Liniger, H. 2013. *Water Harvesting: Guidelines to Good Practice*. Centre for Development and Environment (CDE), Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), Amsterdam; MetaMeta, Wageningen; The International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome. ISBN 978-3-905835-35-9

MinAmbiente & IDEAM, 2017. Guía metodológica para la estimación del caudal ambiental. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible and Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Bogota, Colombia.

OECD (2015) the OECD Principles on Water Governance. Adopted by the OECD Regional Development Policy Committee on 11 May 2015. <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/OECD-Principles-on-Water-Governance-en.pdf>

OECD (2018). OECD Water Governance Indicator Framework. <https://www.oecd.org/regional/OECD-Water-Governance-Indicator-Framework.pdf>

Olsen, M., Boegh, E., Pedersen, S., Pedersen, M.F., 2009. Impact of groundwater abstraction on physical habitat of brown trout (*Salmo trutta*) in a small Danish stream | *Hydrology Research* | IWA Publishing. *Hydrol. Res.* 40, 394–405.

Parada, G., Zarate, E., Arevalo, D., & Kuiper, D. (2015). Evaluación de Riesgos y Oportunidades de Agua para las cuencas de los ríos Frío y Sevilla en “La Zona Bananera” Colombia.

PCA (2020) Camindo, M.C., Guerrero, J.A., Zapata, D.M., Suarez, C.F., Sepulveda, L.E. Estimación del Caudal Ambiental Cuencas de los Ríos Frío y Sevilla. Reporte Técnico, WWF Colombia & Corporación Autónoma Regional del Magdalena - Cormpamag. En el marco de la Plataforma de Custodia del Agua. August 2020

Poff, N.L., Allan, J.D., Bain, M.B., Karr, J.R., Prestegard, K.L., Richter, B.D., Sparks, R.E., Stromberg, J.C., 1997. The Natural Flow Regime. *BioScience* 47, 769-784. <https://doi.org/10.2307/1313099>

Prakasam, C., Saravanan, R., Kanwar, V.S., 2021. Evaluation of environmental flow requirement using wetted perimeter method and GIS application for impact assessment. *Ecol. Indic.* 121, 107019. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107019>

Reinfelds, I., Haeusler, T., Brooks, A.J., Williams, S., 2004. Refinement of the wetted perimeter breakpoint method for setting cease-to-pump limits or minimum environmental flows. *River Res. Appl.* 20, 671-685. <https://doi.org/10.1002/rra.784>

Restrepo-Medina, M. A., & Nieto-Rodríguez, M. A. (2020). GOVERNABILITY OR GOVERNANCE IN WATER RESOURCE MANAGEMENT. THE COLOMBIAN CASE. *Revista republicana*, (28), 159-178.

Rodríguez-Rodríguez, J. A., Pineda, J. E. M., Trujillo, L. V. P., Rueda, M. E., & Ibarra, K. P. (2018). Ciénaga Grande de Santa Marta: the largest lagoon-delta ecosystem in the Colombian Caribbean. *The Wetland Book*; Finlayson, CM, Milton, GR, Prentice, RC, Davidson, NC, Eds, 1-16.

Sirait, B., A.I. Manurung, E. Panjaitan and L. Siregar, 2020. ABA content of palm oil seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq.) With vedagro treatment on water stress. *Asian J. Crop Sci.*, 12: 147-151. <https://scialert.net/fulltext/?doi=ajbs.2019.550.556>

Torres, E.Z., Aldaya, M.M., Parada, G. (2019). Setting more meaningful water targets: Towards more water sustainable banana production in Zona Bananera, Colombia - Technical Document. Good Stuff International & independent consultant.

UNDP (2013). User's guide on assessing water governance. United Nations Development Programme. <https://www1.undp.org/content/dam/undp/library/Democratic%20Governance/OGC/Assessing-Water-Governance-Users-Guide.pdf>

Vargas, L., Mingoti, S. A., & Heller, L. (2018). Impact of a programme for water affordability on residential consumption: Implementation of the "Programa Mínimo vital de Agua Potable" in Bogotá, Colombia. *Water*, 10(2), 158.

Woittiez, L. S., van Wijk, M. T., Slingerland, M., van Noordwijk, M., & Giller, K. E. (2017). Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. *European Journal of Agronomy*, 83, 57-77.

WWF Colombia & Corpamag, 2020. Estimación del Caudal Ambiental Cuencas de los Ríos Frío y Sevilla (Reporte Técnico). WWF Colombia & Corporación Autónoma Regional del Magdalena - Corpamag, Colombia.

# Anexos

## Anexo 1 – Fuentes de datos

Tabla 8-1. Enlaces e iniciativas

Organización	Descripción	Enlace
ADR	Geovisor de ADR	<a href="https://adrcolombia.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=b32c7e70c40b4a379d6b15848a117d31">https://adrcolombia.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=b32c7e70c40b4a379d6b15848a117d31</a>
CORPAMAG	descarga de mapas e información GIS	<a href="https://www.corpamag.gov.co/informacion-ambiental/catalogo-de-mapas">https://www.corpamag.gov.co/informacion-ambiental/catalogo-de-mapas</a>
DANE	Censo Nacional	<a href="https://geoportal.dane.gov.co/">https://geoportal.dane.gov.co/</a>
EO4 Cultivar Colombia	Apoyo a las soluciones basadas en la naturaleza - sitio del proyecto	<a href="https://jncc.gov.uk/our-work/eo4c-colombia-mapper/">https://jncc.gov.uk/our-work/eo4c-colombia-mapper/</a>
Fundacion Natura Colombia	Varias publicaciones para descargar	<a href="https://natura.org.co/">https://natura.org.co/</a>
Good Stuff International	Información GIS	<a href="http://data.goodstuffinternational.com/santamarta/">http://data.goodstuffinternational.com/santamarta/</a>
Government of Colombia	Descargas de mapas	<a href="https://www.colombiainmapas.gov.co/">https://www.colombiainmapas.gov.co/</a>
IDEAM	Descarga de gráficos y csv de precipitaciones y vertimientos del Río Sevilla	<a href="http://fews.ideam.gov.co/colombia/MapaEstacionesColombiaEstado.html">http://fews.ideam.gov.co/colombia/MapaEstacionesColombiaEstado.html</a>
IDEAM	Ubicación de las estaciones de calidad del agua (sedimento) y descarga	<a href="http://www.ideam.gov.co/mapas3-portlet/view.jsp">http://www.ideam.gov.co/mapas3-portlet/view.jsp</a>
IDEAM	Pronóstico del tiempo	<a href="http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/precipitation.html">http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/precipitation.html</a>
IDEAM	Pronóstico del tiempo	<a href="http://www.pronosticosyalertas.gov.co/datos-abiertos-ideam">http://www.pronosticosyalertas.gov.co/datos-abiertos-ideam</a>
IDEAM	Descarga de datos de todas las estaciones	<a href="http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/">http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/</a>
IDEAM	Desconocido - no se puede cargar la página. Deberían ser datos brutos de IDEAM	<a href="http://visormapas.ideam.gov.co/datainmotion-geox/productos/generales/estaciones/automaticas/crudos/instantaneos/">http://visormapas.ideam.gov.co/datainmotion-geox/productos/generales/estaciones/automaticas/crudos/instantaneos/</a>
INVEMAR	Ubicaciones de las estaciones de calidad del agua (sedimento) y descarga	<a href="https://siam.invemar.org.co/redcam-geovisor/">https://siam.invemar.org.co/redcam-geovisor/</a>
INVEMAR	Algunos datos de la estación. Boca la Barra (salida CGSM al mar)	<a href="https://experience.arcgis.com/experience/dbbec24c96054e199a25b8709dc7099a/page/P%C3%A1gina-1/?views=Escalarestaci%C3%B3n">https://experience.arcgis.com/experience/dbbec24c96054e199a25b8709dc7099a/page/P%C3%A1gina-1/?views=Escalarestaci%C3%B3n</a>
PCA	Base de datos WaterData4Action	<a href="http://plataformadecustodiadelagua.org/">http://plataformadecustodiadelagua.org/</a>
Servicio geológico Colombia	Descargas de mapas	<a href="http://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Estado_Cartografia_Geologica/">http://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Estado_Cartografia_Geologica/</a>
SIAC, Sistema de información Ambiental de Colombia	Descargas de mapas	<a href="http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas">http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas</a>

Organización	Tema	Qué información	Tipos de medición	Puntos de recolección	Base de datos	Frecuencia	Undad
IDEAM	Precipitación	Lluvia	Estación meteorológica automática telemétrica	Varios	Base de datos IDEAM	10 minutos, cada hora, diariamente	mm
IDEAM	Precipitación	Lluvia	Convencional/Manual	Varios	Base de datos IDEAM	No fijo	mm
ASORIOFRIO	Precipitación	Lluvia	Estación automática - no publicada	Oficina principal	Precipitación de la estación meteorológica privada	Precipitación	mm
Cenipalma	Precipitación	Lluvia	Estación automática - no publicada	Oficina de investigación	Estación meteorológica privada	precipitación	mm
Varios productores, estaciones privadas	Precipitación	Lluvia	No publicado		Estación meteorológica privada	precipitación	mm
IDEAM	Descarga	Nivel de agua del río	Nivel de agua automatizado	Toma de agua en los distritos de riego	Base de datos IDEAM	Caudal máximo diario, caudal medio diario, caudal mínimo diario. También datos mensuales y anuales.	Cm o m de nivel de agua, y flujo interpretado
INVEMAR	Descarga	Caudal	Manual	Salida a Cienage Grande	Publicaciones pdf	Una vez al mes	m3/s
CORPAMAG	Descarga	Nivel de agua del río	Mediciones (bi)semanales durante las visitas de campo		No publicado, tal vez no almacenado digitalmente.	Desconocido	Cm o m de nivel de agua, y flujo interpretado

ASORIOFR IO	Descarga	Nivel de agua del río	manual. Caudalímetro portátil	Aguas arriba de la toma principal.		Una vez cada 2 semanas	cm or m3/s
ASOSEVILLA	Descarga	Nivel de agua del río	manual			diario	cm or m3/s
ASORIOFR IO	Descarga	Niveles de agua del canal	automatico	Canal central		diario	cm or m3/s
ASOSEVILLA	Descarga	Niveles de agua del canal	manual			diario	cm or m3/s
Producers	Uso de agua	agua suministrada a los productores	Contadores de agua privados o estadísticas de bombeo	No publicado		De forma continua (medidor de agua) o con probables intervalos mensuales.	m3/s u horas de bomba activa y capacidad de la bomba
Varias asociaciones de productores y agricultores	Pozos en terrenos privados	Nivel de las aguas subterráneas (pozos)	Nivel de las aguas subterráneas y calidad del agua	No se ha publicado		Desconocido	Metro por debajo del nivel de la superficie.
INVEMAR	Calidad del agua	Calidad del agua	Parámetros de sedimentos y calidad del agua en la desembocadura del Río Sevilla en la Ciénaga Grande	Solo publicaciones pdf			
IDEAM	Calidad del agua	Calidad del agua	Variables: Temperatura, Oxígeno Disuelto, pH, Conductividad Eléctrica, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendedos Totales, Nitrógeno Total, Fosforo Total, Sulfato, Carbono Orgánico Total, Turbidez, Pesticidas (organoclorados y	Cerca de la toma principal de los distritos de agua	Publicaciones pdf	Entre 2 y 3 veces al año	Dependiendo de la variable

			organofosforados , Nitrato, Nitrógeno Amoniacal, Metales Biodisponible Sedimento, Mercurio Total (en sedimentos)				
--	--	--	--	--	--	--	--



van Hogendorpplein 4  
2805 BM Gouda

Teléfono: +31(0)182 - 686 424  
Internet: [www.acaciawater.com](http://www.acaciawater.com)  
Email: [info@acaciawater.com](mailto:info@acaciawater.com)