



ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA

Reporte de avance

2026



ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA

Reporte de avance
2026

► Con apoyo de



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia
Ayuda Humanitaria (COSUDE)

Presidencia de la República de Colombia

GUSTAVO FRANCISCO PETRO URREGO
Presidente de la República de Colombia

FRANCIA MÁRQUEZ
Vicepresidenta de la República de Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IRENE VÉLEZ TORRES
Ministra (e) de Ambiente y Desarrollo Sostenible

EDITH BASTIDAS CALDERÓN
Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

LUZ DARY CARMONA MORENO
Viceministra (e) de Ordenamiento Ambiental del Territorio

CONSEJO DIRECTIVO
LUZ DARY CARMONA MORENO
Viceministra (e) de Ordenamiento Ambiental del Territorio

PAOLA RICAURTE AYALA
Asesora de la Dirección de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Departamento Nacional de Planeación (DNP)

ELKIN ERNESTO RAMÍREZ NIÑO
Director técnico de la Dirección Técnica Geoestadística - Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

GIOVANNYS MEDRANO MARTÍNEZ
Director general - Corporación para el Desarrollo Sostenible de La Mojana y el San Jorge (Corpomojana)

LILIANA MARÍA OSPINA ARIAS
Viceministra de Infraestructura (representación de la ministra de Transporte)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam

GHISLIANE ECHEVERRY PRIETO
Directora general

JUAN FERNANDO ACOSTA MIRKOW
Secretario general

FABIO ANDRÉS BERNAL QUIROGA
Subdirector de Hidrología

ELIZABETH PATIÑO CORREA
Subdirectora de Estudios Ambientales

JULIO CÉSAR LEÓN LUQUEZ
Subdirector (e) de Ecosistemas e Información Ambiental

DIANA CAROLINA RUEDA DIMATE
Subdirectora de Meteorología

JENNIFER DORADO DELGADO
Jefa de Oficina del Servicio de Pronóstico y Alertas

OLGA MARCELA VARGAS VALENZUELA
Jefa de Oficina Asesora de Planeación

WÍLMER ESPITIA MUÑOZ
Jefe de Oficina de Informática

GILBERTO ANTONIO RAMOS SUÁREZ
Jefe de Oficina Asesora Jurídica

ADRIANA MARÍA OCAMPO LOAIZA
Jefa de Oficina de Control Interno

MIGUEL ÁNGEL AYALA TOVAR
Coordinador del Grupo de Comunicaciones y Prensa

Coordinación técnica

FABIO ANDRÉS BERNAL QUIROGA
Subdirector de Hidrología - Ideam

JUAN JOSÉ MONTOYA MONSALVE
Coordinador del Estudio Nacional del Agua (ENA) 2026 - Ideam

ANA MARÍA BERNAL VÁSQUEZ
Coordinadora del Grupo de Evaluación Hidrológica - Ideam

Asesoría externa

MARTHA GARCÍA HERRÁN
Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA)

NELSON OMAR VARGAS MARTÍNEZ
Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA)

Edición cartográfica

JULIÁN ESTEBAN PEÑA AGUDELO

Grupo de Evaluación Hidrológica - Ideam

Autoría

Capítulo / Temática	Autor	Institución
Aspectos generales del Estudio Nacional Del Agua 2026	Juan José Montoya Monsalve	Ideam
Oferta hídrica superficial en Colombia	Jeffer Cañón Hernández	
	María Costanza Rosero Mesa	
Variabilidad climática y aguas superficiales en Colombia	Diego Alberto Cortés Ramos	
	María Costanza Rosero Mesa	
Características de los cuerpos de agua en Colombia	Nelsy Verdugo Rodríguez	
	José Ville Triana García	
Estado y monitoreo de los glaciares en Colombia	Jorge Luis Ceballos Liévano	
	Andrés Felipe Cruz Mendoza	
Dinámica de inundaciones en Colombia	Nelsy Verdugo Rodríguez	
	José Ville Triana García	
Análisis de sequías en Colombia: frecuencia y recurrencia de eventos	Gina Paola Vergara Barrero	
	Jorge Andrés González Rojas	
Susceptibilidad al desabastecimiento hídrico en municipios e infraestructura hidráulica en Colombia	Gabriel de Jesús Saldarriaga Orozco	
	Luisa Fernanda Cruz Cárdenas	
	Guillermo Hernández Torres	
Dinámica de sedimentos en Colombia	Sandra Patricia Salamanca Jiménez	
	Luisa Fernanda Cruz Cárdenas	
Estado del conocimiento de las aguas subterráneas en Colombia	Ana Karina Campillo Pérez	Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA)
	Luis Alexánder Benavides Pardo	
	Ana María Vesga Güiza	
	Nelson Andrés Nieto Valencia	
Usos del agua en Colombia	Consuelo Helena Onofre Encinales	
	Diego Felipe Arévalo Uribe	
	Gabriela Parada Puig	
	Carolina María Rodríguez Ortiz	
	Juan Fernando Figueroa Alzate	
	Juan Esteban González Valencia	
	Karen Jhoana Palacio Gómez	
	Martha García Herrán	
	Nelson Omar Vargas Martínez	
Calidad del agua en Colombia	Claudia Nicol Tetay Botía	Ideam
Hidrología isotópica en Colombia	Luis Eduardo Toro Espitia	

Capítulo / Temática	Autor	Institución
Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales (ISOCH)	Elizabeth Patiño Correa	Ideam
	Yamile Andrea Moreno Saboyá	
	Jonathan Alexánder Manrique Florián	
	Natalia Giraldo Murillo	
	María Alejandra Villamil Piñeros	
Índice de Seguridad Hídrica (ISH)	Diego Felipe Arévalo Uribe	Región Administrativa y de Planificación Especial (RAP-E) Región Central
	Juan Camilo Moreno Mejía	
	Patricia Téllez Guio	

Colaboraciones

Capítulo / Temática	Colaborador	Institución
Estado del conocimiento de las aguas subterráneas en Colombia		Servicio Geológico Colombiano
		Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Estado del conocimiento de las aguas subterráneas en Colombia		Autoridades Ambientales
Susceptibilidad al desabastecimiento hídrico en municipios e infraestructura hidráulica en Colombia	Stefanny Sánchez Ayala	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)
Usos del agua en Colombia		Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
	Camilo Andrés Romero Bazurto	Ecopetrol
	Sandro René Perdomo Vásquez	Aes Colombia & CÍA
	Germán Garcés García	Celsia Colombia
	Camilo Andrés Cardona Villa	Empresas Públicas de Medellín (EPM)
	Sandra Yanneth Ríos Gallego	Empresas Públicas de Medellín (EPM)
	José Luis Sierra Posada	Isagen
	Enrique Kerguelén Méndez	Empresa URRÁ S.A., E.S.P
	Ana Isabel Sanabria	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
	Dionisio Ortiz	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
	Ana Mercedes Casas	Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (Acolgen)

Capítulo / Temática	Colaborador	Institución
Usos del agua en Colombia	Catalina Rubio	Asociación Nacional de Empresas Generadoras (Andeg)
	Laura Salazar	Centro de Estudios de la Energía Renovable y el Agua (Ceera)
	Adriana Lucía Rodríguez	
	Juan Guillermo Álvarez Mejía	Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
	Alexandra Herrera	Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
	Isabel Cristina Yosioka	Asociación de Bananeros de Colombia (Augura)
		Federación Nacional de Cafeteros
		Federación Nacional de Cultivadores de Palma (Fedepalma)
	Ronald Cifuentes	RUA Ideam
	Diego Niño	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap)
	Mónica Sánchez	Federación Nacional de Avicultores de Colombia (Fenavi)
	Estefanía Escobar	
	Alejandra Laverde	
	Juliana Andrea Torres Cely	
	Yuli Carolina Velandia Roncancio	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)
	Wilfredo Marimón Bolívar	
	Jorge Alberto Sanabria Morales	
	Demsey Enrique Gómez Polo	Asociación de Bananeros de Colombia (Augura)
	Marciano Federico Daza	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
	Nicolás Quintero	
	Laura Cristina Castro Ramírez	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos de Colombia (Invima)
	Jairo Andrés Franco Pérez	
		Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC)
	Juan Albeiro Sánchez	ANM
		Superintendencia de Servicios Públicos
		XM Compañía de Expertos en Mercados S.A. E.S.P.
		Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)

Capítulo / Temática	Colaborador	Institución
Evaluación de la calidad del agua en Colombia		Laboratorio de Calidad Ambiental
Evaluación de la Calidad del Agua en Colombia		Grupo de Áreas Operativas Ideam
Estado del conocimiento de las aguas subterráneas en Colombia	Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)
	Dirección de Política y Regulación	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
		Corporación Autónoma Regional del Tolima (Cortolima)
		Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)
		Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder)
		Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas)
		Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM)
		Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)
		Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique)
		Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre)
		Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA)
		Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB)
		Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia)
		Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena)
		Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare)

Capítulo / Temática	Colaborador	Institución
Estado del conocimiento de las aguas subterráneas en Colombia		Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá)
		Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (Corpourabá)
		Corporación Autónoma Regional del Cesar (Corpocesar)
		Corporación Autónoma Regional de Chivor (Corpochivor)
		Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio)
		Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (Corponor)
		Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (Corpoorinoquía)
		Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA)
		Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC)
		Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ)
		Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonía)
		Secretaria Distrital de Ambiente (SDA)
		Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA)
		Establecimiento Público Ambiental Barranquilla Verde (EPA Barranquilla)
Susceptibilidad al desabastecimiento hídrico en municipios e infraestructura hidráulica en Colombia	Juan Eduardo Puentes Mojica	Universidad Nacional de Colombia

Equipo Editorial

Coordinación editorial

ANDRÉS FELIPE TAPIERO RÍOS
Grupo de Comunicaciones y Prensa - Ideam

Edición y corrección de estilo

PAOLA ANDREA SÁNCHEZ CEPEDA
Grupo de Comunicaciones y Prensa - Ideam

Diagramación y diseño editorial y de portada

SONIA LUCÍA GÜIZA ARIZA
Grupo de Comunicaciones y Prensa - Ideam

Fotografía de portadilla

REPOSITORIO FOTOGRÁFICO DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE



Cítese como: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2026). *Estudio Nacional del Agua 2026. Reporte de avance*. Ideam.
ISBN (digital): 978-958-5489-61-5
Primera edición: agosto de 2026, Bogotá, D. C., Colombia.
Depósito legal que establece la Ley.



© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Calle 25 D No. 96 B - 70 - Bogotá, D. C.
PBX: +57 (601) 352 7160
contacto@ideam.gov.co



CONTENIDO |

1. INTRODUCCIÓN	22
2. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA 2026	24
3. DISPONIBILIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL EN COLOMBIA Y CONDICIONANTES CLIMÁTICOS: OFERTA, VARIABILIDAD CLIMÁTICA, CUERPOS DE AGUA Y GLACIARES	37
3.1. Oferta hídrica superficial en Colombia	38
3.2. Variabilidad climática y aguas superficiales en Colombia	51
3.3. Características de los cuerpos de agua en Colombia	60
3.4. Estado y monitoreo de los glaciares en Colombia	68
4. RESPUESTAS DEL SISTEMA HÍDRICO A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN COLOMBIA: INUNDACIONES, SEQUÍAS Y DESABASTECIMIENTO HÍDRICO	74
4.1. Dinámica de inundaciones en Colombia	75
4.2. Análisis de sequías en Colombia: frecuencia y recurrencia de eventos	87
4.3. Susceptibilidad al desabastecimiento hídrico en municipios e infraestructura hidráulica en Colombia	97
5. DINÁMICA DE SEDIMENTOS EN COLOMBIA	108
6. ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN COLOMBIA	130
7. USOS DEL AGUA EN COLOMBIA	153
8. CALIDAD DEL AGUA EN COLOMBIA	170
9. HIDROLOGÍA ISOTÓPICA EN COLOMBIA	186

10. CONFLICTOS HIDROSOCIALES Y SEGURIDAD HÍDRICA EN COLOMBIA	194
10.1. Índice de seguridad Hídrica e Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales: Herramientas de análisis en la implementación del Ordenamiento del Territorio Alrededor del Agua	195
10.2. Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales (ISOCH)	196
10.3. Índice de Seguridad Hídrica (ISH)	202
11. CONSIDERACIONES FINALES DEL REPORTE DE AVANCES DEL ENA 2026	208
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	211
SIGLAS, ACRÓNIMOS Y CONVENCIONES	221

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo del agua	25
Figura 2. Desarrollo técnico de componentes temáticos del ENA 2026	26
Figura 3. Sistema de indicadores hídricos del ENA 2026	27
Figura 4. Esquema metodológico para el Estudio Nacional del Agua	29
Figura 5. Dominios temáticos, componentes e indicadores del análisis integrado del ENA 2026	35
Figura 6. Diagrama metodológico general para la estimación de la oferta hídrica superficial y sus indicadores asociados	39
Figura 7. OHTS enfoque multianual (año seco, medio y húmedo)	41
Figura 8. Comportamiento OHTS últimos cuatro años	45
Figura 9. Porcentaje del país en anomalía de la oferta hídrica	46
Figura 10. Variación anual 2021 a 2024 de la escorrentía por áreas hidrográficas (AH)	47
Figura 11. Índice de aridez, período 1981-2024	49
Figura 12. Agua y variabilidad climática, diagrama metodológico	53
Figura 13. Primer y segundo índice en influencia para cada estación	55
Figura 14. Distribución del índice de mayor importancia en cada estación por área hidrográfica	57
Figura 15. Histogramas de número de estaciones en donde cada índice ocupó la primera (parte superior), segunda (parte central) y tercera (parte inferior) posición de influencia en cada estación	58
Figura 16. Características de los cuerpos de agua en Colombia: diagrama metodológico	61
Figura 17. Distribución espacial de cuerpos de agua en el año 2022	65
Figura 18. Distribución de cuerpos de agua lénticos y lóticos en el año 2022	66
Figura 19. Área y cobertura glaciар en Colombia a 2024	70
Figura 20. Cambio en la cobertura glaciар en el Volcán Nevado Santa Isabel, sector Conejeras.	71
Figura 21. Esquema metodológico para estimar la extensión de inundaciones	76
Figura 22. Distribución de zonas inundables periódicamente por área hidrográfica 2018 a 2022	80

Figura 23. Distribución de cuerpos de agua lénticos y lóticos por área hidrográfica 2018 a 2022	80	Figura 50. Enfoque general metodológico para la temática de aguas subterráneas	135
Figura 24. Extensión de zonas inundables periódicamente 2022	81	Figura 51. Proceso metodológico de los componentes del capítulo de aguas subterráneas	136
Figura 25. Extensión de inundaciones asociadas al evento La Niña 2016	83	Figura 52. Diseño general de la metodología de uso de imágenes y productos satelitales para el estudio y monitoreo de aguas subterráneas	137
Figura 26. Extensión de inundaciones asociadas al evento La Niña 2020 a 2022	85	Figura 53. Distribución de las entidades ambientales según reporte de información	138
Figura 27. Diagrama metodológico del análisis de sequias en Colombia	88	Figura 54. Registros de puntos de agua subterránea reportados por autoridad ambiental	139
Figura 28. Mapa nacional del IEMS/MSDI agregación de 3 meses (junio 2023 - julio 2024)	90	Figura 55. Estado de completitud de la información reportada por las entidades ambientales para la actualización del Inventario Nacional de Puntos de Agua Subterránea	140
Figura 29. Mapa nacional del IEMS/MSDI agregación de 9 meses (junio 2023-julio 2024)	92	Figura 56. Ficha actualizada del sistema acuífero Río Risaralda	142
Figura 30. Mapa nacional del IEMS/MSDI agregación de 12 meses (junio 2023 - julio 2024)	94	Figura 57. Anomalía de almacenamiento promedio entre los años 2004-2024 de aguas subterráneas generada a partir de datos GRACE y GLDAS a una resolución espacial de 0,25° (A) y 0,05° (B)	146
Figura 31. Procedimiento metodológico para la actualización del listado de municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico por eventos relacionados a temporada seca y temporada de lluvia	98	Figura 58. Serie de tiempo del promedio espacial-mensual de anomalías de almacenamiento de aguas subterráneas a nivel nacional	148
Figura 32. Número de eventos, acueductos y municipios afectados por desabastecimiento hídrico según tipo de evento e Índice Oceánico El Niño —ONI—, 2022-2025	100	Figura 59. Serie de tiempo del promedio espacial-mensual de anomalías de almacenamiento de aguas subterráneas por provincias hidrogeológicas	149
Figura 33. Porcentaje de municipios por departamento afectados por desabastecimiento hídrico en municipios por eventos relacionada a temporada seca (arriba) y húmeda (abajo), 2022 - 2025	101	Figura 60. Marco de conceptos de la demanda de agua y de la huella hídrica azul	155
Figura 34. Susceptibilidad al desabastecimiento hídrico en municipios por eventos relacionados a temporada seca y húmeda, 2022 - 2025	103	Figura 61. Diagrama del enfoque metodológico de la estimación de la demanda hídrica y la huella hídrica	157
Figura 35. Número de municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico (2022-2025)	105	Figura 62. Demanda de agua sectorial en los años 2012, 2016, 2020 y 2024	161
Figura 36. Esquema metodológico y de agregación de resultados del análisis de sedimentos por unidades espaciales	110	Figura 63. Distribución porcentual de la demanda de agua por departamentos para el año 2024	163
Figura 37. Disponibilidad de información de transporte de sedimentos en estaciones	112	Figura 64. Distribución porcentual de la demanda hídrica sectorial por departamento para el año 2024	165
Figura 38. Distribución de Categorías de rendimiento de sedimentos por área hidrográfica en los tres periodos analizados	113	Figura 65. Evaluación de la calidad del agua en corrientes superficiales	171
Figura 39. Mapas de rendimiento de sedimentos por cuencas aferentes a estaciones	114	Figura 66. Carga contaminante y relación entre fuentes puntuales, fuentes difusas, cargas brutas y cargas neta	172
Figura 40. Análisis tendencial de estaciones con Mann-Kendall	117	Figura 67. Procedimiento metodológico del componente de calidad del agua	173
Figura 41. Análisis de cambios en régimen de sedimentos con Pettit	118	Figura 68. Índice de calidad de agua, años 2022 - 2025	176
Figura 42. Mapa erosión hídrica potencial media multianual (m³), distribuido por píxeles, agregado por mediana en subzonas hidrográficas	119	Figura 69. Puntos de monitoreo con categoría Malo y Muy Malo del ICA periodo 2022 - 2025	180
Figura 43. Mapas mensuales de erosión hídrica potencial, distribuidos en celdas de 30 m	122	Figura 70. Variables del índice de calidad del agua y su influencia en la categorización por punto de monitoreo	182
Figura 44. Ciclo anual de percentiles de erosión hídrica potencial P95, mediana y P5 por área hidrográfica	124	Figura 71. Estaciones de la Red Nacional de Isotopía (RNI)	188
Figura 45. Mapas relación de entrega en ladera, a arriba distribuido por celdas y abajo distribuido en subzonas hidrográficas	125	Figura 72. Mapa temporal de etiquetas de control de calidad	190
Figura 46. Cambios en relación de entrega en ladera entre ENA 2022 y ENA 2026	127	Figura 73. Frecuencia temporal de la etiqueta “muy sospechoso”	191
Figura 47. Modelo Hidrogeológico Conceptual	132	Figura 74. Diagrama conceptual del Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales	198
Figura 48. Información hidrogeológica nacional y niveles jerárquicos	133	Figura 75. Flujo de trabajo para el análisis multicriterio por pesos ponderados	200
Figura 49. El principio de medición de las misiones de gravimetría satelital GRACE/GRACE-FO	134	Figura 76. Estructura de dimensiones y variables del Índice de Seguridad Hídrica	204

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Síntesis del sistema de indicadores y métricas hídricas para el ENA 2026	28
Tabla 2. Ruta metodológica general para el ENA 2026	30
Tabla 3. Fuentes de información generales y uso en los componentes del ENA 2026	31
Tabla 4. Unidades espaciales de análisis y consolidación de resultados del ENA 2026	33
Tabla 5. Dimensiones para el análisis integrado del agua en el ENA 2026	34
Tabla 6. Oferta hídrica multianual enfoque multianual nivel país (mm/año)	44
Tabla 7. Oferta hídrica promedio anual enfoque histórico por área hidrográfica para el periodo 2021-2024	46
Tabla 8. Índices océano-atmosféricos analizados	52
Tabla 9. Extensión de cuerpos de agua por área hidrográfica en km2	63
Tabla 10. Distribución de cuerpos de agua lénticos y lóticos por área hidrográfica 2018 en km²	64
Tabla 11. Distribución de cuerpos de agua lénticos y lóticos por área hidrográfica 2020 en km²	64
Tabla 12. Distribución de cuerpos de agua lénticos y lóticos por área hidrográfica 2022 en km2	64
Tabla 13. Cambios en el área glaciar en Colombia entre 2022 y 2024	71
Tabla 14. Extensión de zonas inundables periódicamente por área hidrográfica	79
Tabla 15. Extensión en km² de inundaciones asociadas al evento La Niña 2016 por área hidrográfica	82
Tabla 16. Extensión en km² de inundaciones asociadas al evento La Niña 2020 a 2022 por área hidrográfica	84
Tabla 17. Comparativo de municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico según temporada	10
Tabla 18. Sistemas acuíferos con fichas actualizadas	141
Tabla 19. Localización de áreas con estudios hidrogeológicos identificados para la actualización del conocimiento de las aguas subterráneas en el país	144

Tabla 20 Marco de conceptos de usos del agua	155
Tabla 21 Estrategias metodológicas para la estimación de la demanda y la huella hídrica	158
Tabla 22 Indicadores asociados al uso del agua	159
Tabla 23 Comparación participación porcentual de los departamentos en la demanda, años 2016, 2020 y 2024	166

PRÓLOGO

El agua constituye uno de los activos estratégicos y vitales más importantes para el desarrollo sostenible de Colombia; es un elemento transversal a cualquier sector y actividad, y está hoy en el centro de profundos debates, problemáticas y decisiones que convocan al conjunto de la sociedad. Su disponibilidad, calidad, regulación y acceso condicionan la seguridad alimentaria, la competitividad económica, la generación de energía, la conservación de la biodiversidad, la adaptación al cambio climático y el bienestar de millones de seres vivos.

En este contexto, el *Estudio Nacional del Agua (ENA) 2026* se consolida como el principal instrumento técnico-científico del país para comprender integralmente la dinámica del recurso hídrico, sintetizar el conocimiento del agua a nivel nacional y orientar la toma de decisiones en todos los niveles de gobierno; razón por la cual entregar este insumo al país representa un hito que llena de gran satisfacción al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).

El presente reporte de avance refleja el esfuerzo institucional del Instituto, junto con socios estratégicos como la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude), a través del Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA), y nuevos actores como RAP-E Región Central y numerosas

entidades, sectores y expertos, por contribuir, desde múltiples disciplinas y lugares, a fortalecer el conocimiento del agua en Colombia. Más allá de una evaluación del estado del recurso, el ENA 2026 constituye un conjunto integrado de información estratégica para la planificación multisectorial, que permite integrar la comprensión de la oferta hídrica, la variabilidad climática, los glaciares, los eventos extremos y las afectaciones que provocan, las aguas subterráneas, los usos del agua, la calidad ambiental, la seguridad hídrica y las dinámicas territoriales asociadas al desarrollo y su efecto sobre temas relacionados con el agua.

Cada edición del ENA incorpora innovaciones metodológicas que buscan mejorar los análisis con investigación de vanguardia. En esta entrega, por primera vez el ENA implementa el Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales (ISOCH), una herramienta que permitirá identificar posibles tensiones y disputas relacionadas con el agua. Por otro lado, se integra el uso inteligencia artificial y sensores remotos para estimar las variaciones temporales de los almacenamientos de agua subterránea. Adicionalmente, se presentará información hidroquímica de los acuíferos identificados y caracterizados, lo que permitirá evaluar el agua subterránea como una posible fuente alterna de abastecimiento para regiones con riesgo de escasez.

La información presentada, además, tiene una relevancia directa para la implementación y evaluación de las políticas públicas nacionales y territoriales. En este punto, se convierte en información determinante para materializar el enfoque de la nueva política del agua del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Adicionalmente, se espera que el reporte de avance del ENA sea referente para la formulación del nuevo Plan Nacional de Desarrollo 2026-2030, como ha sucedido en años anteriores, con la expectativa de orientar la priorización de necesidades y enfocar los recursos en las subzonas y regiones con mayores señales de alerta. Con este importante avance, el Ideam pone a disposición, de manera preliminar, información que hará parte del ENA 2026, cuyo lanzamiento está programado para marzo de 2027.

Los resultados aportan evidencia para la formulación de estrategias de adaptación al cambio climático, ordenamiento territorial alrededor del agua, gestión del riesgo de desastres, planificación energética, priorización de inversiones en infraestructura y abastecimiento hídrico, desarrollo agropecuario sostenible, protección de ecosistemas estratégicos y fortalecimiento de la seguridad hídrica. Constituyen, asimismo, un insumo fundamental para la consolidación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a escala mundial y para la construcción de una visión de país que ubique al agua como eje articulador del desarrollo económico, social y ambiental.

Colombia mantiene una importante disponibilidad hídrica, pero también enfrenta desafíos crecientes. Las variaciones observadas en la escorrentía superficial en amplias

regiones del territorio asociadas a diferentes circunstancias atmosféricas y climáticas, el retroceso acelerado de los glaciares tropicales, el incremento de municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico y las crecientes presiones derivadas de la demanda sectorial del agua exigen fortalecer la gestión integral del recurso bajo criterios de sostenibilidad, resiliencia y equidad territorial, de manera que los instrumentos de gestión del agua existentes puedan orientar las medidas de prevención, adaptación y respuesta, anticipar posibles crisis y reducir sus impactos.

El desafío de gestionar adecuadamente el agua requiere decisiones informadas, coordinación interinstitucional y una comprensión integral de los procesos que determinan su comportamiento. Por ello, el Ideam pone a disposición del país este reporte como una herramienta para la toma de decisiones basadas en evidencia, orientada a fortalecer la gobernanza del agua y a promover un desarrollo territorial más resiliente y sostenible, y capaz de afrontar los desafíos que la realidad climática impone.

Esta publicación, entonces, es una invitación a pensar nuestra relación con el agua y a asumir un papel en su protección que sea consecuente con la corresponsabilidad de todas y todos por garantizar la disponibilidad y el acceso a este bien esencial para la vida.

Ghisliane Echeverry Prieto
Directora general

Instituto de Hidrología, Meteorología
y Estudios Ambientales (Ideam)

1. INTRODUCCIÓN



El reporte de avances del Estudio Nacional del Agua (ENA) 2026 presenta la estructura conceptual, metodológica y temática que orienta la evaluación nacional del agua en Colombia. Su propósito es ofrecer una lectura organizada de los enfoques, indicadores, fuentes de información, productos previstos y resultados temáticos consolidados hasta esta etapa del proceso, como base para comprender cómo se construye la evaluación integral del sistema hídrico nacional.

El reporte constituye un documento técnico intermedio dentro del proceso de construcción del ENA 2026. Sus contenidos corresponden a los aspectos conceptuales y metodológicos de los componentes temáticos y productos específicos ya procesados y validados, que anticipan la estructura general del estudio y parte de los resultados finales que serán integrados en la publicación del ENA 2026. La versión final consolidará los análisis territoriales, cifras oficiales, mapas finales, indicadores calculados y conclusiones nacionales e integradas, una vez culminen el

procesamiento, la validación técnica, la revisión institucional y la edición final.

El documento inicia con los aspectos generales del ENA 2026, donde se presentan el marco conceptual común, el sistema de indicadores hídricos, la ruta metodológica general, las fuentes de información, las unidades espaciales de análisis y la lógica de integración temática. Esta primera parte permite comprender la base común sobre la cual se desarrollan los capítulos. A partir de esa base el reporte se organiza en capítulos temáticos. Inicialmente se aborda la disponibilidad del agua superficial y sus condicionantes climáticos, mediante el análisis de la oferta hídrica, la variabilidad climática, los cuerpos de agua y los glaciares. Luego se analizan las respuestas del sistema hídrico frente a condiciones hidroclimáticas de exceso, déficit o restricción, a través de las temáticas de inundaciones, sequías y desabastecimiento hídrico.

El documento incorpora además capítulos sobre sedimentos, aguas subterráneas,

usos del agua, calidad del agua e hidrología isotópica. Estos componentes permiten ampliar la comprensión del sistema hídrico desde su funcionamiento físico, su almacenamiento superficial y subterráneo, las presiones derivadas del uso, las condiciones de calidad y las herramientas que apoyan la generación de conocimiento del agua en el país.

Finalmente, el reporte incluye el capítulo de conflictos hidrosociales y seguridad hídrica, que amplía la lectura del agua hacia sus dimensiones sociales, territoriales, institucionales y de gobernanza. A través del Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales (ISOCH) y del Índice de Seguridad Hídrica (ISH), el ENA 2026 incorpora herramientas para interpretar condiciones de tensión, vulnerabilidad, capacidad de gestión, conservación ecosistémica, riesgo climático y acceso sostenible al agua.

En conjunto, el reporte de avances traza una ruta de lectura sobre los contenidos que consolidará el Estudio Nacional del Agua 2026. Sus capítulos muestran cómo cada componente aporta a la comprensión del sistema hídrico colombiano: la disponibilidad natural del agua, su variabilidad, las respuestas frente a condiciones hidroclimáticas cambiantes, el funcionamiento físico del sistema, las presiones por uso y calidad, y las condiciones socio-hídricas que inciden en la gestión territorial. Así, el documento ofrece una base técnica y estratégica para reconocer dónde se genera el agua, cómo se comporta, dónde se concentran las presiones y qué información requiere el país para fortalecer la gestión integral del agua.

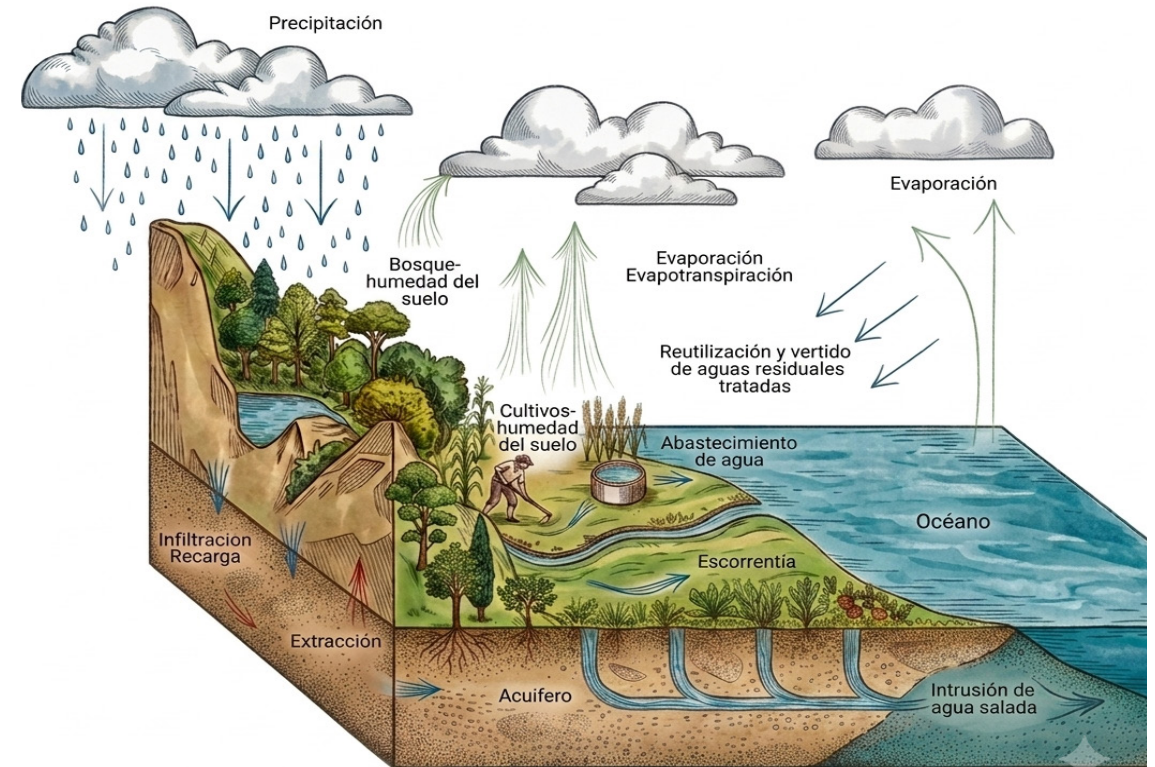
El reporte de avances del **Estudio Nacional del Agua (ENA) 2026** presenta la estructura conceptual, metodológica y temática que orienta la evaluación nacional del agua en Colombia.

2. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA 2026

El Estudio Nacional del Agua (ENA) 2026 consolida una evaluación integral del agua en Colombia a partir de la articulación del análisis de procesos hidrológicos, ambientales, sociales, económicos e institucionales. Su propósito es aportar información técnica sobre la disponibilidad, dinámica, usos, presiones, riesgos y condiciones de gestión del agua, como base para la planificación, la gestión integral y la toma de decisiones en el país. Para ello, el estudio se estructura a partir de un marco conceptual común, un sistema de indicadores hídricos, metodologías temáticas específicas y una ruta de análisis integrado que permite relacionar los resultados de los diferentes componentes.

El ciclo del agua constituye el referente conceptual para estructurar la evaluación del ENA 2026, introduciendo también el concepto de ciclo hidrosocial (figura 1). A partir de sus procesos principales (precipitación, evapotranspiración, infiltración, escorrentía, almacenamiento y circulación superficial y subterránea) se estructuran los análisis de disponibilidad, variabilidad, eventos extremos, cuerpos de agua, glaciares, aguas subterráneas, sedimentos, usos, calidad; y con dimensiones socio-naturales asociadas a seguridad hídrica, conflictos hidrosociales, gobernanza y gestión territorial, para entender la naturaleza híbrida del agua.

Figura 1. Ciclo del agua



Fuente: Ideam, ENA 2022, modificado de Ideam (2015).

El desarrollo técnico del ENA 2026 se organiza a partir de componentes temáticos que producen resultados específicos y comparables bajo criterios comunes de consistencia, trazabilidad y pertinencia para la integración. Esta estructura permite que cada temática conserve su alcance metodológico propio y, al mismo tiempo, aporte a una lectura conjunta del sistema hídrico nacional (ver figura 2).

El Estudio Nacional del Agua (ENA) 2026 consolida una evaluación integral del agua en Colombia a partir de la articulación del análisis de procesos hidrológicos, ambientales, sociales, económicos e institucionales.

Figura 2. Desarrollo técnico de componentes temáticos del ENA 2026

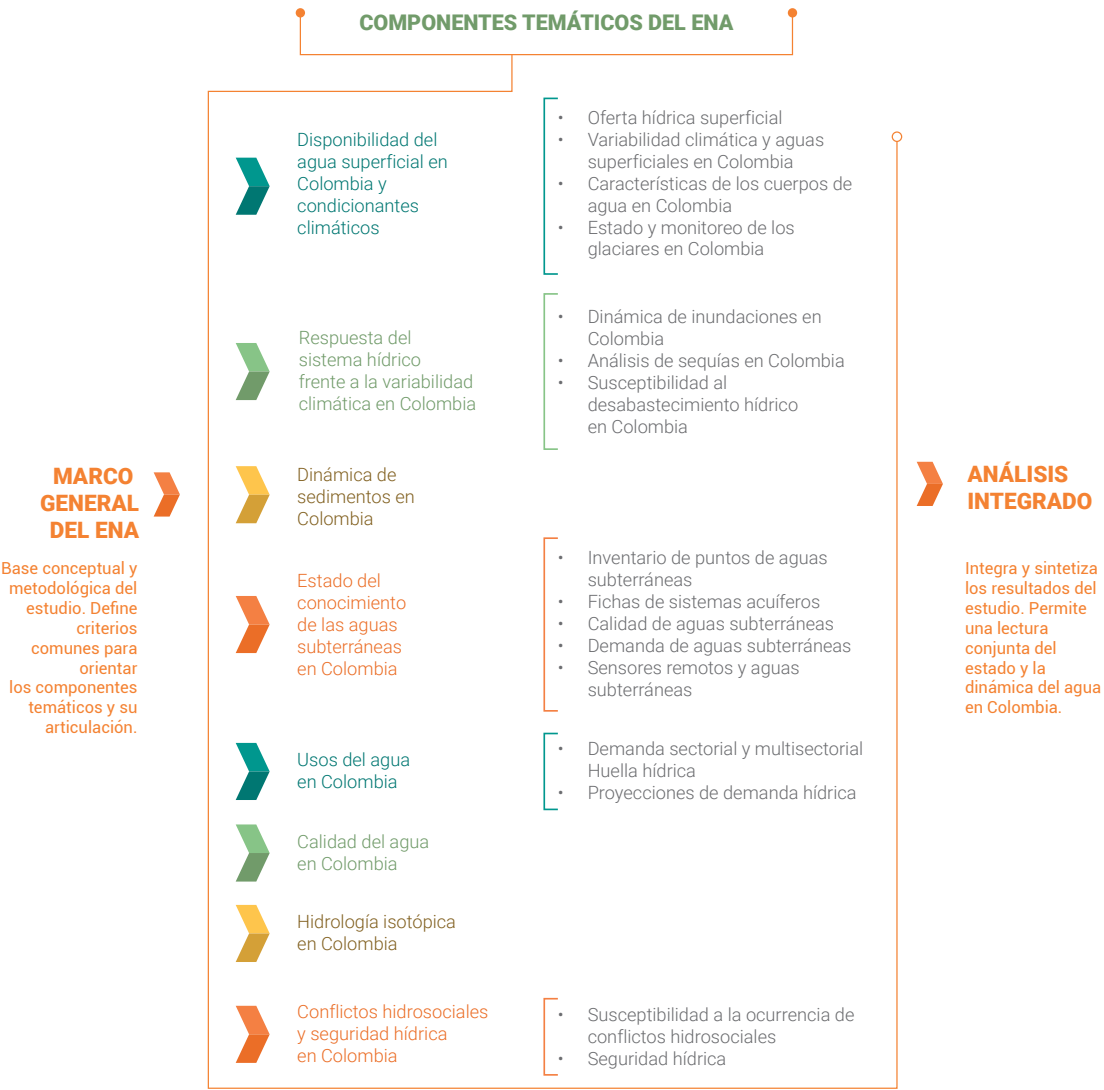


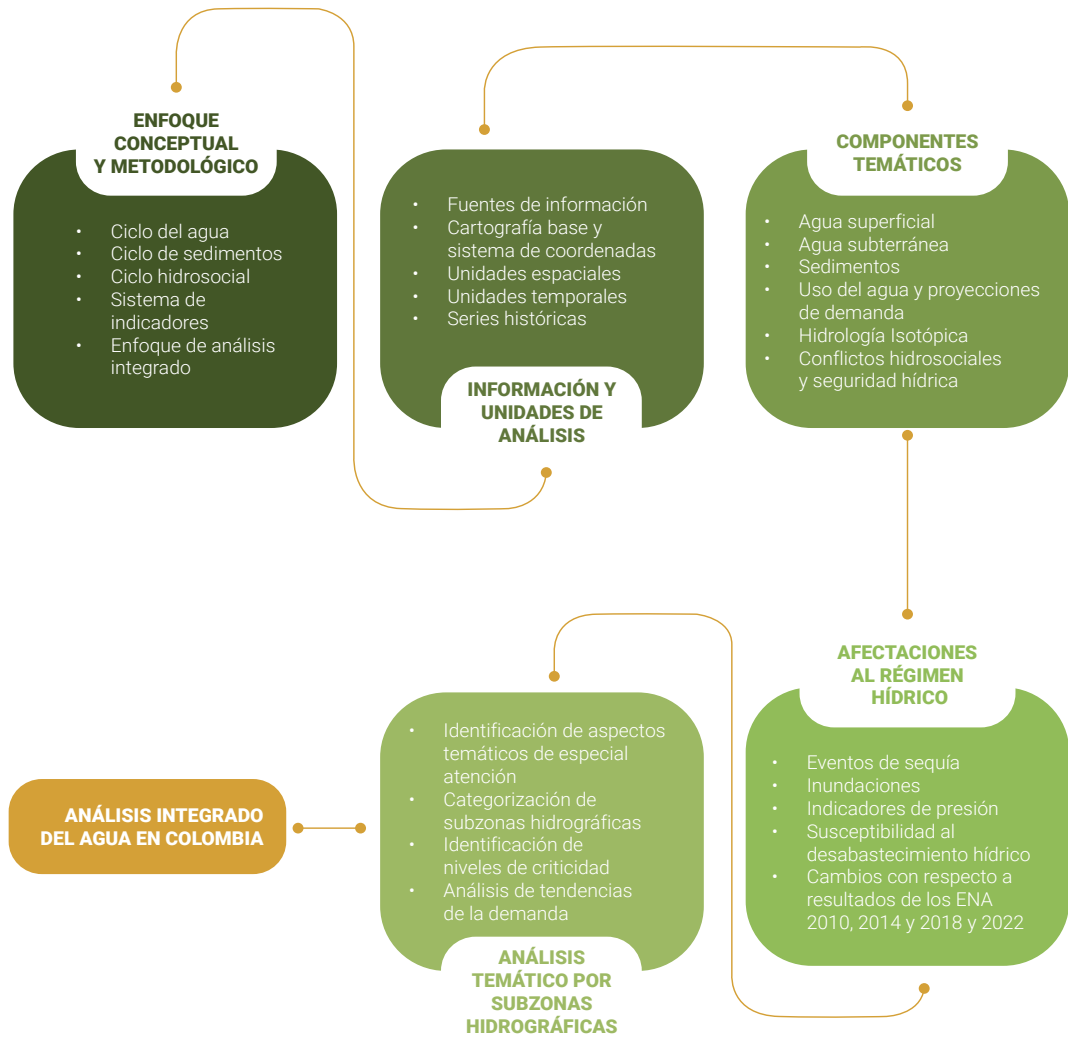
Tabla 1. Síntesis del sistema de indicadores y métricas hídricas para el ENA 2026

Grupo de indicadores o métricas	Indicadores / métricas principales	Uso dentro del ENA 2026
Régimen y disponibilidad hídrica	Oferta hídrica total superficial, oferta hídrica disponible, índice de aridez, índice de retención y regulación hídrica, caudal ambiental.	Estado y dinámica del sistema hídrico superficial; base para presión por uso, calidad, sequías, sedimentos y análisis integrado.
Variabilidad climática y sequías	Índices de variabilidad climática; IEMS/MSDI; duración, magnitud, intensidad, valor extremo y periodos de retorno bivariados.	Lectura de déficits, recurrencia y propagación de sequías; apoyo a riesgo, desabastecimiento, seguridad hídrica y análisis integrado.
Inundaciones y cuerpos de agua	Zonas inundables periódicamente, áreas afectadas por eventos La Niña, dinámica de cuerpos lénticos y red hídrica.	Identificación de territorios con dinámica de inundación y variación de la extensión ocupada por los cuerpos de agua; relación con planificación y gestión del riesgo.
Sedimentos	Erosión hídrica potencial, relación de entrega en ladera, transporte observado y balance de sedimentos.	Afectación física del sistema hídrico, conectividad ladera-cauce y aporte al análisis de calidad, oferta y cuerpos de agua.
Usos del agua	Demanda hídrica sectorial y multisectorial, huella hídrica azul y verde, proyecciones de demanda, IUA, IARC, IEUA, IPHE.	Presión sobre la oferta, competencia por el agua, sostenibilidad del uso y escenarios futuros.
Calidad del agua	ICA, IACAL, cargas contaminantes, variables fisicoquímicas, metales, nutrientes y sustancias de interés.	Estado de las corrientes y presión por vertimientos o sustancias; relación con salud ambiental, usos y disponibilidad efectiva.
Aguas subterráneas	Nivel de conocimiento, inventario de puntos, demanda subterránea, hidroquímica, variaciones de almacenamiento.	Lectura del conocimiento hidrogeológico, aprovechamiento, calidad y articulación superficial-subterránea.
Desabastecimiento hídrico	Municipios susceptibles, cuencas abastecedoras, inventario de infraestructura hidráulica.	Riesgo sobre sistemas de abastecimiento y priorización territorial de medidas de prevención y adaptación.
Seguridad hídrica y conflictos hidrosociales	ISH e ISOCH.	Diagnóstico territorial de condiciones estructurales de seguridad hídrica y susceptibilidad a tensiones o disputas por el agua.

La ruta metodológica del ENA 2026 organiza el proceso de generación de conocimiento desde la definición del marco conceptual común hasta el análisis integrado y la divulgación. Como se resume en la figura 4 y en la

tabla 2, esta ruta permite transformar insumos técnicos en resultados temáticos validados, indicadores comparables y productos de síntesis para la evaluación nacional del agua.

Figura 4. Esquema metodológico para el Estudio Nacional del Agua



Fuente: ENA (2022) (actualizado)

Tabla 2. Ruta metodológica general para el ENA 2026

Momento metodológico	Descripción	Resultado esperado
1. Marco conceptual común	Define el enfoque de evaluación integral, los referentes conceptuales y la relación entre ciclo del agua, sedimentos y dimensiones socio-hídricas.	Criterios conceptuales comunes para el estudio.
2. Información y unidades de análisis	Precisa fuentes, cartografía, sistema de referencia, escalas, periodos, unidades espaciales y criterios de uso de información.	Base organizada de insumos y unidades de trabajo.
3. Desarrollo temático	Aplica los métodos propios de cada componente: modelación, monitoreo, análisis estadístico, SIG, indicadores, análisis multicriterio, evaluación de presión o estado.	Resultados temáticos por componente.
4. Revisión y validación técnica	Verifica consistencia interna, trazabilidad, completitud, calidad de datos y correspondencia entre método y producto.	Productos revisados y ajustados.
5. Armonización para integración	Estandariza unidades, categorías, formatos, metadatos, nombres de variables y escalas de presentación.	Productos listos para análisis integrado.
6. Construcción de indicadores y síntesis	Calcula indicadores, matrices, clases o niveles de interpretación según los criterios acordados.	Indicadores hídricos y síntesis temática.
7. Análisis integrado y divulgación	Relaciona resultados y produce lecturas territoriales, mapas, tablas, fichas, narrativas y productos digitales.	Evaluación integrada del agua en Colombia.

► El ENA 2026 se apoya en fuentes oficiales, verificables y técnicamente consistentes, seleccionadas según el alcance de cada componente, las unidades de análisis, la disponibilidad de datos y los productos esperados. La tabla 3 sintetiza los principales grupos de fuentes de información, el tipo de información que aportan y su uso dentro de los capítulos del estudio.

Tabla 3. Fuentes de información generales y uso en los componentes del ENA 2026

Fuente / grupo de fuentes	Tipo de información	Uso principal en los capítulos
Series hidrológicas e hidro-climatológicas del Ideam	Caudal, precipitación, temperatura, sedimentos, variables de calidad y registros de estaciones.	Oferta hídrica, variabilidad climática, sequías, sedimentos, calidad del agua, análisis integrado.
Modelo hidrológico DWB y productos derivados	Series espaciales en celdas de escorrentía, humedad del suelo, evapotranspiración y variables modeladas.	Oferta hídrica, sequías, sedimentos, desabastecimiento, seguridad hídrica y análisis integrado.
CHIRPS y otros productos climáticos en celdas	Precipitación y series mensuales o diarias de soporte hidro-climático.	Sequías, variabilidad climática, oferta hídrica y análisis de eventos extremos.
Zonificación hidrográfica Ideam	Áreas, zonas y subzonas hidrográficas; codificación y límites oficiales.	Unidad de agregación y reporte para la mayoría de los componentes e indicadores.
Cartografía básica IGAC y división político-administrativa DANE/IGAC	Departamentos, municipios, centros poblados, límites, red vial, topografía y referencias territoriales.	Desabastecimiento, usos del agua, seguridad hídrica, conflictos hidrosociales, presentación y agregación territorial.
Coberturas de la tierra Ideam y productos de sensores remotos	Coberturas, superficies de agua, cuerpos lénticos, cambios de cobertura, imágenes satelitales.	Cuerpos de agua, extensión de inundaciones, sedimentos, aguas subterráneas, conflictos hidrosociales y análisis integrado.
SIRH, RUA, concesiones, permisos y registros ambientales	Usuarios, captaciones, vertimientos, aprovechamientos, permisos y reportes ambientales.	Usos del agua, calidad, aguas subterráneas, demanda, huella hídrica, presión por uso y contaminación.
SUI, RUPS, MVCT y registros de prestadores	Información de acueductos, prestadores, infraestructura, abastecimiento y servicios públicos.	Desabastecimiento hídrico, cuencas abastecedoras, demanda doméstica y análisis de riesgo.
UNGRD y reportes institucionales de eventos	Emergencias, eventos hidrometeorológicos, afectaciones por inundación, sequía y desabastecimiento.	Inundaciones, desabastecimiento, sequías y análisis de riesgo.
DANE y Sistema Estadístico Nacional	Población, economía, censos, encuestas sectoriales y variables socioeconómicas.	Usos del agua, demanda, seguridad hídrica, conflictos hidrosociales y análisis integrado.
Entidades sectoriales y gremiales	Información agropecuaria, energética, minera, industrial, hidrocarburos, servicios y producción.	Demanda hídrica, huella hídrica, proyecciones, presión por uso y análisis sectorial.

Fuente / grupo de fuentes	Tipo de información	Uso principal en los capítulos
Autoridades ambientales y redes de monitoreo del agua regionales	Monitoreo de calidad, concesiones, vertimientos, estudios hidrogeológicos, información regional.	Calidad del agua, aguas subterráneas, usos, conflictos hidrosociales y gestión territorial.
Servicio Geológico Colombiano y estudios hidrogeológicos	Información geológica, hidrogeológica, sistemas acuíferos y modelos conceptuales.	Aguas subterráneas e integración superficial-subterránea.
GRACE, GRACE-FO, GLDAS y otros productos satelitales	Variaciones de almacenamiento, humedad del suelo, agua superficial y variables de balance.	Aguas subterráneas, oferta, sequías, cambio climático y análisis de almacenamiento.
RAP-E, PNUD, GOAT/Ideam, OCA, ANLA, INDEPAZ y otras fuentes especializadas	Información y metodologías para seguridad hídrica, conflictos socioambientales, gobernanza y vulnerabilidad.	Seguridad hídrica, conflictos hidrosociales y análisis socio-hídrico.
CTA y fuentes para huella hídrica	Metodologías y bases para cálculo de huella hídrica agrícola y sectorial.	Huella hídrica, demanda, análisis de presión y sostenibilidad del uso del agua.

Las escalas temporales de análisis del ENA 2026 integran información diaria, mensual, anual, multianual, histórica y prospectiva según la naturaleza de cada componente temático, la disponibilidad de datos y el alcance de los resultados esperados. La oferta hídrica superficial y la dinámica de sedimentos requieren series diarias o mensuales; el análisis de sequías emplea agregaciones de 1, 3, 6, 9, 12, 18 y 24 meses; los usos del agua combinan años de referencia y proyecciones; la evaluación de la calidad del agua depende de campañas y series de monitoreo; la susceptibilidad al desabastecimiento hídrico se asocia con periodos de reporte; y los análisis de seguridad hídrica y conflictos hidrosociales integran variables con diferentes periodicidades.

En términos de extensión temporal, el ENA 2026 combina ventanas de análisis

diferenciadas según el alcance y la disponibilidad de información de cada temática. Los componentes de oferta hídrica superficial, los efectos de la variabilidad climática sobre el sistema hídrico y los sedimentos se sustentan en series históricas de largo plazo actualizadas hasta 2024, con inicio en 1981 y lectura continua principalmente desde 1982 cuando depende de la simulación hidrológica. El análisis de sequías cubre el periodo 1983-2024 e incorpora la línea base 1991-2020, en coherencia con la normal climatológica y con productos operativos institucionales. Otros componentes emplean ventanas específicas, por ejemplo inundaciones se concentra en 2021-2024, con apoyo en escenarios y productos previos; cuerpos de agua utiliza información multitemporal entre 2018 y 2022; glaciares integra la serie

histórica 1961-2025; aguas subterráneas se actualiza hasta 2024; hidrología isotópica trabaja con datos 2019-2024; usos del agua, demanda, huella hídrica y calidad consideran principalmente 2021-2024; las proyecciones de demanda se orientan al horizonte 2040; y desabastecimiento hídrico incorpora información hasta 2025.

Las unidades de análisis espacial permiten organizar la información según el tipo de proceso evaluado. Las áreas, zonas y subzonas hidrográficas son fundamentales para

los análisis de agua superficial y para la integración de resultados. Los sistemas acuíferos y provincias hidrogeológicas estructuran la evaluación de aguas subterráneas. Los municipios, departamentos, centros poblados, cuencas abastecedoras y sectores económicos permiten relacionar la información hídrica con la gestión territorial, los servicios públicos, la demanda de agua, la huella hídrica, las proyecciones de uso, el desabastecimiento, la seguridad hídrica y los conflictos hidrosociales (ver tabla 4).

Tabla 4. Unidades espaciales de análisis y consolidación de resultados del ENA 2026

Unidad de análisis	Alcance	Uso dentro del ENA 2026
Nacional	Todo el territorio colombiano	Síntesis país, publicación general.
Áreas hidrográficas	5 áreas hidrográficas	Síntesis regional de oferta, demanda, sedimentos, calidad y análisis integrado.
Zonas hidrográficas	Zonas hidrográficas definidas por Ideam	Análisis intermedio y lectura regional de procesos hidrológicos.
Subzonas hidrográficas	Unidad principal de integración	Indicadores, matrices, criticidad, comparación territorial e integración de resultados.
Celdas ráster / grillas	Resolución variable según producto: 5 km, 30 m u otras	Modelación, series espaciales, sequías, oferta, sedimentos, cuerpos de agua, imágenes de satélite.
Estaciones y puntos de monitoreo	Puntos de redes hidrológicas, calidad, sedimentos y aguas subterráneas	Series observadas, validación, estado de calidad y análisis de tendencias.
Sistemas acuíferos	Provincias y sistemas acuíferos	Estado del conocimiento, demanda, calidad subterránea y fichas de sistemas acuíferos.
Municipios y departamentos	División político-administrativa	Demanda, desabastecimiento, conflictos hidrosociales, seguridad hídrica y divulgación territorial.
Sectores económicos	Agrícola, pecuario, industria, energía, minería, hidrocarburos, servicios, doméstico, entre otros	Demanda, huella hídrica, proyecciones y presión por uso.

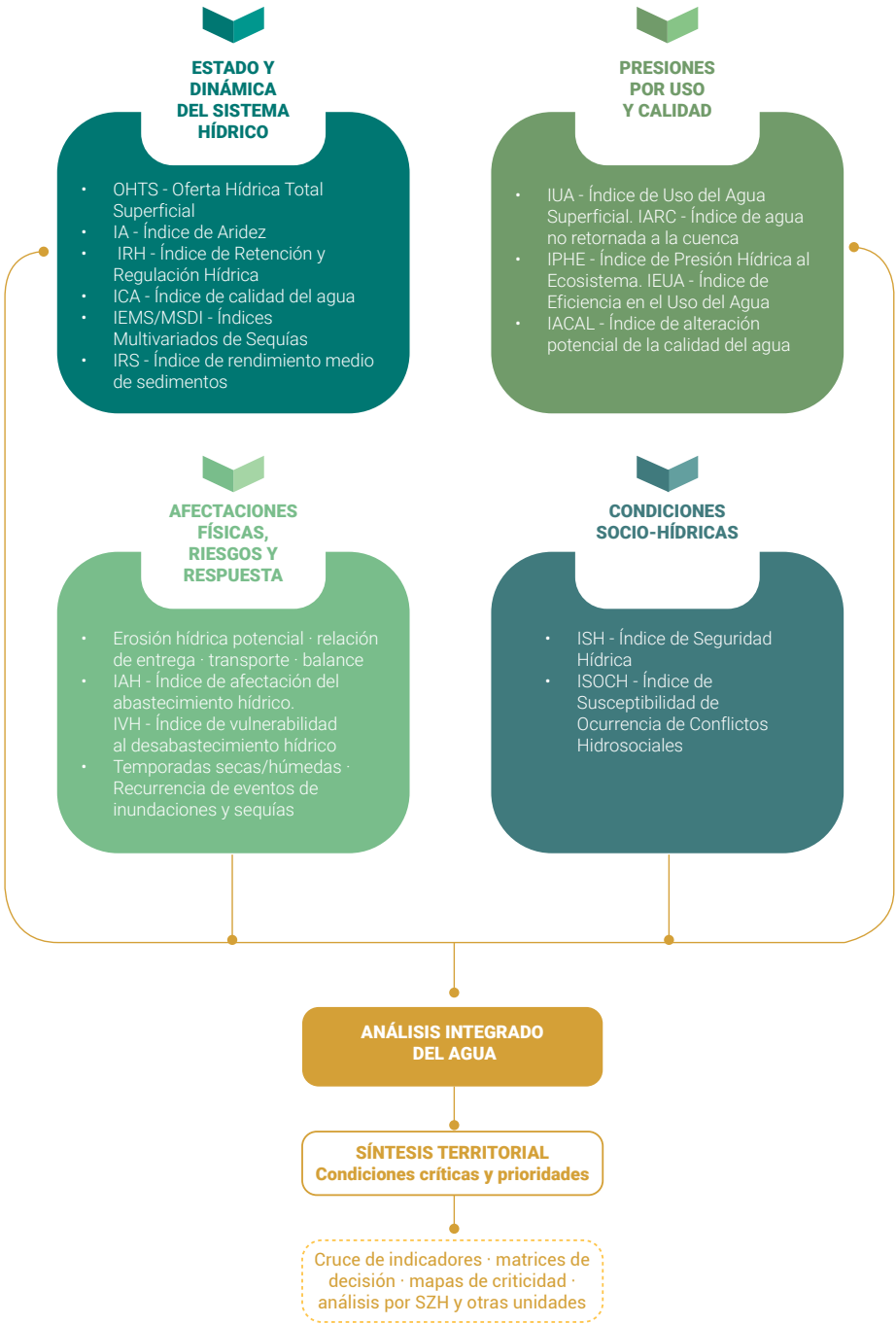
El análisis integrado del agua relacionará los resultados temáticos para construir una lectura conjunta del estado, la dinámica, las presiones, los riesgos y las condiciones socio- hídricas del país (ver tabla 5 y figura 5). Esta integración se organizará en dimensiones asociadas al estado y dinámica del

sistema hídrico, las presiones por uso y calidad, las afectaciones y las condiciones socio-hídricas. A partir de estas dimensiones se buscará identificar territorios con condiciones críticas, presiones acumuladas, restricciones, riesgos y necesidades de atención prioritaria.

Tabla 5. Dimensiones para el análisis integrado del agua en el ENA 2026

Dimensión de integración	Componentes relacionados	Lectura integrada esperada
Estado y dinámica del sistema hídrico	Oferta hídrica; variabilidad climática; sequías; inundaciones; cuerpos de agua; glaciares; aguas subterráneas; hidrología isotópica.	Condiciones de disponibilidad, variabilidad, regulación, almacenamiento, recurrencia de eventos y funcionamiento hidrológico.
Presiones por uso y calidad	Demanda; huella hídrica; proyecciones; calidad del agua; cargas contaminantes; sustancias de interés.	Presión sobre la oferta, apropiación del agua, contaminación, capacidad de asimilación y afectación potencial.
Afectaciones físicas, riesgos y respuesta	Sedimentos; desabastecimiento; infraestructura; recurrencia de sequías e inundaciones; vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento.	Afectaciones sobre el sistema hídrico, riesgo territorial y condiciones que pueden limitar la disponibilidad efectiva o la funcionalidad.
Condiciones socio-hídricas	Seguridad hídrica; conflictos hidrosociales; gobernanza; competencia por el agua; vulnerabilidad social hídrica.	Capacidades, tensiones, inequidades, exposición y condiciones sociales e institucionales del territorio.
Síntesis territorial	Cruce de indicadores; matrices de decisión; mapas de criticidad; análisis por subzonas hidrográficas y otras unidades.	Identificación de territorios con condiciones críticas, presiones acumuladas, restricciones, riesgos o necesidades de atención prioritaria. La síntesis territorial no se plantea como una dimensión paralela, sino como salida interpretativa de la evaluación integral del agua

Figura 5. Dominios temáticos, componentes e indicadores del análisis integrado del ENA 2026



Sus componentes temáticos permiten comprender la disponibilidad hídrica, la variabilidad climática, las sequías, las inundaciones, los cuerpos de agua, los glaciares, los sedimentos, las aguas subterráneas, los usos, la calidad, el desabastecimiento, la seguridad hídrica, los conflictos hidrosociales y el análisis integrado.

En conjunto, estos componentes aportan una lectura articulada del sistema hídrico: la oferta hídrica superficial permite reconocer la disponibilidad natural; la variabilidad climática, las sequías y las inundaciones expresan respuestas frente a condiciones hidroclimáticas cambiantes; los cuerpos de agua, glaciares, sedimentos y aguas subterráneas

fortalecen la comprensión del funcionamiento físico del sistema; y los usos, la calidad, el desabastecimiento, la seguridad hídrica y los conflictos hidrosociales conectan el agua con las presiones, necesidades y capacidades del territorio.

Con esta estructura, el reporte de avances del ENA 2026 abre una ruta de lectura sobre los contenidos, enfoques y productos que consolidará el Estudio Nacional del Agua de 2026, y ofrece una base técnica y estratégica para orientar decisiones, reconocer presiones acumuladas, identificar condiciones críticas y fortalecer la gestión integral del agua en Colombia.

▶ El ENA 2026 presenta una evaluación nacional orientada a integrar conocimiento técnico, información territorial e indicadores estratégicos sobre el agua en Colombia.

3. DISPONIBILIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL EN COLOMBIA Y CONDICIONANTES CLIMÁTICOS: OFERTA, VARIABILIDAD CLIMÁTICA, CUERPOS DE AGUA Y GLACIARES

Este capítulo presenta la base física e hidroclimática para comprender la disponibilidad del agua superficial en Colombia y los factores que condicionan su comportamiento en el territorio. En el ENA 2026 esta disponibilidad se analiza mediante cuatro componentes complementarios: oferta hídrica superficial, variabilidad climática, características de los cuerpos de agua y estado de los glaciares, los cuales permiten interpretar la cantidad, distribución, regulación y dinámica del agua en el país (Ideam, 2019; Ideam, 2023).

La oferta hídrica superficial estima la cantidad de agua generada en las cuencas y su disponibilidad; la variabilidad climática permite reconocer la influencia de fenómenos océano-atmósfera sobre la precipitación, la escorrentía y los caudales; los cuerpos de agua aportan información sobre ríos, lagunas, ciénagas y embalses; y los glaciares ofrecen indicadores sobre los cambios que afectan la alta montaña colombiana.

Metodológicamente, el capítulo integra información hidroclimatológica, hidrológica, cartográfica, satelital y de monitoreo, mediante procedimientos de modelación, análisis

espacial, interpretación de series temporales y construcción de indicadores. Sus resultados aportan insumos para las temáticas de sequías, inundaciones, sedimentos, usos del agua, calidad, desabastecimiento, seguridad hídrica y análisis integrado.

3.1. Oferta hídrica superficial en Colombia

La oferta hídrica superficial es un componente central para comprender la disponibilidad natural del agua en Colombia. Su análisis estima la cantidad de agua generada en el territorio a partir de la interacción entre procesos y almacenamientos del ciclo hidrológico (por ejemplo, precipitación, evapotranspiración, escorrentía) y condiciones físicas de las cuencas. En el ENA 2026 esta temática actualiza la oferta hídrica total superficial para el periodo 1981-2024, y analiza su comportamiento espacial y temporal mediante indicadores asociados a regulación y disponibilidad (Ideam, 2019; Ideam, 2023).

La lectura nacional se complementa con resultados por áreas, zonas y subzonas hidrográficas, lo que permite reconocer contrastes regionales en la generación, distribución y variación de la oferta hídrica. La temática combina dos aproximaciones: una multianual, orientada a representar condiciones medias, secas y húmedas de largo plazo; y otra histórica continúa basada en simulación hidrológica, que permite reconstruir la variabilidad mensual de la escorrentía.

La oferta hídrica total superficial se interpreta como la escorrentía generada en una unidad de análisis determinada. A partir de ella se analizan condiciones de suficiencia

o déficit, capacidad de regulación natural, caudal ambiental y oferta hídrica disponible. Estos resultados aportan insumos para otros componentes del ENA 2026, como sequías, sedimentos, usos del agua, calidad, desabastecimiento hídrico y análisis integrado.

Aspectos conceptuales y metodológicos

El análisis de la oferta hídrica superficial se fundamenta en el ciclo hidrológico y en el balance hídrico. El ciclo hidrológico permite comprender la circulación del agua entre la atmósfera, la superficie terrestre, el suelo y los cuerpos de agua, mientras que el balance hídrico organiza estos procesos en términos de entradas, salidas y variaciones de almacenamiento dentro de una unidad espacial y temporal definida (Ideam, 2023). Desde esta perspectiva, la oferta hídrica total superficial corresponde al volumen de agua que escurre por la superficie e integra los sistemas de drenaje superficial; puede expresarse como volumen, lámina de agua o rendimiento hídrico, lo que facilita la comparación entre unidades hidrográficas con condiciones fisiográficas y climáticas diferentes (Ideam, 2019; Ideam, 2023).

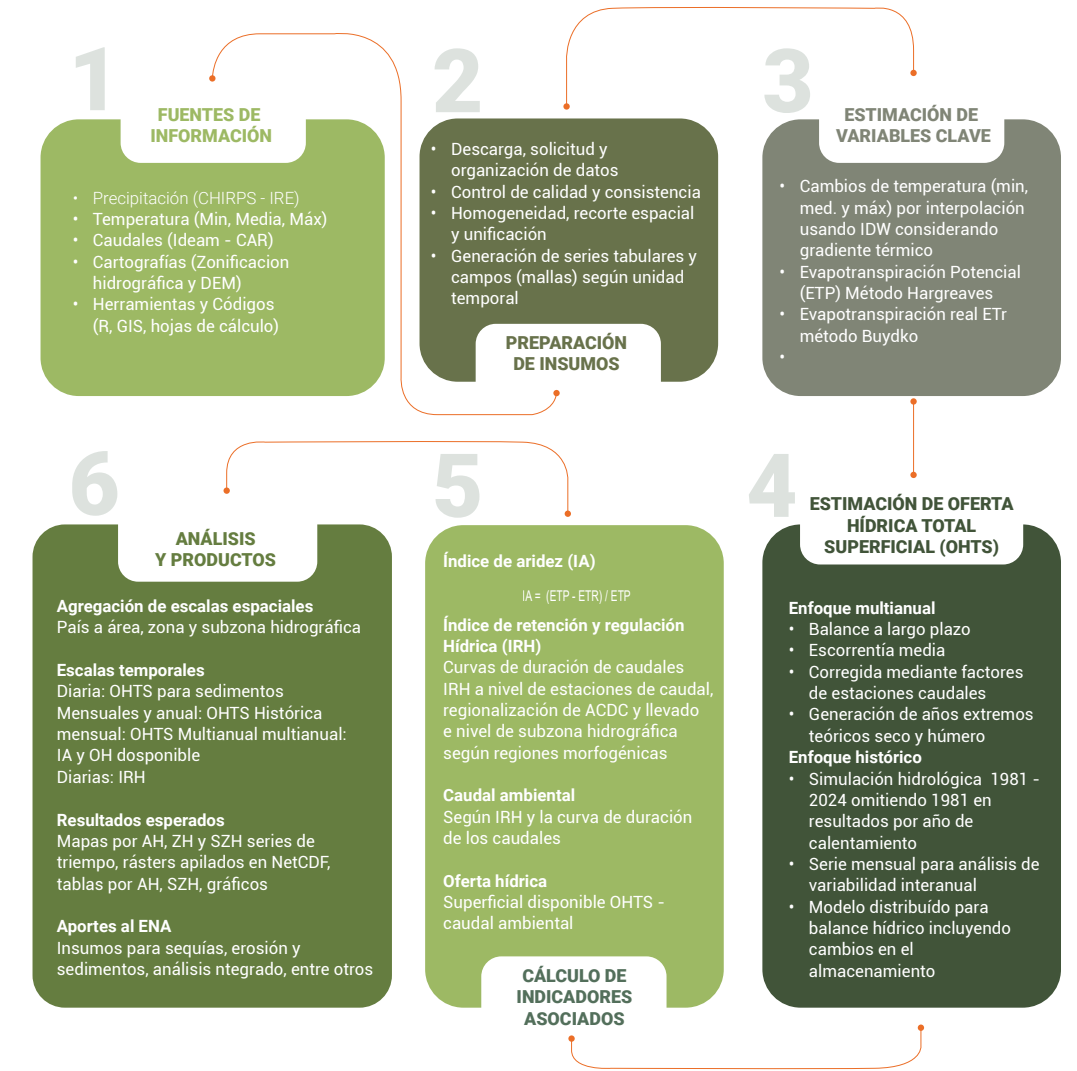
La variabilidad de la oferta hídrica superficial se refiere a los cambios del agua generada en el tiempo y en el espacio, como resultado de la dinámica climática, las condiciones fisiográficas y la respuesta hidrológica de las cuencas. La disponibilidad incorpora una lectura aplicada, pues no depende solo de la cantidad total de agua generada, sino también de su distribución temporal, la regulación natural de las cuencas y la fracción que puede considerarse utilizable. Por ello, la oferta hídrica disponible se estima al

descontar de la oferta total los requerimientos asociados al caudal ambiental.

La figura 6 sintetiza el proceso metodológico para estimar la oferta hídrica superficial

y sus indicadores asociados, desde la consolidación de insumos hidroclimatológicos hasta la generación de productos espaciales y temporales.

Figura 6. Diagrama metodológico general para la estimación de la oferta hídrica superficial y sus indicadores asociados



El proceso metodológico parte de la conformación y unificación de bases de precipitación, temperatura y caudales hasta 2024. La precipitación se estima a partir del producto CHIRPS-IRE corregido, que integra información satelital y registros de estaciones en tierra (Funk et al., 2015); la temperatura se distribuye espacialmente con base en registros diarios de estaciones climatológicas, gradientes verticales y ajustes altitudinales; y los caudales se emplean para validación, regionalización, construcción de curvas de duración e interpretación hidrológica.

Con estos insumos se estiman la evapotranspiración potencial, la evapotranspiración real y la oferta hídrica total superficial. La evapotranspiración potencial se calcula mediante álgebra de mapas y ecuaciones ajustadas para Colombia (Maleki et al., 2017; Bojanowski, 2016), mientras que la oferta se estima mediante dos enfoques complementarios: un balance hídrico multianual para condiciones de año medio, seco y húmedo, y una simulación histórica continua con el modelo Dynamic Water Balance (DWB), que representa la transformación de lluvia en escorrentía a partir de precipitación, evapotranspiración potencial y almacenamiento en zona de raíces y agua subterránea (Zhang et al., 2008).

A partir de las estimaciones de oferta se calculan los indicadores asociados: índice de aridez, índice de retención y regulación hídrica, caudal ambiental y oferta hídrica disponible. El índice de retención y regulación hídrica se estima con curvas de duración de caudales y permite interpretar la capacidad de las cuencas para regular el agua en el tiempo (Ideam, 2020; Ideam, 2023). Los resultados se generan a partir de coberturas ráster de alcance nacional y se agregan principalmente por áreas, zonas y subzonas hidrográficas, con escalas temporales diaria, mensual, anual, multianual o de ventanas continuas de doce meses, según el producto.

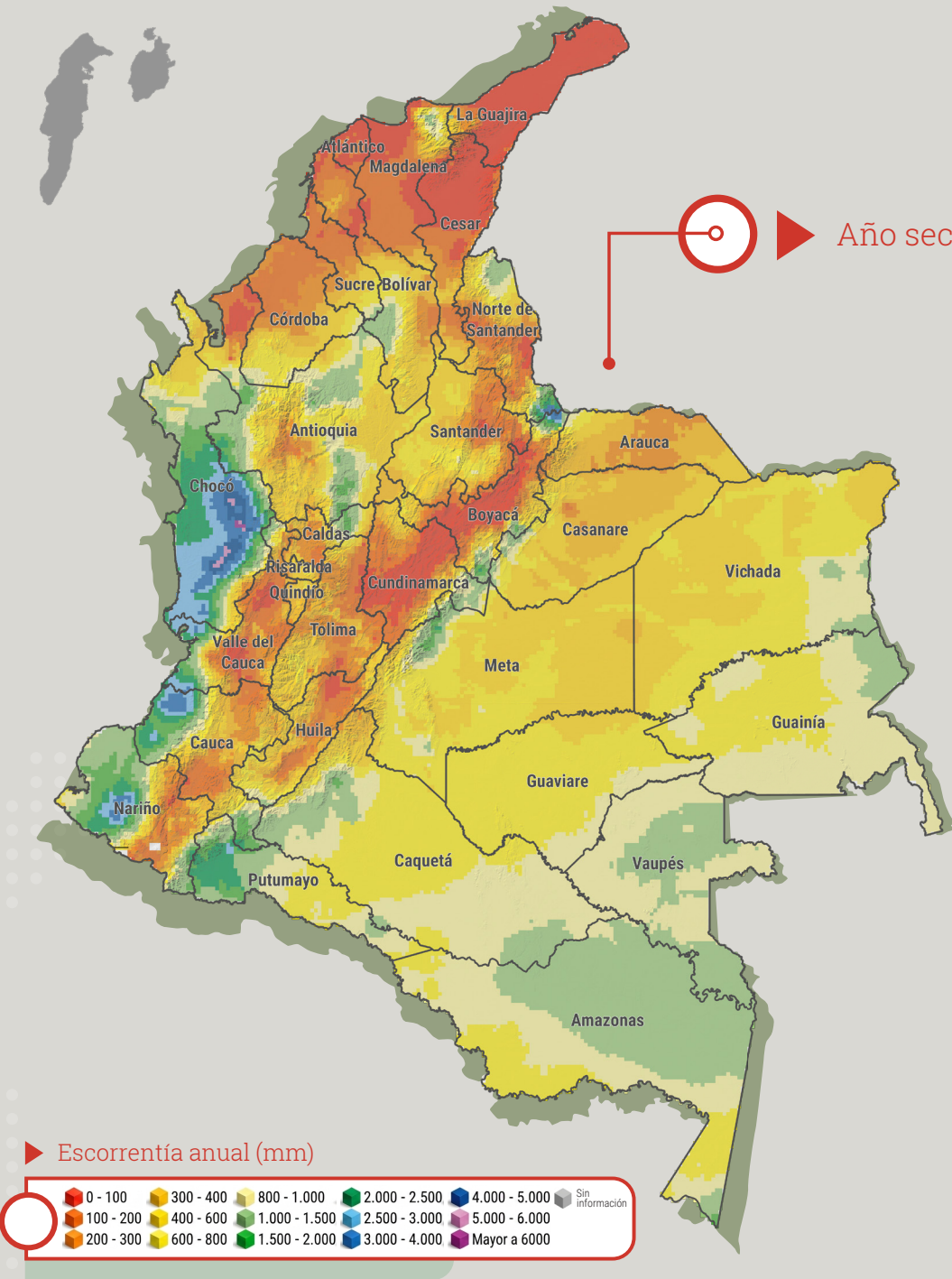
Avances de resultados del ENA 2026

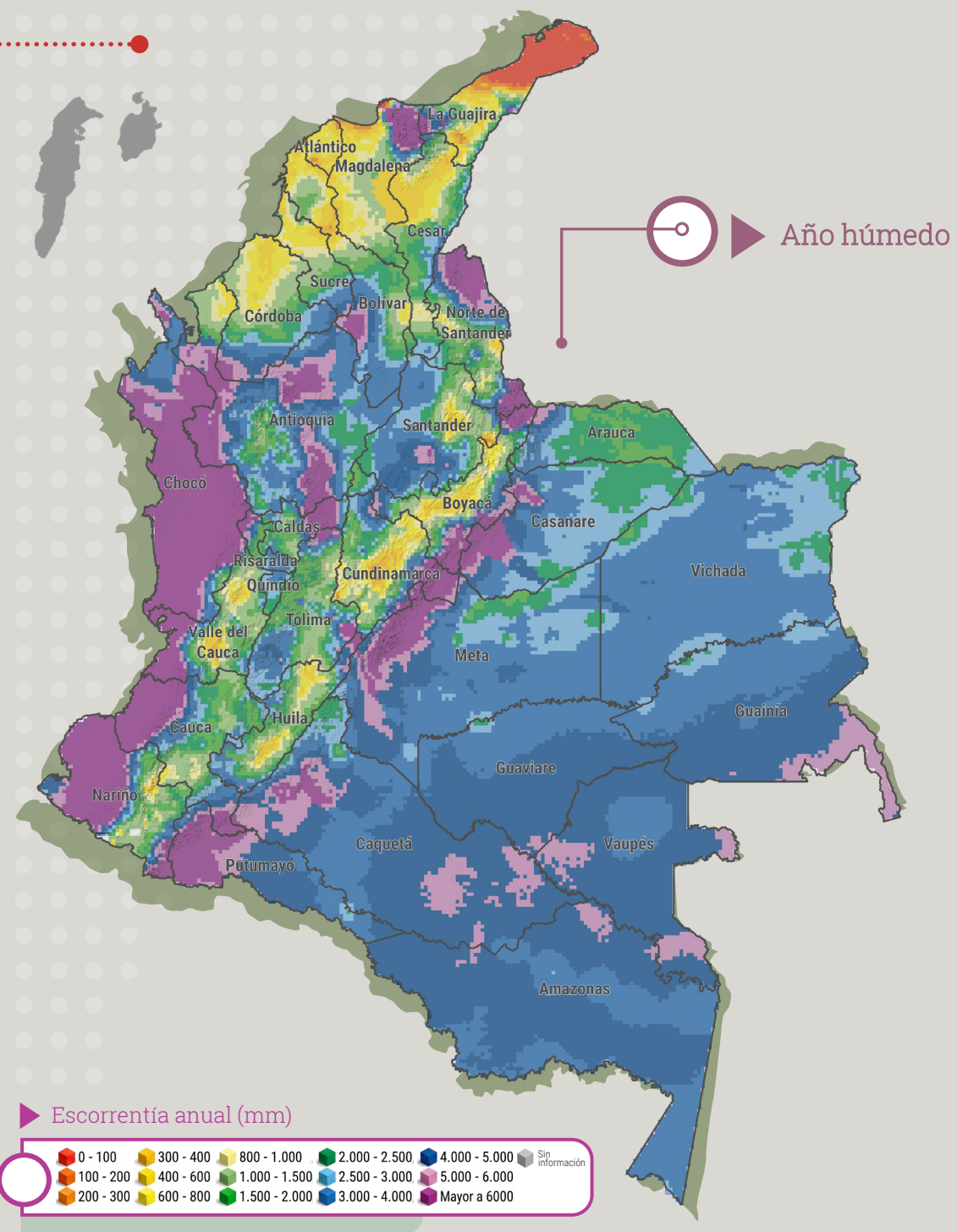
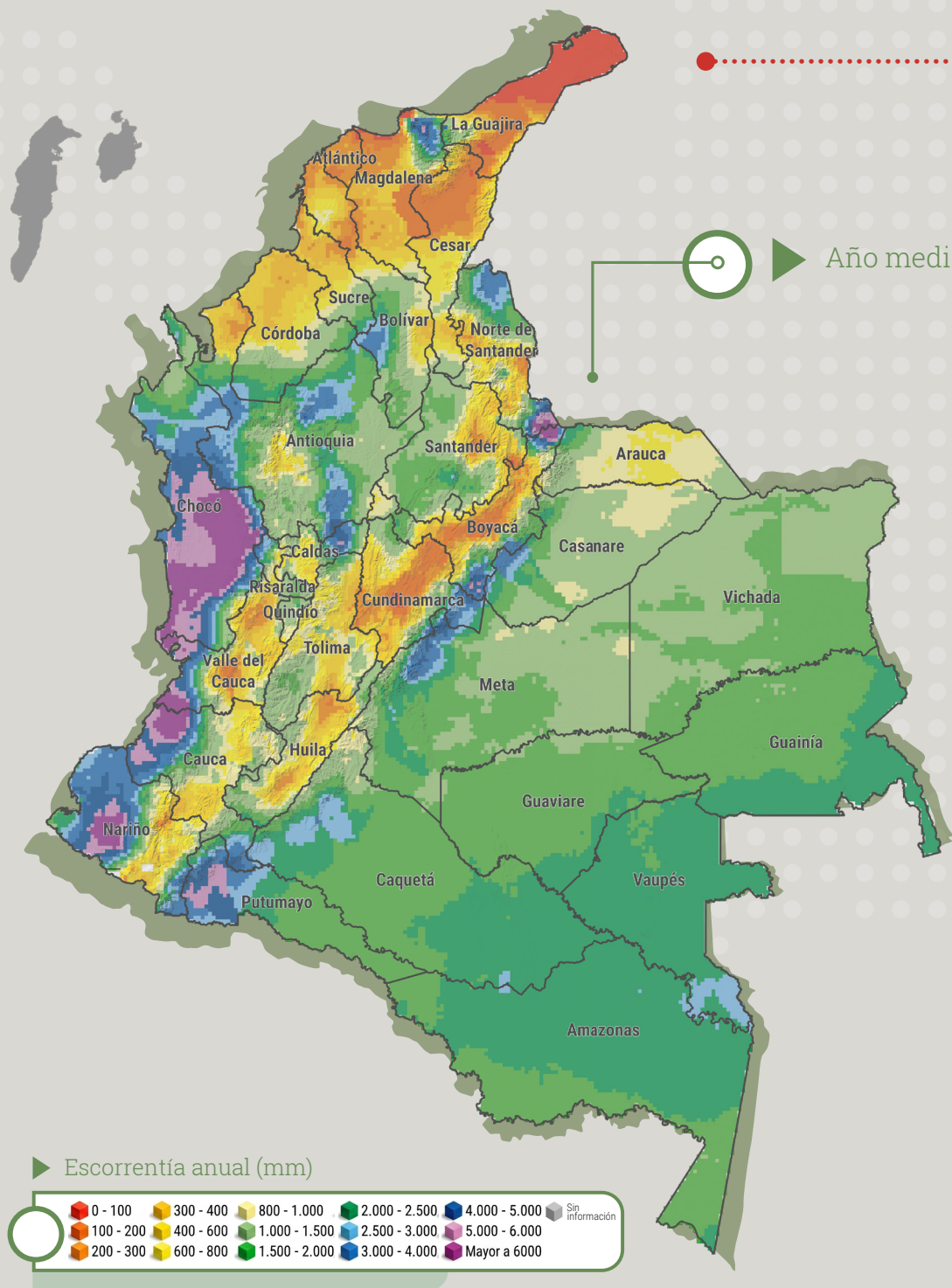
Oferta hídrica total superficial enfoque multianual (balance de largo plazo)

Para el ENA 2026 la oferta hídrica total superficial bajo enfoque multianual actualiza el periodo de análisis a 1981-2024 (ver figura 7), en contraste con la normal climatológica 1991-2020 utilizada en el ENA 2022.

Nota: los mapas corresponden a una representación esquemática, por tanto, no obedecen a una escala cartográfica única; esto aplica para los territorios insulares del país.

Figura 7. OHTS enfoque multianual (año seco, medio y húmedo)





A escala nacional la oferta hídrica multianual de año medio para el periodo 1981-2024 alcanza 1.746 mm/año. En condiciones de año seco este valor se reduce a 725 mm/año, mientras que en año húmedo aumenta hasta 3.955 mm/año. Frente al ENA 2022 el comportamiento muestra una señal diferenciada: el escenario seco permanece prácticamente estable, el medio aumenta ligeramente y el húmedo presenta el incremento más claro. Esta lectura indica que las zonas relativamente más secas y más húmedas del país

se mantienen, aunque con ajustes en la magnitud de la oferta estimada (ver tabla 6).

La comparación espacial muestra una redistribución moderada de la oferta. En año seco cerca del 60% del territorio presenta disminución y el 40% aumento; en año húmedo ocurre el patrón inverso, con 61 % del territorio en incremento y 39% en reducción. Esta señal sugiere cambios espaciales suaves, más que una modificación estructural de las zonas de mayor y menor disponibilidad hídrica superficial.

Tabla 6. Oferta hídrica multianual enfoque multianual nivel país (mm/año)

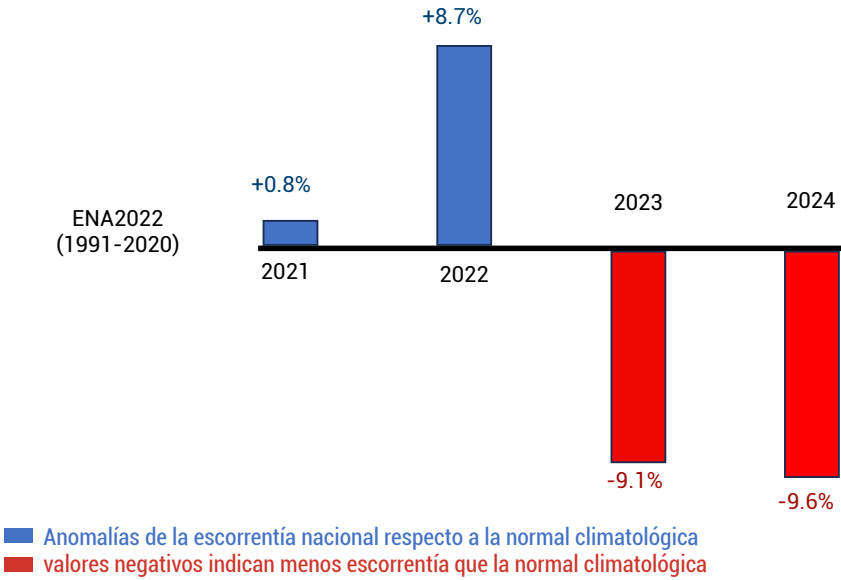
Condición	ENA2022 (91-20)	ENA2026 (81-24)	Dif. mm	Dif. volumen Mm³	Dif. %
Húmedo	3,822.25	3,955.01	132.77	151,553	3.47 %
Medio	1,723.95	1,745.85	21.9	24,995	1.27 %
Seco	727.36	724.69	-2.67	-3,049	-0.37 %

Oferta hídrica total superficial enfoque histórico (simulación hidrológica)

El enfoque histórico se basa en la simulación hidrológica para el periodo 1981-2024, con resultados efectivos desde 1982 por

calentamiento del modelo. Para el reporte de avances el análisis se concentra en el periodo de actualización 2021-2024, que permite observar una transición reciente desde condiciones húmedas hacia una reducción más extendida de la oferta hídrica superficial (ver figura 8).

Figura 8. Comportamiento OHTS últimos cuatro años

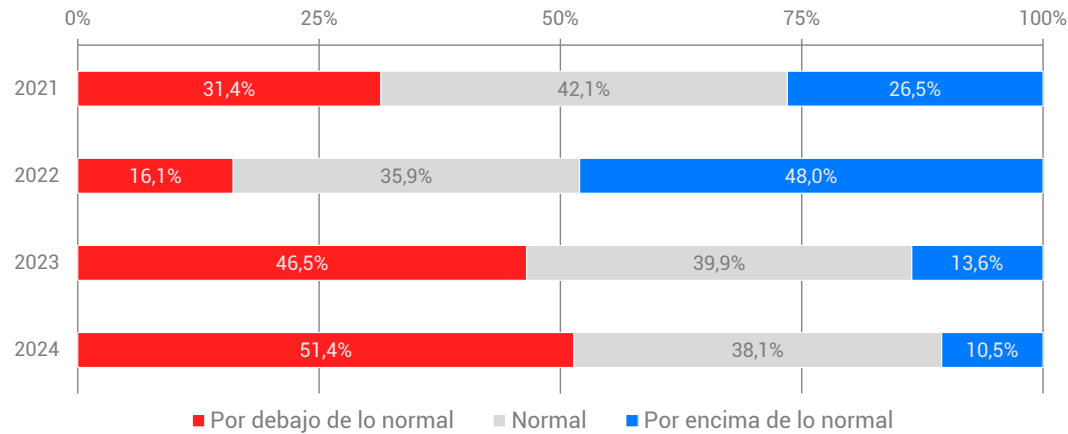


Durante 2021, la escorrentía presentó una condición cercana a la normal, con una señal ligeramente húmeda y contrastes regionales. En 2022, se registró el año más húmedo del periodo reciente, con mayor extensión de áreas por encima de la normal y una señal

consistente con condiciones La Niña. A partir de 2023 se observa un cambio de fase hacia una menor oferta hídrica superficial, que se consolida en 2024 con más de la mitad del país en condiciones deficitarias.

▶ A escala nacional la oferta hídrica multianual de año medio para el periodo 1981-2024 alcanza 1.746 mm/año. En condiciones de año seco este valor se reduce a 725 mm/año, mientras que en año húmedo aumenta hasta 3.955 mm/año

Figura 9. Porcentaje del país en anomalía de la oferta hídrica



Entre 2022 y 2024, Colombia pasó de 2.204.885 Mm³ de escorrentía superficial a 1.834.154 Mm³, lo que representa cerca de 370.731 Mm³ menos. Sin embargo, esta reducción no fue uniforme en todo el país: el

comportamiento reciente expresa un mosaico regional, con subzonas que aumentan, otras que disminuyen y áreas hidrográficas con respuestas diferenciadas (ver tabla 7).

Tabla 7. Oferta hídrica promedio anual enfoque histórico por área hidrográfica para el periodo 2021-2024

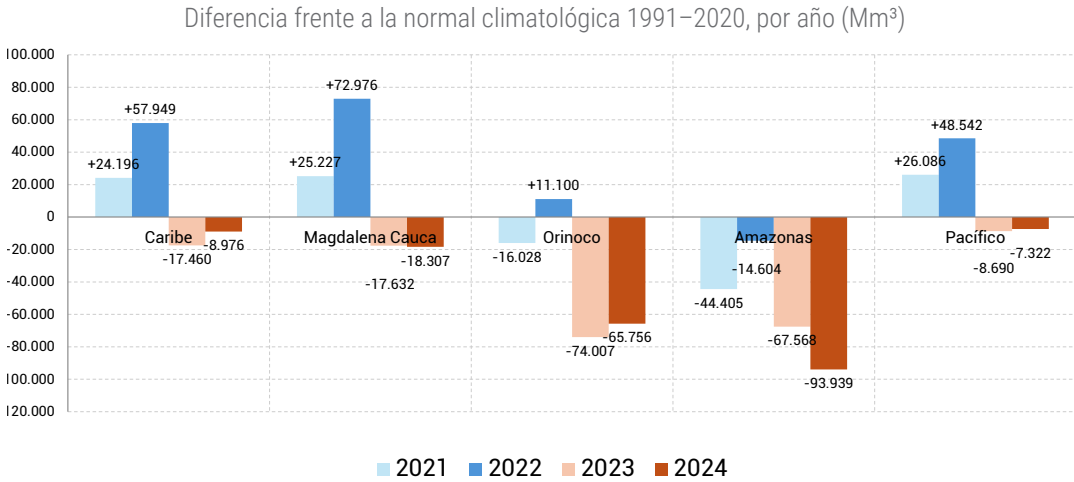
Área Hidrográfica		Área (km²)	Escorrentía (mm/año)	Oferta Total (mm³/año)	Caudal medio (m³/s)	Rendimiento (l/s/km²)
1	Caribe	102,769	2065.9	212,311	6,732	65.5
2	Magdalena Cauca	270,872	1027.3	278,279	8,824	32.6
3	Orinoco	346,099	1384.5	479,183	15,195	43.9

Área Hidrográfica		Área (km²)	Escorrentía (mm)	Oferta Total (Mm³)	Caudal medio (m³/s)	Rendimiento (l/s/km²)
4	Amazonas	341,567	2137.9	730,236	23,156	67.8
5	Pacífico	77,386	3610.2	279,381	8,859	114.5

La lectura por áreas hidrográficas muestra que 2022 fue el año de mayor excedencia, con incrementos destacados en Magdalena-Cauca, Caribe y Pacífico. En 2023, todas las áreas presentaron valores negativos, con déficits concentrados principalmente en Orinoco y Amazonas. En 2024, la reducción continuó y se intensificó en Amazonas, que

registró el mayor déficit del periodo analizado, mientras Orinoco mantuvo pérdidas altas. En conjunto, Amazonas y Orinoco concentraron el 76 % del déficit volumétrico en 2023 y el 86 % en 2024, lo que evidencia que la disminución reciente de agua superficial se expresó con mayor fuerza en el oriente y suroriente del país (ver figura 10).

Figura 10. Variación anual 2021 a 2024 de la escorrentía por áreas hidrográficas (AH)



Índice de Aridez

El Índice de Aridez calculado para el periodo 1981-2024 confirma que Colombia no presenta una condición generalizada de aridez. El patrón dominante corresponde a condiciones húmedas y subhúmedas, con núcleos localizados de estrés hídrico climático, especialmente en el norte Caribe y algunos corredores andinos (ver figura 11).

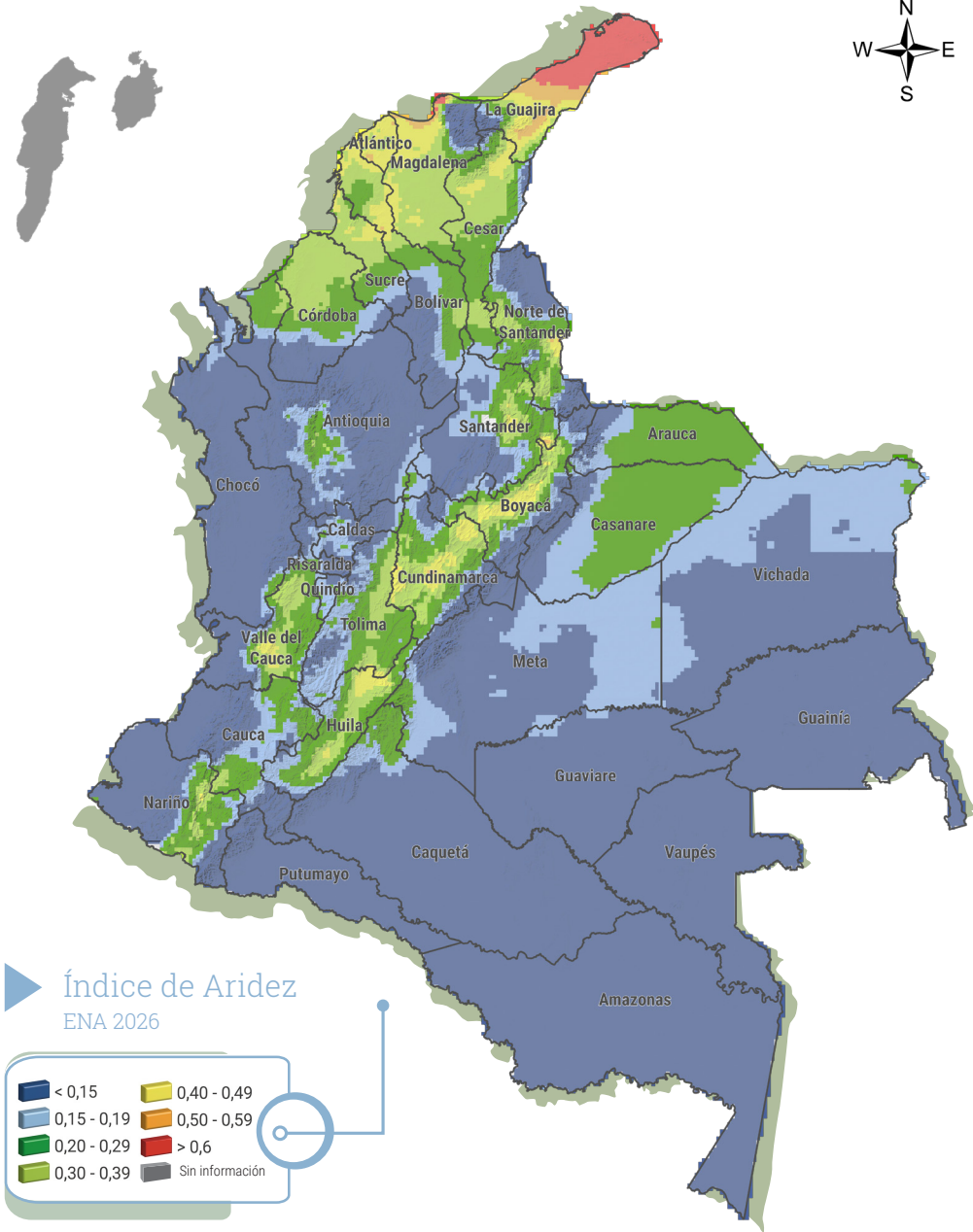
Cerca del 62,9% del territorio analizado se ubica en la categoría de altos excedentes de agua y otro 15,7% en excedentes de agua. En conjunto, aproximadamente el 78,5% del país se encuentra por debajo de 0,20 en el índice, lo que confirma el predominio de condiciones húmedas. Las categorías intermedias

representan cerca del 18,2% del territorio y expresan zonas de transición, donde la oferta y la demanda hídrica climática están más equilibradas. Las categorías más secas representan alrededor del 3,3%, y las condiciones más críticas apenas cerca del 1,3%.

La lectura espacial permite diferenciar tres patrones principales: amplias zonas húmedas en el Pacífico, Amazonia, piedemonte y suroriente del país; condiciones más secas y de mayor presión climática en la franja Caribe septentrional, especialmente hacia La Guajira; y una región andina de transición, donde el relieve, la altitud y los contrastes regionales de precipitación y demanda evaporativa generan una alta variabilidad espacial.

► El Índice de Aridez calculado para el periodo 1981-2024 confirma que Colombia no presenta una condición generalizada de aridez.

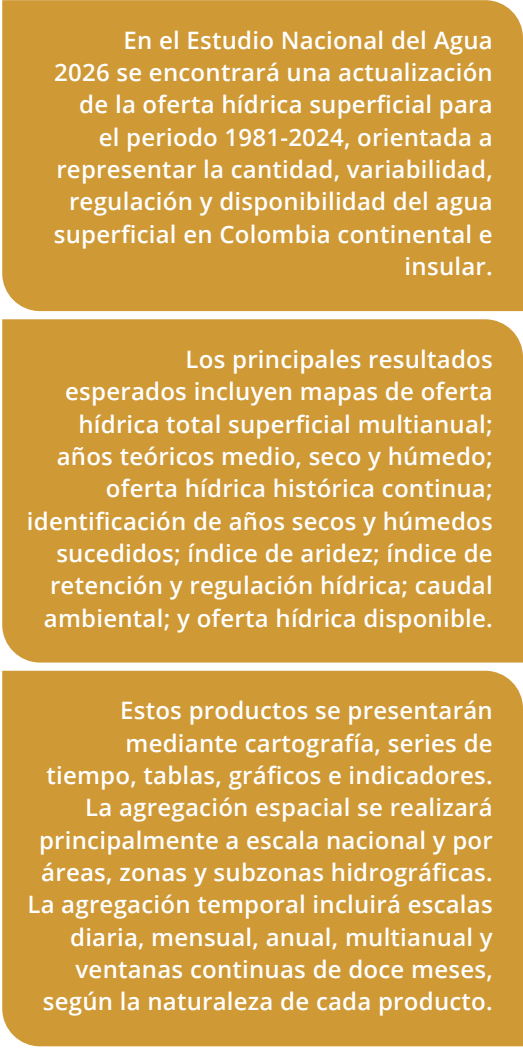
Figura 11. Índice de aridez, período 1981-2024



Hallazgos clave



Lo que se encontrará en el ENA 2026



3.2. Variabilidad climática y aguas superficiales en Colombia

La variabilidad climática es un factor determinante para comprender el comportamiento de las aguas superficiales en Colombia. Sus

efectos se expresan en cambios temporales y espaciales de la precipitación, la escorrentía, los caudales y la respuesta hidrológica de las cuencas, con diferencias importantes entre regiones y periodos de análisis. En el ENA 2026 esta temática analiza la influencia de distintos fenómenos de variabilidad climática sobre series hidrológicas mensuales.

Aunque El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es uno de los modos de variabilidad climática más reconocidos por sus efectos sobre la precipitación y la disponibilidad de agua en Colombia, otros fenómenos asociados a los océanos Pacífico y Atlántico también pueden incidir en el comportamiento hidroclimático nacional (IPCC, 2007). Por ello, el análisis considera varios índices océano-atmósfera para ampliar la comprensión de los factores climáticos que condicionan las aguas superficiales.

La temática se orienta a identificar tendencias en las series hidrológicas, reconocer la importancia relativa de diferentes fenómenos de variabilidad climática y establecer periodicidades dominantes. Sus resultados aportan información para explicar el comportamiento temporal del agua superficial y apoyar los análisis de sequías, disponibilidad hídrica, desabastecimiento, seguridad hídrica y análisis integrado.

Aspectos conceptuales y metodológicos

La temática se desarrolla mediante un enfoque cuantitativo, estadístico y computacional, orientado a analizar la relación entre las series hidrológicas mensuales y los fenómenos de variabilidad climática representados por índices océano-atmósfera.

La variabilidad climática se entiende como la expresión de oscilaciones océano-atmosféricas que regulan el clima en diferentes escalas espaciales y temporales. Estas oscilaciones se representan mediante índices climáticos que sintetizan la fase o intensidad

de fenómenos acoplados entre océano y atmósfera, y permiten analizar su relación con cambios en la precipitación, los caudales y la respuesta hidrológica de las cuencas. Los índices que se tienen en cuenta en el análisis se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Índices océano-atmosféricos analizados

Índice / Fenómeno	Región Principal	Escala Temporal / Ciclo	Mecanismo Clave
ENOS (El Niño-Oscilación del Sur)-ONI	Pacífico tropical	Interanual	Interacción océano-atmósfera; debilitamiento/fortalecimiento de vientos alisios (IPCC, 2007).
NAO (Oscilación del Atlántico Norte)	Atlántico Norte	Estacional (Invernal)	Diferencia de presión entre la baja de Islandia y el anticiclón de las Azores (NOAA, 2012a).
PDO (Oscilación Decadal del Pacífico)	Océano Pacífico	Decadal (2 a 3 décadas)	Modulación a largo plazo de temperaturas superficiales del mar (similar a un ENOS extendido) (JPL, n.d.).
QBO (Oscilación Cuasi-Bienal)	Estratosfera ecuatorial	Cuasi-bienal (28 a 29 meses)	Alternancia periódica de vientos del este y del oeste que se propagan hacia abajo (Baldwin et al., 2001).
AMM (Modo Meridional del Atlántico)	Océano Atlántico	Variable	Gradiente térmico superficial del mar entre el Atlántico norte y sur tropical (Chiang & Vimont, 2004).
PNA (Pacífico y América del Norte)	Hemisferio Norte (extratrópicos)	Baja frecuencia	Fluctuaciones de presión/altura entre Hawái, Aleutianas, Norteamérica intermontañosa y sureste de EE. UU (NOAA, 2012b).
WP (Pacífico Oeste)	Pacífico Norte	Baja frecuencia (Mensual/ Estacional)	Dipolo de anomalías de presión entre Kamchatka y el sudeste asiático/Pacífico subtropical (NOAA, 2012c).
NOI (Oscilación del Norte)	Pacífico Norte y zona ecuatorial	Variable	Diferencia de presión entre el anticiclón del Pacífico Norte y las bajas presiones de Australia (Schwing et al., 2002).

El proceso metodológico integra series hidrológicas mensuales, índices océano-atmósfera y una variable de estacionalidad anual,

como la radiación solar extraterrestre u otra equivalente, para representar el ciclo anual dentro de los modelos predictivos.

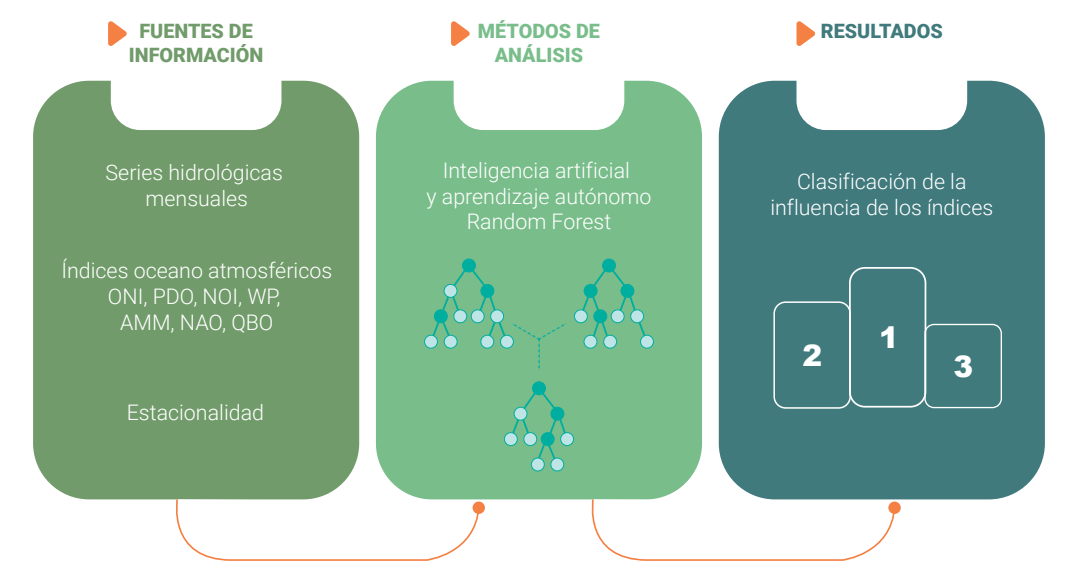
El análisis se desarrolla en tres componentes. El primero evalúa tendencias en las series hidrológicas mediante la prueba de Mann-Kendall y estima su magnitud con modelos lineales de mínimos cuadrados ordinarios. El segundo estima la importancia relativa de los fenómenos de variabilidad climática mediante modelos Random Forest, que permiten relacionar las series hidrológicas con los índices océano-atmósfera utilizados como predictores, incorporando rezagos de hasta siete meses para considerar posibles desfases entre las condiciones climáticas registradas por los índices y su expresión en las series hidrológicas (Breiman, 2001; Breiman et al., 2002).

Dado que el análisis busca relacionar procesos climáticos de gran escala con respuestas hidrológicas de escala local o regional, los resultados numéricos deben

interpretarse posteriormente a la luz de su razonabilidad física e hidrológica. El tercero identifica periodicidades dominantes mediante descomposición espectral con series de Fourier, después de remover tendencias.

La lectura conjunta de tendencias, importancia relativa de fenómenos climáticos y periodicidades permite caracterizar la relación entre variabilidad climática y aguas superficiales. Los resultados se producen a partir de series mensuales y se presentan principalmente por subzona hidrográfica, con el fin de facilitar su interpretación territorial y su articulación con otros componentes del ENA 2026. La figura 12 muestra el enfoque metodológico utilizado para relacionar series hidrológicas mensuales con índices de variabilidad climática, tendencias y periodicidades dominantes.

Figura 12. Agua y variabilidad climática, diagrama metodológico



Avances de resultados del ENA 2026

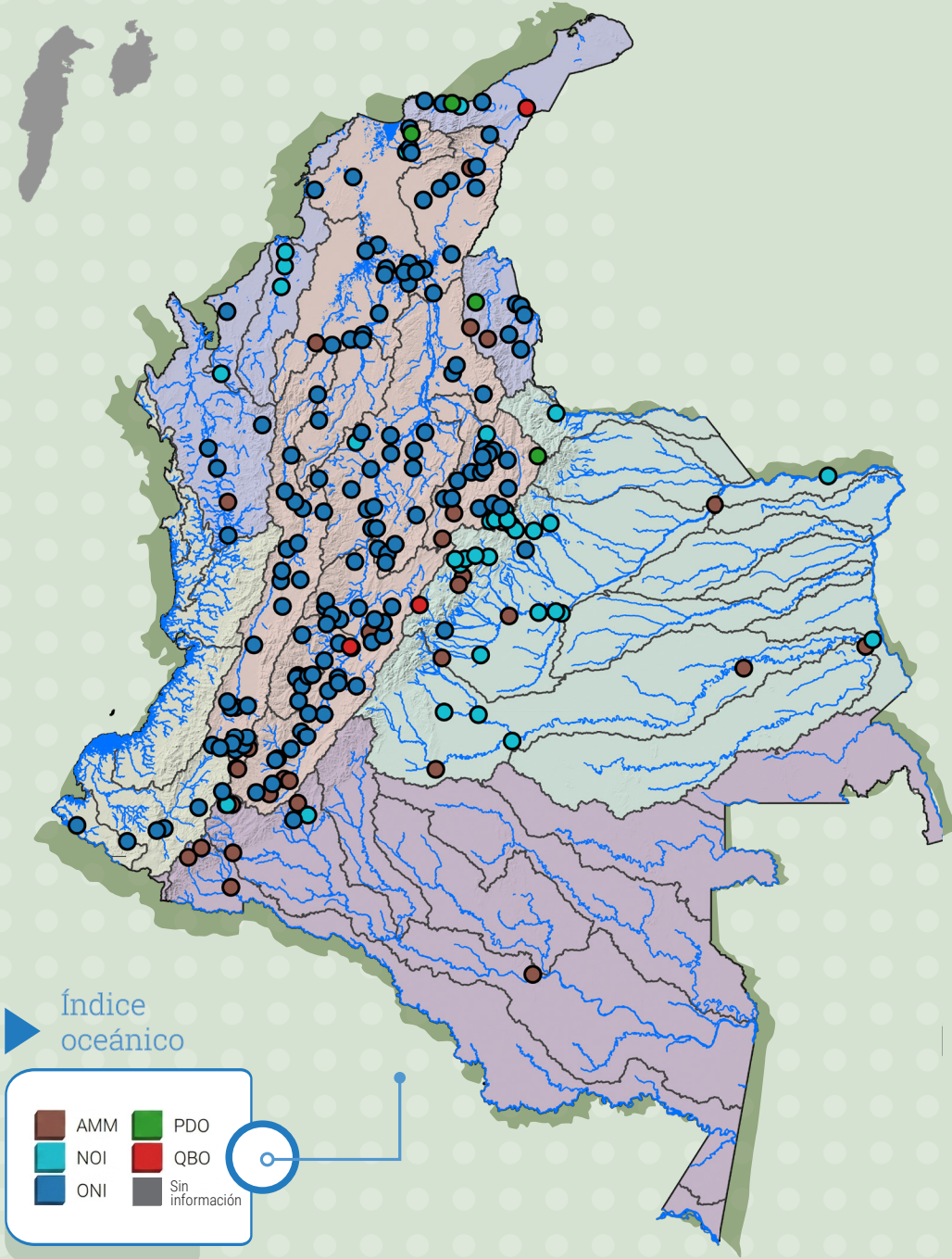
El análisis preliminar permite estimar la importancia relativa de los índices océano-atmósfera sobre las series hidrológicas evaluadas. Para ello, se calculó el aumento porcentual del error cuadrático medio al excluir cada variable del modelo. Dado que cada índice se evaluó con rezagos de hasta siete meses, la importancia total de cada fenómeno se obtuvo a partir de la suma de sus contribuciones en los diferentes rezagos.

La figura 13 presenta la distribución espacial del índice con la mayor y la segunda mayor influencia en cada estación. Los resultados muestran una diferenciación regional clara. En el área hidrográfica Magdalena-Cauca predomina la influencia del ONI, asociado al fenómeno ENOS, mientras que en la Orinoquia se destaca una mayor influencia del NOI. La figura 14 confirma este patrón por área hidrográfica: el ONI domina ampliamente en Magdalena-Cauca, Pacífico y Caribe; el NOI tiene mayor peso en la Orinoquia, y el AMM presenta la mayor influencia en la Amazonía.

Al analizar los índices que ocupan la segunda posición de influencia, se observa que el AMM tiene una presencia amplia en el territorio nacional, lo que sugiere una incidencia complementaria en la respuesta hidrológica de diferentes regiones (ver figura 13 y figura 15). En la tercera posición no se identifica un índice claramente dominante; sin embargo, el PDO y el QBO presentan una participación relevante, lo que indica su posible papel como moduladores de la influencia de otros fenómenos de variabilidad climática.

En conjunto, los resultados evidencian que el comportamiento hidrológico mensual en Colombia responde a la interacción de varios forzantes climáticos. De las 219 series analizadas, el ONI aparece entre las tres primeras posiciones de influencia en 209 series, el AMM en 200, el NOI en 97, el PDO en 86 y el QBO en 64. Los demás índices evaluados no se ubican entre los tres de mayor influencia en ninguna estación. Estos resultados aportan una lectura territorial de la relación entre variabilidad climática y aguas superficiales, y ofrecen insumos para los análisis de disponibilidad hídrica, sequías, desabastecimiento y evaluación integrada del ENA 2026.

Figura 13. Primer y segundo índice en influencia para cada estación



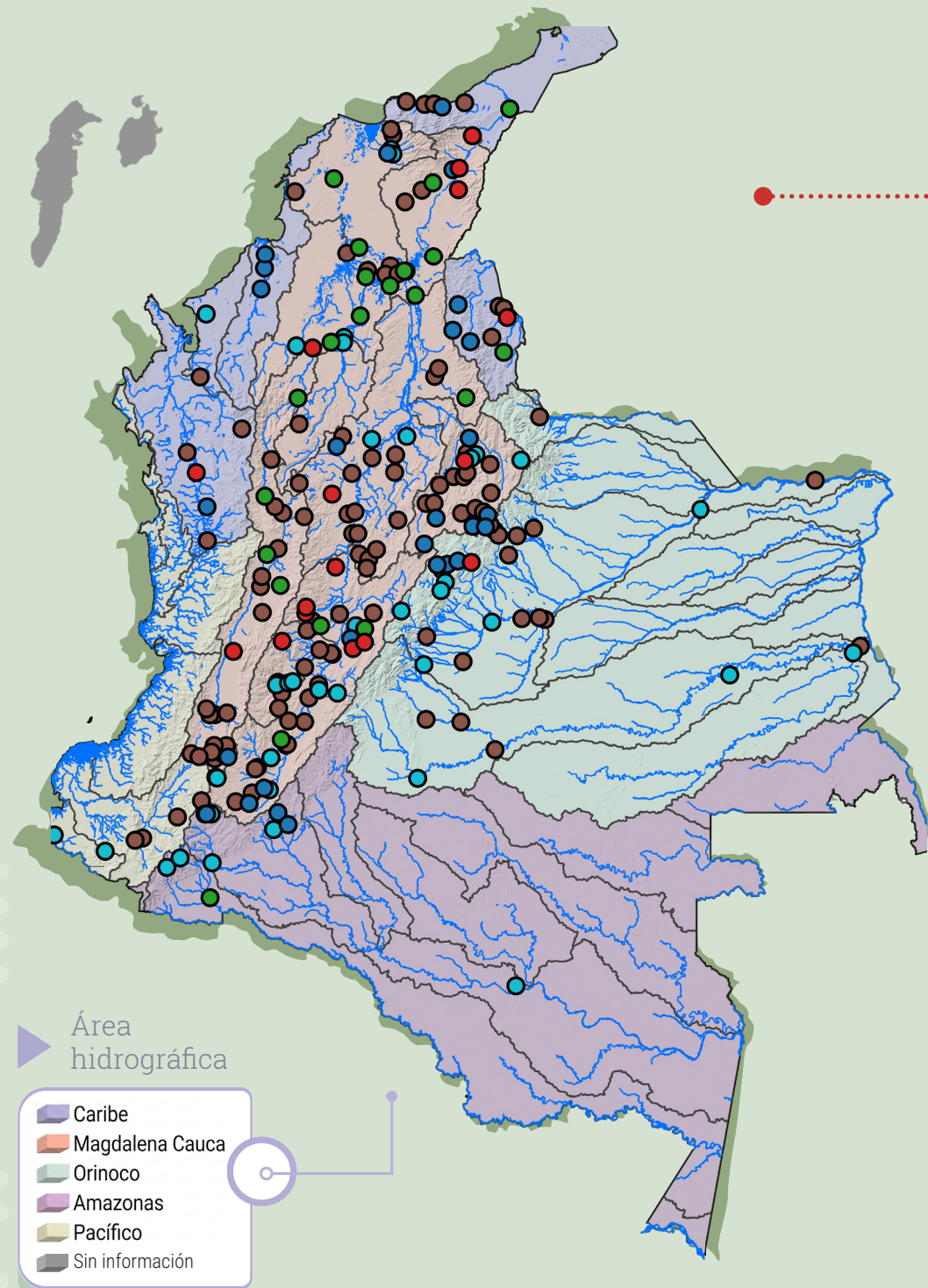


Figura 14. Distribución del índice de mayor importancia en cada estación por área hidrográfica

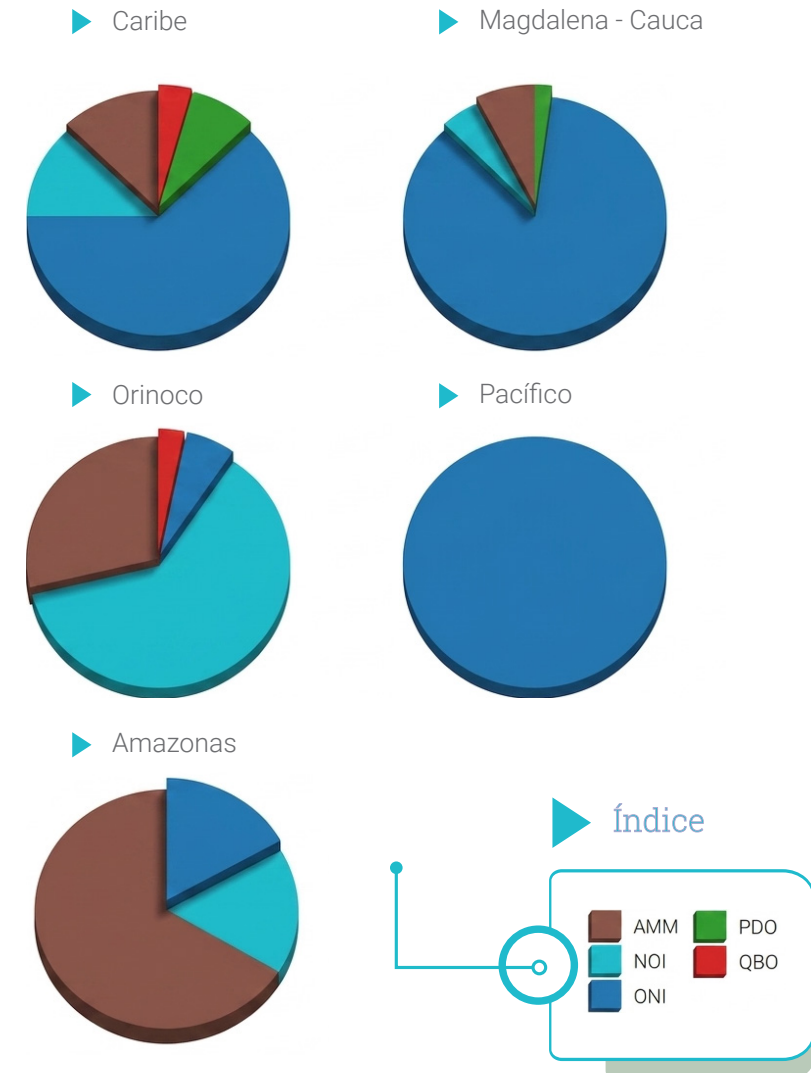
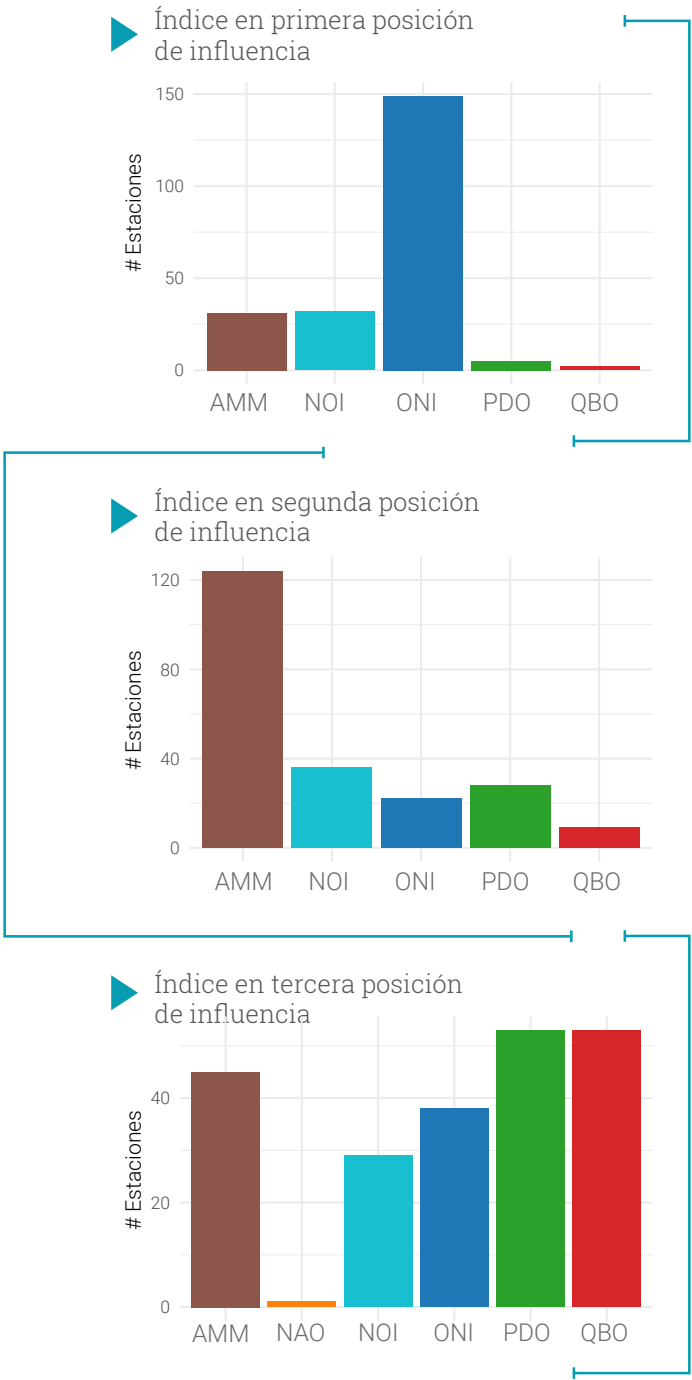


Figura 15. Histogramas de número de estaciones en donde cada índice ocupó la primera (parte superior), segunda (parte central) y tercera (parte inferior) posición de influencia en cada estación



Hallazgos clave

El agua superficial en Colombia no responde a un solo fenómeno climático. Aunque El Niño-Oscilación del Sur -ENOS- es un referente importante, el comportamiento hidrológico también está influenciado por otros fenómenos del Pacífico y del Atlántico.

El Niño no significa automáticamente sequía en todo el país. Sus efectos sobre la precipitación, la escorrentía y los caudales son diferenciados entre regiones y cuencas; por eso, no debe interpretarse como una señal uniforme para todo el territorio.

La variabilidad climática ayuda a explicar por qué el agua cambia en el tiempo y en el territorio. El análisis permite reconocer cómo ciertos fenómenos océano-atmósfera influyen en las series hidrológicas mensuales y en la respuesta de las cuencas.

El ENA 2026 amplía la mirada más allá del ENOS. El análisis incluye índices como ONI, AMM, NOI, PDO y QBO, lo que permite identificar la importancia relativa de distintos forzantes climáticos sobre el agua superficial.

Los resultados preliminares muestran una señal regional diferenciada. El ONI tiene alta influencia en Magdalena-Cauca, Pacífico y Caribe; el NOI se destaca en Orinoquia; y el AMM presenta una influencia relevante en la Amazonía y como segundo factor en varias regiones.

La respuesta hidrológica del país combina varios ritmos climáticos. Además de los fenómenos interanuales como El Niño y La Niña, existen ciclos anuales, semestrales y de mayor duración que inciden en el comportamiento del agua superficial.

El análisis de variabilidad climática aporta información clave para otros componentes del ENA. Sus resultados ayudan a interpretar la oferta hídrica, las sequías, el desabastecimiento hídrico, la seguridad hídrica y el análisis integrado del agua.

El ENA 2026 incorpora herramientas estadísticas y computacionales para analizar estas relaciones. El uso de modelos como Random Forest permite estimar la importancia relativa de los índices climáticos y explorar rezagos en la respuesta hidrológica.

Los resultados deben leerse con criterio físico e hidrológico, no solo estadístico. La influencia de cada índice debe interpretarse considerando la región, el tipo de cuenca, la temporalidad y la coherencia con el comportamiento hidrológico observado.

Comprender la variabilidad climática permite anticipar mejor los cambios del agua superficial. Esta información fortalece la planificación, la gestión del riesgo, la preparación frente a sequías o excesos de agua y la toma de decisiones territoriales.

Lo que se encontrará en el ENA 2026

En el Estudio Nacional del Agua 2026 se encontrará un análisis de la relación entre fenómenos de variabilidad climática y comportamiento hidrológico en Colombia, con énfasis en series hidrológicas mensuales.

Los principales resultados esperados incluyen tendencias en series hidrológicas, magnitud y dirección de dichas tendencias, importancia relativa de fenómenos de variabilidad climática, fenómeno dominante por región o unidad de análisis, y periodos predominantes en la variabilidad de las series.

Estos productos se presentarán mediante indicadores, tablas, gráficos, espectros y síntesis territoriales. La agregación temporal será mensual y dependerá del periodo analizado, de la serie histórica disponible y del entrenamiento de los modelos empleados.

3.3. Características de los cuerpos de agua en Colombia

Las características de los cuerpos de agua en Colombia permiten comprender la diversidad, distribución y dinámica de los sistemas hídricos superficiales del país. En el ENA 2026 esta temática aborda sistemas lóticos y lénticos, incluidos ríos, lagunas, ciénagas y embalses, así como la dinámica multitemporal de cuerpos de agua lénticos y la estructuración de la red hídrica nacional.

Los cuerpos de agua cumplen funciones de regulación hidrológica, almacenamiento, conectividad ecológica y soporte de actividades sociales y económicas. Su presencia y dinámica reflejan la interacción entre condiciones hidroclimáticas, relieve, cobertura del suelo, dinámica fluvial, procesos de inundación, intervención antrópica e infraestructura. Por ello, su caracterización aporta información para los análisis de disponibilidad, inundaciones, sedimentos, calidad del agua, planificación ambiental y análisis integrado.

La temática consolida una lectura espacial orientada a identificar la tipología, la distribución, los cambios de extensión y la relación con la red hídrica nacional. En los sistemas

lénticos el análisis se centra en cambios espaciales a partir de coberturas de la tierra y productos de superficies de agua; en los sistemas lóticos se enfoca en la estructuración y caracterización de la red hídrica mediante información cartográfica, hidrográfica, altitudinal y de estaciones hidrológicas.

Aspectos conceptuales y metodológicos

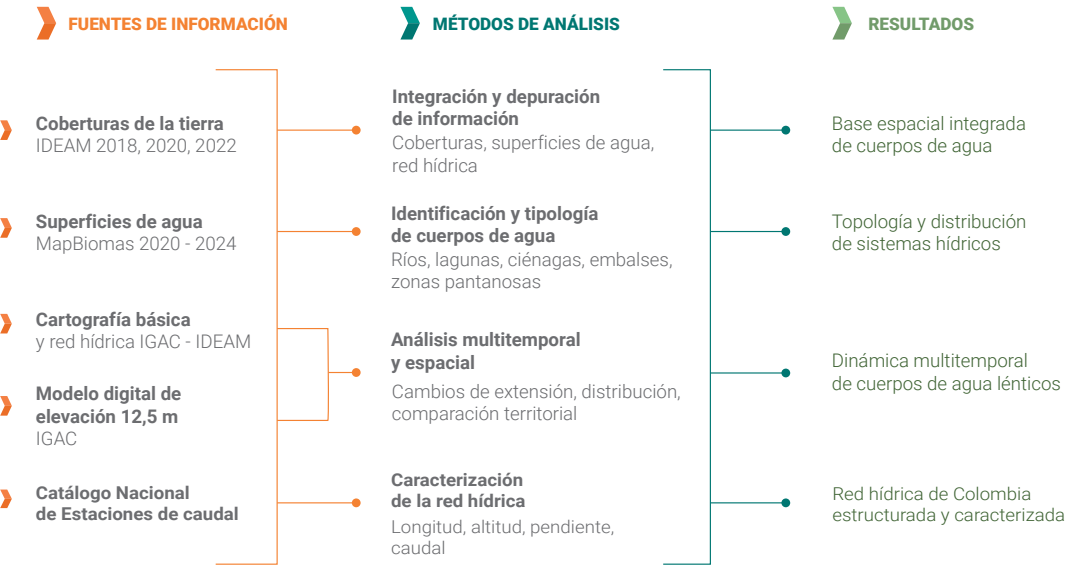
Los cuerpos de agua se entienden como sistemas superficiales donde el agua se almacena, circula o permanece temporal o permanentemente, de acuerdo con condiciones hidrológicas, geomorfológicas, climáticas y antrópicas. Los sistemas lóticos corresponden a corrientes con flujo definido, como ríos y redes de drenaje; los sistemas lénticos corresponden a cuerpos

de agua de circulación lenta o almacenamiento, como lagunas, ciénagas y embalses.

Los ríos cumplen una función estructurante en el sistema hídrico superficial porque conectan unidades hidrográficas, movilizan agua y sedimentos, sostienen ecosistemas acuáticos y articulan procesos desde las zonas de nacimiento hasta las planicies de inundación y desembocaduras. Las lagunas, ciénagas y embalses aportan funciones de almacenamiento, regulación y soporte ecológico o antrópico, según su origen, dinámica hidrológica e interacción con sistemas fluviales cercanos (Ideam, 2023; Instituto Humboldt, 2024; Villota, 2005).

La figura 16 resume el proceso metodológico para integrar fuentes de información, diferenciar sistemas lóticos y lénticos, y generar productos cartográficos y estadísticos sobre cuerpos de agua superficiales.

Figura 16. Características de los cuerpos de agua en Colombia: diagrama metodológico



El proceso metodológico integra el análisis de coberturas de la tierra del Ideam para 2018, 2020 y 2022, productos de superficies de agua de MapBiomass 2020-2024, cartografía básica y red hídrica del IGAC y del Ideam, modelo digital de elevación de 12,5 m y registros del Catálogo Nacional de Estaciones del Ideam como apoyo a la caracterización (Ideam, Sinchi y PNN, 2021; Ideam, 2026).

Para los cuerpos de agua lénticos se identifican presencia, extensión, tipología y cambios espaciales de lagunas, ciénagas y embalses. Para los sistemas lóticos se estructura y caracteriza la red hídrica nacional a partir de atributos como longitud, altitud, pendiente y caudal de los principales ríos. Los métodos incluyen integración y depuración de información, identificación y tipología de cuerpos de agua, análisis multitemporal y caracterización de la red hídrica. Los resultados se expresan en productos nacionales y por unidades hidrográficas, mediante cartografía, tablas y gráficos orientados a interpretar la distribución territorial, los cambios espaciales y los atributos principales de los cuerpos de agua superficiales del país.

Avances de resultados del ENA 2026

Para el territorio colombiano, de acuerdo con la clasificación de coberturas CLCC, se ha identificado una extensión total ocupada por cuerpos de agua lénticos y lóticos que alcanza los 17.760 km² en 2018 y 17.207 km² en 2020 (ver tabla 9). Las zonas hidrográficas con mayor presencia de cuerpos de agua son Bajo Magdalena, Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge, Medio Magdalena, río Meta, río Caquetá y río Guaviare con superficies de

agua superiores a los 1.000 km² que representan hasta el 8 % en la cuenca del Magdalena y entre el 1 % y 2 % del área total en las cuencas de la Orinoquía y Amazonía. Con una superficie total en cuerpos de agua en el rango de 600 a 800 km² se encuentran las zonas hidrográficas del río Cesar, Cauca, Atrato y Patía lo cual representa entre el 1 % y el 3 % del área total de cada una de estas zonas hidrográficas.

Entre los años 2018 y 2020, con una reducción en área ocupada por superficies de agua del orden del 3 % en la escala nacional, se destacan reducciones de entre 100 y 200 km² en las zonas hidrográficas del Bajo Magdalena, río Cesar y Medio Magdalena que representan reducciones porcentuales de 7 %, 23 % y 9 % respectivamente. Con disminuciones en área de entre 30 y 60 km² se encuentran las zonas hidrográficas de los ríos Sinú, Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge, Cauca, Meta y Casanare, en las cuales las reducciones porcentuales corresponden a 11 %, 5 %, 9 %, 2 % y 9 % respectivamente.

Para el año 2022, la extensión de cuerpos de agua alcanzó los 19.280 km² y este incremento del 12 % a escala nacional se concentra en cuatro zonas hidrográficas principalmente: Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge, río Cesar, Bajo Magdalena y Medio Magdalena. En la cuenca del río Cesar, el aumento en 259 km² representó un incremento porcentual del 53 %. Para el bajo Magdalena, el aumento en 411 km² y en el medio Magdalena el aumento de 234 km² representó un 18 % para estas zonas hidrográficas.

Una característica que se ha estimado con base en la información disponible de la presencia de cuerpos de agua en el periodo 2018 a 2021 corresponde a la condición de agua permanente

o estacional, y en ese contexto se destaca que para la Orinoquía el 45 % de la superficie ocupada por agua tiene una condición estacional, en el área hidrográfica del Caribe esta proporción es de 34 %, al igual que en el área hidrográfica Magdalena-Cauca. Para el área hidrográfica del Pacífico es del orden de 26 % y en la Amazonía esta condición se encuentra en el 14 %.

En la Orinoquía, en la cuenca del río Casanare la proporción entre agua estacional y agua permanente alcanza valores cercanos al 80 %, lo cual refleja la alta variación que se presenta

Tabla 9. Extensión de cuerpos de agua por área hidrográfica en km²

Área Hidrográfica	Cuerpos de agua lénticos y lóticos (áreas en km²)		
	2018	2020	2022
Caribe	1,452.56	1,420.44	1,494.84
Magdalena Cauca	7,201.74	6,634.09	8,824.55
Orinoco	4,311.04	4,334.05	4,216.03
Amazonas	3,054.53	3,082.93	2,999.61
Pacífico	1,739.83	1,735.05	1,746.79
Total general	17,759.70	17,206.55	19,281.82

Los sistemas hídricos lénticos (ciénagas, embalses y lagunas) ocupan una extensión total que oscila entre los 3.100 km² en 2020 a 4.770 km² en 2022, y representan entre el 22 % y el 30 % de la superficie que cubren los sistemas hídricos lóticos, ríos principalmente, la cual está entre los 14.200 km² en 2020 y los 15.800 km² en 2022.

Con respecto a la presencia de sistemas lénticos tipo ciénaga estos se encuentran en su mayoría en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, particularmente en dos zonas hidrográficas que corresponden al Bajo Magdalena, en la cual se destaca el sistema asociado a la ciénaga grande de Santa Marta, y el Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge con el

en sistemas asociados a los ríos afluentes, entre los que se destacan el río Agua Clara, el río Ariporo y el río Cravo Norte, entre otros.

Para la región Caribe, se destacan la alta proporción entre agua estacional y agua permanente en las zonas hidrográficas del Catatumbo y la Guajira, alcanzando valores de entre 50 % y 70 % y destacando cuencas como las de los ríos Ancho y Tapias en la Guajira, y las cuencas de los ríos Algodonal, Pamplonita y Zulia en Norte de Santander.

sistema cenagoso de la confluencia de estos ríos en la depresión Momposina. En particular, para 2022 se evidenció un incremento de la extensión de las ciénagas alcanzando un total de 2,6 a 2,9 veces la extensión correspondiente a los años 2018 y 2020 respectivamente. En la zona del Bajo Magdalena, este incremento estuvo en el orden de 1,2 a 1,3 veces la extensión de años anteriores.

Para la zona hidrográfica del río Cesar también se evidenció un incremento en el área ocupada por las ciénagas pasando de 332 km² en 2020 a 573 km² en 2022 y en el Medio Magdalena con un incremento de cerca de 90 km² durante ese mismo período.

Tabla 10. Distribución de cuerpos de agua lénticos y lóticos por área hidrográfica 2018 en km²

Area hidrográfica	Cuerpos de agua lénticos y lóticos (áreas en km²)			
	Ciénagas	Embalses	Lagunas	Ríos
Caribe	168.62	65.92	22.39	718.78
Magdalena Cauca	2,619.03	448.16	9.84	2,226.28
Orinoco		14.87	58.28	3,644.64
Amazonas			42.23	2,899.61
Pacífico		18.88		1,557.93
TOTAL	2,787.64	547.83	132.74	11,047.24

Tabla 11. Distribución de cuerpos de agua lénticos y lóticos por área hidrográfica 2020 en km²

Area hidrográfica	Cuerpos de agua lénticos y lóticos (áreas en km²)			
	Ciénagas	Embalses	Lagunas	Ríos
Caribe	160.97	66.05	22.48	720.37
Magdalena Cauca	2,248.44	462.81	10.12	2,213.16
Orinoco		15.43	58.28	3,716.39
Amazonas			42.23	2,927.33
Pacífico		18.04		1,555.44
TOTAL	2,409.40	597.29	133.10	11,132.69

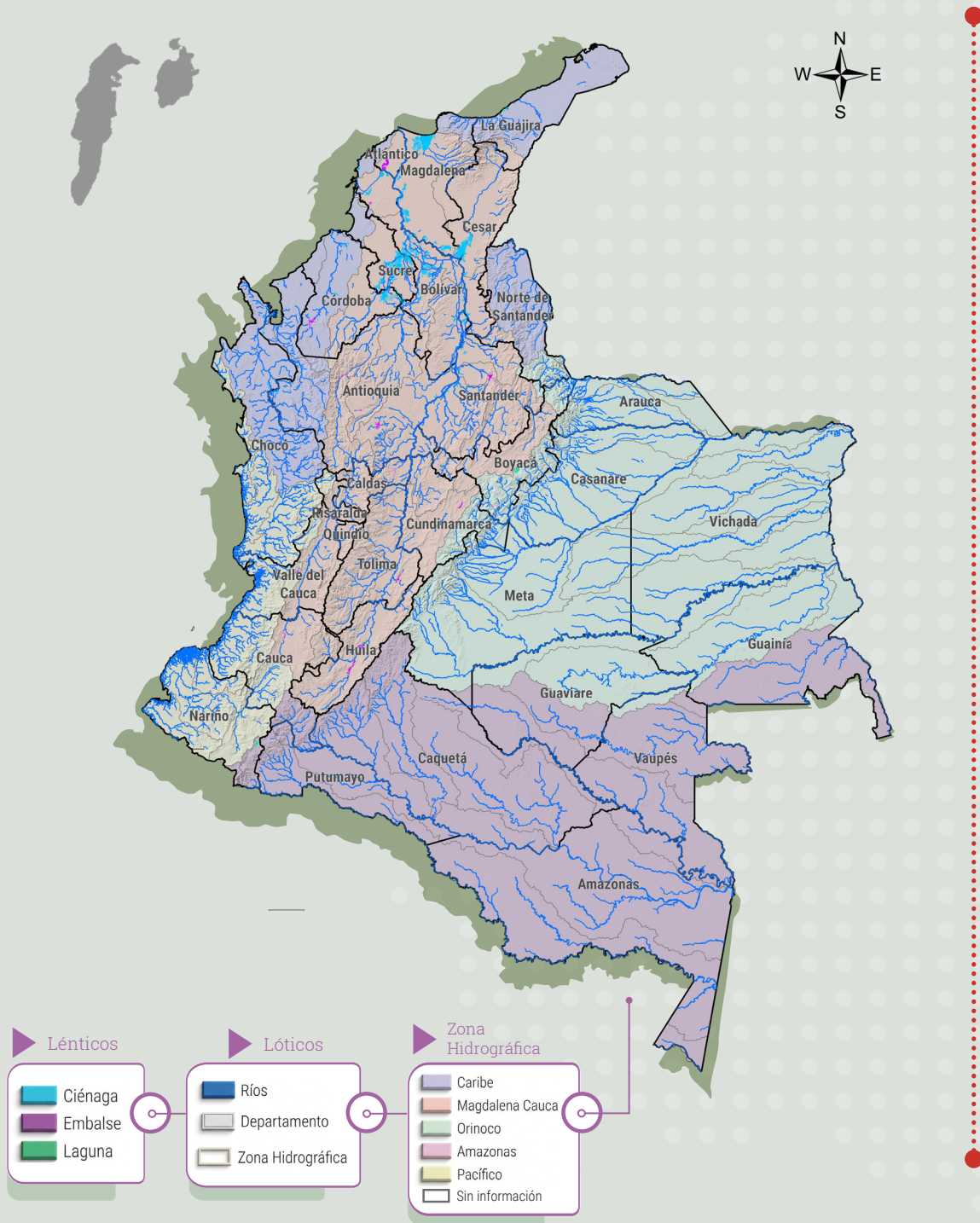
Tabla 12. Distribución de cuerpos de agua lénticos y lóticos por área hidrográfica 2022 en km²

Área hidrográfica	Cuerpos de agua lénticos y lóticos (áreas en km²)			
	Ciénagas	Embalses	Lagunas	Ríos
Caribe	201.45	67.20	23.28	733.91
Magdalena Cauca	3,838.27	495.49	6.33	2,315.69
Orinoco		11.04	58.28	3,612.56
Amazonas			42.89	2,842.37
Pacífico		19.17		1,565.80
TOTAL	4,039.72	592.90	130.78	11,070.34

Figura 17. Distribución espacial de cuerpos de agua en el año 2022



Figura 18. Distribución de cuerpos de agua lénticos y lóticos en el año 2022



Hallazgos clave

Los cuerpos de agua reflejan la dinámica superficial del agua en el territorio y permiten reconocer cambios en ríos, ciénagas, lagunas y embalses.

La caracterización de cuerpos de agua aporta información clave sobre almacenamiento superficial, conectividad hídrica y regulación natural del sistema hídrico.

Entre 2018 y 2022, la superficie de cuerpos de agua mostró cambios moderados a escala nacional, pero con incrementos focalizados en sistemas estratégicos del área hidrográfica Magdalena-Cauca.

El incremento de cuerpos de agua en 2022 se concentró principalmente en el Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge, el río Cesar, el Bajo Magdalena y el Medio Magdalena.

El caso de Caregato evidencia cómo una alteración persistente en la dinámica fluvial puede modificar la extensión de los cuerpos de agua y consolidar nuevas condiciones de circulación superficial.

Las ciénagas del Magdalena-Cauca cumplen un papel estratégico en la regulación, almacenamiento y conectividad de los sistemas hídricos de tierras bajas.

Diferenciar cuerpos de agua lénticos y lóticos permite comprender mejor la diversidad de formas en que el agua se almacena, circula y permanece en el territorio.

La lectura multitemporal de cuerpos de agua permite identificar transformaciones recientes y aportar insumos para la planificación ambiental, la gestión del riesgo y el análisis integrado del agua.

Lo que se encontrará en el ENA 2026

En el Estudio Nacional del Agua de 2026 se encontrará una caracterización de los principales cuerpos de agua superficiales del país, con énfasis en su tipología, distribución, dinámica espacial y relación con la red hídrica nacional.

Los principales resultados esperados incluyen una base espacial integrada de cuerpos de agua; la identificación y distribución de ríos, lagunas, ciénagas y embalses; el

análisis multitemporal de cuerpos de agua lénticos; y la red hídrica de Colombia estructurada y caracterizada.

Estos productos se presentarán mediante cartografía, tablas y gráficos. La agregación espacial se desarrollará principalmente a escala nacional y por unidades hidrográficas, con apoyo de coberturas de la tierra, productos de superficies de agua, cartografía básica, red hídrica, modelo digital de elevación y registros de estaciones hidrológica.

3.4. Estado y monitoreo de los glaciares en Colombia

Los glaciares colombianos son componentes sensibles del sistema hídrico de alta montaña e indicadores directos de las condiciones atmosféricas, la variabilidad climática y los cambios que afectan la criosfera tropical. En el ENA 2026 esta temática analiza su estado y monitoreo mediante dos aproximaciones complementarias: la estimación del área y cambio de cobertura glaciar, y la determinación del balance de masa glaciar.

La evaluación de los glaciares permite reconocer cambios en la cobertura de hielo, pérdida de masa, fragmentación, disminución de espesores y formación de cuerpos de agua glaciares. Estos procesos aportan información sobre la evolución reciente de los glaciares colombianos y su relación con la regulación hídrica en cuencas de alta montaña, especialmente durante periodos secos.

La temática integra sensores remotos, imágenes satelitales, procesamiento digital de

imágenes y mediciones directas en campo. Las imágenes permiten delimitar superficies glaciares y analizar cambios de cobertura; las mediciones con balizas y observaciones en zonas de acumulación permiten cuantificar pérdidas y ganancias de masa. En conjunto, ambos análisis ofrecen una base para interpretar la dinámica reciente de las masas glaciares y su relación con el sistema hídrico nacional.

El monitoreo realizado por el Ideam durante más de 20 años ha posicionado a los glaciares colombianos bajo los más altos estándares internacionales, permitiendo que el Nevado Santa Isabel y la Sierra Nevada del Cocuy o Güicán hagan parte de los aproximadamente 30 glaciares de referencia a nivel mundial definidos por el World Glacier Monitoring Service (WGMS). Esta iniciativa internacional recopila y analiza información glaciar a escala global, con el propósito de consolidar bases de datos que apoyen la modelación hidrológica y la evaluación de los posibles efectos del cambio climático.

Aspectos conceptuales y metodológicos

Los glaciares colombianos son masas de hielo ubicadas en zonas de alta montaña que responden de manera sensible a las condiciones atmosféricas (Benn & Evans, 2014). Su estado se evalúa a partir de dos conceptos principales: el área y cambio de cobertura glaciar, que permite construir una lectura espacial y multitemporal de su extensión superficial; y el balance de masa glaciar, que cuantifica ganancias y pérdidas de masa durante un periodo determinado (Ceballos Liévano, Cruz Mendoza y Martínez Serrano, 2025; Ideam).

El área y cambio de cobertura glaciar se estima mediante imágenes digitales producidas por imágenes satelitales en color natural y falso color, que facilitan la identificación y diferenciación de nieve, hielo, roca, vegetación y cuerpos de agua. Cuando existen condiciones de sombra, nubes o rocas claras que pueden generar imprecisiones, se emplea delineación manual apoyada en criterios de textura, brillo, contexto topográfico y conocimiento experto (Paul et al., 2016; Rott, 1994; Cruz y Casallas García, 2020).

El balance de masa glaciar expresa la relación entre acumulación y ablación. La acumulación corresponde a ganancias de masa, principalmente por nieve, mientras que la ablación corresponde a pérdidas asociadas al derretimiento, sublimación u otros procesos. La medición se realiza mediante el método glaciológico directo, sustentado en balizas y observaciones de campo que permiten registrar variaciones de hielo y nieve y extrapolarlas según rangos altitudinales o unidades espaciales para obtener valores representativos del glaciar (Cogley et al., 2011; WGMS, 2020; Zemp et al., 2009).

A nivel metodológico el análisis del área y cambio de cobertura de los glaciares existentes en Colombia se realiza con periodicidad bienal, y genera bases de datos y cartografía vectorial. El balance de masa se calcula en sectores específicos del Nevado Santa Isabel y de la Sierra Nevada El Cocuy, con agregación temporal anual. Estos resultados permiten representar la evolución espacial y física de los glaciares mediante tablas, gráficos y productos cartográficos.

Avances de resultados del ENA 2026

Los glaciares colombianos, ubicados en cuatro volcanes (Ruiz, Santa Isabel, Tolima y Huila) y

en dos sierras nevadas (Santa Marta y El Cocuy o Güicán), se clasifican como glaciares ecuatoriales debido a su proximidad a la latitud ecuatorial. Esta franja del planeta presenta las temperaturas promedio más altas, asociadas a una elevada recepción de radiación solar, lo que constituye condiciones poco favorables para la formación y permanencia de los glaciares.

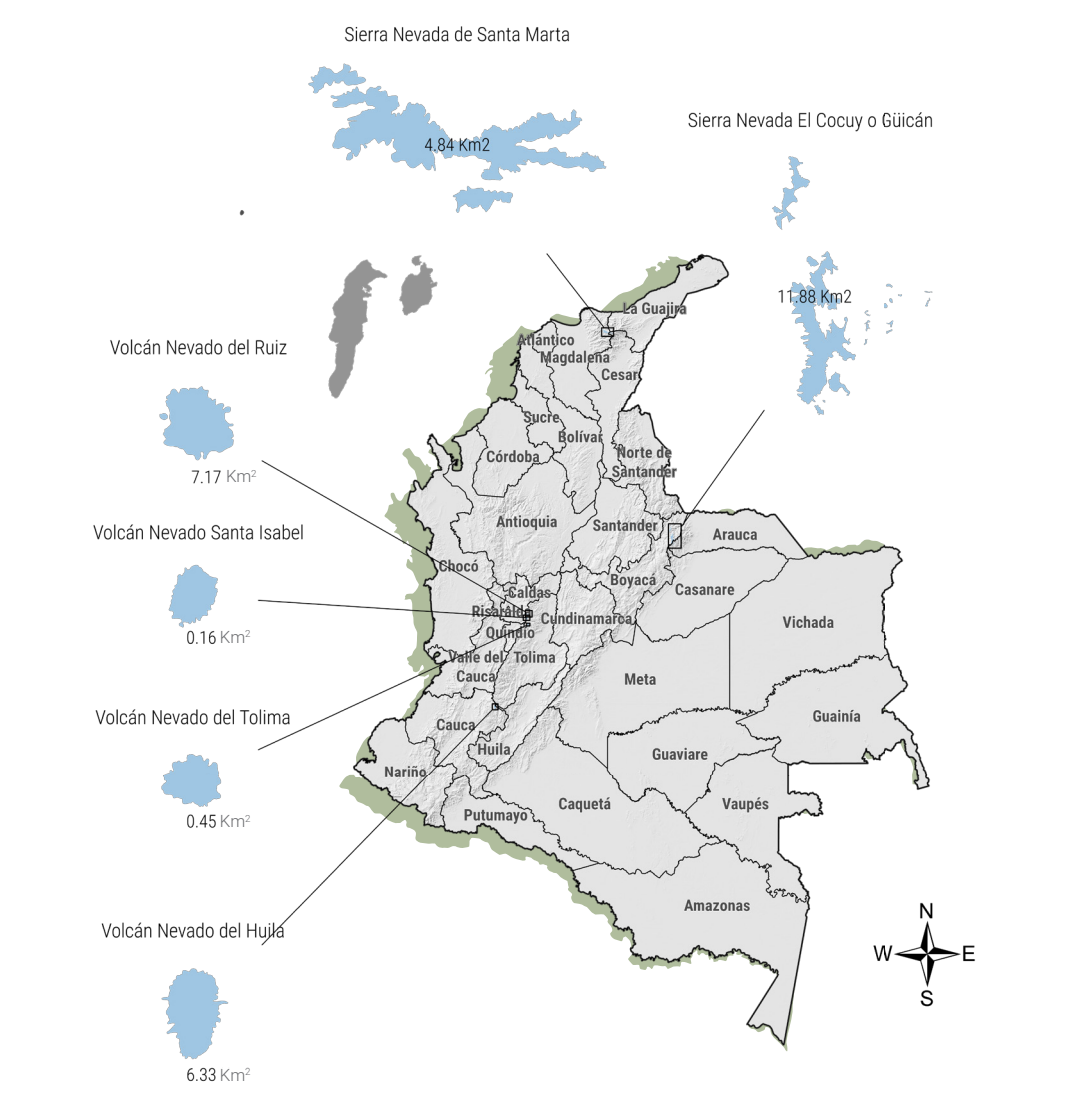
La existencia de glaciares en este entorno refleja un delicado equilibrio climático. Pequeñas variaciones en las condiciones atmosféricas pueden generar cambios significativos en su dinámica, razón por la cual son considerados indicadores naturales altamente sensibles del cambio climático.

En este sentido, el comportamiento observado en los glaciares colombianos evidencia una tendencia sostenida y generalizada de pérdida de masa y reducción de área glaciar, disminución de los espesores de hielo, aumento en la fragmentación y la formación de cuerpos de agua proglaciares.

Estas transformaciones inciden directamente en la regulación hídrica de las cuencas de alta montaña, alterando la estacionalidad y magnitud de los aportes de agua, especialmente en periodos secos. A mediano y largo plazo, la continuidad de estas tendencias conduce a un estado de degradación irreversible y, finalmente, a la extinción de los glaciares, con implicaciones significativas para la disponibilidad hídrica, los ecosistemas de alta montaña y las comunidades.

De acuerdo con el nivel de agregación temporal del área y cobertura glaciar en Colombia, el análisis y monitoreo del cambio de área glaciar se presenta actualizado hasta el año 2024 (ver figura 19).

Figura 19. Área y cobertura glaciar en Colombia a 2024

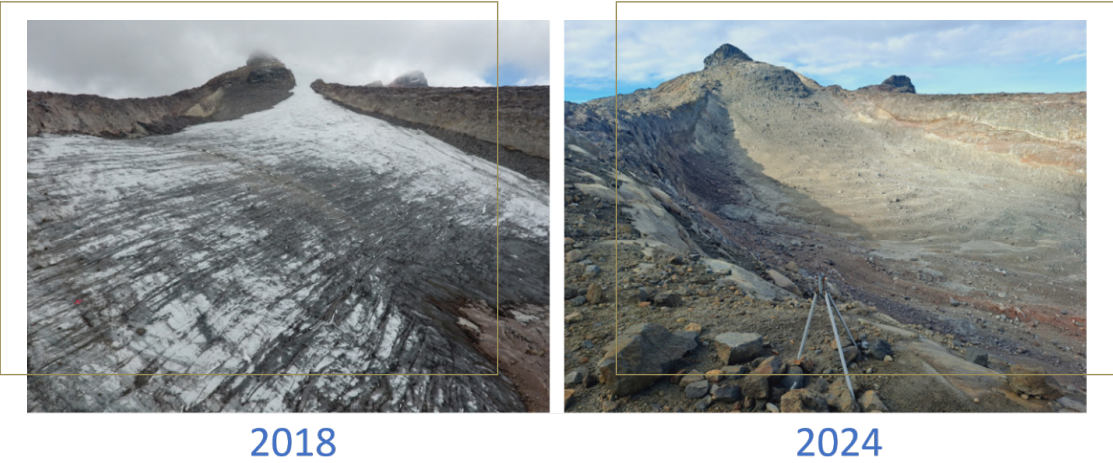


Para el 2024, se determinó un área glaciar total para el país de 30.83 km², con una reducción total del 6,8 % respecto al análisis realizado en 2022 (33,09 km²).

El área glaciar que más presentó cambios en este periodo de tiempo fue el Volcán

Nevado Santa Isabel, con una reducción de su área cercana al 44,8 %, reflejada en la extinción del Glaciar Conejeras en febrero de 2024 y la pérdida progresiva del área glaciar en el sector El Hongo (ver figura 20).

Figura 20. Cambio en la cobertura glaciar en el Volcán Nevado Santa Isabel, sector Conejeras.



En las restantes cinco (5) áreas glaciares presentes en el país la reducción de la cobertura se mantiene, sin embargo, a una tasa menor a la observada en el Volcán Nevado Santa Isabel (ver tabla 13).

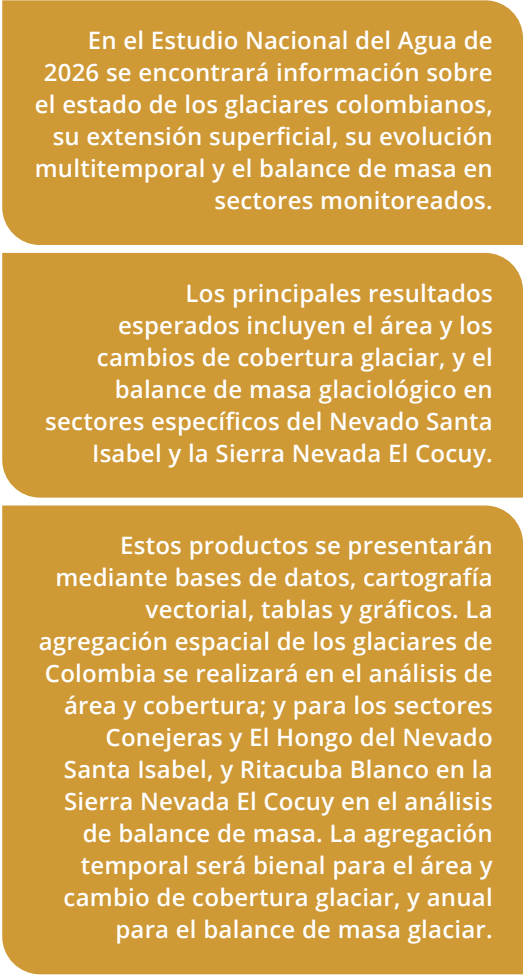
Tabla 13. Cambios en el área glaciar en Colombia entre 2022 y 2024

Glaciar	Área 2022 (km²)	Área 2024 (km²)	Reducción entre 2022 y 2024 (km²)	% de reducción
Sierra Nevada El Cocuy o Güicán	12,83	11,88	0,95	7,4
Nevado del Ruiz	7,68	7,17	0,51	6,6
Nevado del Huila	6,50	6,33	0,17	2,6
Sierra Nevada de Santa Marta	5,30	4,84	0,46	8,7
Nevado del Tolima	0,49	0,45	0,04	8,2
Nevado Santa Isabel	0,29	0,16	0,13	44,8
Total	33,09	30,83	2,26	6,8

Hallazgos clave



Lo que se encontrará en el ENA 2026



4. RESPUESTAS DEL SISTEMA HÍDRICO A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN COLOMBIA: INUNDACIONES, SEQUÍAS Y DESABASTECIMIENTO HÍDRICO

Este capítulo presenta las principales respuestas del sistema hídrico colombiano frente a condiciones hidroclimáticas que generan excesos, déficits o restricciones en el suministro del agua. En el ENA 2026 estas respuestas se abordan mediante tres temáticas: inundaciones, sequías y desabastecimiento hídrico, que permiten reconocer dinámicas territoriales asociadas a acumulación de agua, déficit hídrico y limitaciones en el abastecimiento de agua (Ideam, 2019; Ideam, 2023).

Las inundaciones se analizan a partir de zonas inundables periódicamente, áreas afectadas asociadas a la ocurrencia de eventos del fenómeno La Niña y reportes de eventos hidrometeorológicos; las sequías se estudian mediante atributos como duración, magnitud, intensidad, valor extremo y periodos de retorno; y el desabastecimiento hídrico relaciona las condiciones naturales del agua con la capacidad de los sistemas de abastecimiento, las cuencas abastecedoras y la infraestructura hidráulica.

Metodológicamente, el capítulo integra información hidroclimatológica, cartográfica, histórica, institucional y territorial, con procedimientos de análisis espacial, caracterización de eventos, análisis estadístico, modelación, inventarios y clasificación de susceptibilidad. Sus resultados aportan insumos para comprender eventos extremos, identificar territorios con mayor exposición o susceptibilidad, reconocer condiciones que pueden limitar el abastecimiento y fortalecer el análisis integrado del agua en Colombia.

4.1. Dinámica de inundaciones en Colombia

La dinámica de inundaciones en Colombia permite comprender cómo se expresa el exceso de agua en el territorio y cómo se relaciona con condiciones hidroclimáticas, geomorfológicas y territoriales. El análisis diferencia entre zonas inundables periódicamente y áreas afectadas por inundación asociadas a eventos específicos. Esta distinción permite separar la dinámica natural del sistema hídrico de las afectaciones asociadas a eventos hidroclimáticos particulares.

La temática integra información espacial, sensores remotos, cartografía temática y reportes institucionales de eventos de emergencia. Sus resultados permiten reconocer patrones de ocurrencia, recurrencia y concentración territorial de inundaciones, así como sistemas hídricos asociados, departamentos con mayor número de reportes, meses de mayor frecuencia y áreas afectadas durante eventos asociados al fenómeno La

Niña. Esta información aporta a la gestión del riesgo, la planificación territorial y el análisis integrado del agua.

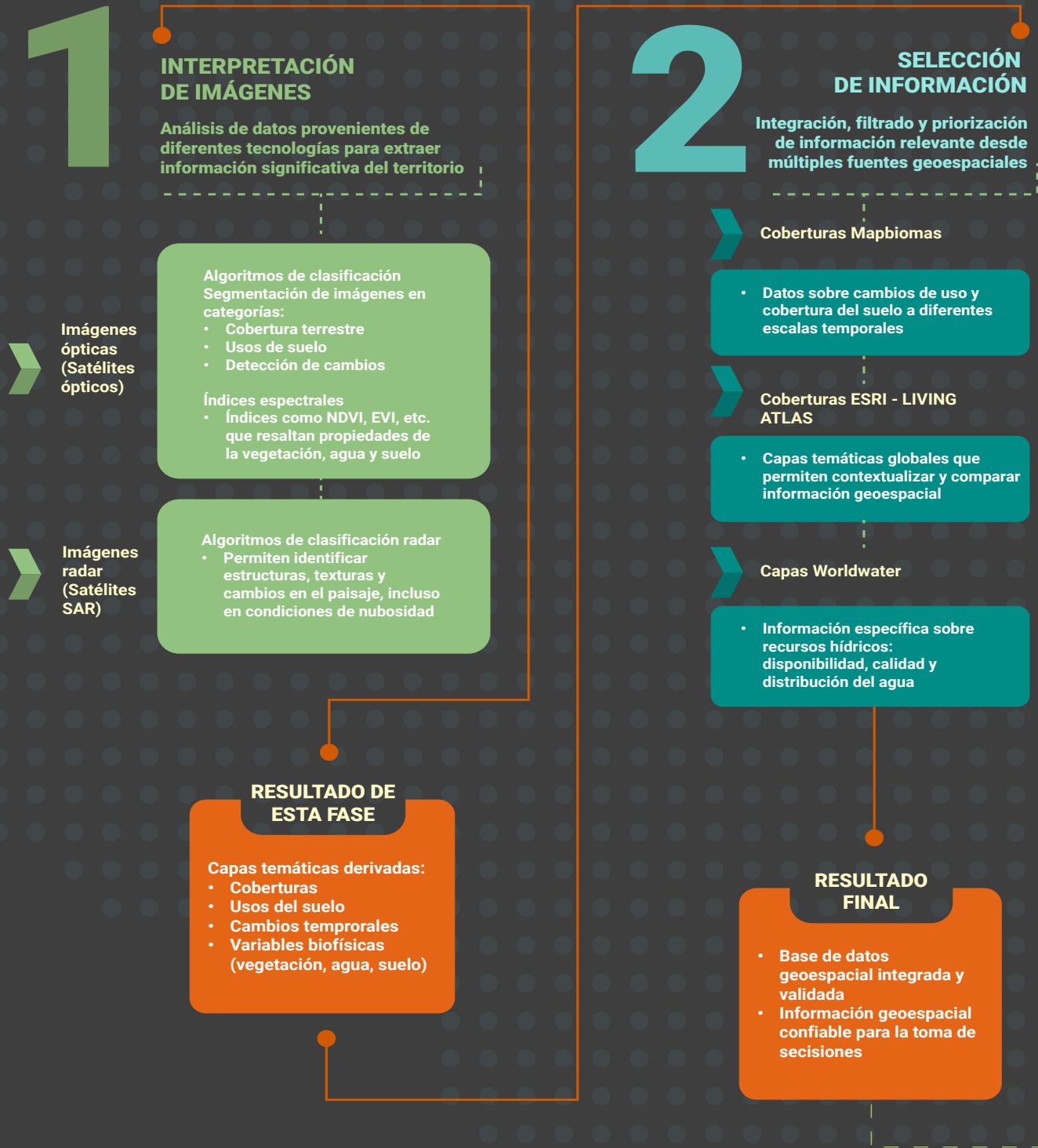
Aspectos conceptuales y metodológicos

La inundación se entiende como la presencia o acumulación de agua sobre áreas asociadas al desborde de cuerpos de agua, lluvias localizadas, saturación del suelo o dinámica propia de zonas bajas y planicies de inundación. Para el análisis nacional es necesario diferenciar las zonas donde el agua aparece de forma recurrente y periódica de aquellas donde la inundación representa una afectación asociada a eventos hidroclimáticos particulares.

Las zonas inundables periódicamente corresponden a áreas en las que la presencia de agua ocurre con recurrencia cercana al ciclo anual y se relaciona con cuerpos de agua, planicies de inundación activas, riberas y otros ambientes donde la dinámica hídrica forma parte del funcionamiento natural del territorio. Las áreas afectadas por inundación se identifican cuando la extensión ocupada por el agua durante un evento específico supera los límites correspondientes a cuerpos de agua y zonas inundables periódicamente, lo que permite estimar la inundación efectiva asociada a eventos como La Niña.

La figura 21 sintetiza el procedimiento metodológico para estimar zonas inundables periódicamente, áreas afectadas por inundaciones durante eventos La Niña y eventos hidrometeorológicos reportados.

Figura 21. Esquema metodológico para estimar la extensión de inundaciones



A nivel metodológico la temática integra la delimitación de zonas inundables periódicamente para 2018, 2020 y 2022; áreas afectadas por inundación asociadas al fenómeno de La Niña 2016 y 2020-2022; y reportes de eventos de emergencia consolidados por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). Estas fuentes permiten analizar la ocurrencia, recurrencia y distribución territorial de las inundaciones a escala nacional.

Las zonas inundables periódicamente se delimitan con base en coberturas de la tierra del Ideam bajo la leyenda Corine Land Cover adaptada para Colombia (CLCC), seleccionando unidades asociadas a cuerpos de agua, zonas pantanosas y otras coberturas vinculadas con la presencia recurrente de agua. Para las áreas afectadas durante eventos asociados al fenómeno La Niña se emplean imágenes satelitales ópticas y de radar, junto con algoritmos de detección de superficies con presencia de agua. La clasificación de eventos La Niña se apoya en el Índice Oceánico del Niño (ONI), que permite identificar fases frías del ENOS a partir de anomalías de temperatura superficial del mar en la región El Niño 3.4.

De manera complementaria, los reportes de la UNGRD incorporan información sobre inundaciones, crecientes súbitas y avenidas torrenciales registradas entre 2021 y 2024. El procesamiento se desarrolla mediante sistemas de información geográfica y herramientas de análisis tabular y visualización, entre ellas ArcGIS Desktop, ArcGIS Pro, Microsoft Excel y Microsoft Power BI. Los resultados se estructuran a escala nacional, por zonificación hidrográfica y por división político-administrativa, con referencia cartográfica 1:100.000.

Avances de resultados del ENA 2026

El análisis cubre el territorio nacional a escala de referencia 1:100.000. Los resultados se estructuran a nivel nacional, por zonificación hidrográfica y por división político-administrativa. En términos temporales, el periodo principal de análisis reciente comprende 2021-2024, complementado con escenarios de eventos La Niña previos utilizados para interpretar recurrencia, intensidad y afectación por inundaciones.

Zonas inundables periódicamente

La delimitación de zonas inundables periódicamente utiliza como insumo la identificación de coberturas de la tierra elaborada para Colombia aplicando la leyenda Corine Land Cover adaptada para el país, con los resultados correspondientes a superficies de agua, zonas pantanosas y vegetación asociada a los sistemas hídricos.

Para el territorio colombiano el área ocupada por zonas inundables periódicamente correspondió a 112.339 km² en el 2018, de los cuales el 64 % corresponde al área hidrográfica del Orinoco y el 19 % se presenta en el área hidrográfica del Amazonas. En la Orinoquía, se encuentra concentrada en las cuencas de los ríos Meta y Casanare, para los cuales entre la tercera parte y la mitad de la extensión total de estas cuencas corresponde a zonas inundables periódicamente, con coberturas de herbazales en los departamentos de Meta, Casanare y Vichada. En la cuenca del río Guaviare y en los afluentes directos al río Orinoco, como los ríos Vita, Caño Tuparro y Caño Matavén, se presentan zonas inundables periódicamente con una extensión

de entre una quinta y cuarta parte de la extensión total de la zona hidrográfica respectiva.

En la Amazonía, las zonas inundables periódicamente se presentan en forma mayoritaria en las cuencas de los ríos Caquetá y Putumayo, concentrando el 60 % de su extensión y representando entre el 7 % y 10 % del área total de la zona hidrográfica respectivamente. En otros sistemas hídricos como el río Apaporis (16 %), el río Vaupés (8 %) y el río Yari (8 %) se presentan zonas inundables en forma periódica del orden de la cuarta parte de la extensión ocupada

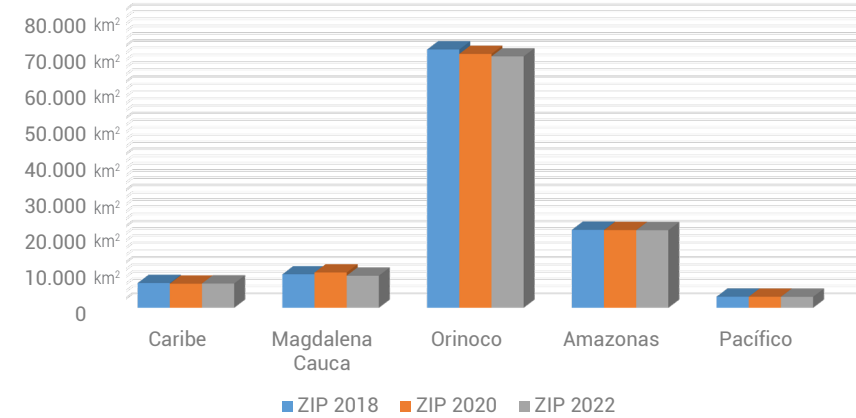
por estas zonas inundables en la Amazonía, y correspondiendo a entre el 3 % y el 6 % de la extensión total de las zonas hidrográficas mencionadas.

En 2020, la extensión de zonas inundables periódicamente era de 111.343 km² manteniendo la distribución regional por área hidrográfica y evidenciando moderadas variaciones en la cuenca Magdalena Cauca. Para 2022, la extensión de zonas inundables periódicamente presentó una reducción principalmente en el área hidrográfica del Orinoco y en Magdalena Cauca.

Tabla 14. Extensión de zonas inundables periódicamente por área hidrográfica

Área Hidrográfica	Zonas inundables periódicamente (km²)		
	2018	2020	2022
Caribe	6,858	6,684	6,736
Magdalena Cauca	9,276	9,776	8,904
Orinoco	71,528	70,294	69,610
Amazonas	21,591	21,518	21,476
Pacífico	3,086	3,071	3,047
TOTAL	112,339	111,343	109,773

Figura 22. Distribución de zonas inundables periódicamente por área hidrográfica 2018 a 2022



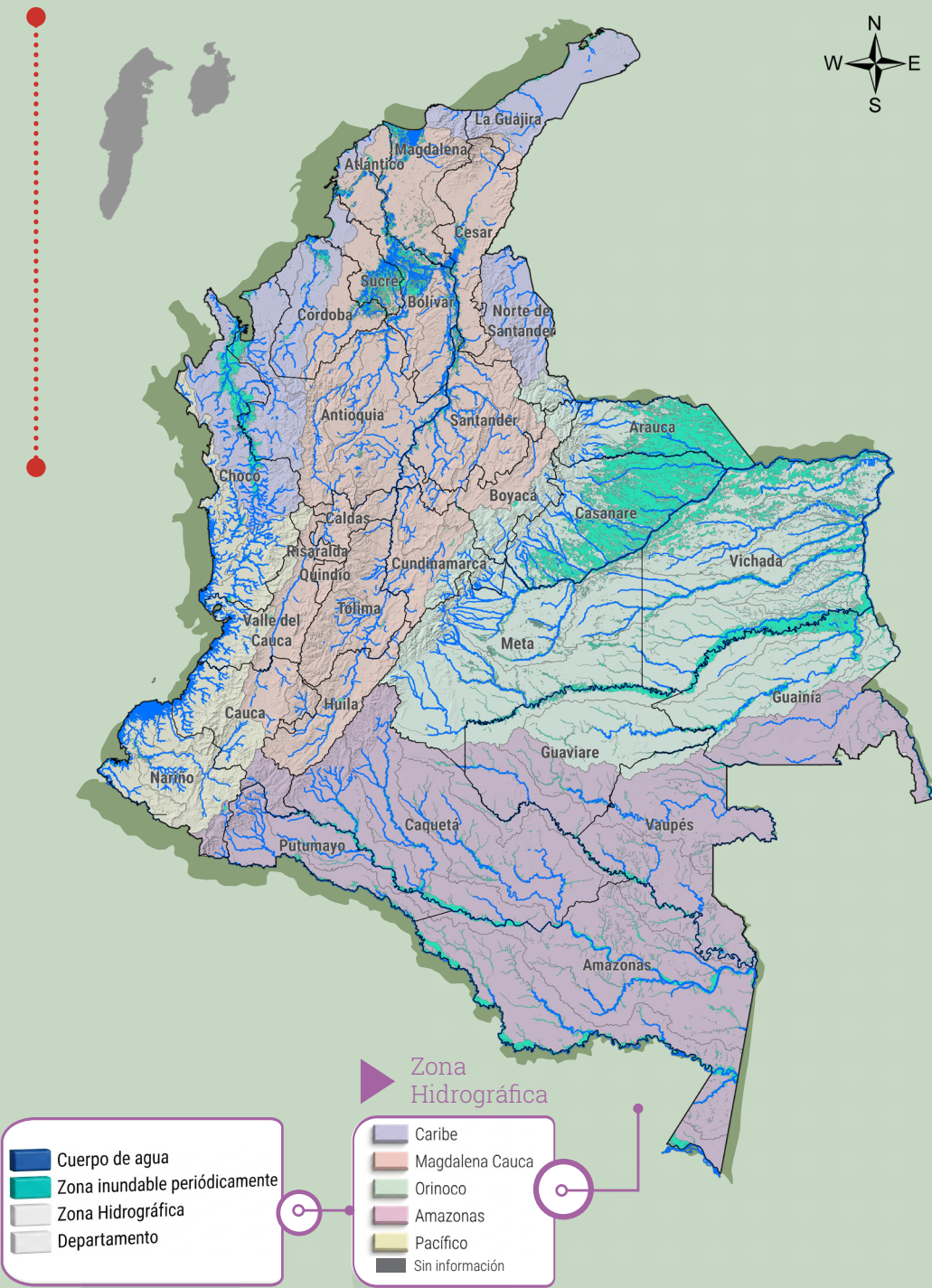
En cuanto a la presencia de cuerpos de agua asociados a las zonas inundables periódicamente, durante los años analizados (2018 a 2022), se evidenciaron condiciones estables en los sistemas de la Orinoquía y Amazonía, que se mantuvieron en el orden de los 4.300 km² y 3.000 km² respectivamente. Los mayores cambios se presentaron en las regiones Magdalena Cauca con valores de 7.200 km² en 2018, 6.600 km² para 2020 y 8.800 km² en 2022, alcanzando un orden de magnitud

similar al correspondiente a zonas inundables periódicamente en el 2022. Esta situación concentrada en la zona hidrográfica del bajo Magdalena-Cauca-San Jorge se asocia con el ingreso de agua del río Cauca hacia el sistema del río San Jorge, debido a la ruptura del dique marginal del río Cauca en el sector Caregato, que ocasionó el ingreso de agua al sistema y la configuración de redes de drenaje consolidadas de forma permanente durante este último período y hasta el presente.

Figura 23. Distribución de cuerpos de agua lénticos y lóticos por área hidrográfica 2018 a 2022



Figura 24. Extensión de zonas inundables periódicamente 2022



Extensión de inundaciones

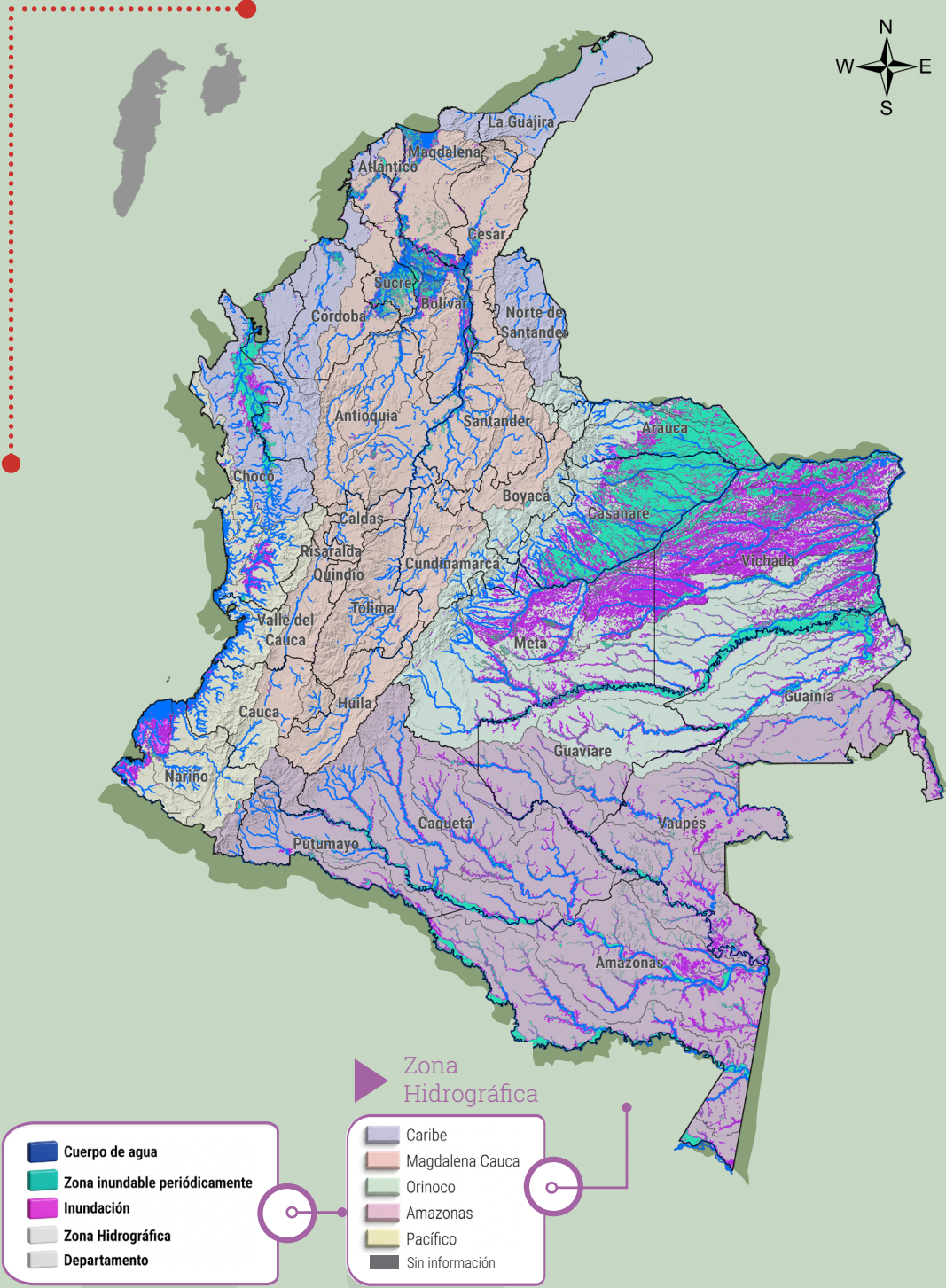
Durante el evento La Niña 2016, se identificó un total de 40.608 km² de área inundada, las mayores extensiones se presentaron en la Orinoquia, y de los 22.053 km² inundados se destacan las extensiones presentadas en las zonas hidrográficas del río Meta y los directos

al río Orinoco (los ríos Vita, Caño Tuparro y Caño Matavén) en las cuales se presentaron entre 5.600 km² y 5.300 km² respectivamente. En la Amazonía, las zonas hidrográficas de los ríos Caquetá y Putumayo presentaron extensiones de 3.900 km² y 2.200 km². En el Pacífico se destaca la cuenca del río Patía con 2.100 km².

Tabla 15. Extensión en km² de inundaciones asociadas al evento La Niña 2016 por área hidrográfica

Zona Hidrográfica	Cuerpos de Agua (km²)	Zona Inundable Periódicamente (km²)	Inundación (km²)
Amazonas	3,118.03	18,058.52	11,353.90
Caribe	1,292.56	7,554.73	1,009.60
Magdalena Cauca	8,098.50	8,988.22	2,021.21
Orinoco	4,223.54	73,528.85	22,052.99
Pacífico	786.79	3,255.43	4,170.30
TOTAL	17,519.42	111,385.76	40,608.00

Figura 25. Extensión de inundaciones asociadas al evento La Niña 2016



Durante el evento La Niña 2020 - 2022 se identificó un total de 52.933 km² de área inundada, las mayores extensiones se presentaron en la Orinoquia en las zonas hidrográficas del río Meta, los afluentes directos al río Orinoco y el río Tomo con 7.800 km², 5.680 km² y 4.000 km² respectivamente, lo cual representó incrementos respecto al evento del 2016

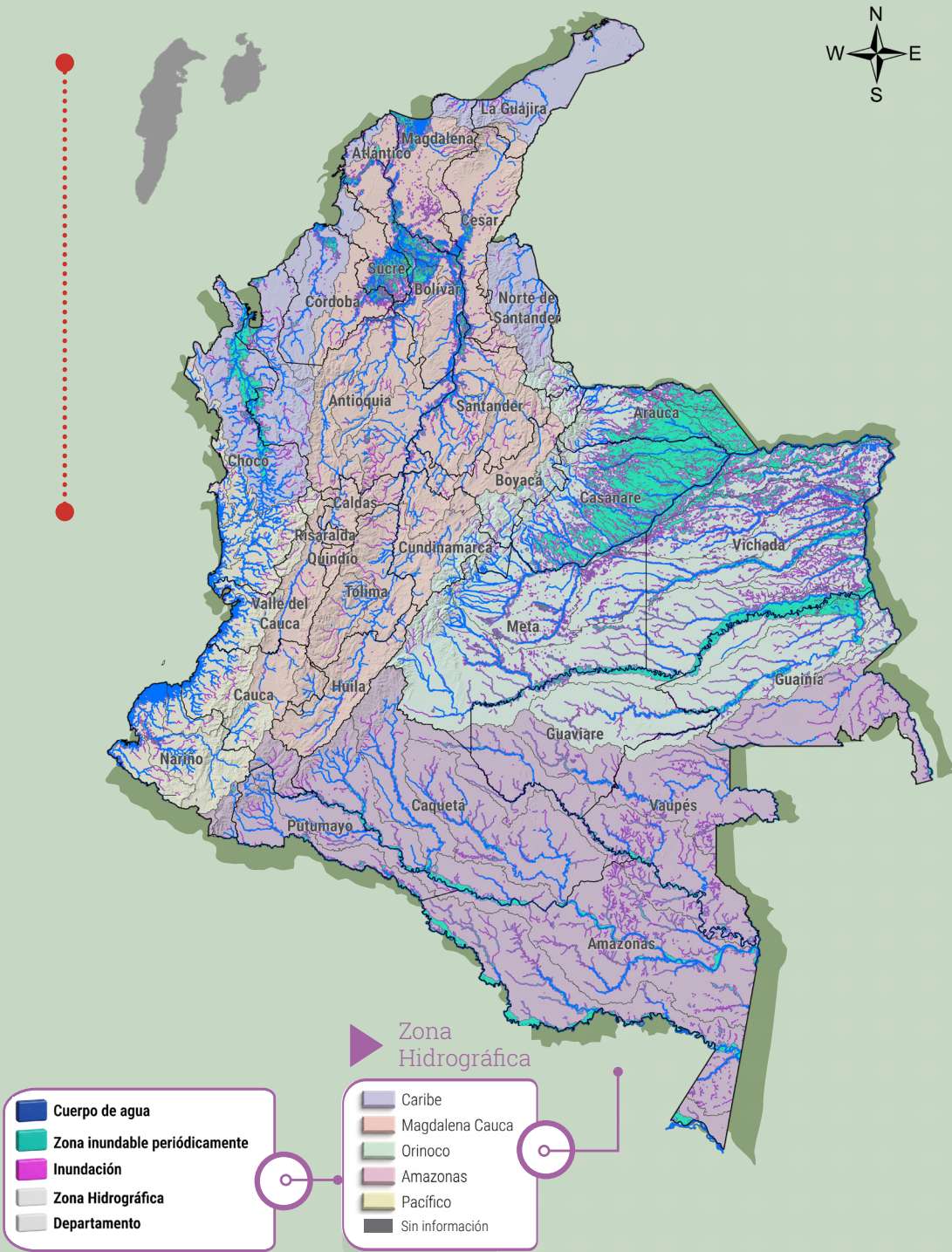
Tabla 16. Extensión en km² de inundaciones asociadas al evento La Niña 2020 a 2022 por área hidrográfica

Zona Hidrográfica	Cuerpos de Agua (km²)	Zona Inundable Periódicamente (km²)	Inundación (km²)
Amazonas	3,075.84	21,505.57	10,171.90
Caribe	1,416.88	6,681.64	1,886.86
Magdalena Cauca	6,633.87	9,775.56	6,413.22
Orinoco	4,332.27	70,292.81	28,272.71
Pacífico	1,709.76	3,072.49	6,188.55
TOTAL	17,168.62	111,328.06	52,933.25

del 39 % en la cuenca del río Meta y del 18 % en la cuenca del río Tomo.

En la Amazonía, las zonas hidrográficas de los ríos Caquetá, Apaporis y Putumayo presentaron las mayores extensiones con 3.500 km², 2.000 km² y 1.900 km² respectivamente. En el Pacífico se destaca la cuenca del río Patía con 2.400 km².

Figura 26. Extensión de inundaciones asociadas al evento La Niña 2020 a 2022



Hallazgos clave



Lo que se encontrará en el ENA 2026

En el Estudio Nacional del Agua de 2026 se encontrará una caracterización de la dinámica de inundaciones en Colombia, orientada a reconocer zonas inundables periódicamente, áreas afectadas por inundaciones durante eventos asociados al fenómeno La Niña y eventos hidrometeorológicos reportados en el territorio nacional.

Los principales resultados esperados incluyen la delimitación de zonas inundables periódicamente para 2018, 2020, 2022 y 2024; la extensión de áreas afectadas por inundación durante eventos La Niña 2016 y 2020-2022; y la ocurrencia de eventos de inundación, avenidas torrenciales, y crecientes súbitas 2021-2024

Estos productos se presentarán mediante cartografía, tablas y gráficos. La agregación espacial se realizará principalmente por subzona hidrográfica, con lecturas complementarias por división político-administrativa. La agregación temporal será anual para los eventos reportados y por evento para las áreas afectadas durante eventos La Niña.

4.2. Análisis de sequías en Colombia: frecuencia y recurrencia de eventos

Las sequías son una expresión crítica de la variabilidad hidroclimática y se manifiestan como periodos de déficit que pueden afectar la precipitación, la humedad del suelo, la escorrentía y los caudales (Svoboda y Fuchs, 2016; Avilés

Añazco, 2017; Ideam, 2023). En el ENA 2026 esta temática analiza la frecuencia y recurrencia de eventos de sequía en Colombia mediante un enfoque multivariado, espacial y probabilístico.

El análisis se estructura alrededor del Índice Estandarizado Multivariado de Sequía (IEMS/MSDI), que permite representar condiciones de déficit a partir de diferentes variables hidroclimáticas y en distintas ventanas de agregación temporal (Barış Terzi & Üçüncü, 2025; Barış Terzi & Üçüncü, 2026; Ideam, 2026). Esta aproximación permite observar cómo la sequía se propaga desde la precipitación hacia otros componentes del sistema, como la humedad del suelo y la escorrentía.

La frecuencia y recurrencia de las sequías se aborda mediante la identificación de eventos individuales y el análisis probabilístico de atributos como duración, magnitud o severidad, intensidad, valor extremo asociados a diferentes periodos de retorno. Los resultados aportan información para reconocer patrones espaciales y temporales de sequía, zonas con mayor recurrencia o severidad, y territorios relevantes para la evaluación de disponibilidad hídrica, desabastecimiento, seguridad hídrica, gestión del riesgo y análisis integrado.

Aspectos conceptuales y metodológicos

La sequía se entiende como una condición de déficit hídrico que se desarrolla durante un periodo determinado y puede afectar distintos componentes del sistema hidrológico. Su análisis requiere establecer umbrales que permitan diferenciar condiciones normales de condiciones deficitarias y, a partir de ellos, identificar los intervalos en los que un índice permanece por debajo del nivel definido.

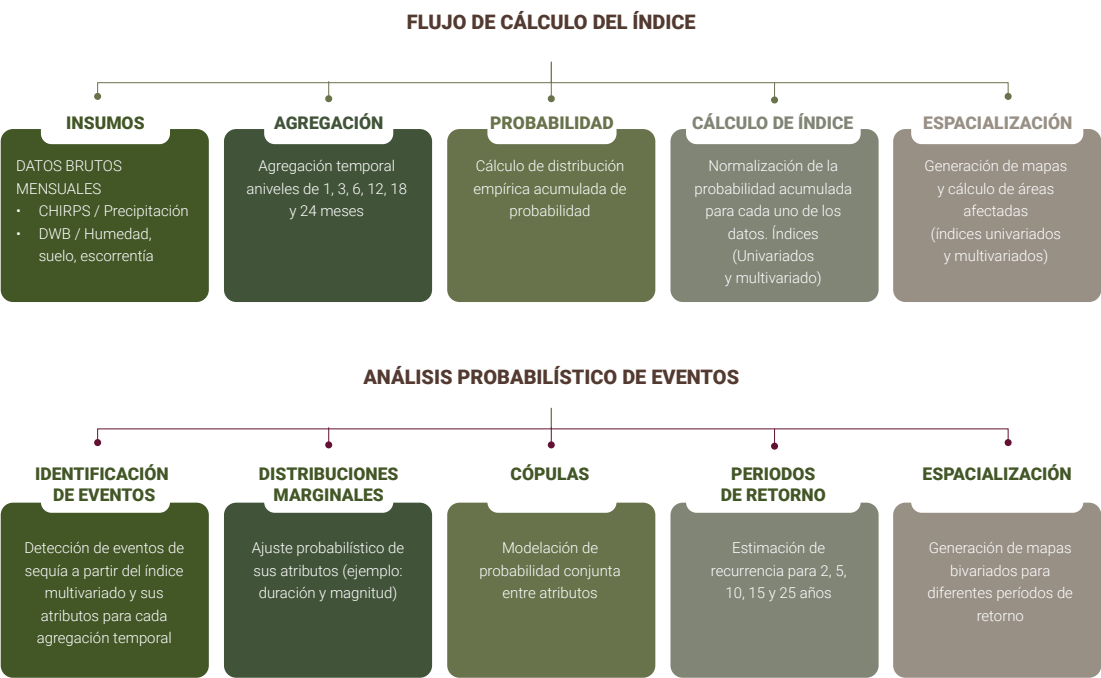
La caracterización de eventos se apoya en la teoría de corridas (Run Theory), que permite identificar el inicio, evolución y finalización de cada evento dentro de una serie temporal (Yevjevich, 1967; Sen, 2015; Real Rangel et al., 2017; Barış Terzi & Üçüncü, 2025; Barış Terzi & Üçüncü, 2026). Un evento inicia cuando el índice cruza el umbral hacia condiciones de déficit y termina cuando vuelve a superarlo. Con esta delimitación se calculan atributos como duración, magnitud o severidad, intensidad y valor extremo.

El análisis probabilístico incorpora fundamentos de estadística multivariada para evaluar la relación conjunta entre atributos de sequía. El teorema de Sklar permite articular distribuciones marginales y funciones cópula, que facilita la estimación de probabilidades

conjuntas y periodos de retorno bivariados para combinaciones como duración-magnitud, duración-intensidad o magnitud-intensidad (Sklar, 1959; Avilés Añazco, 2017; Escarela y Hernández, 2009; Genest & Favre, 2007; Hao & AghaKouchak, 2013; Sadegh et al., 2016; Tootoonchi et al., 2022). Esta aproximación permite interpretar la recurrencia de eventos que combinan distintas condiciones de severidad, duración o intensidad (Avilés Añazco, 2017; Barış Terzi & Üçüncü, 2026; Sadegh et al., 2016).

La figura 27 resume el flujo metodológico para calcular el IEMS/MSDI, identificar eventos de sequía, caracterizar sus atributos y estimar probabilidades conjuntas y periodos de retorno bivariados.

Figura 27. Diagrama metodológico del análisis de sequias en Colombia



A nivel metodológico el análisis se desarrolla en dos niveles. El primero calcula o utiliza el IEMS/MSDI a partir de variables hidroclimáticas en ventanas de 1, 3, 6, 9, 12, 18 y 24 meses. El segundo identifica eventos individuales mediante teoría de corridas y desarrolla un análisis probabilístico bivariado para estimar probabilidades de ocurrencia y periodos de retorno.

Las fuentes de información corresponden a series hidroclimáticas mensuales para el periodo 1983-2024. La precipitación proviene de CHIRPS o de productos asociados al modelo hidrológico Dynamic Water Balance (DWB), según la fuente definitiva; la humedad del suelo y la escorrentía provienen del modelo DWB (Funk et al., 2015; Zhang et al., 2008; Ideam, 2026). Estas variables se organizan en formato NetCDF, con resolución espacial de 5 km × 5 km, y se complementan con la zonificación hidrográfica del Ideam para agregación espacial y presentación territorial.

El procesamiento permite dividir el territorio continental colombiano en 37.319 celdas de análisis. Para cada celda se generan series de tiempo en las ventanas de agregación definidas, se estiman valores del IEMS/MSDI y se identifican eventos de sequía según umbrales establecidos. Luego se calculan atributos como duración, magnitud o severidad, intensidad y valor extremo, que se organizan en bases de datos, mapas y tablas.

El análisis probabilístico bivariado se desarrolla mediante el ajuste de distribuciones marginales y funciones cópula. A partir de estas funciones se estiman probabilidades conjuntas y periodos de retorno para combinaciones de atributos. Los resultados incluyen mapas, tablas, series de tiempo, grillas NetCDF y síntesis territoriales, con

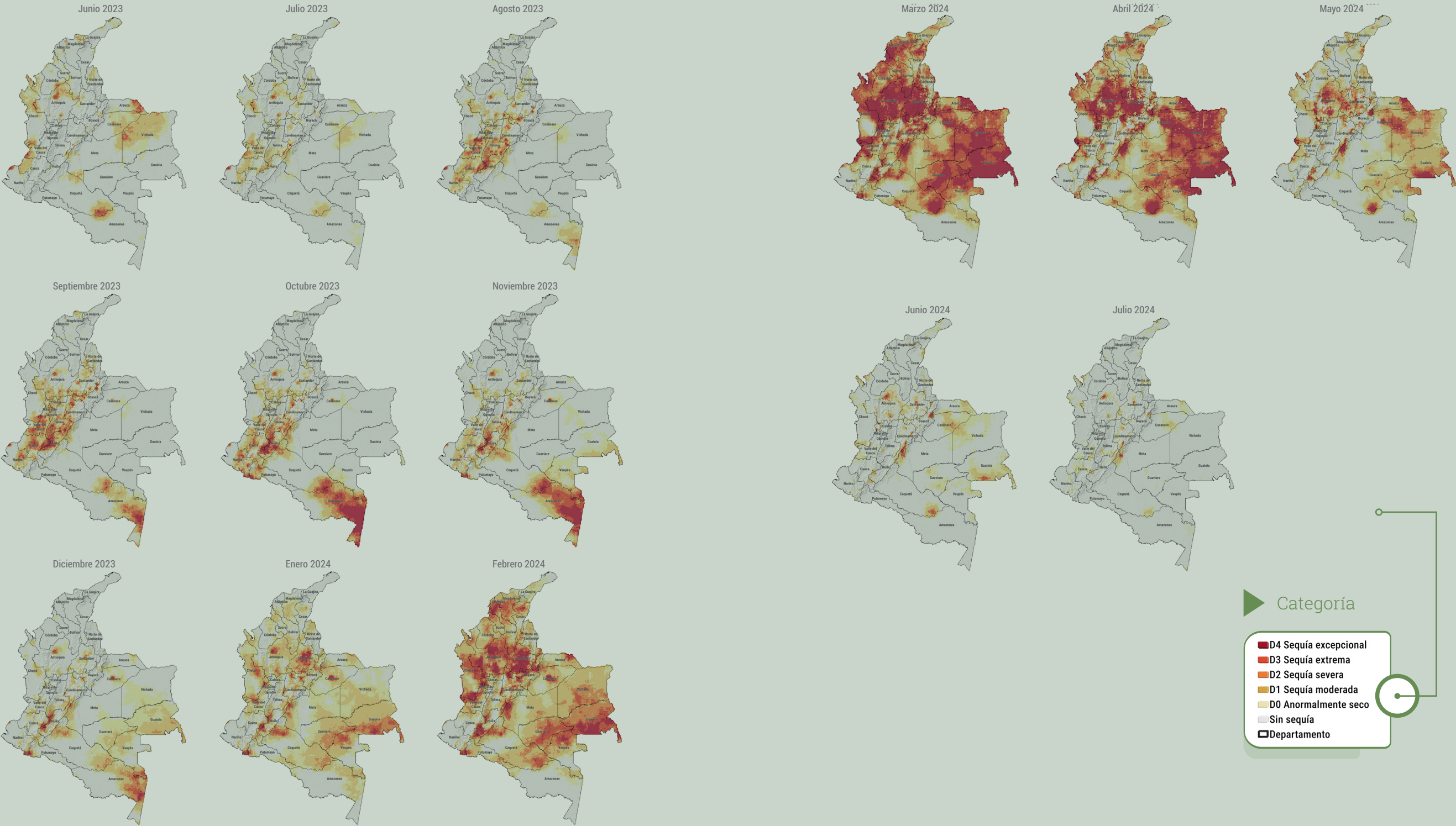
agregación inicial por celdas de 5 km × 5 km y posibles agregaciones posteriores a subzonas, zonas y áreas hidrográficas, departamentos o municipios cuando aplique.

Avances de resultados del ENA 2026

Las figuras 28 - 30 presentan la evolución espacial de las condiciones de sequía en Colombia entre junio de 2023 y julio de 2024, utilizando el Índice Multivariado Estandarizado de Sequía (IEMS/MSDI) en agregaciones de 3, 9 y 12 meses. Estas escalas temporales permiten analizar diferentes niveles de respuesta del sistema hidrológico frente a condiciones deficitarias en las variables hidroclimáticas. La agregación de 3 meses refleja principalmente condiciones recientes asociadas a la sequía meteorológica, caracterizada por déficits de precipitación de corto plazo; la agregación de 9 meses evidencia procesos de mayor persistencia relacionados con la reducción progresiva de la humedad disponible en el suelo y, por tanto, con condiciones cercanas a la sequía agrícola; mientras que la agregación de 12 meses permite identificar déficits acumulados de largo plazo asociados a la sequía hidrológica, reflejados en afectaciones sobre la escorrentía, los caudales y la disponibilidad del agua.

La figura 28 presenta la evolución espacial del IEMS/MSDI para la agregación de 3 meses entre junio de 2023 y julio de 2024. En esta escala temporal se observan cambios relativamente rápidos en la distribución e intensidad de las áreas afectadas por sequía, reflejando la respuesta del sistema ante déficits recientes de precipitación.

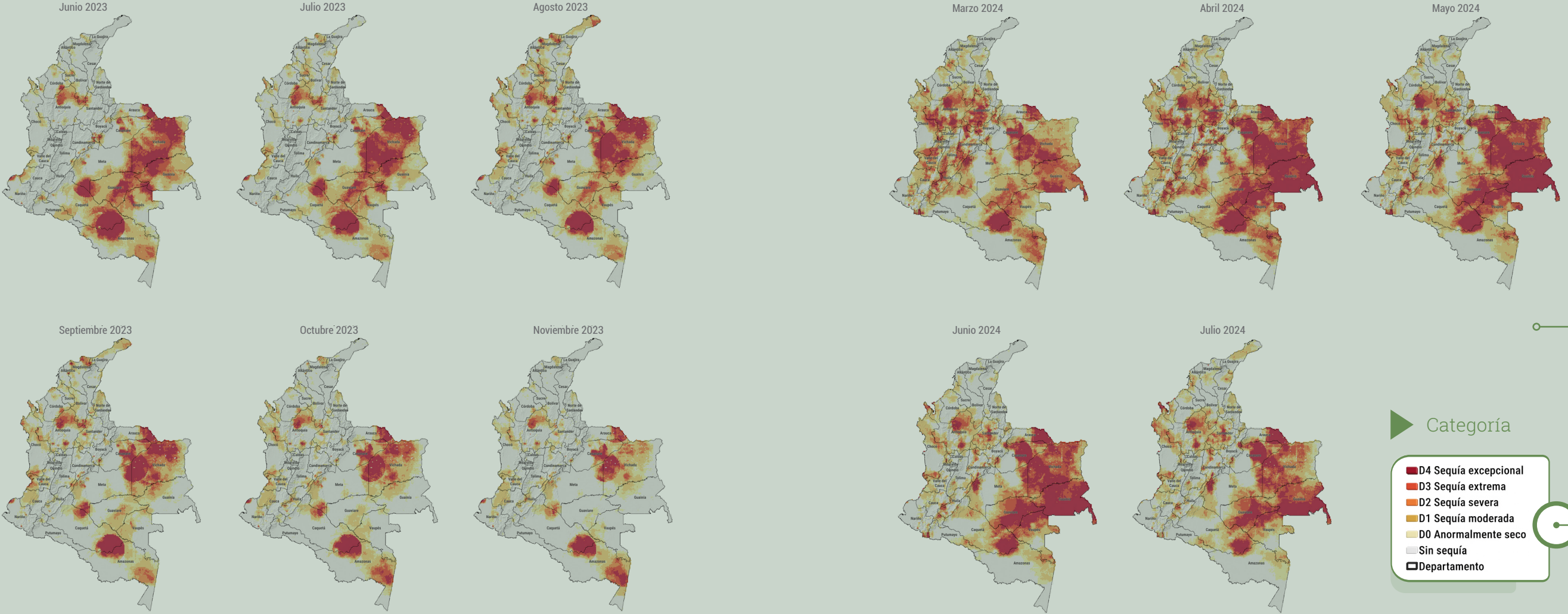
Figura 28. Mapa nacional del IEMS/MSDI agregación de 3 meses (junio 2023 - julio 2024)



La figura 29 muestra la evolución espacial del IEMS/MSDI para la agregación de 9 meses. En comparación con la agregación de 3 meses, los patrones espaciales presentan una mayor continuidad temporal y una menor

variabilidad mensual, evidenciando la persistencia de condiciones deficitarias acumuladas durante varios meses consecutivos.

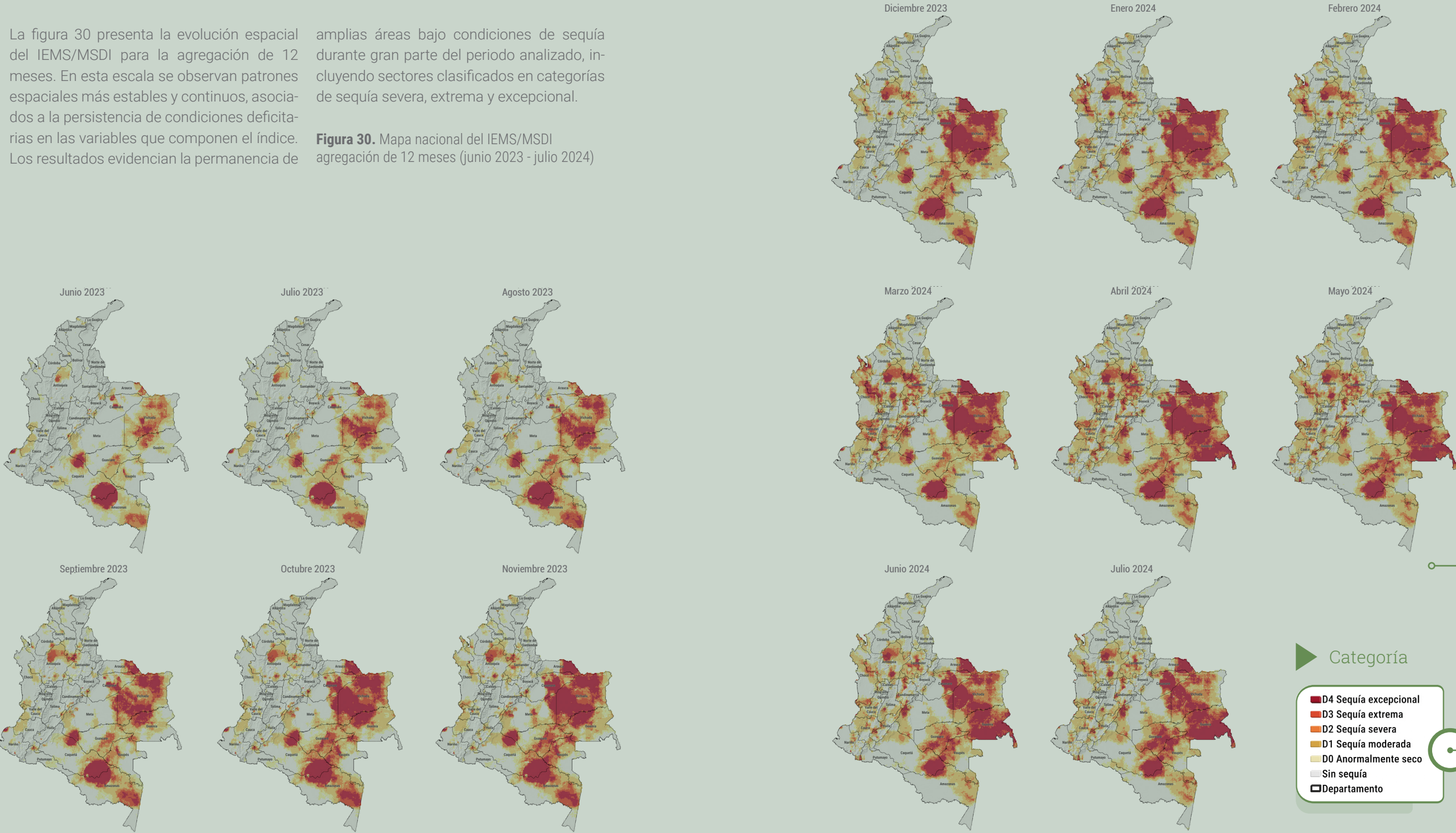
Figura 29. Mapa nacional del IEMS/MSDI agregación de 9 meses (junio 2023-julio 2024)



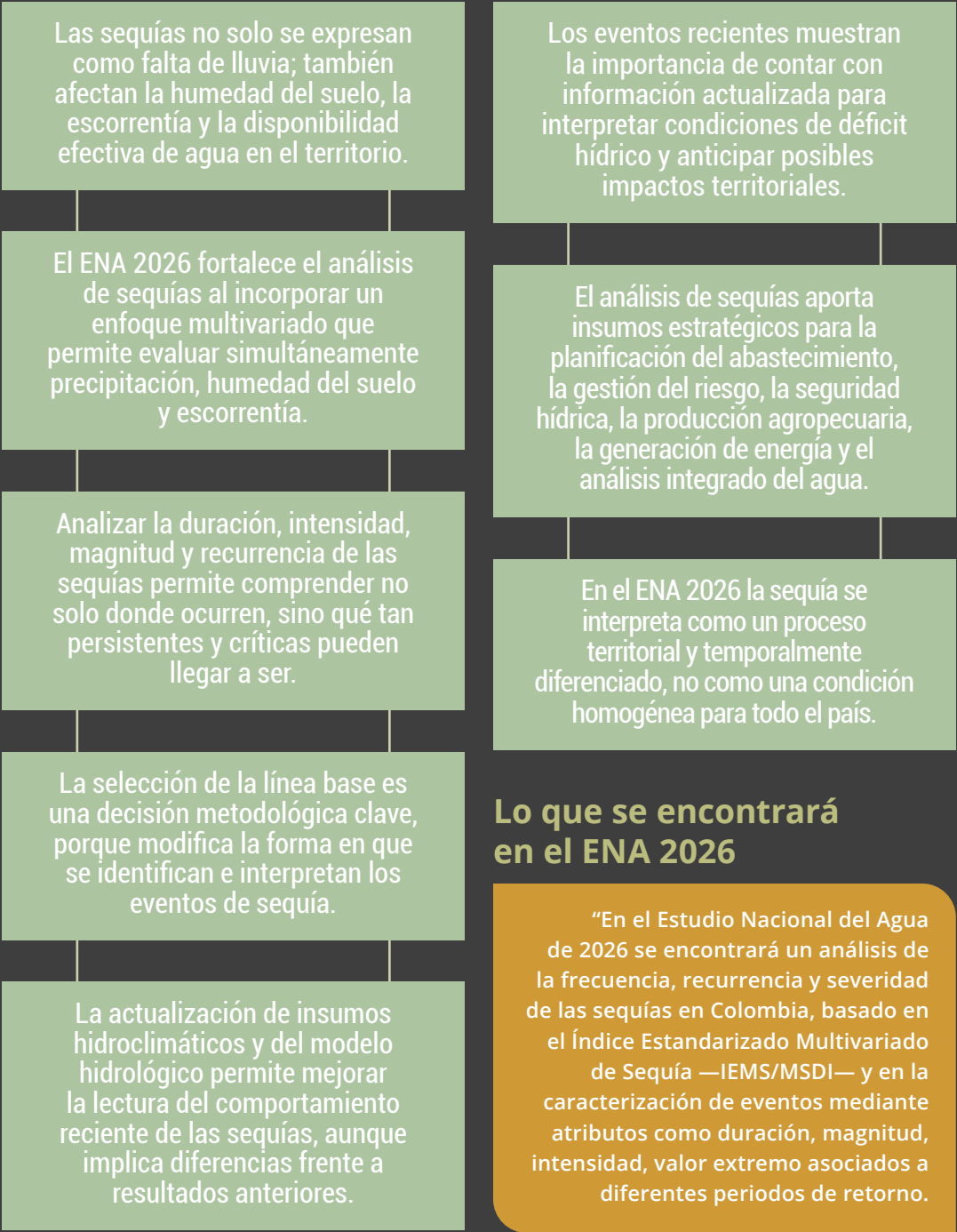
La figura 30 presenta la evolución espacial del IEMS/MSDI para la agregación de 12 meses. En esta escala se observan patrones espaciales más estables y continuos, asociados a la persistencia de condiciones deficitarias en las variables que componen el índice. Los resultados evidencian la permanencia de

amplias áreas bajo condiciones de sequía durante gran parte del periodo analizado, incluyendo sectores clasificados en categorías de sequía severa, extrema y excepcional.

Figura 30. Mapa nacional del IEMS/MSDI agregación de 12 meses (junio 2023 - julio 2024)



Hallazgos clave



Los principales resultados esperados incluyen series del IEMS/MSDI; base de eventos de sequía; mapas y tablas de duración, magnitud o severidad, intensidad y valor extremo; probabilidades conjuntas; periodos de retorno bivariados; y síntesis territoriales de recurrencia de sequías.

Estos productos se presentarán mediante series de tiempo, mapas ráster, tablas, mapas bivariados, gráficos y síntesis territoriales. La agregación espacial se realizará inicialmente por celdas de 5 km × 5 km y podrá agregarse a subzonas, zonas y áreas hidrográficas, departamentos o municipios cuando aplique. La agregación temporal será mensual, con ventanas de 1, 3, 6, 9, 12, 18 y 24 meses, para el periodo 1983-2024.

4.3. Susceptibilidad al desabastecimiento hídrico en municipios e infraestructura hidráulica en Colombia

En el ENA 2026 esta temática analiza la susceptibilidad por abastecimiento hídrico en municipios, las cuencas abastecedoras asociadas a sistemas de acueducto y la infraestructura hidráulica relacionada con el almacenamiento, regulación o aprovechamiento del agua.

El análisis reconoce que el abastecimiento depende tanto de la disponibilidad natural del agua como de las condiciones de acceso, captación, almacenamiento, conducción,

regulación, operación y gestión de los sistemas. Por ello, la temática combina una lectura hidrológica del territorio con una aproximación funcional a los sistemas de abastecimiento, considerando eventos de origen hidrometeorológico como avenidas torrenciales, crecientes súbitas, inundaciones, movimientos en masa y sequías.

El capítulo se desarrolla mediante tres líneas de trabajo: actualización del listado de municipios con afectaciones al desabastecimiento por eventos relacionados a temporada seca y temporada de lluvia, cuencas abastecedoras de acueductos, y consolidación de un inventario de infraestructura hidráulica.

Aspectos conceptuales y metodológicos

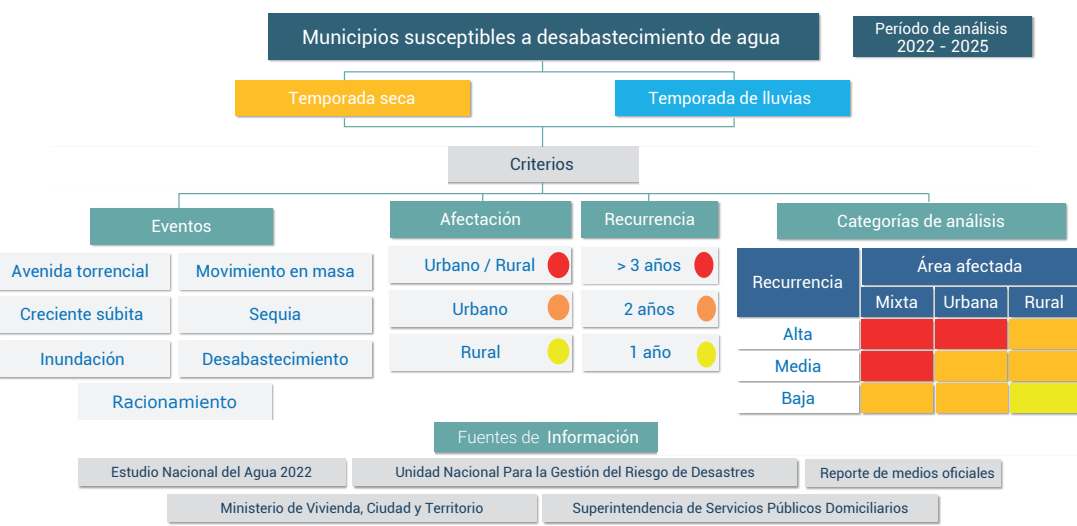
El desabastecimiento hídrico se entiende como una condición en la que se presentan restricciones o interrupciones en el acceso al agua para el abastecimiento, asociadas a factores de oferta natural, variabilidad climática, disponibilidad de fuentes, infraestructura, operación de sistemas y ocurrencia de eventos hidroclimáticos que afectan la prestación del servicio. Su análisis requiere considerar tanto las condiciones del agua como las características de los sistemas que permiten captar, conducir, almacenar o distribuir el agua.

El análisis de susceptibilidad al desabastecimiento hídrico permite identificar territorios donde se han presentado eventos o condiciones que comprometen el abastecimiento de agua. Se construye a partir de registros de eventos, información institucional, reportes territoriales y criterios de clasificación

que permiten diferenciar recurrencia y niveles de afectación. Las cuencas abastecedoras corresponden a las áreas de drenaje asociadas a las fuentes que suministran agua a los sistemas de acueducto, mientras que la infraestructura hidráulica reúne obras civiles

vinculadas con almacenamiento, regulación, conducción, captación o aprovechamiento del agua. La figura 31 presenta el procedimiento metodológico de la actualización del listado de municipios afectados por desabastecimiento.

Figura 31. Procedimiento metodológico para la actualización del listado de municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico por eventos relacionados a temporada seca y temporada de lluvia



Fuente: ENA (2022) /actualizado)

La temática adopta una metodología a partir de un enfoque cuantitativo con apoyo geoespacial. Integra bases de datos oficiales, reportes institucionales, información cartográfica, registros de puntos de captación e información sobre infraestructura hidráulica, con el fin de identificar municipios susceptibles, y consolidar información sobre obras civiles relacionadas con almacenamiento, regulación o aprovechamiento del agua.

La identificación de municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico se basa en la recopilación, depuración y clasificación de eventos reportados por entidades nacionales y territoriales, entre ellas el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres y los Comités Departamentales y Municipales para la Gestión del Riesgo de Desastres. Este análisis permite diferenciar las afectaciones asociadas a la reducción de la disponibilidad

hídrica de aquellas relacionadas con eventos de lluvia intensa que comprometen la infraestructura de abastecimiento. Los registros fueron organizados y clasificados según el tipo de evento, diferenciando las afectaciones asociadas a la reducción de la disponibilidad hídrica (sequías) de aquellas generadas por exceso de agua (avenidas torrenciales, crecientes súbitas, inundaciones y movimientos en masa). A partir de esta información, los municipios se clasifican según el nivel de susceptibilidad al abastecimiento hídrico (alto, medio o bajo), considerando la recurrencia de eventos, el tipo de afectación y el área comprometida. Esta clasificación permite orientar acciones de prevención, priorización territorial e inversión en infraestructura de abastecimiento.

De manera complementaria, el ENA 2026 avanzará en la delimitación de cuencas abastecedoras a partir de puntos de captación y cartografía oficial, así como en el inventario nacional de infraestructura hidráulica, con información sobre localización, tipo de obra y características técnicas. Estos dos últimos componentes no se desarrollan en el reporte de avance, pero harán parte de los resultados de la publicación final del Estudio Nacional del Agua de 2026.

Avances de resultados del ENA 2026

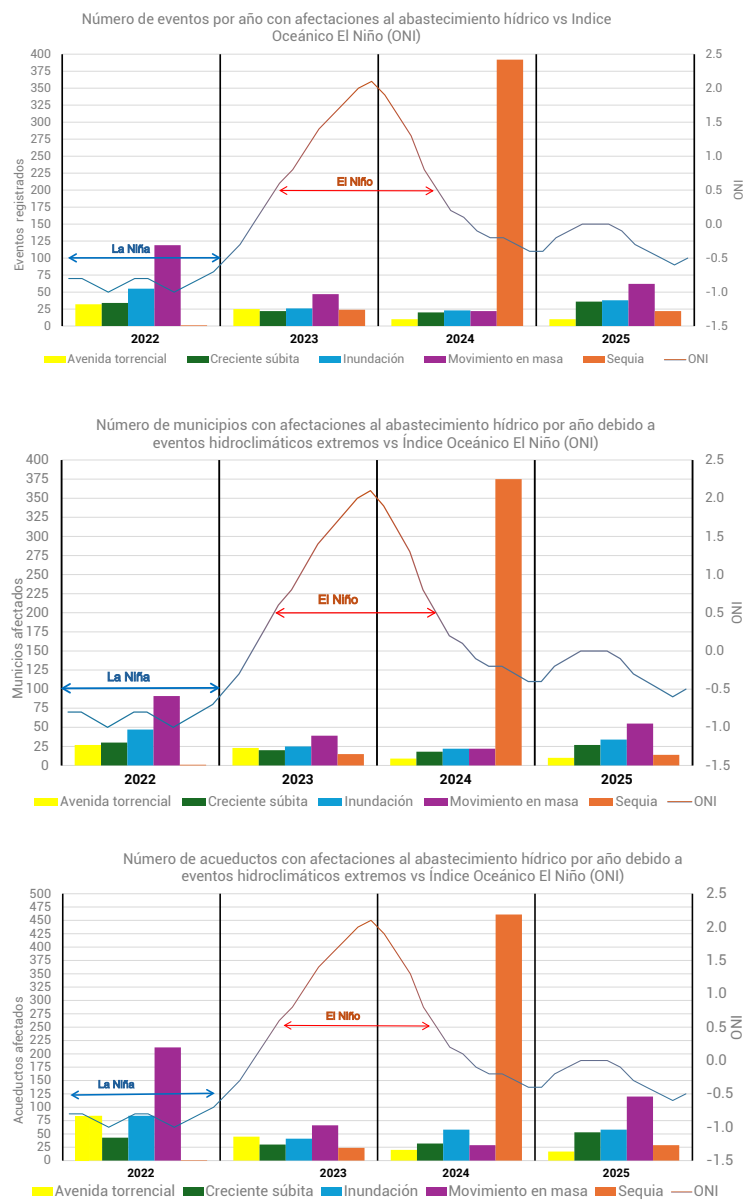
Resultados en el período 2022-2025 y relación con el ENSO (El Niño - Oscilación del Sur)

Durante el periodo 2022-2025, se identificaron afectaciones al abastecimiento hídrico asociadas tanto a la reducción de la disponibilidad hídrica como a eventos que comprometen

física u operativamente la infraestructura de sistemas de abastecimiento de agua. Esta doble condición confirma que el desabastecimiento municipal no responde a una única causa: la escasez de agua puede reducir la oferta disponible para el suministro, mientras que crecientes, inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales o aumentos de turbiedad pueden afectar captaciones, conducciones, plantas de tratamiento, redes de distribución y la continuidad del servicio.

La figura 32 permite interpretar el desabastecimiento hídrico en tres niveles de análisis: ocurrencia de eventos y afectación tanto en acueductos como en municipios. En 2022, bajo fase fría del ENSO (La Niña), predominan las afectaciones asociadas a movimientos en masa, inundaciones, crecientes súbitas y avenidas torrenciales, lo que evidencia la exposición de la infraestructura hidráulica frente a crecientes, inestabilidad de laderas y alta turbiedad en las fuentes abastecedoras de acueductos. En 2023, se observa una transición hacia una fase cálida del ENSO (El Niño), con reducción relativa de estos eventos y aumento progresivo de los registros por sequía. En 2024, durante la consolidación de la fase cálida del ENSO (El Niño), se presenta el punto más crítico por sequía, con 392 eventos, 461 acueductos afectados y 375 municipios afectados. En 2025, con condiciones neutrales del ENSO y valores negativos débiles del ONI, las afectaciones por sequía disminuyen y vuelven a ganar peso los eventos que comprometen la infraestructura. En conjunto, las figuras muestran que El Niño intensifica las afectaciones por déficit hídrico, mientras que La Niña y algunos periodos cercanos a la neutralidad pueden aumentar la presión sobre la infraestructura de abastecimiento.

Figura 32. Número de eventos, acueductos y municipios afectados por desabastecimiento hídrico según tipo de evento e Índice Oceánico El Niño –ONI–, 2022-2025



Fuente: elaboración propia con base en registros de la UNGRD y la NOAA.

Susceptibilidad al desabastecimiento hídrico en municipios

La susceptibilidad al desabastecimiento hídrico debido a eventos relacionados a temporada seca está asociada principalmente a la reducción de la oferta hídrica, la dependencia de fuentes superficiales, la limitada capacidad de almacenamiento y las restricciones operativas de los sistemas de abastecimiento. En el periodo analizado se identificaron 383 municipios afectados por desabastecimiento hídrico por eventos relacionados a temporada seca, distribuidos en 29 departamentos. De ellos, 13 presentan susceptibilidad alta, 305 media y 65 baja.

La figura 33 muestra la distribución departamental de la susceptibilidad por eventos relacionados a temporada seca. Los departamentos de San Andrés y Providencia, Guaviare, Risaralda, Sucre, Bolívar, La Guajira, Arauca, Amazonas, Córdoba y Casanare han tenido afectaciones en la prestación de servicio de acueducto en al menos el 50 % de sus municipios para el periodo 2022-2025. Destacándose que los departamentos con mayor número de municipios afectados por eventos relacionados a temporada seca son: Sucre (24 de 26 municipios), Bolívar (42 de 46), Córdoba (24 de 30), Boyacá (66 de 123), Santander (37 de 87), Cundinamarca (43 de 116) y Antioquia (27 de 125); territorios que concentran el 68.7 % del total de los municipios con afectaciones al desabastecimiento hídrico por eventos relacionadas a temporada seca.

La temporada seca plantea un reto estratégico para la seguridad hídrica municipal:

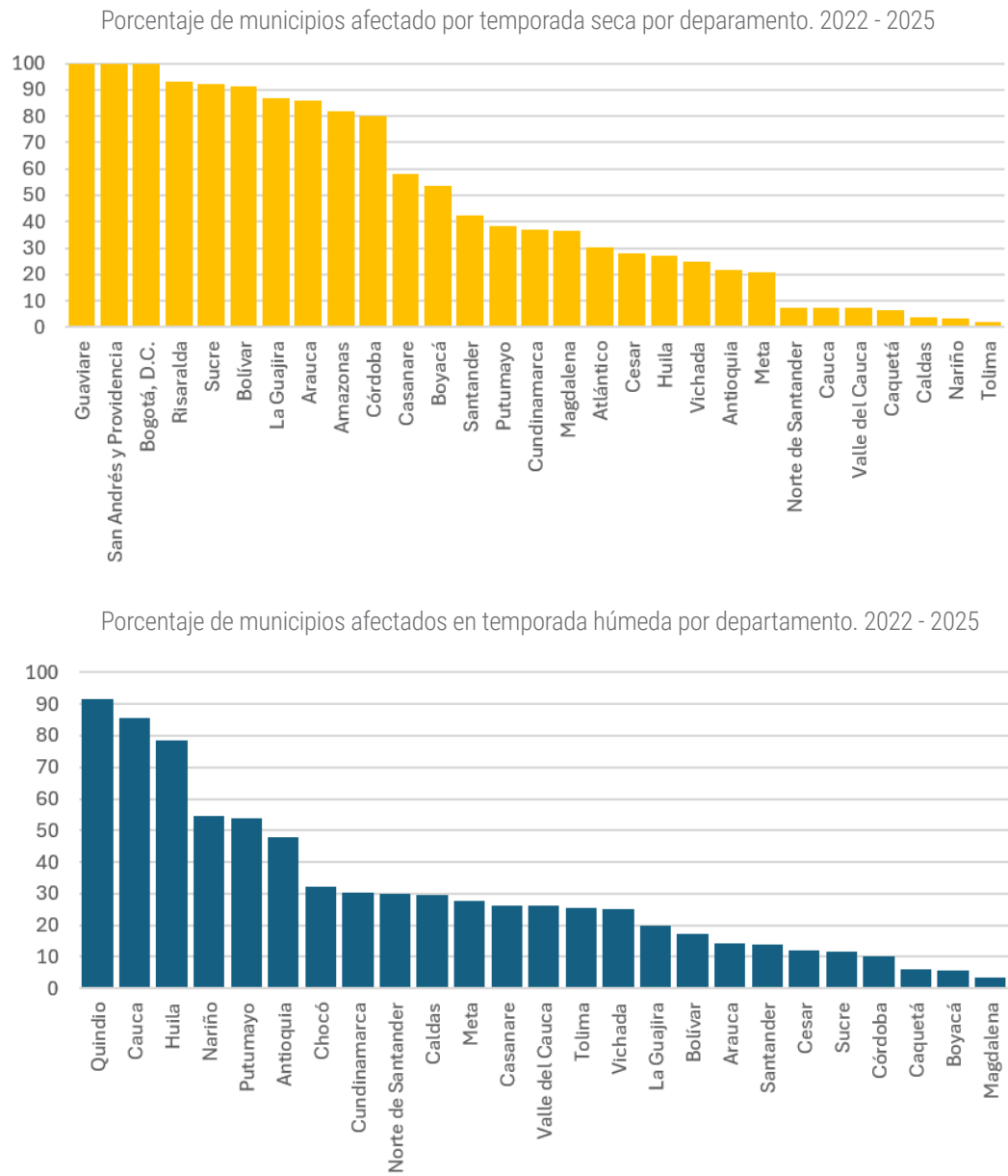
anticipar reducciones de oferta, mejorar la capacidad de almacenamiento, fortalecer los planes de contingencia y reducir la dependencia de fuentes altamente sensibles a la variabilidad climática.

La susceptibilidad al desabastecimiento hídrico por eventos relacionados a temporada húmeda muestra que el exceso de agua también puede generar interrupciones en el abastecimiento (ver figura 34).

En la figura 33 se observa la distribución departamental del nivel de afectación por eventos relacionados a temporada húmeda. Se identificaron 322 municipios afectados por desabastecimiento hídrico por eventos relacionados a temporada húmeda, distribuidos en 25 departamentos. En este caso, 68 municipios presentan un nivel de afectación alta, 133 media y 121 baja. Los departamentos con mayor número de municipios con algún nivel de afectación son Antioquia, Cauca, Huila, Nariño y Cundinamarca, que concentran cerca del 61 % del total nacional. Estos resultados muestran que la temporada seca concentra un mayor número de municipios con algún nivel de afectación, mientras que la temporada húmeda presenta una proporción más alta de municipios en categoría de afectación alta.

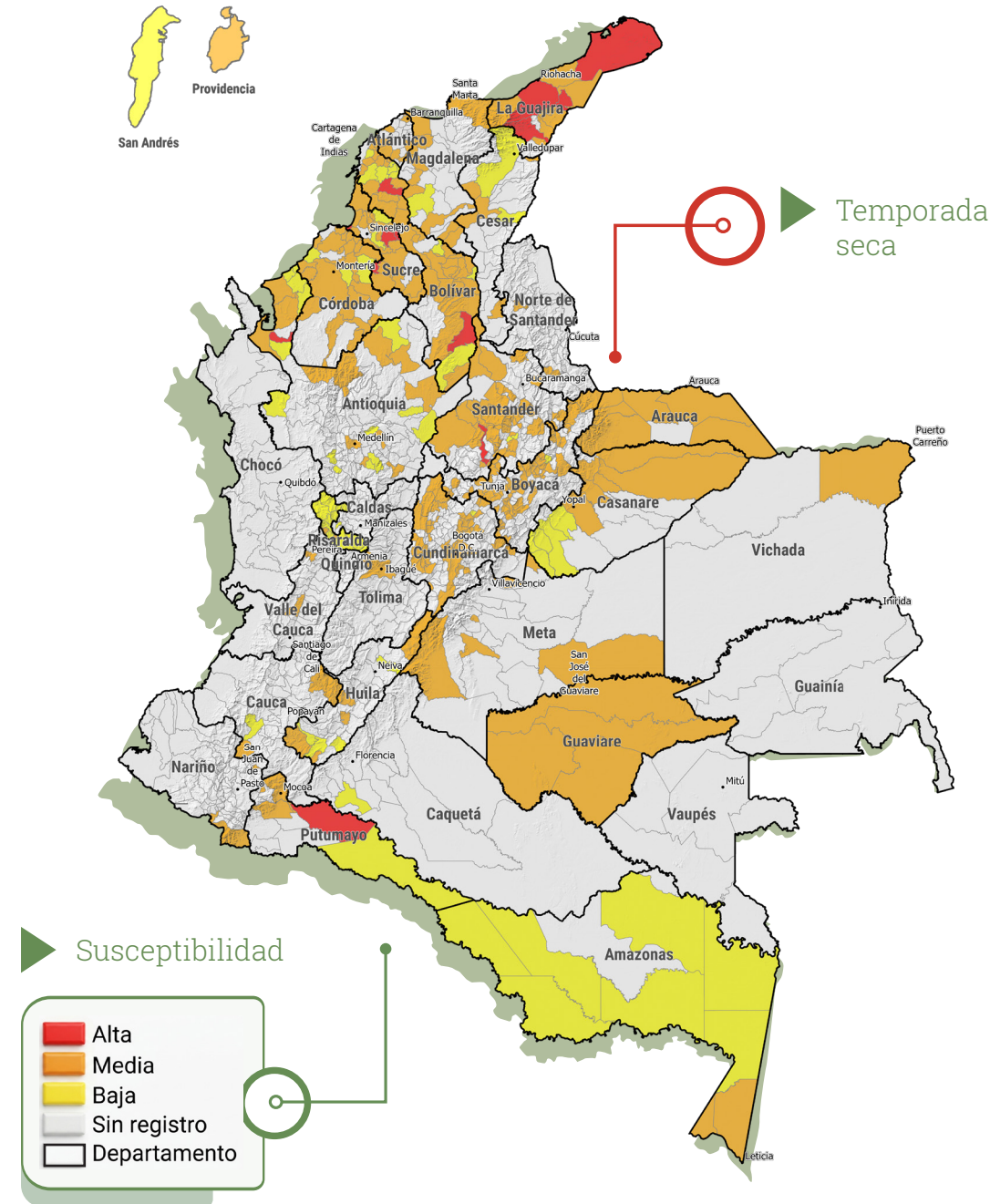
La temporada húmeda evidencia una necesidad relativa a la gestión del abastecimiento. No basta con asegurar disponibilidad de agua; también es necesario reducir la exposición física de la infraestructura, mejorar su protección frente a eventos extremos y fortalecer la operación de los sistemas ante incrementos súbitos de turbiedad.

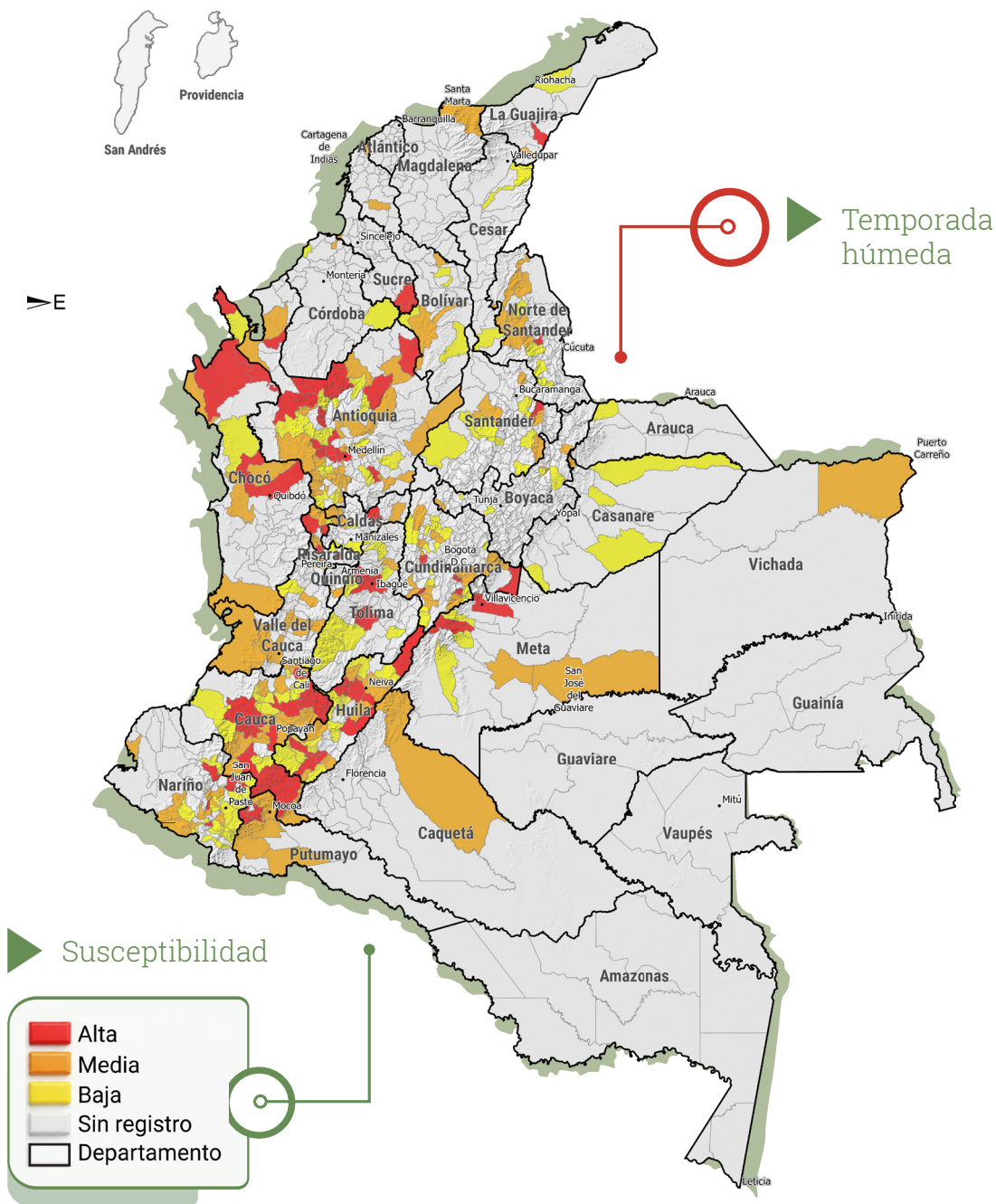
Figura 33. Porcentaje de municipios por departamento afectados por desabastecimiento hídrico en municipios por eventos relacionada a temporada seca (arriba) y húmeda (abajo), 2022 - 2025



Fuente: elaboración propia con base en registros de la UNGRD.

Figura 34. Susceptibilidad al desabastecimiento hídrico en municipios por eventos relacionados a temporada seca y húmeda, 2022 - 2025

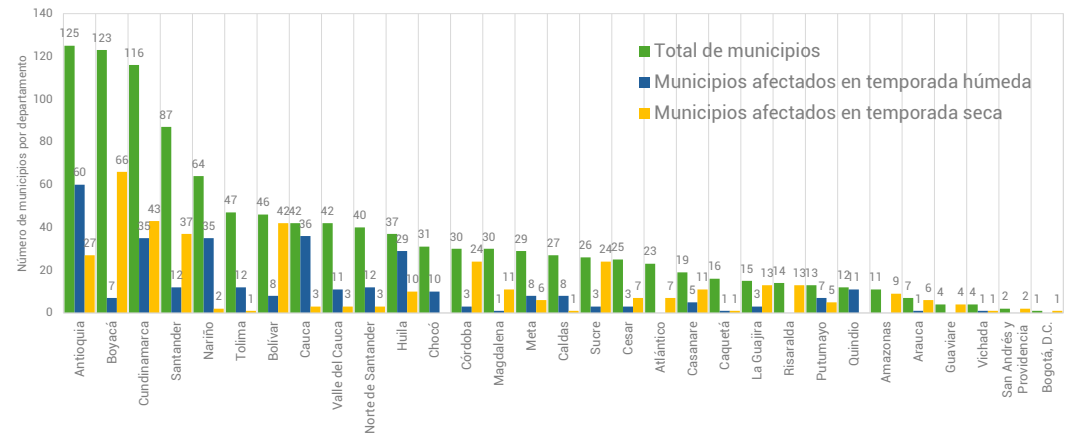




Fuente: elaboración propia con base en registros de la UNGRD.

La figura 35 muestra la distribución departamental de afectaciones en ambas temporadas. Algunos departamentos presentan afectaciones relevantes en eventos relacionados a temporada seca, otros a temporada húmeda, y algunos en ambas condiciones.

Figura 35. Número de municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico (2022-2025)



Fuente: elaboración con base en registros de la UNGRD.

Comparación con el Estudio Nacional del Agua 2022

La comparación con el periodo analizado en el Estudio Nacional del Agua 2022 evidencia un incremento en la susceptibilidad municipal al desabastecimiento hídrico. En temporada seca, el número de municipios susceptibles pasó de 208 en el periodo 2017-2021 a 383 en el periodo 2022-2025, lo que representa un aumento de 175 municipios, equivalente a un incremento aproximado del 84 %. En temporada húmeda, el número aumentó de 254 a

Esto permite focalizar medidas diferenciadas: gestión de oferta, almacenamiento y fuentes alternas para temporada seca; protección de infraestructura, manejo de turbiedad y reducción de exposición para temporada húmeda.

322 municipios, con 68 municipios adicionales y un incremento cercano al 27 %.

La tabla 17 permite dimensionar el cambio entre periodos. El aumento de municipios susceptibles evidencia una mayor exposición territorial de los sistemas de abastecimiento frente a eventos extremos y condiciones climáticas variables. También muestra que el desabastecimiento no es un fenómeno aislado ni coyuntural: la recurrencia de municipios en ambos periodos sugiere condiciones estructurales que requieren seguimiento, priorización e intervención sostenida.

Tabla 17. Comparativo de municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico según temporada

Descripción	Temporada seca		Temporada húmeda	
	2017-2021	2022-2025	2017-2021	2022-2025
Total de municipios susceptibles	208	383	254	322
Municipios que Coinciden en 2022 y 2026 (recurrentes)	142		134	
Municipios que aparecen en 2026 y no estaban en 2022 (nuevos)	242		188	
Municipios que estaban en 2022 y no están en 2026	66		120	

Hallazgos clave

El desabastecimiento hídrico no se da solamente por sequías. Los resultados muestran que el abastecimiento también se ve comprometido por movimientos en masa, inundaciones, crecientes súbitas y avenidas torrenciales.

La fase cálida del ENSO (El Niño) intensificó la presión por déficit hídrico. El año 2024, asociado a la fase cálida del ENOS, concentró el mayor impacto por sequía, con 392 eventos, 461 acueductos afectados y 375 municipios con afectaciones. La fase fría (La Niña) también puede comprometer el abastecimiento. Durante condiciones frías del ENOS las afectaciones se relacionaron principalmente con eventos que inciden sobre la infraestructura hidráulica, como crecientes, inundaciones, movimientos en masa y procesos de alta turbiedad.

La infraestructura hidráulica es un factor determinante. La afectación de captaciones, conducciones, plantas de tratamiento y redes de distribución demuestra que la seguridad del abastecimiento depende tanto de la disponibilidad de agua como de la capacidad funcional de los sistemas.

El nivel de afectación al desabastecimiento hídrico tiene una concentración territorial. Un grupo reducido de departamentos concentra una proporción significativa de los municipios con afectaciones, lo que permite focalizar acciones de prevención, adaptación e inversión.

El aumento de eventos de desabastecimiento frente al Estudio Nacional del Agua 2022 confirma una señal de atención. Entre los periodos 2017-2021 y 2022-2025, los municipios susceptibles aumentaron en cerca del 84% en temporada seca y del 27% en temporada húmeda, lo que evidencia una mayor exposición de los sistemas de abastecimiento frente a la variabilidad climática y los eventos extremos.

La gestión del desabastecimiento debe ser preventiva y adaptativa. Los resultados respaldan la necesidad de fortalecer la planificación del abastecimiento, diversificar fuentes, proteger infraestructura crítica, mejorar la capacidad de almacenamiento y consolidar sistemas de alerta y respuesta local.

Lo que se encontrará en el ENA 2026

“En el Estudio Nacional del Agua de 2026 se encontrará una actualización de los municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico y un inventario de infraestructura hidráulica asociada al almacenamiento, regulación o aprovechamiento del agua.

Los principales resultados esperados incluyen el listado de municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada seca y temporada de lluvia, y la clasificación de susceptibilidad municipal.

Estos productos se presentarán mediante cartografía, tablas, bases de datos, gráficos e indicadores. La agregación espacial se realizará principalmente a escala nacional, municipal y por cuencas abastecedoras, con lecturas complementarias por departamento o unidad hidrográfica cuando la información lo permita. La agregación temporal se relacionará con la ocurrencia de eventos reportados y su clasificación por temporada climática.

5. DINÁMICA DE SEDIMENTOS EN COLOMBIA



La dinámica de sedimentos en Colombia permite comprender los procesos mediante los cuales las partículas del suelo y las rocas se producen, transportan y depositan dentro de las cuencas hidrográficas. En el ENA 2026 esta temática analiza la erosión hídrica potencial, la relación de entrega en ladera, el transporte observado y el balance de sedimentos de largo plazo como elementos clave para interpretar la afectación física de los sistemas hídricos y su relación con la oferta hídrica, los cuerpos de agua, la calidad del agua y la gestión territorial (Ideam, 2018; Minambiente, 2022).

Los sedimentos hacen parte del funcionamiento natural de las cuencas y reflejan la interacción entre clima, escorrentía, suelos, coberturas, pendientes, conectividad de laderas, cauces y procesos de depósito. Su análisis permite reconocer áreas con mayor potencial de producción de material, estimar la proporción de este que puede alcanzar

los cuerpos de agua, contrastar resultados con mediciones en estaciones y representar la dinámica de sedimentos dentro de la red hídrica. La importancia de esta temática radica en que los sedimentos reflejan tanto condiciones naturales del territorio como transformaciones asociadas al uso del suelo, la cobertura vegetal, las actividades productivas y los cambios en la escorrentía.

A nivel metodológico la temática adopta un enfoque cuantitativo, cualitativo y distribuido, apoyado en escorrentía superficial diaria, mapas de suelos, coberturas, topografía, información de estaciones, datos batimétricos disponibles y concentraciones medidas. Los resultados permiten estimar rendimientos de sedimentos a nivel nacional, incluso en zonas no instrumentadas, y generar productos útiles para la planificación ambiental, la gestión de cuencas, el análisis de calidad del agua, la infraestructura, los embalses y el análisis integrado del ENA 2026.

En el reporte de avance el capítulo de sedimentos incorpora resultados preliminares sobre las series históricas de transporte de este material medidas en estaciones de la red nacional, incluyendo el cálculo del rendimiento de sedimentos y la detección de tendencias y cambios de régimen; segundo, la estimación de la erosión hídrica potencial a escala anual y mensual; y tercero, el cálculo de la relación de entrega en ladera y su comparación con los resultados del ENA 2022.

Aspectos conceptuales y metodológicos

El ciclo de sedimentos en una cuenca hidrográfica se organiza en tres procesos generales: producción, transporte y depósito. La producción ocurre principalmente en las laderas, donde la erosión hídrica desprende material del suelo por efecto de la lluvia y la escorrentía, de acuerdo con las condiciones físicas del terreno, como la pendiente, las coberturas de la tierra y las propiedades de los suelos. El transporte se presenta en los cauces, donde el agua moviliza sedimentos aguas abajo, y el depósito ocurre cuando disminuye la energía del flujo y el material se acumula en cauces, planicies, embalses, cuerpos de agua o zonas bajas.

La evaluación considera dos unidades espaciales fundamentales: laderas y cauces. En las laderas se analiza la producción de sedimentos y la conectividad, entendida como la probabilidad de que el material erosionado alcance un cauce o una zona de depósito. En los cauces se analizan el transporte y el depósito,

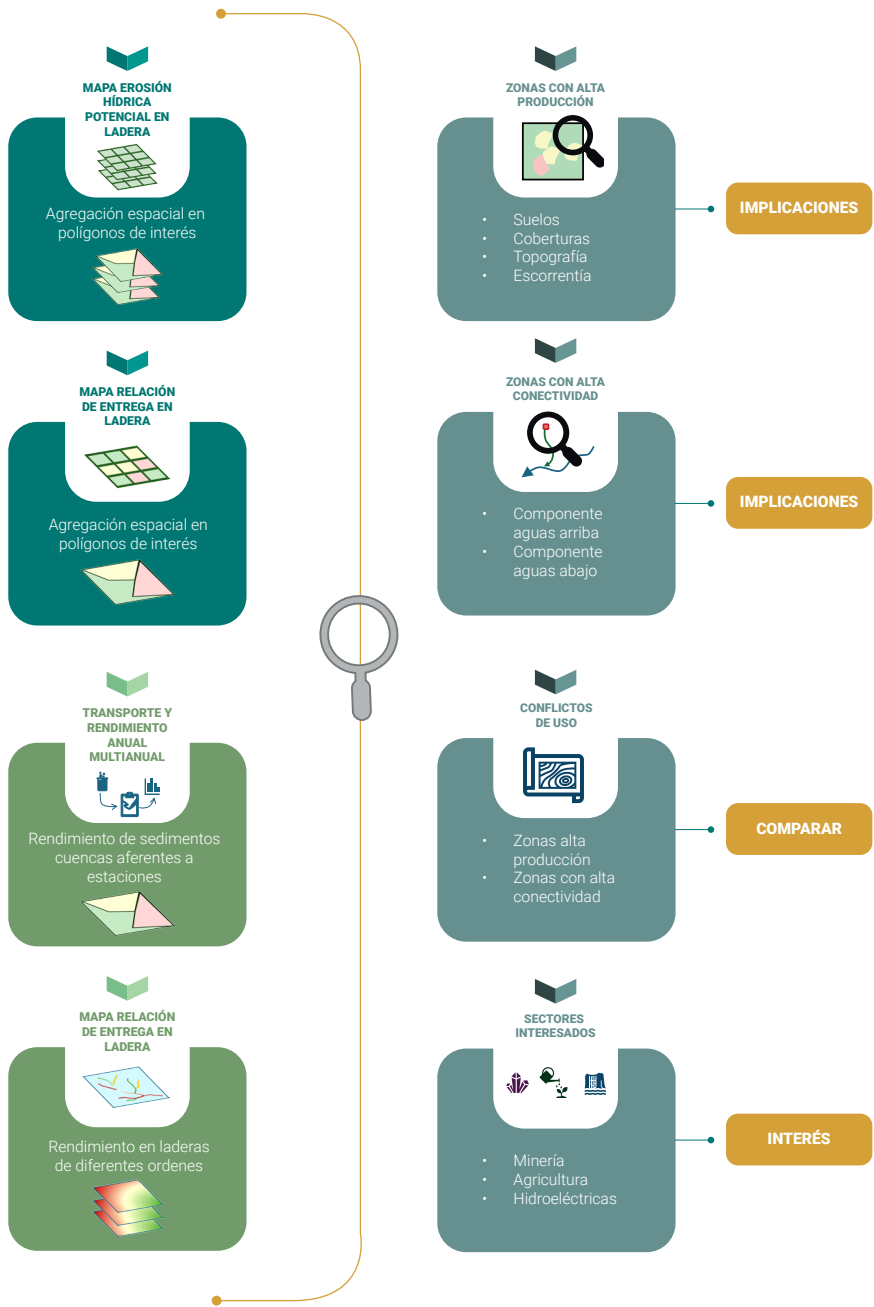
con el fin de interpretar la continuidad del flujo de materiales dentro de la red hídrica.

Las figuras metodológicas del capítulo sintetizan el marco de análisis y la forma en que los resultados pueden agregarse por unidades espaciales. Esta organización permite articular los procesos de producción, conectividad, transporte y depósito de sedimentos con distintas escalas de análisis territorial (ver figura 36).

Metodológicamente, la temática integra componentes cualitativos, cuantitativos, distribuidos y espacialmente explícitos. El proceso parte de información secundaria sobre escorrentía superficial diaria, suelos, coberturas, topografía, estaciones con transporte de sedimentos y datos batimétricos disponibles en embalses. Con estos insumos se estiman la erosión hídrica potencial, la relación de entrega en ladera, el transporte observado, el rendimiento de sedimentos y el balance de sedimentos a largo plazo.

En el ENA 2026 esta temática analiza la erosión hídrica potencial, la relación de entrega en ladera, el transporte observado y el balance de sedimentos de largo plazo como elementos clave para interpretar la afectación física de los sistemas hídricos y su relación con la oferta hídrica, los cuerpos de agua, la calidad del agua y la gestión territorial (Ideam, 2018; Minambiente, 2022).

Figura 36. Esquema metodológico y de agregación de resultados del análisis de sedimentos por unidades espaciales



La erosión hídrica potencial se calcula mediante mapas nacionales que combinan la capacidad erosiva asociada a la escorrentía superficial con las condiciones de susceptibilidad del territorio (Kilinc & Richardson, 1973; Julien, Saghafian & Ogden, 1995). La escorrentía diaria permite representar procesos de corta duración y valores máximos relevantes para la erosión, mientras que los mapas de suelos, cobertura y topografía incorporan la resistencia del suelo, la protección o exposición de la cobertura y el efecto de la pendiente (Ideam, Sinchi y PNN, 2021; Ideam, 2024).

La relación de entrega en ladera estima la proporción de material erosionado que puede alcanzar un cuerpo hídrico aguas abajo, a partir de la conectividad entre zonas de producción, red hídrica y zonas de depósito (Borselli, Cassi & Torri, 2008a/2008b). Para el ENA 2026, este análisis se actualiza mediante la relación de entrega en ladera y la incorporación de coberturas de la tierra CLC2024, lo que permite evaluar si los cambios en la cobertura vegetal se traducen en diferencias en la conectividad sedimentológica entre ladera y red de drenaje.

El transporte observado se analiza con datos de estaciones in situ, registros de transporte, y cambios batimétricos en embalses cuando existe información disponible. Estos insumos permiten contrastar resultados, evaluar órdenes de magnitud y complementar la lectura del depósito de sedimentos en sistemas regulados.

El rendimiento de sedimentos expresa la cantidad de este material producida por una cuenca por unidad de área. A diferencia del

transporte total, que refleja la masa movilizada en un punto de la red fluvial, el rendimiento permite comparar cuencas de distinto tamaño e identificar patrones espaciales de producción a escala regional o nacional. En el ENA 2026 este análisis se realiza por bloques de cuatro años, correspondientes al periodo entre ediciones consecutivas del estudio, con el fin de fortalecer la comparabilidad entre estaciones con distinta longitud de registro y detectar cambios asociados a variaciones climáticas, transformaciones en el uso del suelo u otras presiones sobre las cuencas.

De manera complementaria, el análisis de series observadas incorpora pruebas estadísticas no paramétricas para identificar tendencias y cambios de régimen. La prueba de Mann-Kendall permite detectar tendencias monotónicas crecientes o decrecientes en las series temporales, mientras que la prueba de Pettitt identifica rupturas en la homogeneidad del registro. Usadas de manera conjunta, estas pruebas permiten reconocer si los cambios en el transporte de sedimentos responden a una dirección gradual o a una modificación abrupta en el comportamiento de la serie.

El balance de sedimentos a largo plazo integra la producción en ladera, la relación de entrega, el transporte en cauces y los procesos de depósito por tramos de la red hídrica, definidos como cauces comprendidos entre confluencias. Esta aproximación permite estimar rendimientos de sedimentos a nivel nacional, incluso en áreas no instrumentadas, y generar productos en formato ráster con agregaciones espaciales y temporales según distintas necesidades de análisis.

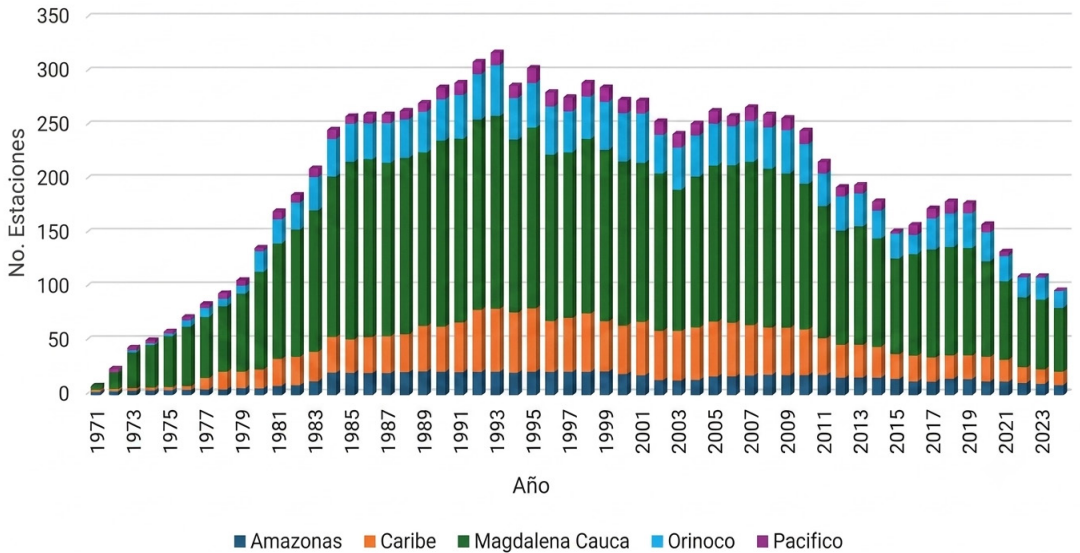
Avances de resultados del ENA 2026

Análisis de series de transporte de sedimentos en estaciones de la red básica del Ideam

La red nacional de monitoreo de transporte de sedimentos cuenta con series mensuales para el periodo 1971-2024, generadas por 379 estaciones con registro en al menos un

año del periodo analizado. El número de estaciones con información alcanzó su máximo histórico en 1993, con 319 estaciones, y desde entonces ha presentado fluctuaciones con tendencia general al descenso. En los últimos doce años, la red pasó de 181 estaciones con información en 2013 a 95 en 2024. La mayor cobertura se concentra históricamente en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, mientras que Amazonas y Pacífico registran la menor disponibilidad de información (ver figura 37).

Figura 37. Disponibilidad de información de transporte de sedimentos en estaciones



La red nacional de monitoreo de transporte de sedimentos cuenta con series mensuales para el periodo 1971-2024, generadas por 379 estaciones con registro en al menos un año del periodo analizado.

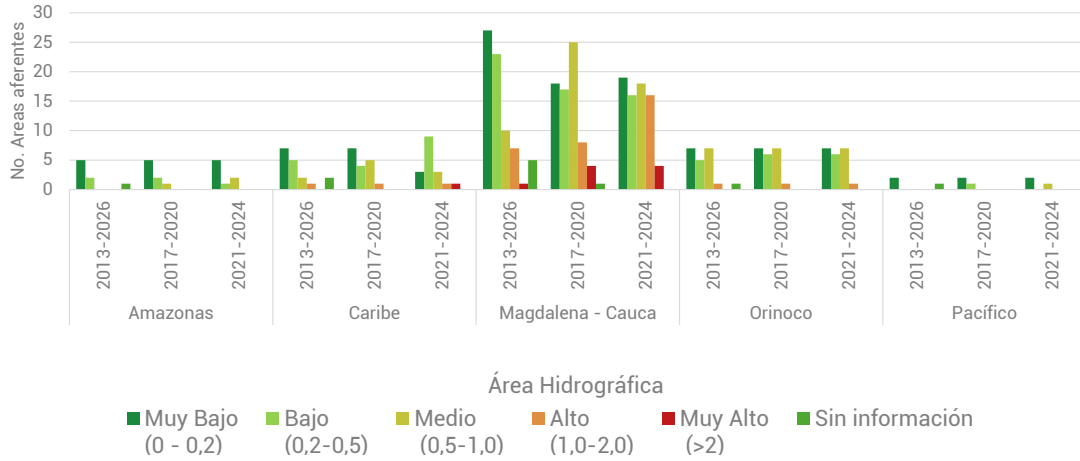
El rendimiento de sedimentos permite comparar cuencas de distinto tamaño e identificar patrones espaciales de producción. Para el ENA 2026 este análisis se realiza por bloques de cuatro años, correspondientes al periodo entre ediciones consecutivas del estudio, con el fin de diferenciar los cambios recientes del comportamiento hidrosedimentológico y evitar que los promedios históricos acumulados oculten variaciones del periodo analizado.

Los resultados preliminares muestran que en el país predominan rendimientos muy bajos y bajos. Los mayores valores, clasificados en categorías alta y muy alta, se concentran en el área hidrográfica Magdalena-Cauca durante los tres periodos analizados y, de manera destacada, en el Caribe durante el periodo 2021-2024. Entre 2017-2020 y 2021-2024,

la mayoría de las estaciones no presenta cambios en su categoría de rendimiento; los cambios más frecuentes corresponden a transiciones entre categorías baja, media y alta (ver figura 38 y figura 39)

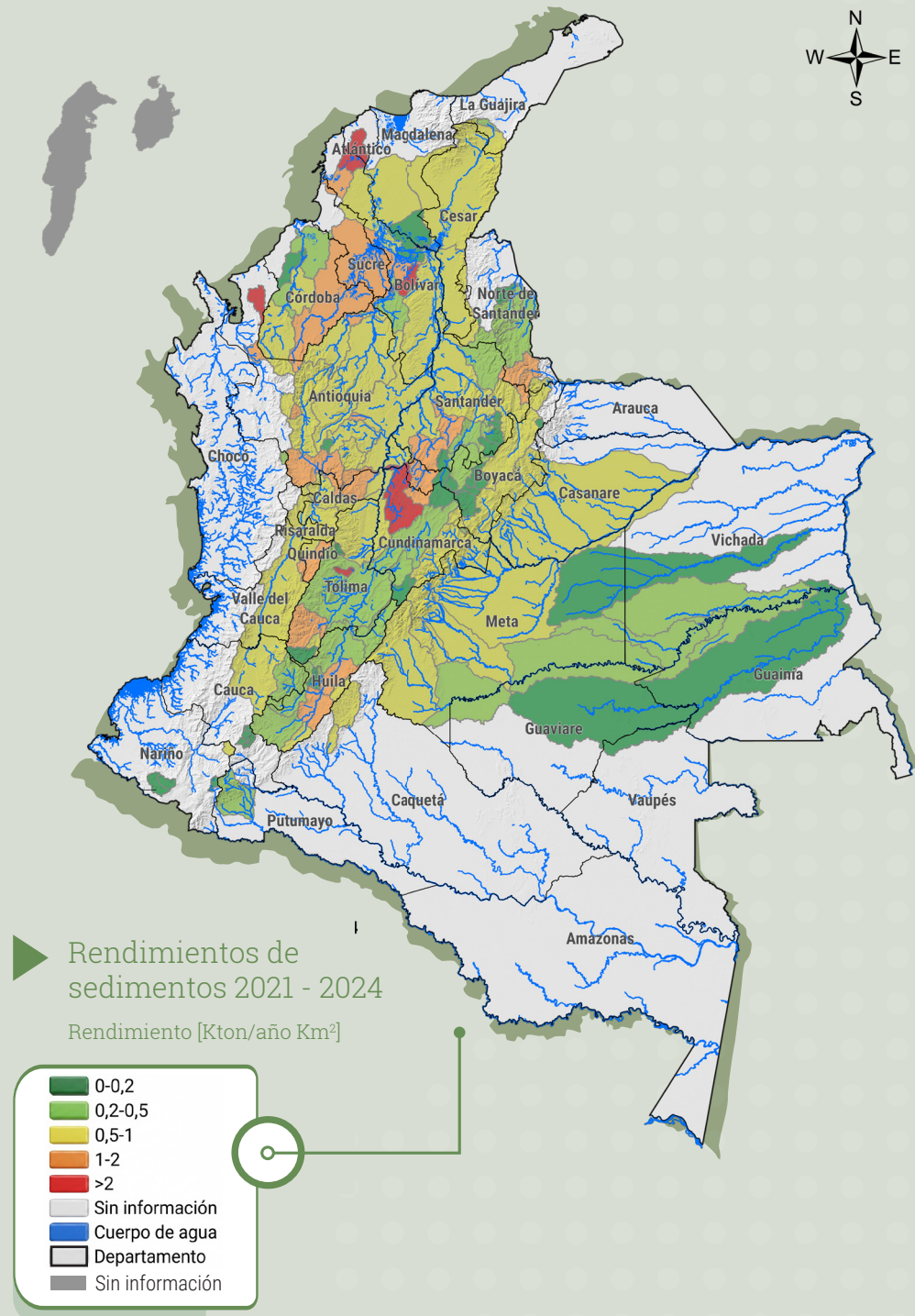
El número de estaciones con información alcanzó su máximo histórico en 1993, con 319 estaciones, y desde entonces ha presentado fluctuaciones con tendencia general al descenso. En los últimos doce años, la red pasó de 181 estaciones activas en 2013 a 95 en 2024.

Figura 38. Distribución de Categorías de rendimiento de sedimentos por área hidrográfica en los tres periodos analizados



► Rendimientos de
sedimentos 2013 - 2016





El análisis de tendencias mediante Mann-Kendall indica que el 42,8% de las estaciones no presenta tendencia significativa, el 38,9% muestra tendencia decreciente y el 18,3% tendencia creciente. Las tendencias crecientes se concentran principalmente en Orinoco y Caribe (ver figura 40). Por su parte, la prueba de Pettitt muestra que el 80,3% de

las estaciones presenta cambio de régimen estadísticamente significativo; de estas, el 53,1% registra reducción en los valores posteriores al cambio y el 27,2% incremento. La mayor concentración de puntos de cambio se ubica en la década 1986-1995, especialmente en el Magdalena-Cauca (ver figura 41).

Figura 40. Análisis tendencial de estaciones con Mann-Kendall

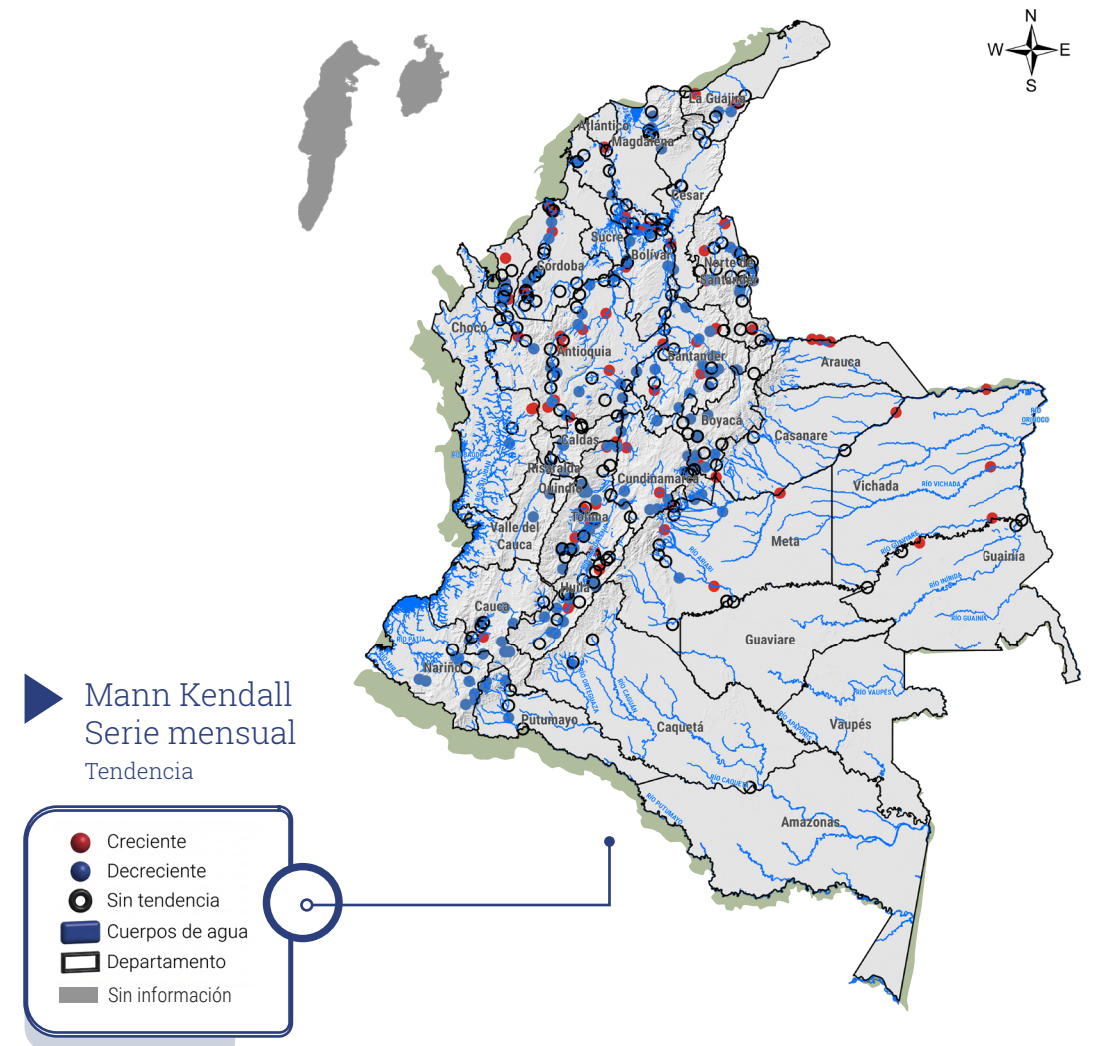
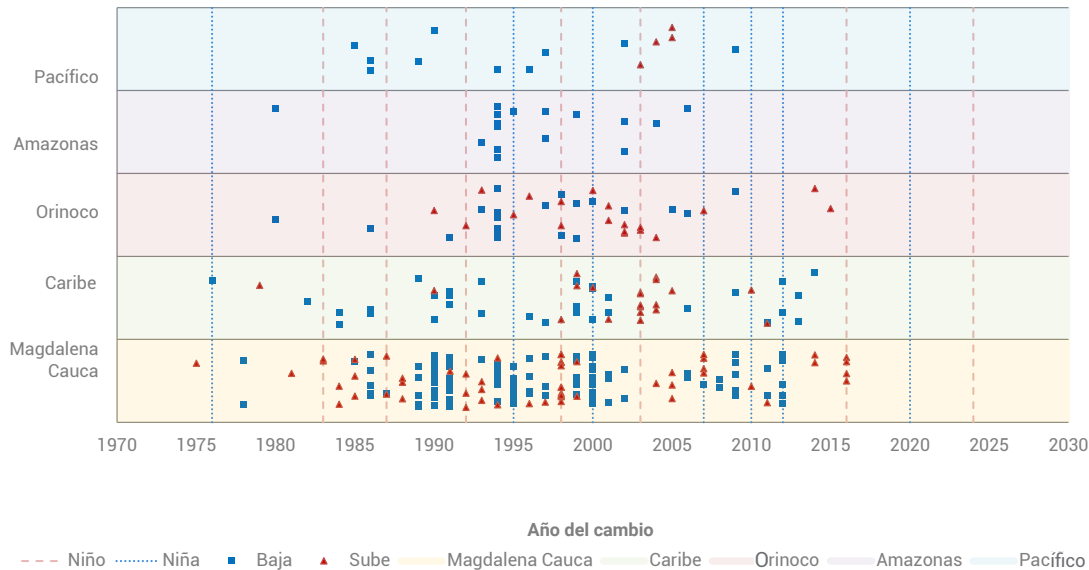


Figura 41. Análisis de cambios en régimen de sedimentos con Pettit



Erosión hídrica potencial

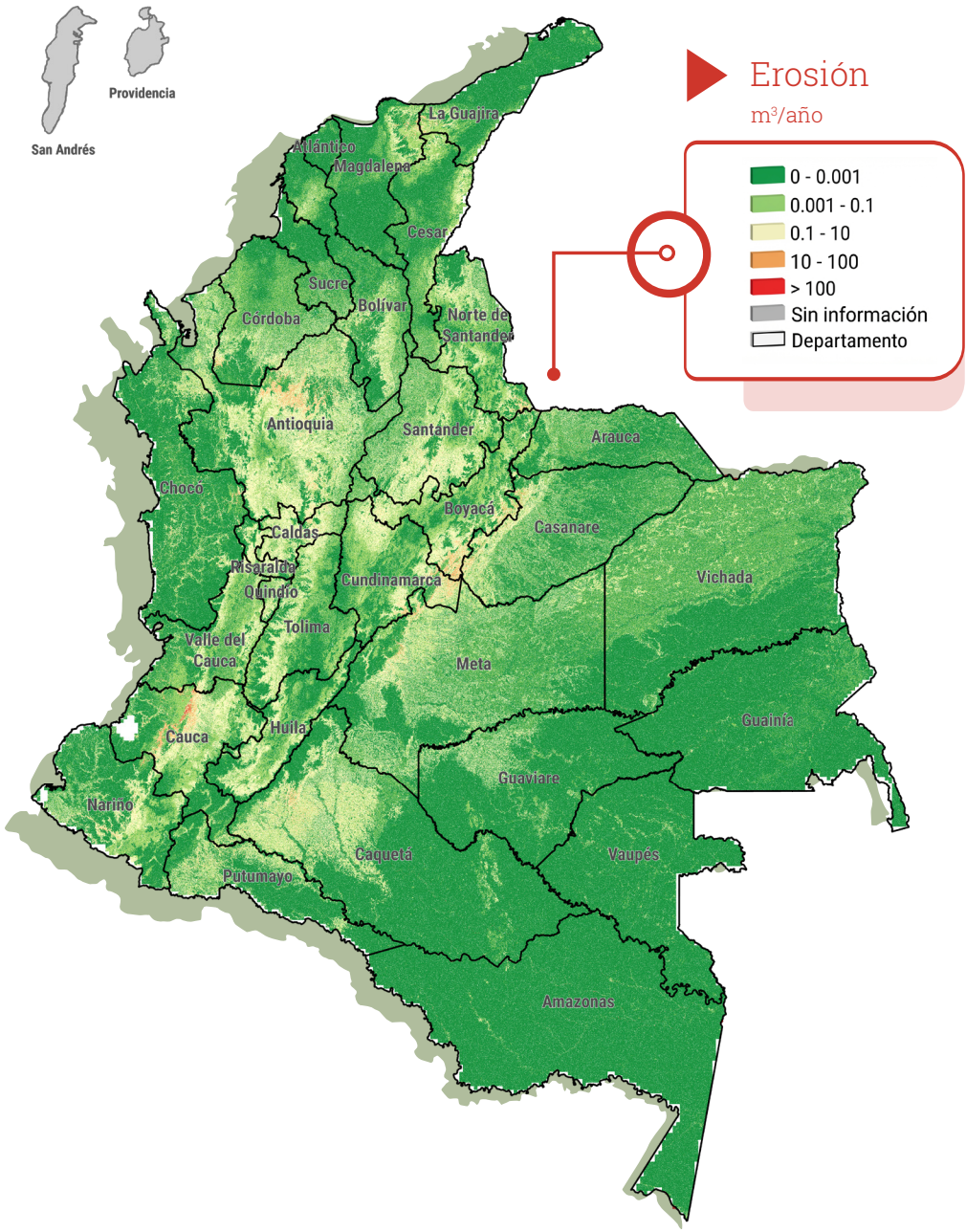
Los resultados preliminares de erosión hídrica potencial se presentan agregados a escala anual y mensual (ver figura 42). Estas agregaciones permiten identificar patrones espaciales de erosión en el territorio nacional y reconocer la variación del ciclo anual asociados al régimen de lluvias. Los resultados diarios para todo el territorio nacional se encuentran en proceso de generación y harán parte de los resultados finales del estudio.

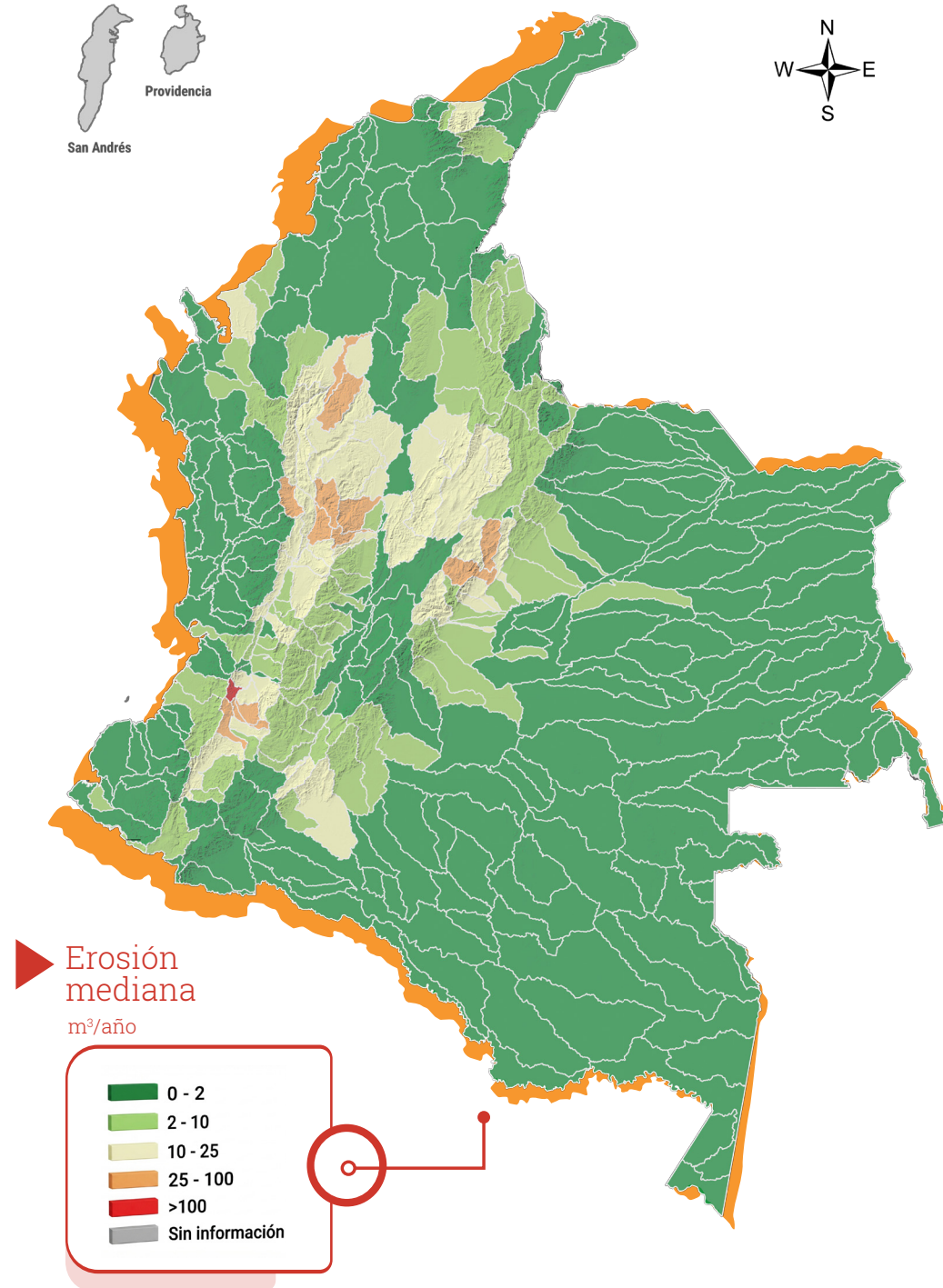
A escala anual, la erosión hídrica potencial muestra diferencias marcadas entre áreas hidrográficas. En Amazonas, el 93,0% de las subzonas presenta valores de mediana inferiores a 2 m³/año, lo que indica condiciones

de erosión muy baja en prácticamente todo el territorio. Caribe y Pacífico muestran un comportamiento similar, con más del 70% de sus subzonas en esta categoría. El Orinoco presenta una distribución más variada, aunque con predominio de valores bajos.

El área hidrográfica Magdalena-Cauca presenta el perfil más contrastante: solo el 34,3% de sus subzonas se ubica en la categoría más baja, mientras que cerca del 37% supera los 10 m³/año, incluyendo la única subzona del país con valores por encima de 100 m³/año. Este comportamiento refleja la mayor intensidad erosiva en la región andina, donde convergen pendientes pronunciadas, alta pluviosidad y presión significativa sobre el uso del suelo.

Figura 42. Mapa erosión hídrica potencial media multianual (m³), distribuido por pixeles, agregado por mediana en subzonas hidrográficas





La erosión hídrica potencial no es estática a lo largo del año responde al ciclo hidrológico, dado que la escorrentía superficial varía en magnitud e intensidad según el régimen de lluvias de cada región. El análisis mensual permite identificar los periodos de mayor presión erosiva y asociarlos con las temporadas húmedas de cada área hidrográfica.

Los resultados mensuales muestran que los mayores valores se concentran en el Magdalena-Cauca, especialmente en subzonas con mayor pendiente y relieve montañoso (ver figura 43). En esta área, los valores más

altos se registran en mayo, octubre, noviembre y diciembre, mientras que los mínimos ocurren en febrero-marzo y agosto-septiembre, en correspondencia con el régimen bimodal de lluvias de la región andina. El Orinoco presenta un ciclo unimodal, con erosión concentrada entre mayo y agosto; el Caribe registra un periodo de mayor actividad erosiva, entre octubre-noviembre y presenta valores mínimos entre febrero y abril; el Pacífico muestra valores elevados en los extremos del año; y el Amazonas mantiene los valores más bajos durante todo el año con mayores valores en junio (ver figura 44).

► En el área hidrográfica Magdalena-Cauca presenta el perfil más contrastante: solo el 34,3% de sus subzonas se ubica en la categoría más baja, mientras que cerca del 37% supera los 10 m³/año, incluyendo la única subzona del país con valores por encima de 100 m³/año. Este comportamiento refleja la mayor intensidad erosiva en la región andina, donde convergen pendientes pronunciadas, alta pluviosidad y presión significativa sobre el uso del suelo.

Figura 43. Mapas mensuales de erosión hídrica potencial, distribuidos en celdas de 30 m

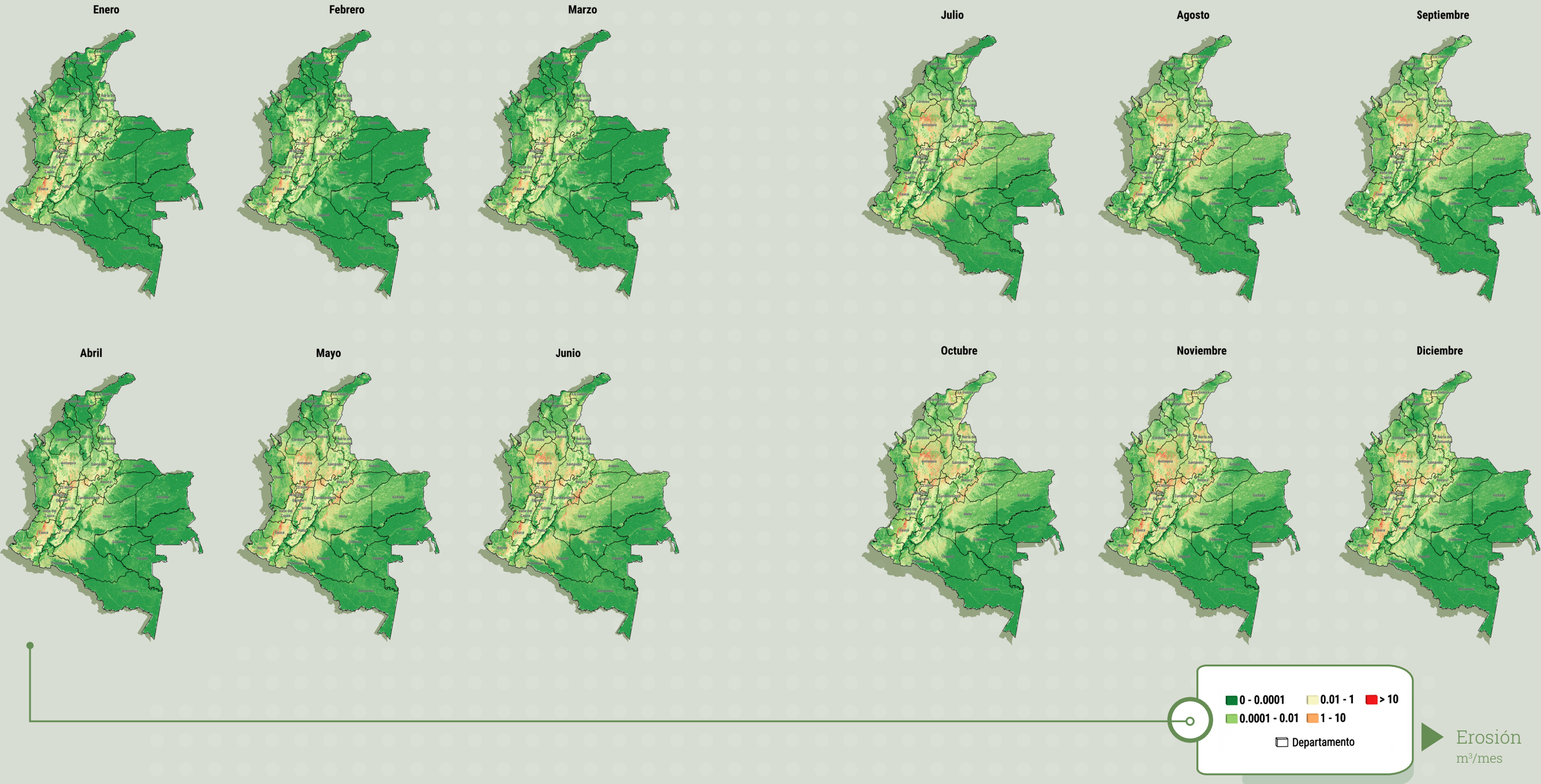
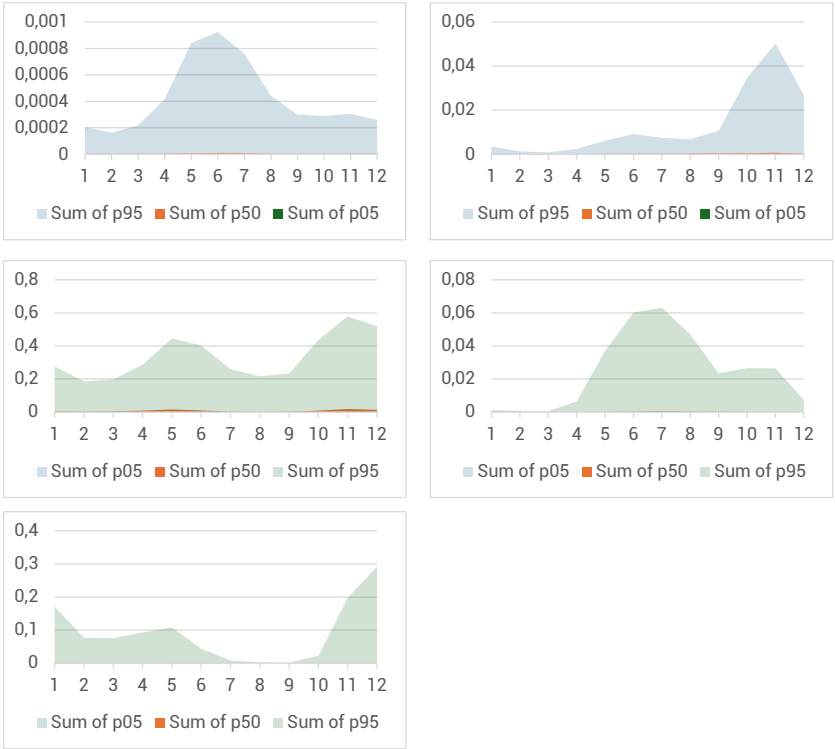


Figura 44. Ciclo anual de percentiles de erosión hídrica potencial P95, mediana y P5 por área hidrográfica



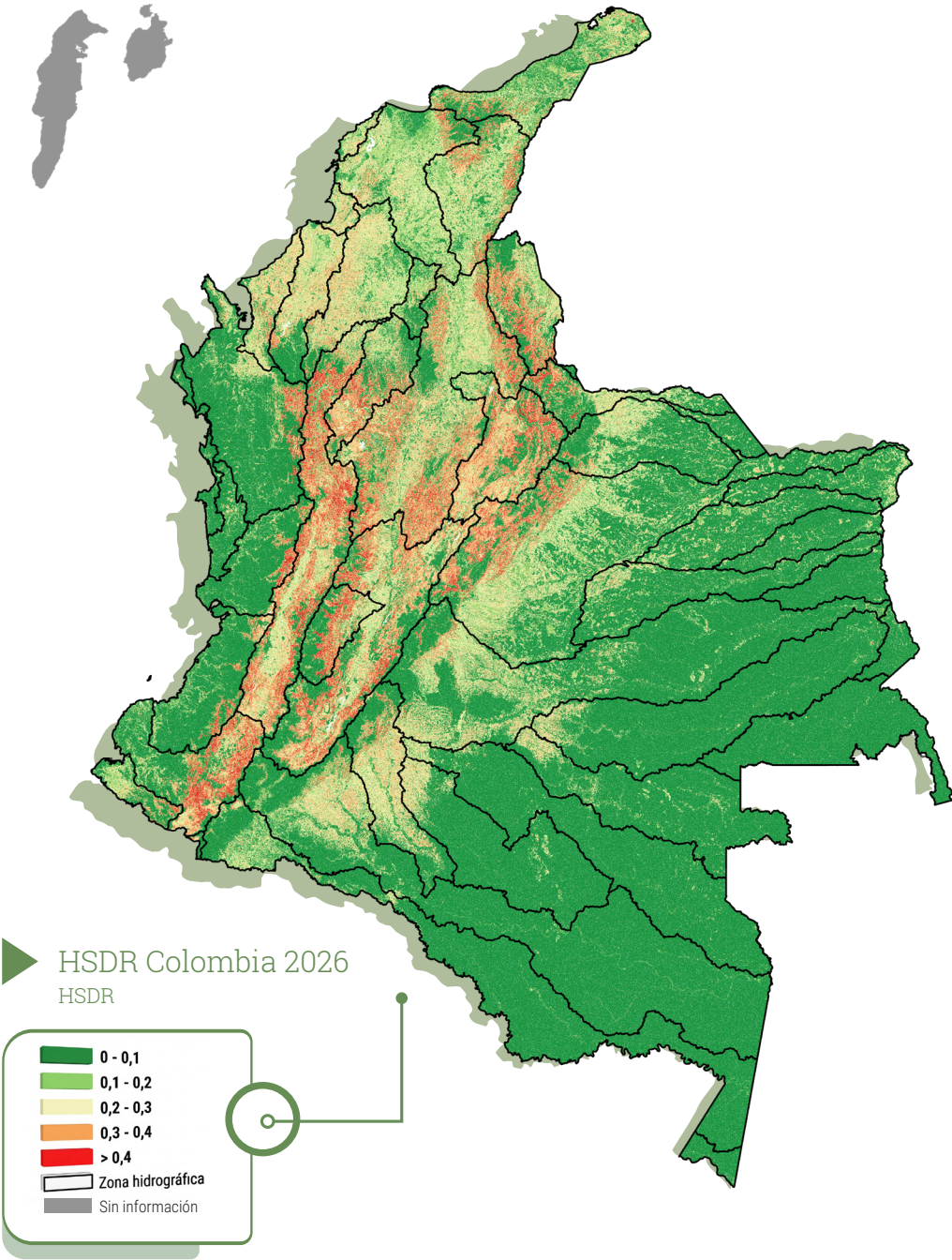
Relación de entrega en ladera

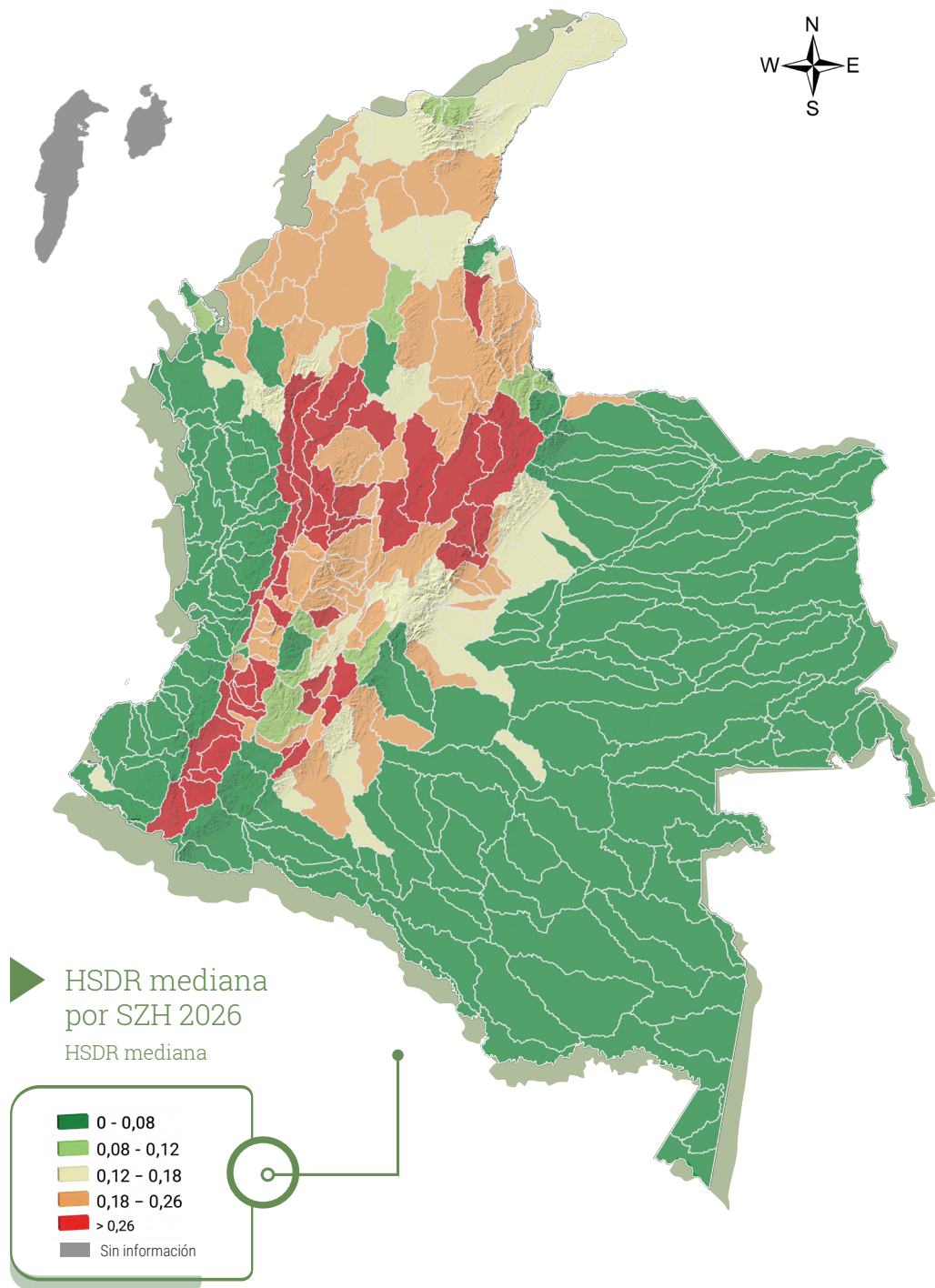
La relación de entrega en ladera indica la probabilidad de que el material erosionado en un punto de la cuenca llegue efectivamente a un cuerpo de agua o zona de depósito aguas abajo. Para el ENA 2026 este análisis se actualiza con la incorporación del mapa de coberturas CLC 2024, lo que permite evaluar si los cambios en la cobertura vegetal registrados entre 2018 y 2024 se traducen en diferencias en la conectividad sedimentológica entre ladera y red de drenaje.

A nivel nacional, el 47,5% de las subzonas hidrográficas se ubica en la categoría muy

baja, mientras que el 36,7% se encuentra en categorías alta y muy alta. Amazonas y Pacífico presentan la mayor concentración de subzonas con baja conectividad, asociada a coberturas densas y relieves que limitan el transporte de sedimentos. En contraste, el Magdalena-Cauca registra el perfil de mayor conectividad del país: el 80,0% de sus subzonas se clasifica en categorías alta y muy alta, como resultado de la combinación de pendientes pronunciadas, coberturas intervenidas y alta escorrentía característica de la región andina (ver figura 45).

Figura 45. Mapas relación de entrega en ladera, a arriba distribuido por celdas y abajo distribuido en subzonas hidrográficas

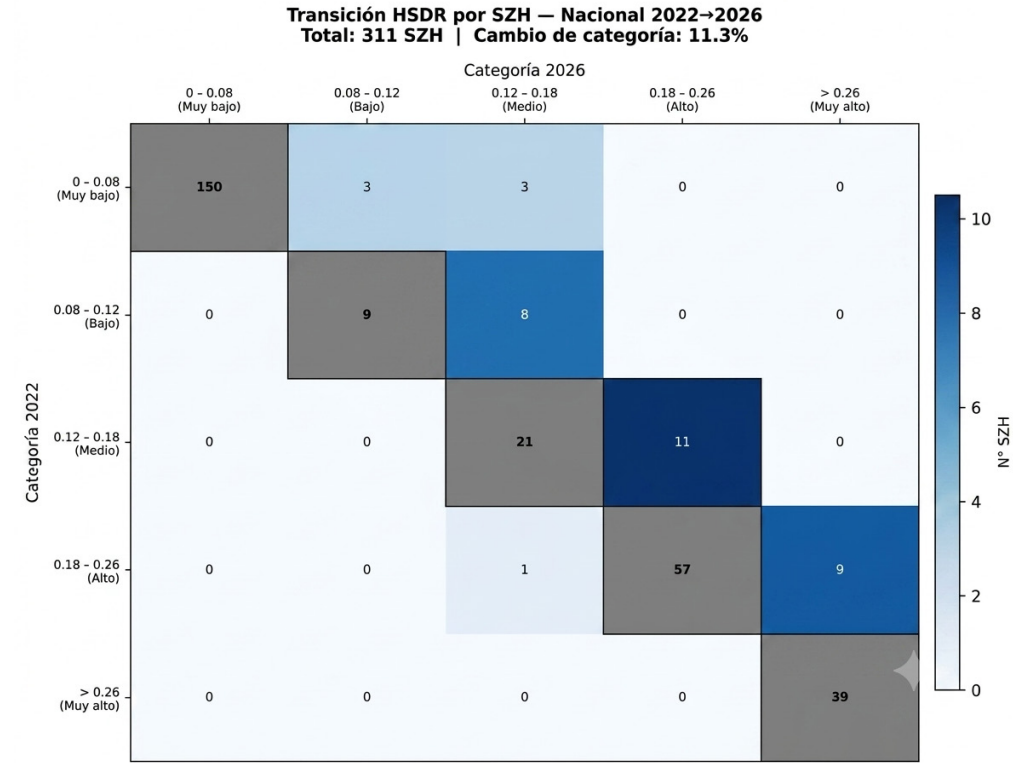




La comparación entre el ENA 2022 y el ENA 2026 muestra que el 88,7% de las subzonas hidrográficas mantuvo la misma categoría de relación de entrega en ladera, lo que indica una alta estabilidad general en los patrones de conectividad sedimentológica. El 10,9%

registró incremento de categoría y solo una subzona presentó reducción. Los cambios más frecuentes corresponden a ascensos desde categorías intermedias hacia valores más altos, especialmente de media a alta y de alta a muy alta (ver figura 46).

Figura 46. Cambios en relación de entrega en ladera entre ENA 2022 y ENA 2026



En conjunto, los resultados preliminares confirman que el Magdalena-Cauca concentra la mayor presión hidrosedimentológica del país, con altos rendimientos de sedimentos, mayor intensidad erosiva a lo largo del año

y alta conectividad entre ladera y red de drenaje. También evidencian la importancia de mantener actualizada la información de coberturas y fortalecer la continuidad del monitoreo hidrosedimentológico nacional.

Hallazgos clave

La dinámica de sedimentos aporta una lectura estratégica de la afectación física del sistema hídrico y de su relación con la oferta, los cuerpos de agua, la calidad del agua, la infraestructura y la gestión territorial.

El ENA 2026 fortalece la caracterización hidrosedimentológica del país al integrar información observada en estaciones, análisis de series históricas y modelación distribuida a escala nacional.

El análisis por bloques de cuatro años mejora la comparabilidad entre ediciones del ENA y permite reconocer cambios recientes en la producción y transporte de sedimentos, sin que estos queden diluidos en promedios históricos acumulados.

Los resultados preliminares identifican al Magdalena-Cauca como el área de mayor presión hidrosedimentológica del país, por la convergencia de altos rendimientos de sedimentos, mayor intensidad erosiva y alta conectividad entre ladera y red de drenaje.

La erosión hídrica potencial refleja la respuesta del territorio al régimen hidrológico de cada área hidrográfica y permite identificar los periodos y zonas de mayor presión erosiva.

La actualización de coberturas CLC2024 y la comparación con el ENA 2022 permiten evaluar cambios recientes en la conectividad sedimentológica, especialmente en territorios donde las transformaciones de cobertura pueden favorecer la entrega de sedimentos a la red hídrica.

La reducción del número de estaciones con información plantea un reto estratégico para la continuidad, representatividad y fortalecimiento del monitoreo hidrosedimentológico nacional. Frente al máximo histórico de 319 estaciones con información registrado en 1993, la red contó con 95 estaciones en 2024, lo que representa una disminución cercana al 70 %. Esta tendencia también se expresa en el periodo reciente, en el cual el número de estaciones con información pasó de 181 en 2013 a 95 en 2024, con una reducción de 86 estaciones, equivalente a cerca del 48 %.

Los resultados preliminares aportan insumos para priorizar acciones de monitoreo, gestión de cuencas, manejo de embalses, planificación ambiental, análisis de calidad y evaluación integrada del agua.

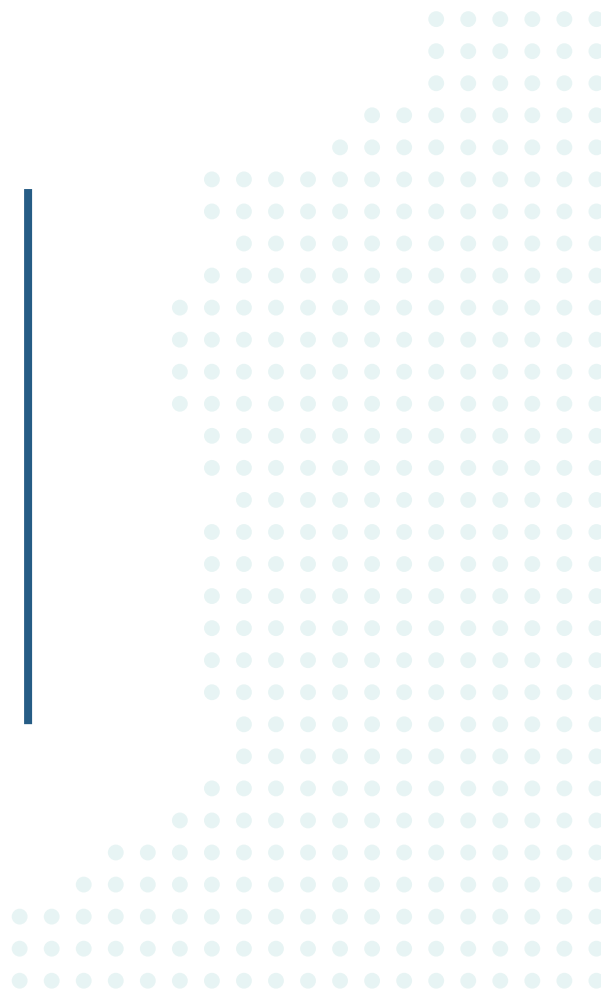
Lo que se encontrará en el ENA 2026

En el Estudio Nacional del Agua de 2026 se encontrará un análisis de la producción, transporte, conectividad y depósito de sedimentos en las subzonas hidrográficas del país, con énfasis en la erosión hídrica potencial, la relación de entrega en ladera, el transporte observado, el rendimiento y el balance de sedimentos a largo plazo.

Los principales resultados esperados incluyen el análisis de series históricas de transporte de sedimentos medidas en estaciones de la red nacional, mapas de erosión hídrica potencial anual y mensual; el índice de relación de entrega en ladera actualizado con coberturas CLC2024; la comparación de conectividad de sedimentos frente al ENA 2022; y productos espaciales de balance de sedimentos con agregaciones por unidades hidrográficas, administrativas o territoriales de interés.

Estos productos se presentarán mediante mapas, tablas, gráficos, bases de datos, productos ráster y síntesis territoriales. La agregación espacial podrá realizarse por laderas, cauces, tramos, cuencas, subzonas hidrográficas, áreas hidrográficas y otras unidades territoriales; la agregación temporal incluirá series históricas, resultados anuales, resultados mensuales y espaciales definidos para el balance de sedimentos.

6. ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN COLOMBIA



Las aguas subterráneas constituyen un componente fundamental en el ciclo hidrológico y son esenciales para el abastecimiento humano, el desarrollo de actividades y para el sostenimiento de los ecosistemas y la biodiversidad. Conocer sobre su ocurrencia, dinámica y aprovechamiento es fundamental para su adecuada gestión y también para su uso sostenible.

En el país se han registrado avances significativos en el conocimiento de las aguas subterráneas mediante el desarrollo de modelos hidrogeológicos conceptuales

en áreas estratégicas, la realización de estudios hidrogeológicos y proyectos de investigación, y la información obtenida en el marco de los procesos de licenciamiento ambiental y otorgamiento de concesiones de agua. En conjunto, estos esfuerzos han contribuido a consolidar información más detallada sobre el recurso a escala local y regional.

En este contexto, el presente capítulo corresponde a un avance del componente de aguas subterráneas del Estudio Nacional de Agua 2026, y tiene como propósito

presentar el estado actual de consolidación de la información, los principales avances metodológicos y los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha.

Se describen los avances alcanzados en la consolidación del inventario nacional de puntos de agua subterránea mediante un análisis preliminar del estado actual de la información suministrada por las autoridades ambientales.

Respecto a la caracterización de los sistemas acuíferos, se presenta el avance en la actualización de diez fichas de sistemas acuíferos priorizados para esta publicación, dando continuidad al proceso desarrollado en versiones anteriores del ENA.

Como avance metodológico, se incorporó el uso de productos satelitales (GRACE, GRACE-FO y GLDAS), información hidroclimática complementaria y metodologías de mejora de resolución espacial (downscaling) para estimar anomalías del almacenamiento de agua subterránea a escala nacional.

Aspectos conceptuales

El estudio de las aguas subterráneas integra información proveniente de varias fuentes y escalas de análisis, por lo que una de las herramientas utilizadas para incorporar la información hidrogeológica disponible a nivel nacional ha sido la ficha de sistemas acuíferos. Esta ficha reúne información relacionada con la caracterización geológica e hidrogeológica, la extensión, las condiciones de recarga y descarga, los parámetros hidráulicos, la estimación de reservas, la calidad del agua, el inventario nacional de puntos de agua subterránea, así como los usos y el aprovechamiento del recurso.

El principal insumo para la caracterización de los sistemas acuíferos corresponde al Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC), el cual incluye información geológica, hidrológica, hidrodinámica, hidráulica, hidroquímica e isotópica para ilustrar los procesos y flujos que ocurren en las dimensiones espaciales de su dominio, además de identificar posibles fuentes de presión o afectación (figura 47) (Ideam, 2013b).

Las aguas subterráneas constituyen un componente fundamental en el ciclo hidrológico y son esenciales para el abastecimiento humano, el desarrollo de actividades y para el sostenimiento de los ecosistemas y la biodiversidad.

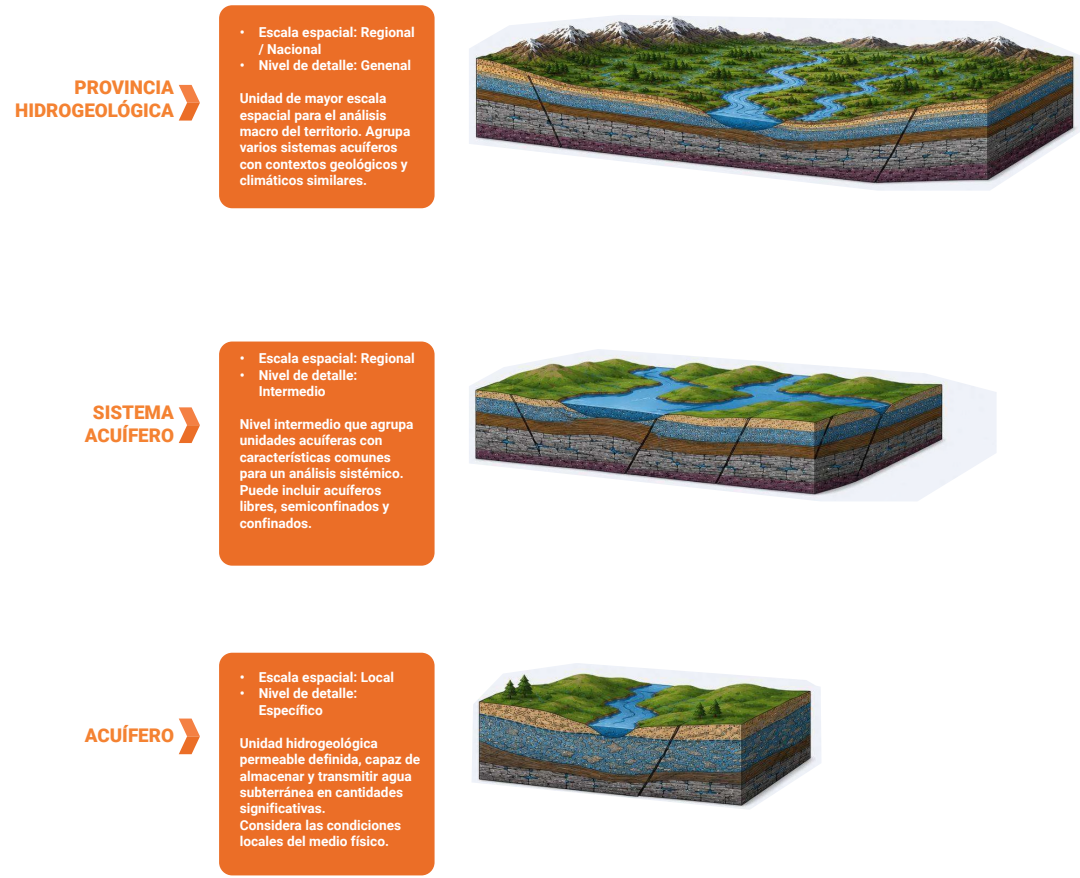
Figura 47. Modelo Hidrogeológico Conceptual



En este avance se emplean términos como provincia hidrogeológica, sistema acuífero y acuífero respondiendo a una jerarquización de la información hidrogeológica disponible (ver figura 48). La provincia hidrogeológica corresponde a la unidad regional de mayor

escala, el sistema acuífero representa la unidad de análisis que integra uno o varios acuíferos con funcionamiento común, y el acuífero constituye la unidad geológica capaz de almacenar y transmitir agua.

Figura 48. Información hidrogeológica nacional y niveles jerárquicos



Por su parte, el inventario nacional de puntos de agua subterránea consolida información sobre pozos, aljibes, manantiales y piezómetros. Estos puntos permiten conocer la ubicación de captaciones o sitios de

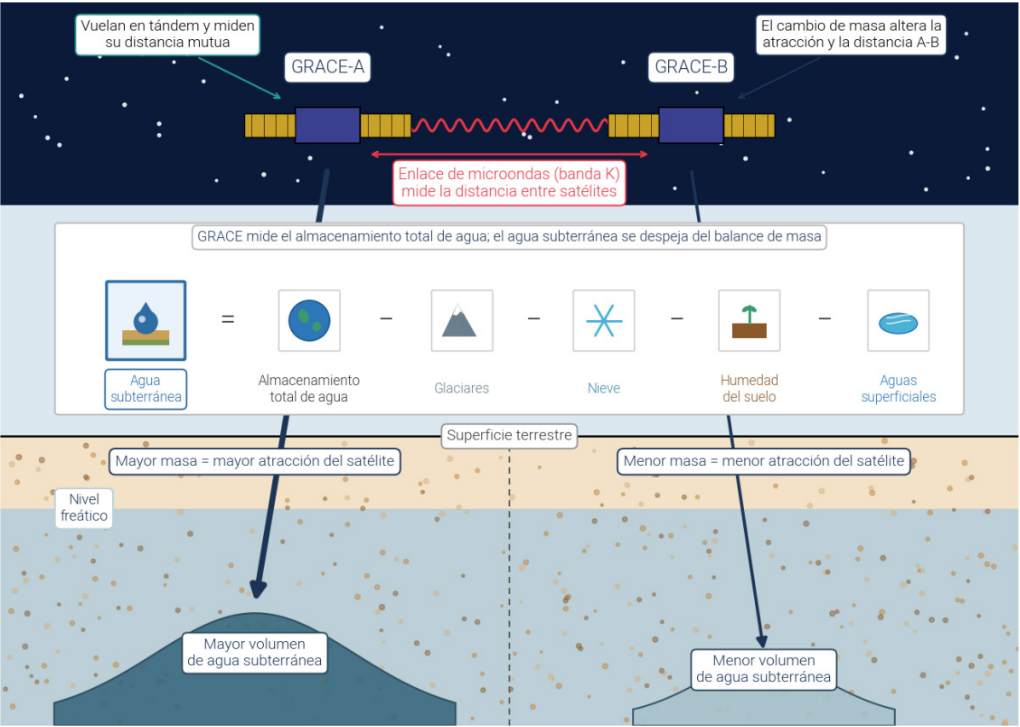
observación, sus características técnicas, uso asociado, condiciones de operación y, cuando existe información, variables de nivel, caudal o calidad.

Como complemento a la información de las fichas y del inventario se incorporan herramientas basadas en sensores remotos para evaluar el comportamiento del almacenamiento de agua subterránea a escalas regionales y nacionales. En particular, las misiones satelitales GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) y GRACE Follow-On (GRACE-FO) permiten estimar las variaciones del campo gravitacional terrestre, las cuales reflejan cambios en la distribución de masa asociados, principalmente, al almacenamiento de agua en la superficie y el subsuelo.

Dado que las observaciones de GRACE y GRACE-FO representan el almacenamiento

total de agua terrestre (Terrestrial Water Storage, TWS), la estimación de las anomalías del almacenamiento de agua subterránea requiere integrar esta información con modelos hidrológicos de superficie, como GLDAS (Global Land Data Assimilation System) que permiten estimar y descontar componentes como la humedad del suelo, el agua superficial y otros almacenamientos terrestres. De esta manera, es posible obtener una aproximación a las variaciones del almacenamiento de agua subterránea a escala regional (ver figura 49).

Figura 49. El principio de medición de las misiones de gravimetría satelital GRACE/GRACE-FO



Fuente: Elaboración propia con la asistencia de la inteligencia artificial LLM Claude y modelo de lenguaje

En el presente estudio la información derivada de GRACE, GRACE-FO y GLDAS se emplea como un insumo complementario para analizar la variabilidad espacio-temporal del almacenamiento de agua subterránea a nivel nacional. Adicionalmente, se incorporan técnicas de inteligencia artificial para mejorar la resolución espacial de los productos satelitales, lo que permite obtener representaciones con mayor detalle para el análisis regional.

Aspectos metodológicos

La metodología desarrollada para la actualización del componente de aguas subterráneas se estructuró en cuatro etapas interrelacionadas: recopilación de información, sistematización, validación y análisis de la información, y elaboración de textos y productos cartográficos. La figura 50 presenta el esquema metodológico general implementado.

Figura 50. Enfoque general metodológico para la temática de aguas subterráneas



La primera etapa correspondió a la recopilación de información secundaria proveniente de entidades nacionales, autoridades ambientales y otras fuentes oficiales.

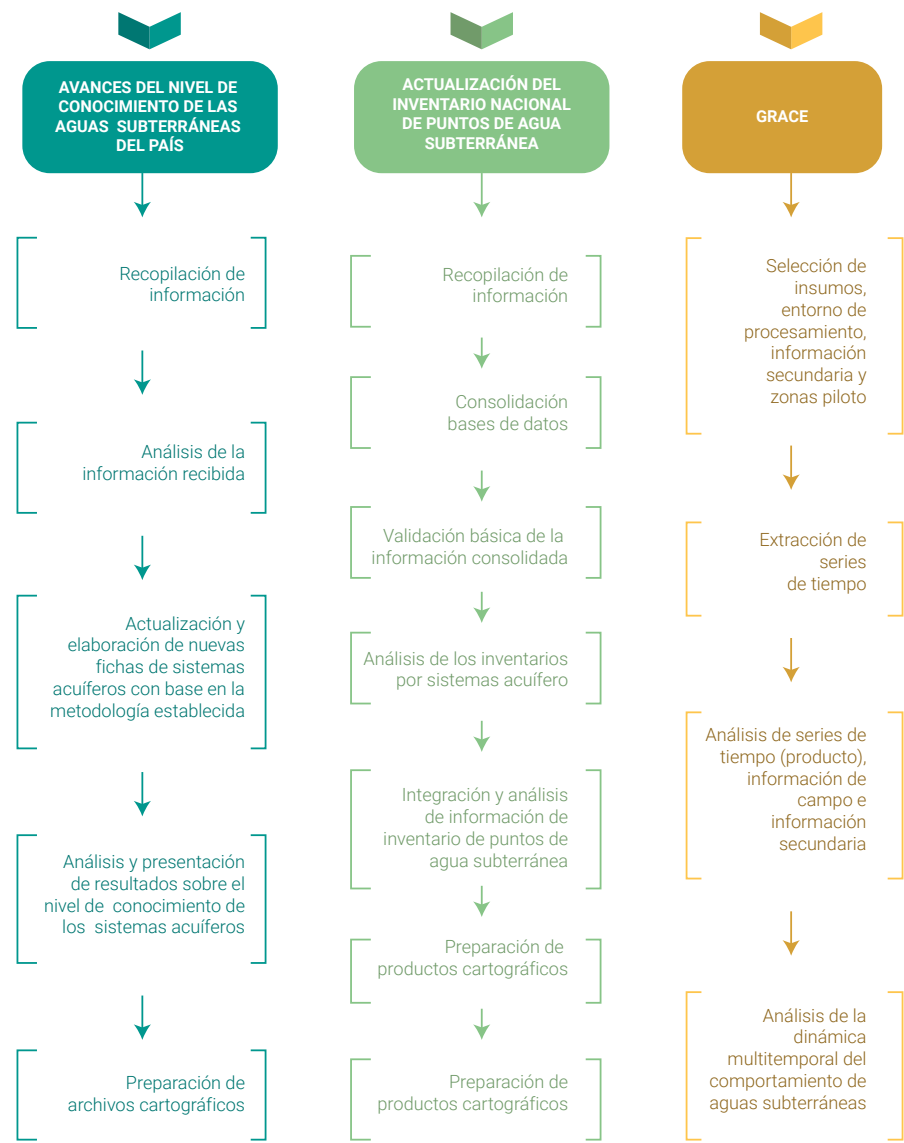
Esta información fue organizada, estandarizada y sistematizada en bases de datos estructuradas.

A partir de la información consolidada se desarrollaron los análisis correspondientes

a la actualización de las fichas de los sistemas acuíferos priorizados y la revisión del inventario nacional de puntos de agua subterránea.

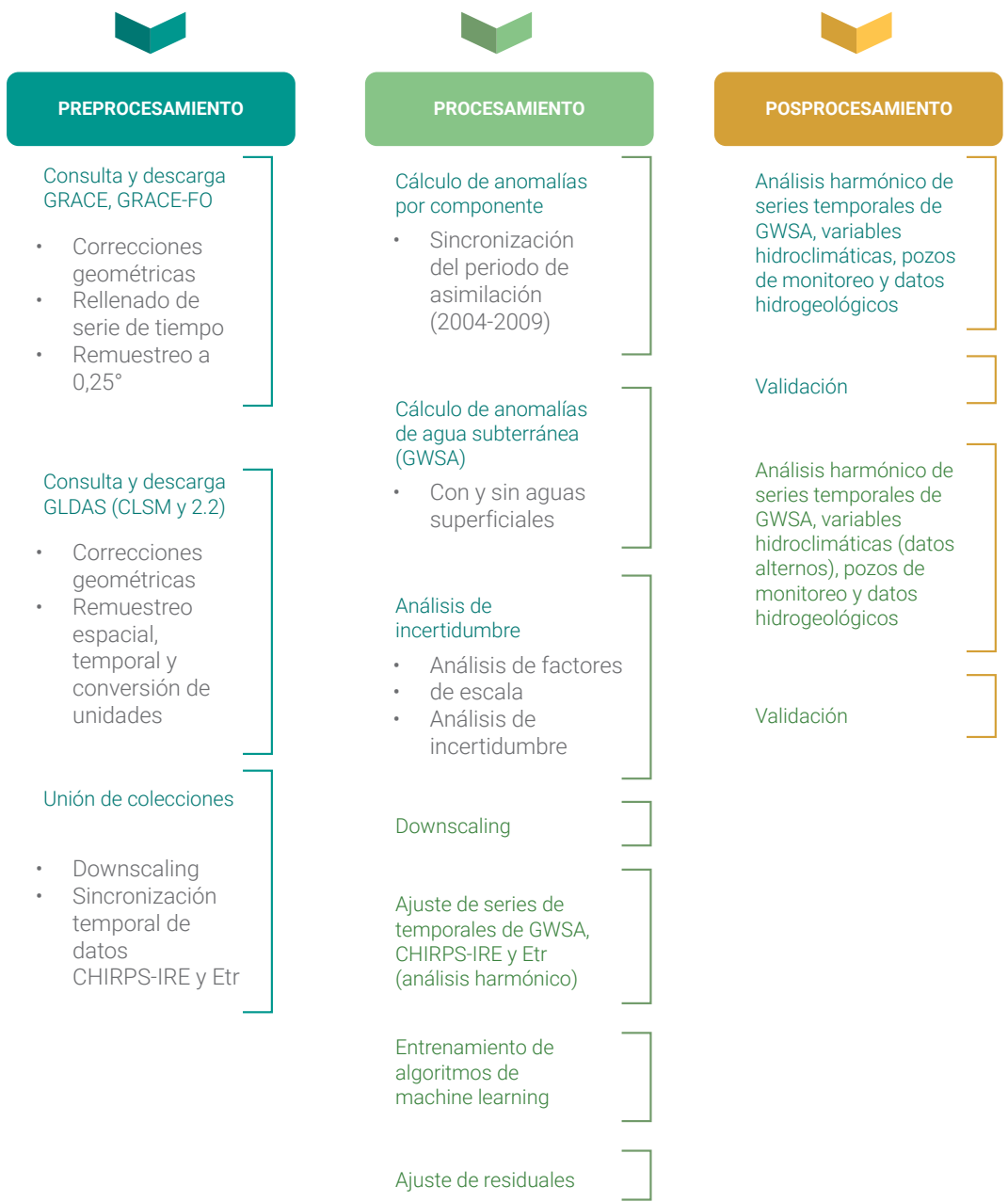
Las metodologías implementadas para los componentes de este reporte se describen a continuación. La figura 51 resume el proceso metodológico particular desarrollado para cada uno de ellos.

Figura 51. Proceso metodológico de los componentes del capítulo de aguas subterráneas



La metodología GRACE comprende las etapas de recopilación y preprocesamiento de la información satelital, estimación de las anomalías de almacenamiento, integración de variables hidroclimáticas complementarias y generación de productos para su análisis espacial (figura 52).

Figura 52. Diseño general de la metodología de uso de imágenes y productos satelitales para el estudio y monitoreo de aguas subterráneas



Como parte de la metodología para este reporte (figura 52) se implementaron procedimientos de control de calidad y evaluación de la consistencia de los resultados, mediante la comparación con información hidroclimática e hidrogeológica disponible. Adicionalmente, se aplicaron técnicas de mejoramiento de la resolución espacial (downscaling), apoyadas en variables hidroclimáticas y algoritmos de inteligencia artificial, con el fin de obtener productos con mayor detalle para el análisis regional. Dado el carácter exploratorio de este componente, los resultados presentados corresponden a un avance metodológico y continuarán siendo objeto de validación y ajuste mediante su comparación con información piezométrica y otros registros de monitoreo.

Avances de resultados del ENA 2026

Actualización del inventario nacional de puntos de agua subterránea

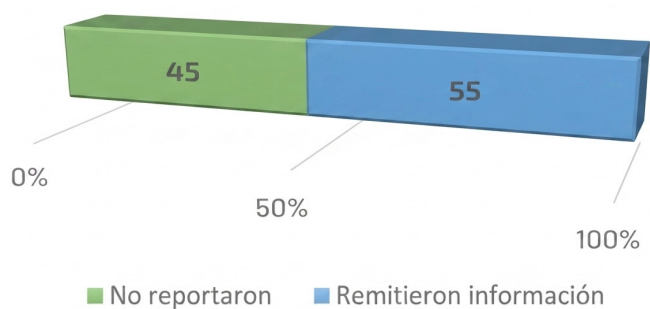
Como parte de la actualización del inventario, se presenta un avance del proceso de

construcción del reporte nacional. A continuación, se describe la información remitida por las autoridades ambientales, así como el estado de la revisión y depuración de los datos recibidos a la fecha de publicación de este documento.

De las 40 entidades ambientales convocadas, 22 remitieron información, lo que representa una cobertura del 55 % del territorio nacional. Esta participación constituye una base relevante para la actualización del inventario, aunque la ausencia de respuesta de 18 entidades mantiene vacíos territoriales que limitan la representatividad nacional del análisis (ver figura 53).

La información recibida muestra una distribución espacial heterogénea, con diferencias en la disponibilidad, cobertura y nivel de actualización de los registros. Algunas jurisdicciones cuentan con registros consolidados y actualizados, mientras que en otras existen vacíos que dificultan la caracterización nacional de pozos, aljibes, manantiales, piezómetros.

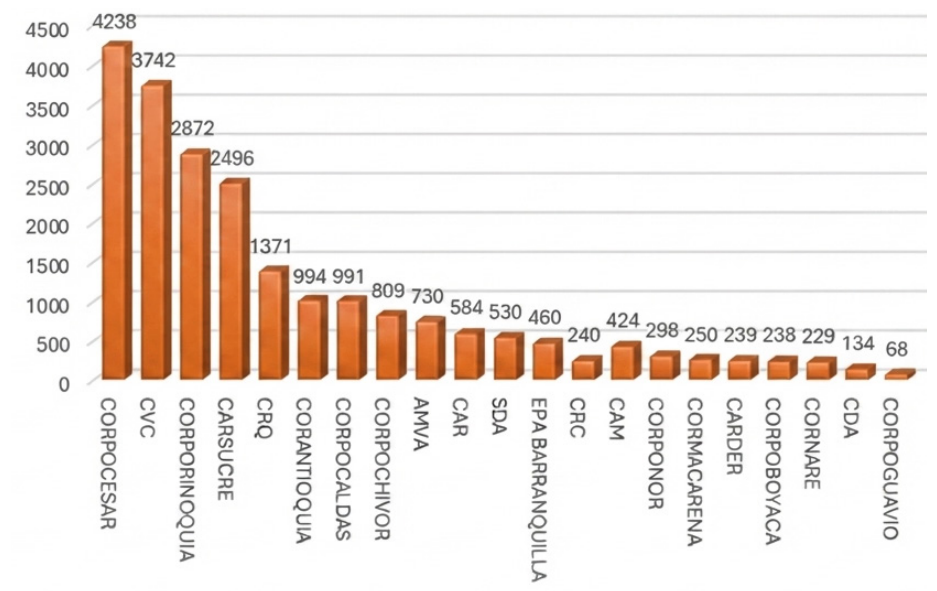
Figura 53. Distribución de las entidades ambientales según reporte de información



Como resultado del proceso de recopilación se consolidaron 22.142 registros reportados por las autoridades ambientales. La información se concentra en un grupo reducido de

autoridades ambientales: Corpocesar, CVC, Corporinoquia y Carsucre reúnen cerca del 60 % de los registros (ver figura 54).

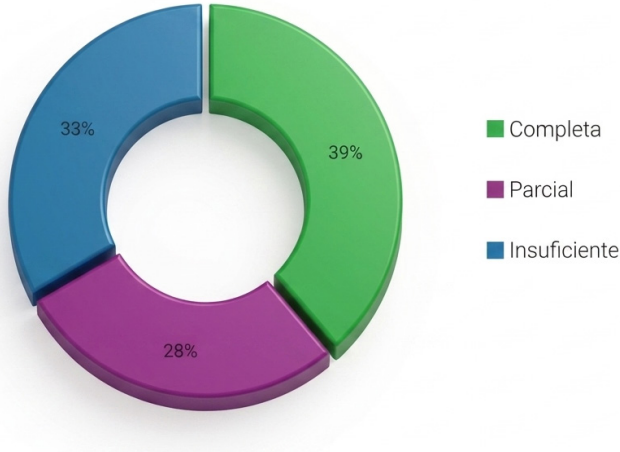
Figura 54. Registros de puntos de agua subterránea reportados por autoridad ambiental



Se evaluó el estado de la información recibida. Los resultados muestran que únicamente el 39 % de las autoridades remitieron información clasificada como completa, es decir, con los atributos mínimos requeridos para la caracterización de los puntos de agua subterránea. Por su parte, el 28 % presentó información parcial, con vacíos en

algunos de los campos requeridos, mientras que el 33 % suministró información insuficiente para la caracterización adecuada de los puntos reportados. (ver figura 55). En términos generales, el 61 % de las autoridades ambientales remitió información con algún nivel de limitación para su utilización en el inventario nacional.

Figura 55. Estado de completitud de la información reportada por las entidades ambientales para la actualización del Inventario Nacional de Puntos de Agua Subterránea



Los resultados evidencian que, además de las limitaciones asociadas a la cobertura institucional del reporte, persisten vacíos en la calidad y completitud de la información suministrada. Esto limita la consolidación de un inventario nacional plenamente representativo y pone de manifiesto la necesidad de fortalecer los procesos de inventario, actualización, estandarización y reporte de información por parte de las autoridades ambientales, como base para mejorar el conocimiento, la planificación, la gestión y la protección sostenible de los acuíferos en Colombia.

Fichas de sistemas acuíferos

A partir de la información disponible, se actualizó la información de diez sistemas acuíferos de los 67 reportados en el ENA 2022. Las actualizaciones incorporan ajustes en la caracterización hidrogeológica, unidades hidrogeológicas, parámetros hidráulicos, zonas de recarga, sistemas de flujo, hidrogeoquímica e información isotópica, de acuerdo con los insumos remitidos por autoridades ambientales, el Servicio Geológico Colombiano y el sector académico (tabla 18).

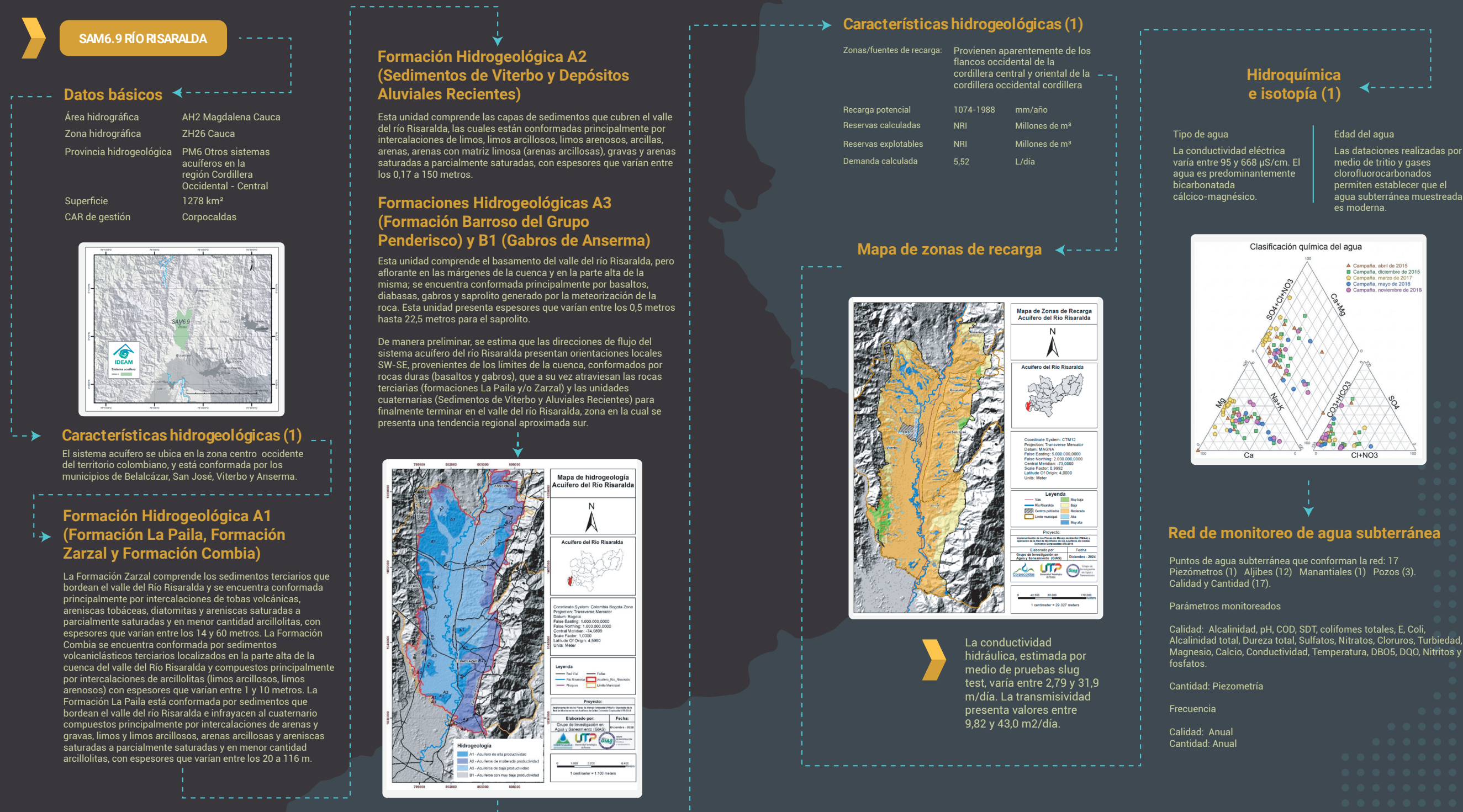
Tabla 18. Sistemas acuíferos con fichas actualizadas

Código	Nombre	Tipo de actualización
SAC1.3	Arroyo Grande	Fue actualizada la caracterización hidrogeológica y el componente de hidrogeoquímica
SAC.1.8	Turbará	Se presenta la caracterización de las unidades hidrogeológicas, parámetros hidráulicos y características físicoquímicas
SAC.1.12	Maco	Se incluyeron los avances de la evaluación hidrogeoquímica del sistema acuífero, así como la estimación de parámetros hidráulicos
SAC5.1	Golfo de Urabá	Fue actualizada la caracterización hidrogeológica de las diferentes unidades en la zona, la geometría del sistema acuífero, se incluyó información sobre el flujo del agua subterránea, fue actualizada la información sobre las zonas de recarga y la evaluación hidrogeoquímica e isotópica
SAM5.1	Cúcuta Villa del Rosario	Se ajustó la redacción de los textos
SAM6.3	Valle de Aburrá	Se incluyó el mapa de unidades hidrogeológicas, zonas de recarga. Asimismo, se presenta información de los parámetros hidráulicos del acuífero y la delimitación de zonas de recarga
SAM6.4	Occidente Antioqueño	Anteriormente se denominaba Sistema Acuífero Santa Fe de Antioquia, sin embargo, su nombre fue ajustado, con base en la información enviada por Corantioquia. Se actualizó la caracterización hidrogeológica, incluyendo los parámetros hidráulicos de algunas unidades, los sistemas de flujos y la información hidrogeoquímica e isotópica.
SAM6.7	Valle de San Nicolás y La Unión	Fue actualizada la información de las unidades hidrogeológicas, de los sistemas de flujo y se incluyó la caracterización hidrogeoquímica
SAM6.9	Risaralda	Fue actualizada la denominación y caracterización hidrogeológica de las unidades acuíferas, direcciones de flujo, datos de recarga potencial, conductividad y la evaluación hidrogeoquímica.

La actualización de estas fichas permite mejorar la comparabilidad entre sistemas acuíferos y fortalecer la lectura nacional del estado del conocimiento de las aguas subterráneas. Además, facilita la identificación de avances,

vacíos de información y necesidades de priorización para estudios hidrogeológicos, redes de monitoreo y gestión territorial. La figura 56 muestra la ficha actualizada del sistema acuífero Río Risaralda.

Figura 56. Ficha actualizada del sistema acuífero Río Risaralda



Se identificó información hidrogeológica asociada a catorce áreas que podrían constituir nuevos sistemas acuíferos. Estas áreas se encuentran en análisis y representan una oportunidad para ampliar el conocimiento

hidrogeológico nacional e integrar estudios recientes o información regional a la estructura de provincias, sistemas acuíferos y acuíferos (ver tabla 19).

Tabla 19. Localización de áreas con estudios hidrogeológicos identificados para la actualización del conocimiento de las aguas subterráneas en el país

Nombre	Área (km²)	Municipios	Autoridad Ambiental a Cargo de su gestión
Cuenca del río San Juan	1440	San Pedro de Urabá, San Juan de Urabá y Arboletes	Corpourabá
Inírida	158	Inírida	CDA
Río Grande de La Magdalena	1001	La Dorada, Victoria, Norcasia	Corpocaldas
Isla Fuerte	3	Cartagena	Cardique
Magdalena Medio Antioqueño	2212	Yondó, Puerto Berrío y Puerto Nare	Corantioquia
Nordeste Antioqueño	En proceso de análisis	Segovia, Remedios, Amalfi, Yolombó, Yalí, Vegachí, Cisneros, San Roque, Santo Domingo y Anorí	Corantioquia
Norte de Antioquia	En proceso de análisis	Ituango, San Andrés de Cuerquia, Toledo, Santa Rosa de Osos, San Pedro de los Milagros, San José de la Montaña, Donmatías, Entrerríos, Belmira, Carolina del Príncipe, Gómez Plata, Guadalupe, Angostura, Briceño, Campamento, Valdivia y Yarumal	Corantioquia

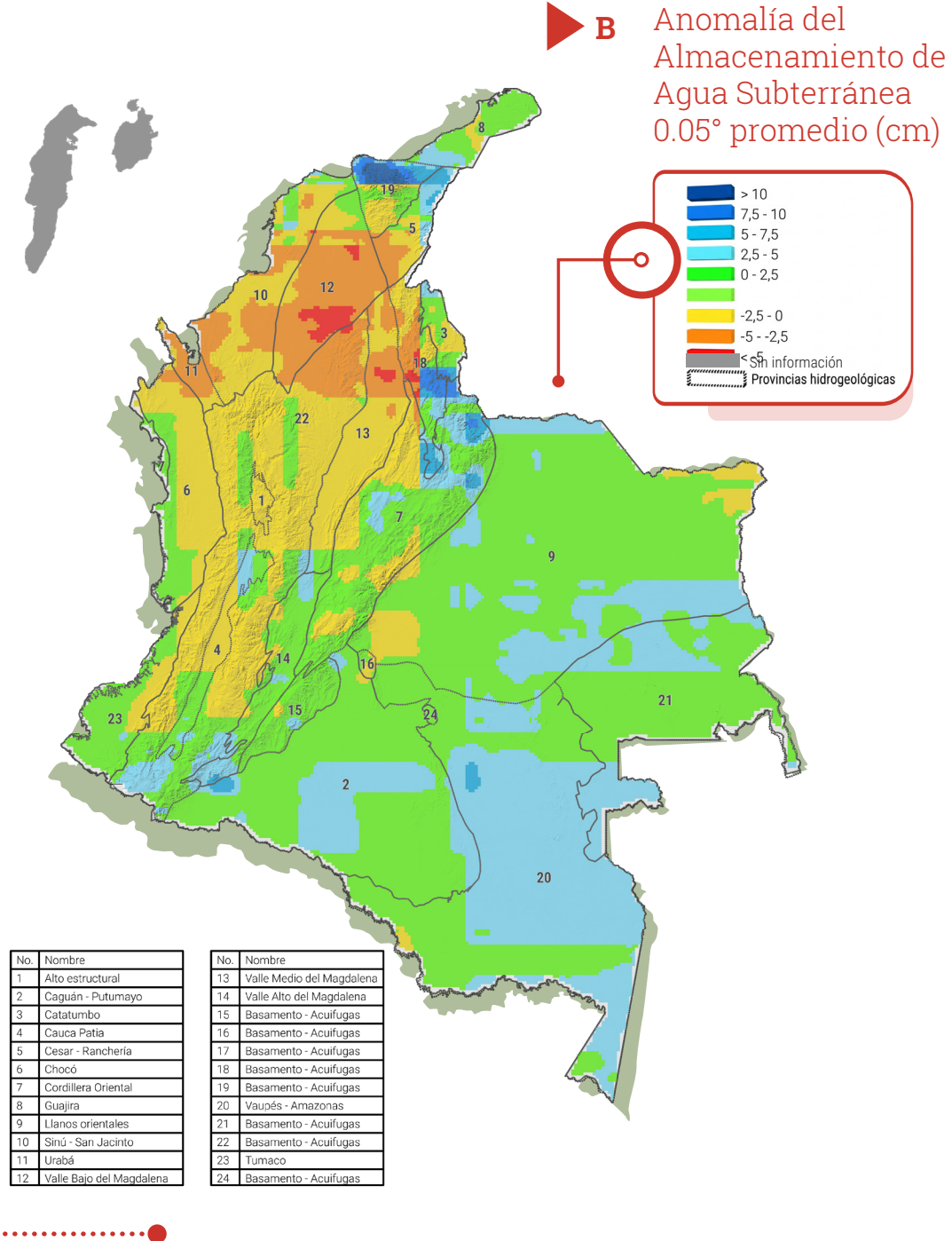
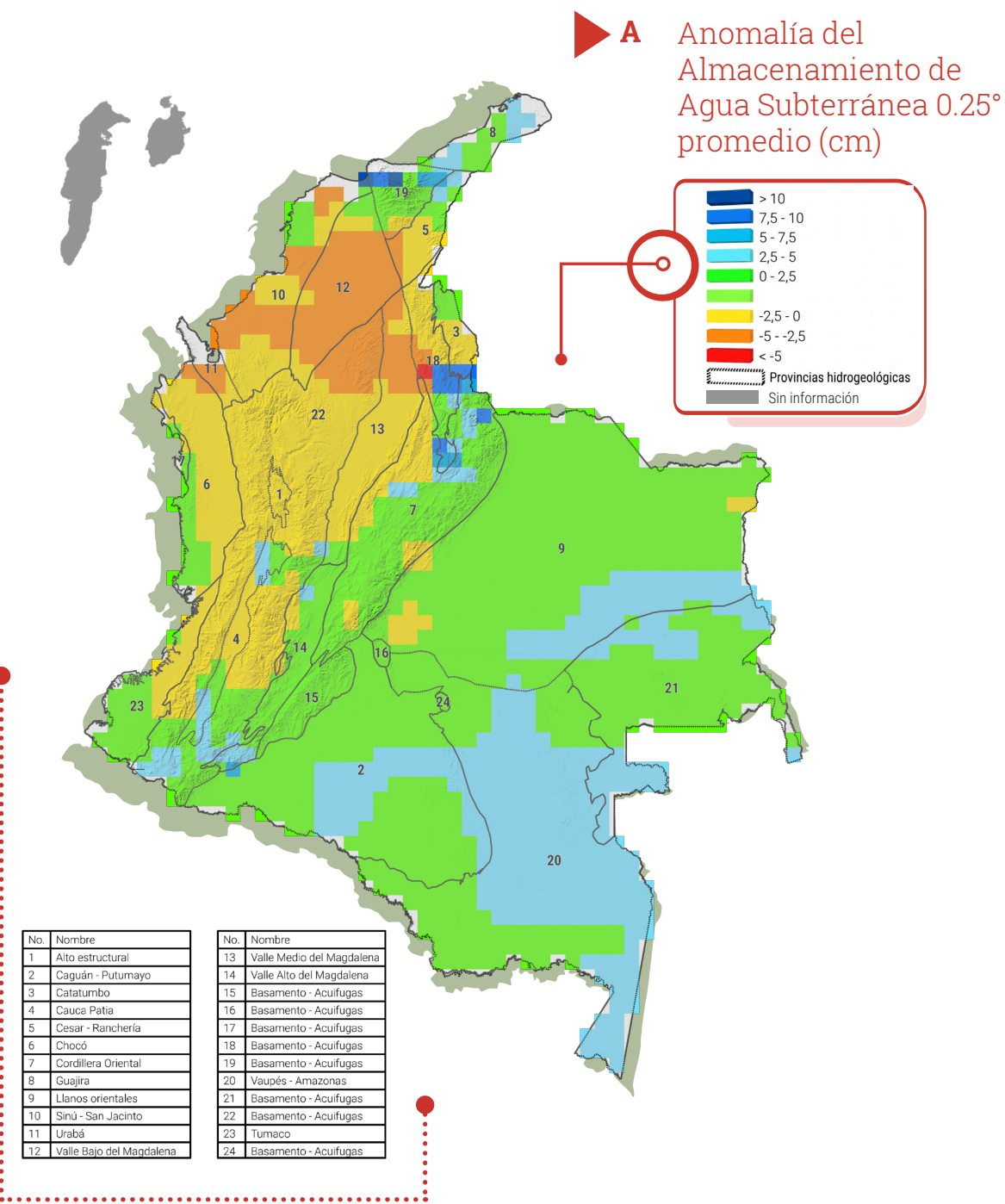
Nombre	Área (km²)	Municipios	Autoridad Ambiental a Cargo de su gestión
Suroeste de Antioquia	1926	Amagá, Andes, Betania, Caramanta, Concordia, Fredonia, Hispania, Jardín, Jericó, La Pintada, Pueblorrico, Támesis, Tarso, Titiribí, Valparaíso y Venecia	Corantioquia
Santurbán-Quebrada La Baja	En proceso de análisis	California, Suratá y Vetas	CDMB
Tulcán-Ipiales	1707	Ipiales (sistema acuífero transfronterizo)	Corponariño
Norte del Cauca	617	Santander de Quilichao, Caloto, Guachené, Padilla, Miranda, Corinto, Puerto Tejada y Villa Rica	CRC
Mitú	64	Mitú	CDA
Puerto Asís, Puerto Caicedo, La Dorada – San Miguel, Valle del Guamez, Orito, Mocoa	En proceso de análisis	Puerto Asís, Puerto Caicedo, La Dorada – San Miguel, Valle del Guamez, Orito, Mocoa	Corpoamazonía

Sensores remotos y aguas subterráneas

El uso de productos satelitales constituye un avance metodológico para ampliar la lectura nacional de las aguas subterráneas, especialmente en territorios donde la información

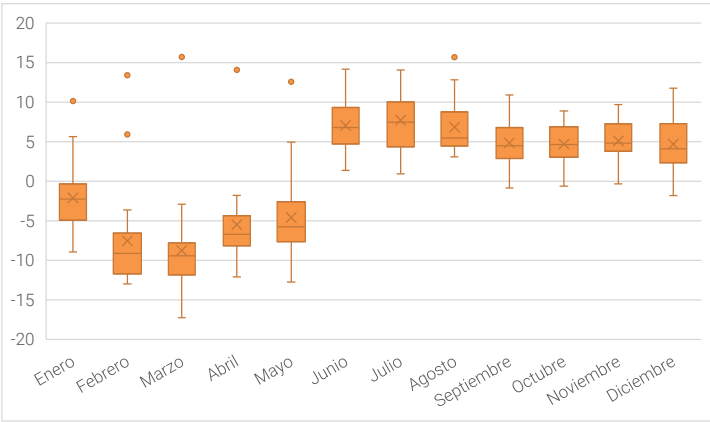
de campo es limitada. A partir de productos GRACE, GRACE-FO, GLDAS e información hidroclimática complementaria, se generaron series de anomalías de almacenamiento de agua subterránea con cobertura continental nacional, a resoluciones aproximadas de 25 km y 5 km (ver figuras 57 y 58).

Figura 57. Anomalia de almacenamiento promedio entre los años 2004-2024 de aguas subterráneas generada a partir de datos GRACE y GLDAS a una resolución espacial de 0,25° (A) y 0,05° (B)



La información obtenida permite identificar variaciones positivas y negativas del almacenamiento equivalente de agua subterránea respecto al periodo de referencia 2004-2009. A escala nacional, la serie mensual de anomalías muestra una respuesta coherente con el régimen general de lluvias del país,

Figura 58. Serie de tiempo del promedio espacial-mensual de anomalías de almacenamiento de aguas subterráneas a nivel nacional



La mejora de resolución espacial mediante algoritmos de inteligencia artificial permitió explorar con mayor detalle la variabilidad regional de las anomalías de agua subterránea. Entre los modelos evaluados, Random Forest presentó el mejor desempeño preliminar para generar información a resolución aproximada de 5 km. Estos resultados aún se encuentran en proceso de validación con información piezométrica disponible, por lo que deben interpretarse como un avance exploratorio sujeto a evaluación y mejora continua.

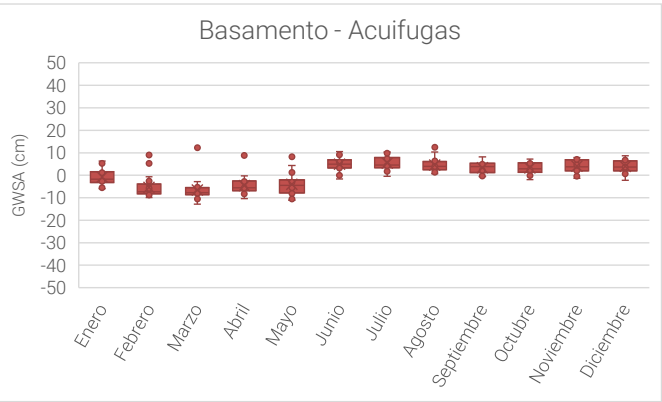
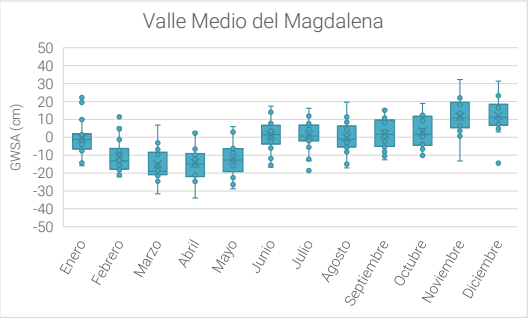
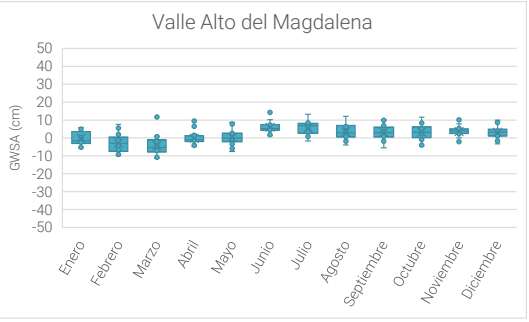
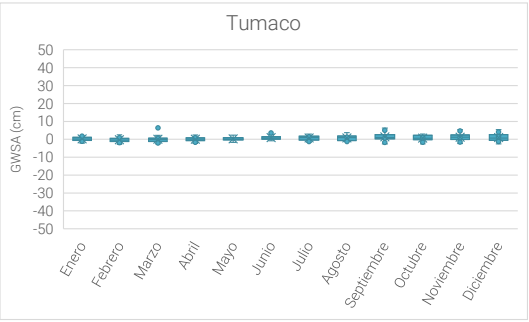
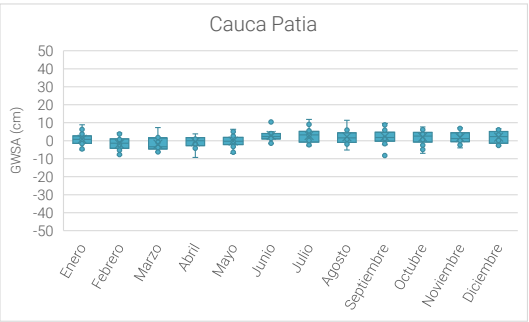
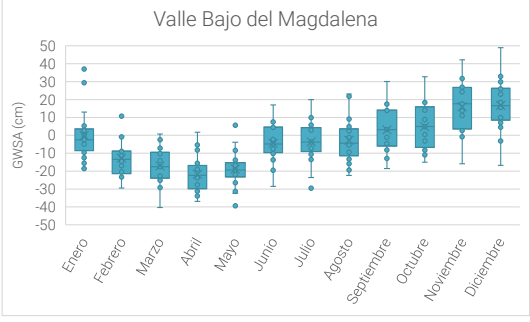
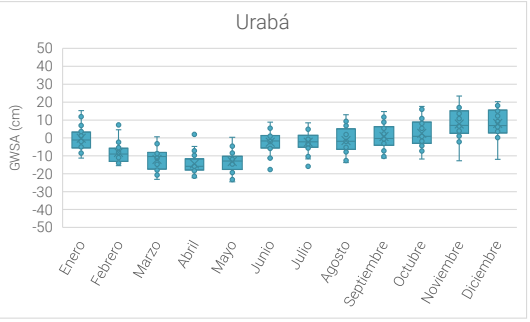
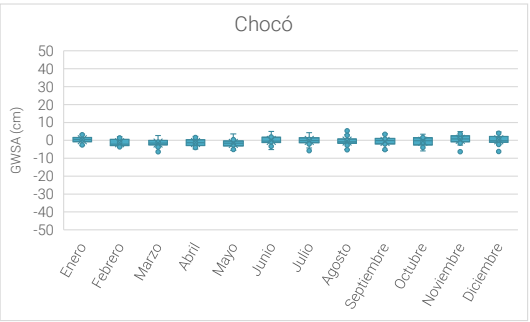
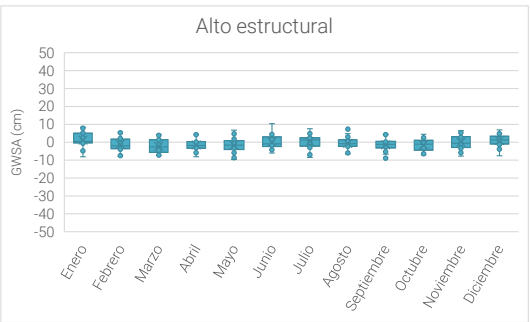
A escala de provincias hidrogeológicas se identifican cuatro patrones generales de comportamiento (ver figura 59). Las provincias Catatumbo, Cesar-Ranchería, Cordillera Oriental,

con incrementos asociados a los periodos húmedos de marzo a junio y septiembre a noviembre. Este comportamiento sugiere que las anomalías derivadas de productos satelitales capturan señales consistentes con la dinámica hidrológica nacional (ver figura 58).

Urabá, Valle Medio del Magdalena y Basamento-Acuífugas presentan una dinámica similar al patrón nacional bimodal, aunque con diferencias en magnitud. Las provincias Valle Bajo del Magdalena y Sinú-San Jacinto muestran un comportamiento bimodal más acentuado. Las provincias Guajira, Alto Estructural, Cauca-Patía, Chocó, Tumaco y Valle Alto del Magdalena presentan variaciones cercanas a cero, con menor expresión estacional. Por su parte, Llanos Orientales, Caguán-Putumayo y Vaupés-Amazonas muestran un comportamiento monomodal, con anomalías positivas principalmente entre abril y junio, posiblemente asociado al régimen de lluvias dominante en estas regiones.

Figura 59. Serie de tiempo del promedio espacial-mensual de anomalías de almacenamiento de aguas subterráneas por provincias hidrogeológicas

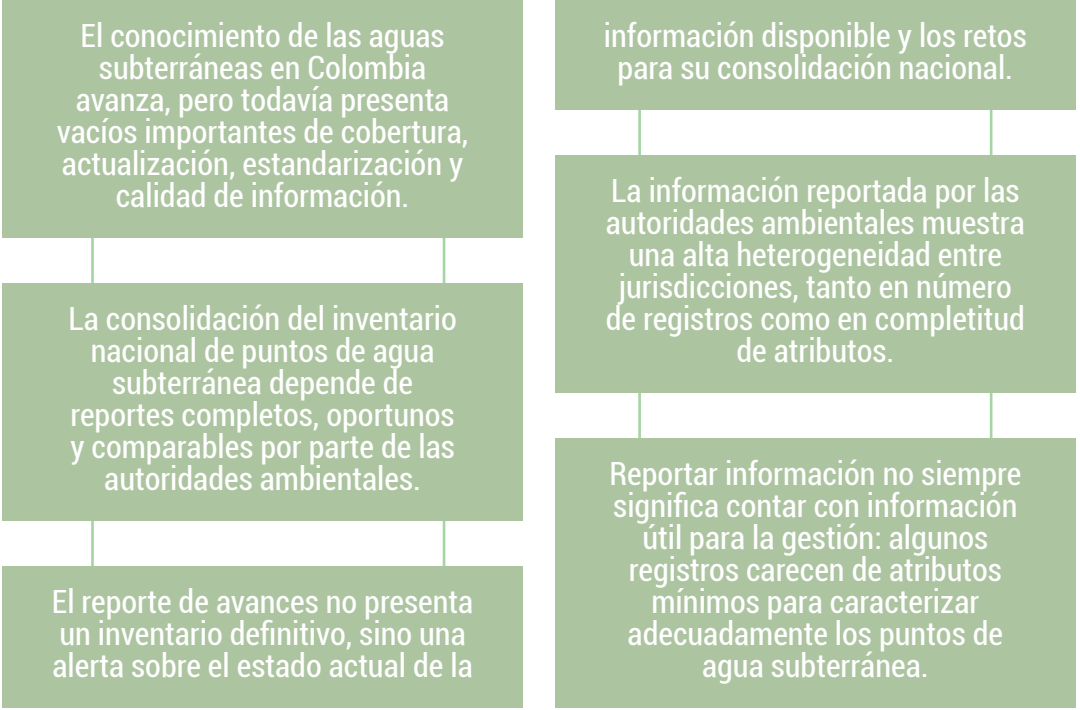


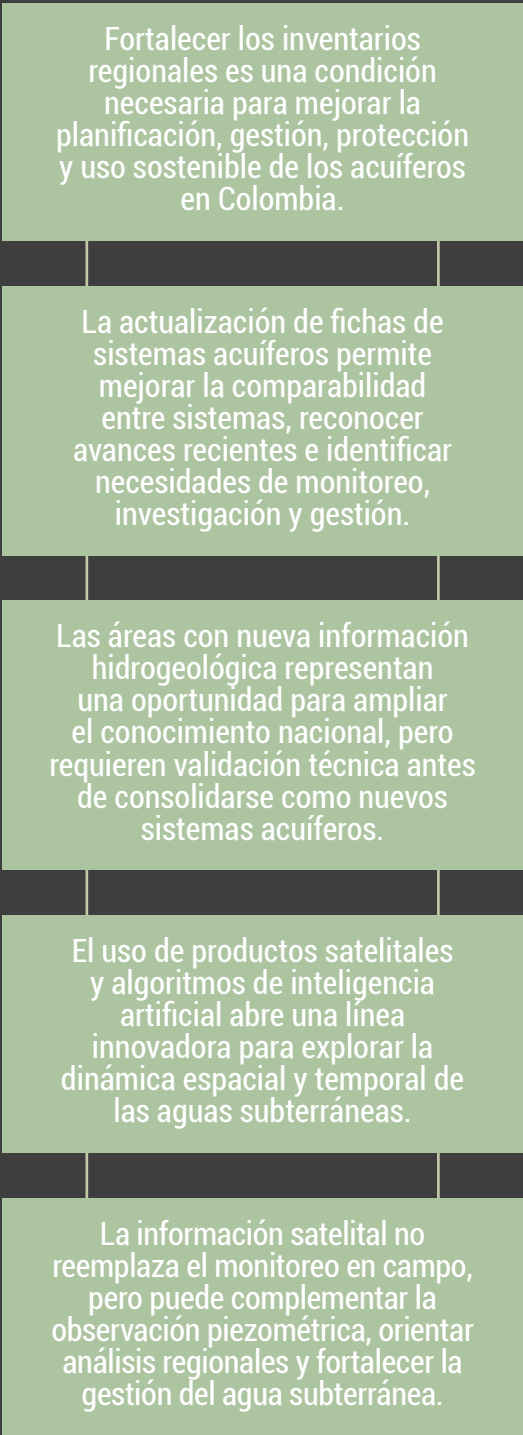


En conjunto, los resultados satelitales representan un insumo geoespacial de cobertura nacional para apoyar el estudio, monitoreo y gestión de las aguas subterráneas. Su valor principal está en complementar la

información de campo, orientar análisis regionales y aportar una base metodológica que podrá fortalecerse mediante validación, retroalimentación técnica y actualización continua.

Hallazgos clave





Lo que se encontrará en el ENA 2026

En el Estudio Nacional del Agua de 2026 se encontrará una evaluación del estado del conocimiento de las aguas subterráneas en Colombia, organizada a partir de sistemas acuíferos, inventarios, demanda, hidroquímica y productos satelitales para el análisis de variaciones en el almacenamiento subterráneo.

Los principales resultados esperados incluyen fichas de sistemas acuíferos; evaluación del nivel de conocimiento de los sistemas acuíferos; actualización del inventario nacional de puntos de agua subterránea —pozos, aljibes, manantiales y piezómetros—; análisis de demanda y usos del agua subterránea; caracterización hidroquímica; estimaciones exploratorias de anomalías de almacenamiento de agua subterránea; y productos espaciales derivados de información satelital.

Estos productos se presentarán mediante fichas, bases de datos, cartografía, tablas, gráficos, indicadores, diagramas hidroquímicos y productos espaciales. La agregación espacial se realizará a escala nacional, por provincias hidrogeológicas, sistemas acuíferos, acuíferos, zonas hidrográficas y píxeles de análisis satelital, según el componente evaluado. La agregación temporal dependerá de la disponibilidad de registros institucionales, datos hidroquímicos, reportes de demanda y series satelitales utilizadas para estimar variaciones de almacenamiento.

7. USOS DEL AGUA EN COLOMBIA

El estudio de los usos del agua en Colombia permite comprender la relación entre las actividades humanas, la disponibilidad hídrica en términos de cantidad y las condiciones territoriales. fuentes hídricas y aportar información técnica para la gestión integral, el ordenamiento del territorio y la toma de decisiones.

El análisis del uso del agua se fundamenta en la relación hombre-agua en un macrosistema donde interactúan el sistema de recursos naturales y el sistema social (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2019). El sistema de recursos naturales se entiende como la relación compleja de los elementos de la naturaleza que garantizan la producción y reproducción de un stock de recursos; del otro lado, el sistema social se define como un sistema de normas e instituciones que regulan las interacciones de sus participantes entre sí y con la naturaleza. La extracción que el sistema social hace del stock de los recursos naturales tiene la finalidad de satisfacer sus necesidades, bien sea para el uso individual o la producción de bienes y servicio. Dicho

análisis es fundamental porque conecta la dinámica natural del recurso con las necesidades sociales, productivas y ambientales del país. Conocer las características de los usos del agua permite identificar la distribución territorial y sectorial de la presión sobre el recurso, evidenciar los usos predominantes y reconocer posibles condiciones de competencia, vulnerabilidad o tensión asociadas al aprovechamiento del agua. Esta información también permite relacionar los usos con la oferta hídrica, la calidad del agua, las aguas subterráneas, el cambio climático, la seguridad hídrica y el análisis integrado.

En el ENA 2026 el capítulo sobre los usos del agua se organiza en tres componentes complementarios: demanda hídrica, huella hídrica y proyecciones de demanda. La demanda hídrica permite estimar los volúmenes de agua extraídos por los diferentes usos y actividades que dependen del agua. La huella hídrica complementa este análisis al cuantificar el volumen de agua consumida asociado a las actividades humanas, es decir,

identifica la apropiación efectiva del agua. Finalmente, las proyecciones de demanda permiten explorar posibles trayectorias futuras del uso del agua bajo distintos escenarios de crecimiento, eficiencia y comportamiento sectorial.

El capítulo mantiene la continuidad conceptual y metodológica desarrollada en versiones anteriores del Estudio Nacional del Agua, especialmente en los ENA 2014, 2018 y 2022. A partir de esa base, se actualizan metodologías sectoriales, se consolida información para los años 2021, 2022, 2023 y 2024, y se fortalecen los análisis de demanda hídrica multisectorial, huella hídrica azul y verde, e indicadores asociados a presión, apropiación y eficiencia en el uso del agua.

En este reporte se presenta una síntesis conceptual y metodológica que da soporte a la evaluación de los usos del agua en el ENA 2026 y muestra resultados iniciales agregados a nivel departamental.

Aspectos conceptuales y metodológicos

La comprensión de los usos del agua parte de una distinción conceptual básica entre el agua que circula o se almacena en fuentes superficiales y subterráneas (agua azul), y el agua que permanece temporalmente en el suelo y sostiene la vegetación (agua verde). Esta diferencia permite reconocer que el uso del agua no se expresa únicamente mediante captaciones en ríos, lagos, embalses o acuíferos, sino también mediante la apropiación de la lluvia almacenada en el suelo, especialmente en sistemas agropecuarios y coberturas vegetales.

Su aprovechamiento se materializa mediante extracción, captación, desviación, almacenamiento, regulación o conducción hacia usos específicos.

Por esta razón, el agua azul permite analizar la presión directa sobre fuentes superficiales y subterráneas, así como la competencia entre agricultura irrigada, abastecimiento humano, industria, energía, minería, servicios, ecosistemas y otros usos del agua. En el mismo marco, el agua verde corresponde al agua disponible como humedad del suelo y constituye la fuente principal para la vegetación no irrigada, incluidos bosques, pastizales y cultivos de secano. Este concepto permite reconocer la importancia de la humedad del suelo como soporte de la producción agrícola, la cobertura vegetal y las funciones ecosistémicas asociadas al territorio.

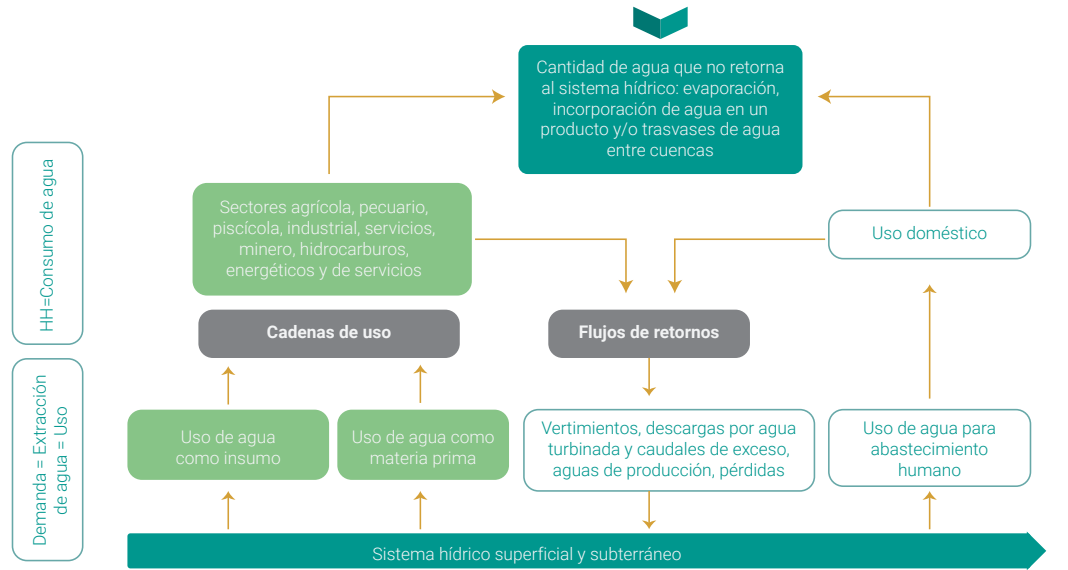
La distinción entre agua azul y agua verde ordena el marco conceptual del capítulo. La demanda hídrica se aplica al agua azul porque depende de una extracción o utilización con un propósito antrópico específico orientado a satisfacer una necesidad. La huella hídrica, en cambio, se aplica a ambos tipos de agua: la huella hídrica azul cuantifica la porción de la demanda hídrica que no retorna a la fuente de origen, mientras que la huella hídrica verde cuantifica el volumen de agua de lluvia almacenada en el suelo y consumida por la vegetación en sistemas agropecuarios (Wackernagel y Rees, 1996; Allan, 1993; Hoekstra et al., 2011). La tabla 20 sintetiza el marco de conceptos relacionados con el uso del agua, herramientas de análisis aplicadas y resultados.

Tabla 20 Marco de conceptos de usos del agua

Base territorial del agua	Herramienta de análisis	Resultado de lectura
Agua azul Corrientes, lagos, embalses y acuíferos	Demanda hídrica. Extracción, captación, desviación, almacenamiento o retención temporal con propósito antrópico	Uso sectorial de agua azul. Volúmenes requeridos por agricultura irrigada y usos no agrícolas
Agua azul Porción extraída que no retorna a la fuente	Huella hídrica azul. Consumo efectivo por evaporación, incorporación en producto o trasvase de cuenca	Apropiación humana del agua azul. Uso consuntivo mutuamente excluyente
Agua verde Humedad del suelo disponible en la zona radicular	Huella hídrica verde. Agua de lluvia consumida por vegetación, cultivos de secano y sistemas agropecuarios	Apropiación de agua verde. Volumen asociado a agricultura de secano y uso agropecuario del territorio

El anterior marco fundamenta el análisis del uso de agua del agua cuyos conceptos centrales son la demanda y la huella hídrica. Estos permiten analizar la magnitud, distribución, presión y sostenibilidad de los usos del agua en el territorio nacional y dan la base suficiente para elaborar las estimaciones sectoriales. La figura 60 muestra de manera esquemática el marco conceptual y metodológico para la evaluación de los usos del agua (demanda y huella hídrica azul) en el ENA 2026.

Figura 60. Marco de conceptos de la demanda de agua y de la huella hídrica azul



En consecuencia, la demanda hídrica se entiende como la sustracción de agua del sistema natural destinada a suplir las necesidades del consumo humano y la producción sectorial. Esta extracción puede implicar captación, desviación, alteración, almacenamiento o retención temporal del recurso, y puede limitar su disponibilidad para otros usos compartidos o excluyentes. La demanda hídrica se asocia al uso de agua azul, por cuanto requiere la extracción o intervención de fuentes superficiales o subterráneas para satisfacer una necesidad antrópica específica. A la demanda de agua se asocian flujos de retorno que se definen como vertimientos, descargas de agua turbinada y caudales de exceso, parte de las aguas de producción y las pérdidas.

La demanda hídrica multisectorial corresponde, en términos generales, a la suma de los volúmenes de agua usados por cada sector en un periodo determinado, incluyendo pérdidas cuando estas hacen parte de la metodología sectorial. Para el sector agrícola, la demanda corresponde principalmente al agua azul utilizada para suplir los requerimientos hídricos de cultivos y pastos para uso pecuario mediante riego.

Metodológicamente, (figura 61) la estimación de la demanda hídrica parte de la revisión conceptual y actualización metodológica, la gestión de información, la validación de datos, la estimación sectorial, la agregación espacial y temporal, y la revisión de coherencia entre sectores y unidades de análisis. Este procedimiento busca garantizar comparabilidad entre versiones del estudio, trazabilidad de la información y consistencia con otros componentes del ENA 2026. Los sectores se

estiman a partir de información sectorial, registros administrativos, inventarios, censos, módulos de uso o datos reportados por entidades, gremios y sistemas de información.

Por su parte, la huella hídrica corresponde al volumen de agua usado en un proceso antrópico que no retorna a la cuenca de donde fue extraída o que retorna con una calidad diferente a la original (Hoekstra et al., 2011). En este sentido, incorpora el concepto de apropiación humana del agua, entendido como aquel uso del recurso que resulta mutuamente excluyente con otros usos.

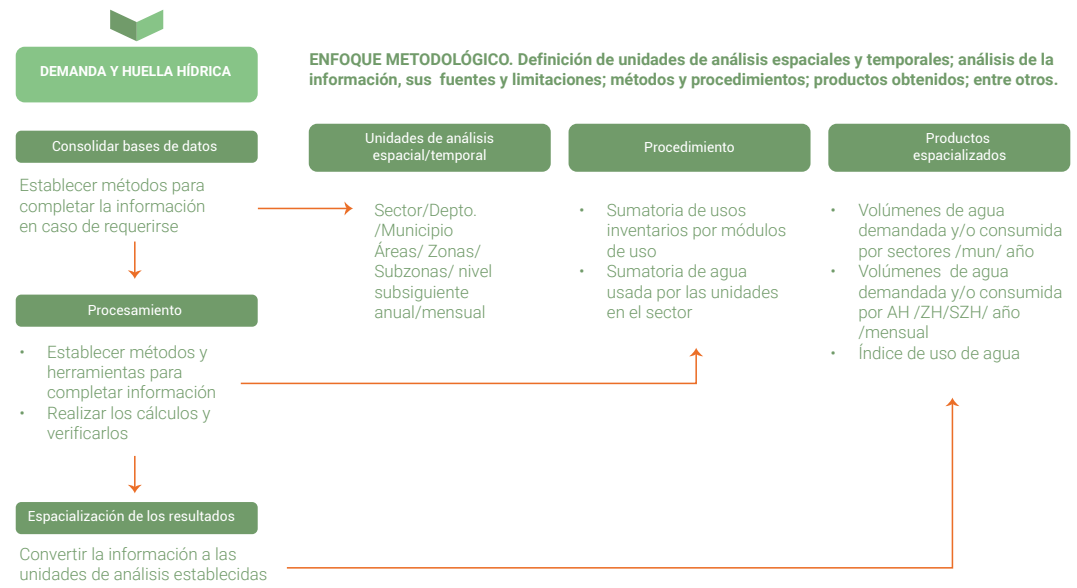
La huella hídrica azul corresponde a la fracción de la demanda hídrica que no regresa a la fuente de origen por evaporación, incorporación en productos o trasvase entre cuencas hidrográficas; por tanto, expresa un uso consuntivo efectivo. La huella hídrica verde cuantifica el volumen de agua asociado a la agricultura de secano y a los usos agropecuarios que consumen agua de lluvia almacenada en el suelo.

La estimación de la huella hídrica en el ENA 2026 se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo orientado a medir el uso y apropiación del agua en diferentes sectores económicos. La estimación se realizará integrando múltiples fuentes de información y metodologías de cálculo, de acuerdo con la disponibilidad, calidad y representatividad de los datos. Las bases metodológicas se encuentran en el ENA 2014, con ajustes conceptuales y metodológicos en los ENA 2018 y 2022. Para el ENA 2026 se mantiene este marco metodológico, incorporando ajustes específicos según el sector y la disponibilidad de información.

La metodología de cálculo de la huella hídrica verde se enfoca en el requerimiento hídrico de los cultivos, el cual depende de las necesidades de cada especie y de la disponibilidad de agua en el suelo. Este requerimiento se determina a partir del cálculo de la

evapotranspiración del cultivo y del balance de agua en el suelo mes a mes (FAO, 2000), considerando el agua disponible para ser aprovechada directamente por la vegetación y el requerimiento de riego cuando la disponibilidad no es suficiente.

Figura 61. Diagrama del enfoque metodológico de la estimación de la demanda hídrica y la huella hídrica



Los sectores considerados para el análisis de usos del agua en Colombia incluyen agricultura —cultivos permanentes, transitorios y pastos—; postcosecha —banano, café, coca y palma—; pecuario —bovinos, bufalinos, porcinos, equinos, caprinos, ovinos, aves y sacrificio de ganado—; piscicultura; industria; construcción; minería —carbón, oro y otros minerales—; hidroenergía —embalses, generación a filo de agua y generación térmica—; hidrocarburos; servicios y uso doméstico.

La implementación de la metodología sigue un proceso estructurado que inicia con la revisión conceptual y metodológica, seguido de la recopilación, sistematización y verificación de información; continúa con el cálculo tanto de la demanda como de la huella hídrica mediante la aplicación de enfoques metodológicos según sector; y finaliza con la verificación de resultados, el análisis de coherencia entre sectores y la identificación de posibles inconsistencias o sesgos. La metodología reconoce que la disponibilidad

de información es un factor determinante en la estimación; por tanto, la solidez técnica del análisis depende de la capacidad de adaptar los métodos de cálculo a la información disponible, sin comprometer la consistencia conceptual ni la comparabilidad de los resultados.

La estimación de la demanda y la huella hídrica en el ENA 2026 adoptan varias estrategias metodológicas (tabla 21) para lograr estimaciones ajustadas aun cuando existen limitaciones de información.

Tabla 21 Estrategias metodológicas para la estimación de la demanda y la huella hídrica

Estrategia metodológica	Descripción	Sectores de aplicación
Estimación a través del modelo agronómico de balance de agua en el suelo	Estimación de demanda hídrica, huella hídrica verde y huella hídrica azul a través de un modelo agronómico semiespacializado que emplea datos de evapotranspiración potencial, precipitación, capacidad de retención de humedad del suelo y la ubicación más probable de cada cultivo para generar un balance de agua en el suelo y establecer cantidad de agua requerida para suplir la necesidad hídrica por déficit de lluvia.	Agricultura
Estimación basada en módulos de consumo sectorial	Aplica factores de consumo hídrico por unidad de actividad, permitiendo estimar demanda y huella hídrica a partir de variables productivas, poblacionales o sectoriales.	Postcosecha agrícola, pecuario, minería, hidrocarburos, piscicultura, doméstico, servicios
Estimación basada en registros	Utiliza los registros administrativos disponibles en fuentes públicas, o se solicitan directamente a las operadoras	Hidroenergía, PCH, térmicas
Estimación basada en evaporación	Cuantifica la huella hídrica azul a partir de pérdidas por evaporación en cuerpos de agua regulados, donde el agua permanece almacenada y se transfiere a la atmósfera.	Embalses y uso doméstico asociado a embalses de abastecimiento.
Estimación basada en combinación de fuentes	Integra encuestas, registros administrativos, reportes sectoriales y sistemas de información sobre concesiones, captaciones, vertimientos y reportes de uso del agua.	Industria y sectores con información directa disponible.

La presentación de la información agregada espacialmente por subzona y departamen- to permite identificar patrones nacionales y regionales, diferenciar presiones sectoriales y reconocer territorios donde la competen- cia por el agua o la apropiación efectiva del recurso pueden adquirir mayor relevancia para la gestión.

El marco conceptual de la huella hídrica se complementa con indicadores que permiten

evaluar la sostenibilidad del uso del agua desde una perspectiva territorial. Como se resume en la tabla 22, estos indicadores re- lacionan la huella hídrica con la oferta dis- ponible, la disponibilidad de agua verde y la demanda hídrica, con el fin de identificar condiciones de presión, apropiación efectiva, competencia por el recurso y eficiencia en el uso del agua (Ideam, 2015; Ideam, 2019; Ideam, 2023).

Tabla 22 Indicadores asociados al uso del agua

Indicador	Descripción	Utilidad principal
Índice de Presión Hídrica sobre los Ecosistemas (IPHE)	Relaciona la huella hídrica verde de los sectores agrícola y pecuario con la disponibilidad de agua verde en la subzona hidrográfica.	Evalúa la presión de la producción agropecuaria sobre la humedad del suelo requerida por los ecosistemas, e identifica tensiones entre uso productivo y conservación.
Índice de Eficiencia en el Uso del Agua (IEUA)	Relaciona la huella hídrica azul con la demanda hídrica.	Estima la proporción del agua extraída que corresponde a consumo efectivo y evalúa el desempeño de su uso.

Finalmente, la metodología involucra actores estratégicos institucionales públicos y priva- dos, no solo con información del sector, sino en el proceso de análisis, y reconoce que la disponibilidad de información es un factor determinante en la estimación; por tanto, la solidez técnica del análisis depende de la ca- pacidad de adaptar los métodos de cálculo a la información disponible, sin comprometer la consistencia conceptual ni la comparabili- dad de los resultados.

Las proyecciones de demanda de agua 2024 a 2040 se entienden como estima- ciones prospectivas orientadas a identifi- car posibles trayectorias futuras del uso del agua. Estas proyecciones consideran el comportamiento histórico de los sectores económicos, las tendencias de crecimiento poblacional, las variables de actividad pro- ductiva, los factores de consumo y las con- diciones socioeconómicas y climáticas que pueden modificar la presión sobre el agua. La demanda total proyectada corresponde a

la suma de las proyecciones de los sectores económicos y del uso doméstico, analizadas de acuerdo con el comportamiento particular de cada sector.

Para el ENA 2026 se consideran tres escenarios de referencia: optimista o deseable, tendencial y pesimista. basados en supuestos de eficiencia (o ineficiencia) en el uso del agua, asociadas a comportamientos de los usuarios, incentivos de política, mejoras tecnológicas o regulaciones. Estas proyecciones no se plantean como una predicción única, sino como una herramienta de análisis para anticipar posibles presiones futuras y apoyar la planificación del agua.

Avances de resultados del ENA 2026

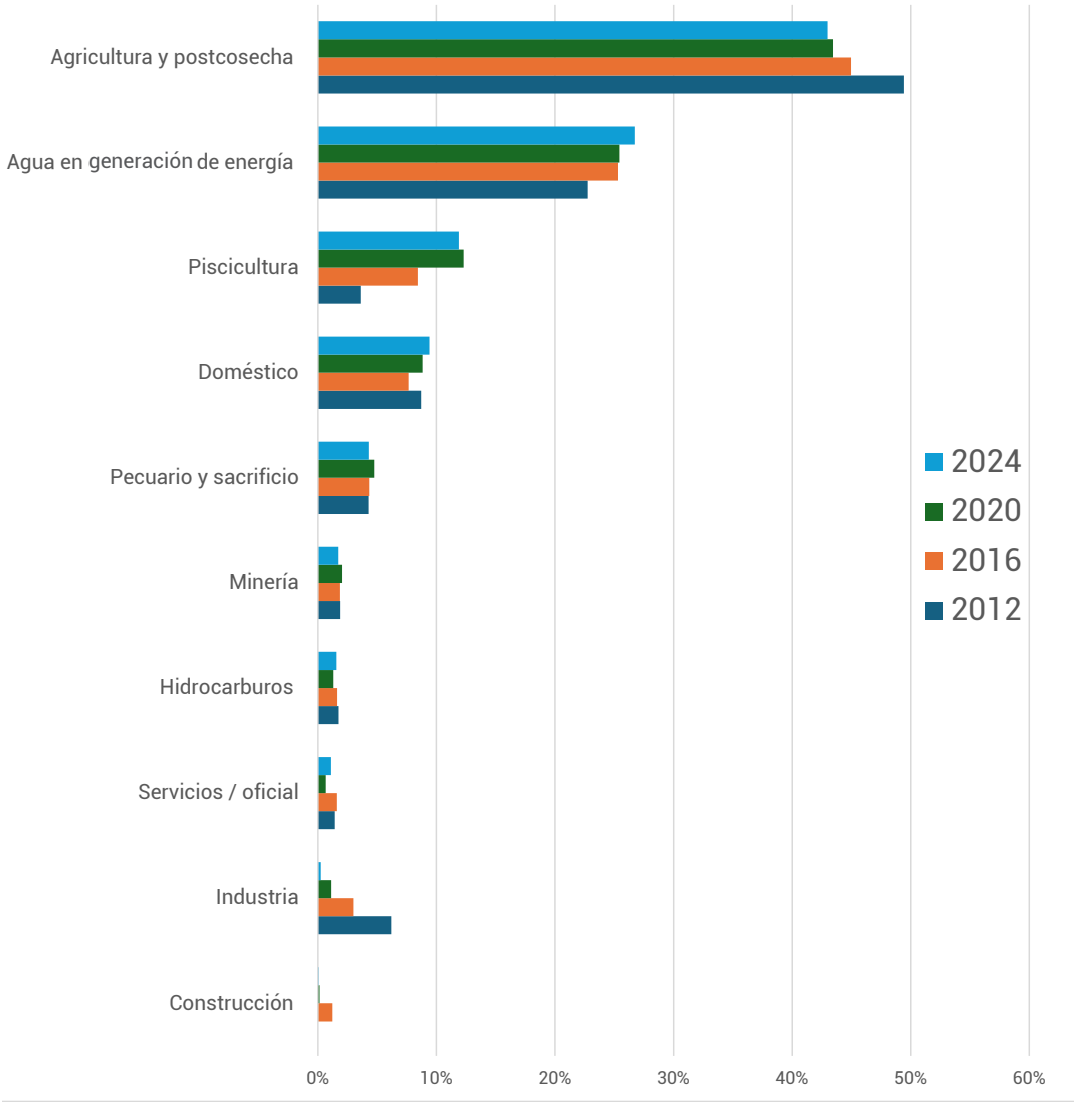
El análisis de los usos del agua en Colombia permite identificar las principales tendencias en la demanda y la huella hídrica a escala nacional, sectorial y territorial. Los resultados muestran la evolución de los patrones de uso del agua durante los diferentes periodos de estimación del ENA, permitiendo identificar la continuidad de las tendencias observadas a lo largo del tiempo, así como algunas variaciones en la distribución del uso del agua entre actividades y territorios.

La demanda de agua en Colombia durante los últimos 16 años ha sido, en promedio, de 34.116,8 millones de m³ al año. La figura 62 muestra la demanda hídrica de 2012, 2016, 2020 y 2024, estos datos evidencian que la distribución sectorial de la demanda de agua en Colombia ha mantenido una

estructura consistente desde los ENA anteriores. El sector de agricultura y postcosecha continúa siendo el principal usuario del agua, con participaciones superiores al 40 % en todos los periodos evaluados. En segundo lugar, se ubica la generación de energía eléctrica, cuya participación ha superado el 20 % en los diferentes ENA. Los sectores de piscicultura y uso doméstico han mantenido participaciones superiores al 7 %, mientras que las actividades pecuarias y de sacrificio han representado más del 4 % de la demanda. Los demás sectores presentan participaciones inferiores al 2 % (figura 62).

La demanda de agua en Colombia durante los últimos 16 años ha sido, en promedio, de 34.116,8 millones de m³ al año.

Figura 62. Demanda de agua sectorial en los años 2012, 2016, 2020 y 2024



Es importante destacar un cambio gradual pero continuo en la distribución sectorial de la demanda de agua. La participación de la agricultura ha disminuido progresivamente, mientras que la correspondiente a la generación de energía ha aumentado. En efecto,

la agricultura pasó de representar el 49 % de la demanda total en 2012 al 43 % en 2024, mientras que la generación de energía incrementó su participación del 23 % a 27 % en el mismo periodo.

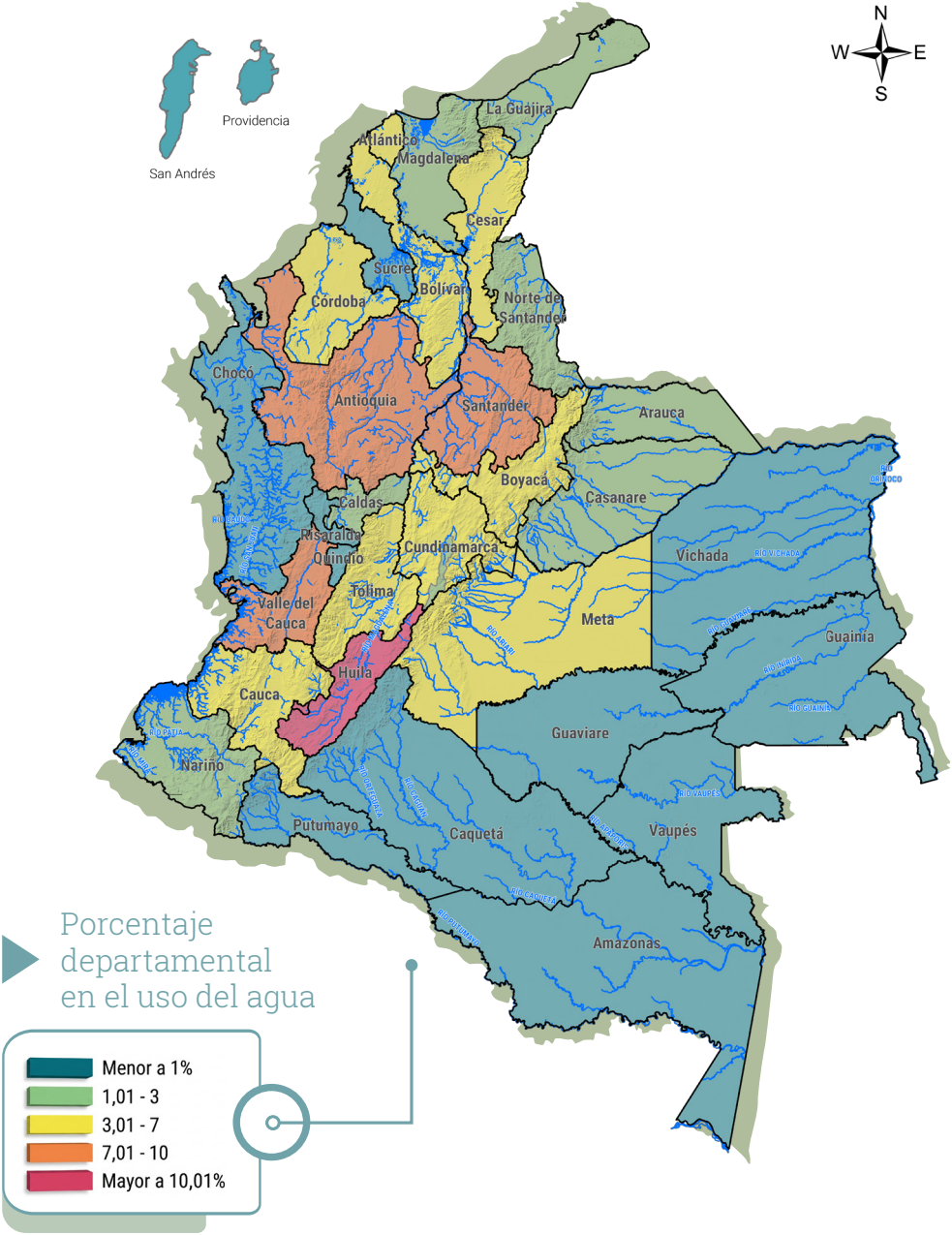
No obstante, la agricultura continúa siendo el principal usuario del agua en el país con una demanda estimada cercana a 14.288 millones de m³/año en 2024. Esta demanda se concentra principalmente en cultivos permanentes, que representan cerca de tres cuartas partes del total, y presenta una distribución territorial asociada a las principales zonas agrícolas del país. Asimismo, un número reducido de cultivos concentra gran parte de la demanda hídrica agrícola nacional, reflejando la influencia de sistemas productivos específicos sobre el uso del agua y evidenciando que la presión sobre esta no se distribuye de manera homogénea entre las distintas actividades agrícolas.

Distribución departamental de la demanda del agua

La distribución departamental de la demanda hídrica en 2024 muestra una concentración importante en un grupo reducido de departamentos (figura 63). Huila (10 %), Antioquia (10%) y Santander (9%) registran las mayores participaciones en el uso total de agua del país, seguidos por Valle del Cauca (8%), Cundinamarca (7%) y Tolima (6%). En conjunto, estos seis departamentos concentran cerca del 50 % del uso nacional del agua. Por otra parte, departamentos como Amazonas, Guainía, Vaupés y San Andrés presentan participaciones inferiores al 0,1 %, reflejando una menor demanda asociada tanto a su población como a la escala de sus actividades productivas.

La agricultura continúa siendo el principal usuario del agua en el país, con una demanda cercana a 14.288 millones de m³/año en 2024. Cerca de tres cuartas partes corresponden a cultivos permanentes y se concentran en las principales zonas agrícolas. Asimismo, pocos cultivos reúnen gran parte de la demanda, lo que evidencia una presión hídrica desigual entre las actividades agrícolas.

Figura 63. Distribución porcentual de la demanda de agua por departamentos para el año 2024



La demanda de agua presenta una marcada heterogeneidad entre departamentos, en consecuencia con las distintas actividades económicas predominantes en cada territorio. Como se mencionó, la agricultura y postcosecha constituyen el principal uso del agua en la mayoría de los departamentos, con participaciones particularmente altas en Tolima, Cesar, Magdalena, Valle del Cauca y Meta. Esta importancia de la actividad agrícola también se evidencia en la distribución territorial de la demanda hídrica del sector, donde Tolima (12%) y Valle del Cauca (12%) registran las mayores participaciones a nivel nacional y, junto con Meta, Antioquia, Bolívar, Cundinamarca, Santander y Cesar, reúnen alrededor del 61% de la demanda agrícola del país. Este comportamiento se relaciona con la presencia de sistemas productivos de altos requerimientos hídricos, especialmente cultivos permanentes y algunos cultivos

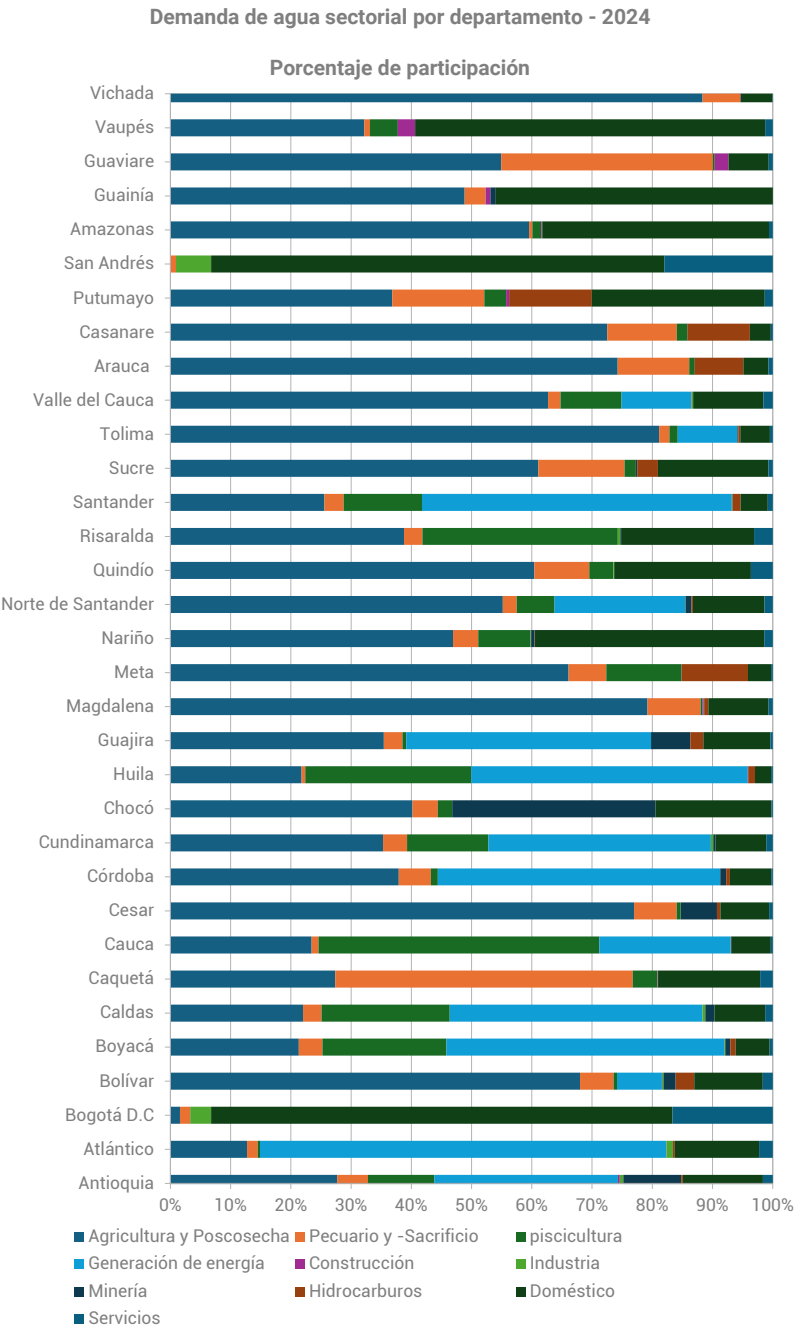
bajo riego de amplia representación en estas regiones.

Por su parte, la generación de energía tiene una participación significativa en departamentos como Atlántico y Santander, mientras que el uso doméstico sobresale en territorios con menor actividad productiva como Bogotá D. C., San Andrés, Amazonas, Guainía y Vaupés. También se observan casos particulares, como Caquetá y Guaviare, donde las actividades pecuarias representan una proporción importante de la demanda, y Chocó, donde la minería adquiere una participación destacada. En conjunto, estos resultados evidencian que la distribución sectorial de la demanda de agua responde a las características productivas, demográficas y territoriales de cada departamento, configurando patrones diferenciados de uso del agua a escala nacional (ver figura 64).



La agricultura y postcosecha constituyen el principal uso del agua en la mayoría de los departamentos, con participaciones particularmente altas en Tolima, Cesar, Magdalena, Valle del Cauca y Meta.

Figura 64. Distribución porcentual de la demanda hídrica sectorial por departamento para el año 2024



Al comparar los resultados de 2024 con los obtenidos en 2020 y 2016, se observa una notable estabilidad en los departamentos que concentran la mayor participación de la demanda hídrica nacional. Huila, Antioquia y Santander continúan siendo los tres territorios con mayor demanda de agua en el país. Frente a 2020, Huila mantiene una participación ligeramente superior al 10% de la demanda nacional, Antioquia conserva una participación cercana al 10%, mientras que Santander incrementa su participación, pasando de alrededor del 8% al 9%,

consolidándose como el tercer departamento con mayor demanda hídrica.

En comparación con 2016 se evidencian cambios en la distribución relativa de la demanda entre los principales departamentos. Mientras que Antioquia ocupaba el primer lugar con cerca del 11% de la demanda hídrica nacional, en 2024 el liderazgo corresponde a Huila con una participación cercana al 10%. Antioquia registra una participación similar también de alrededor del 10%, y Santander alcanza el 9% de la demanda total.

Tabla 23 Comparación participación porcentual de los departamentos en la demanda, años 2016, 2020 y 2024

Departamento	Participación porcentual de la demanda hídrica 2016	Departamento	Participación porcentual e de la demanda hídrica 2020	Departamento	Participación porcentual e de la demanda hídrica 2024
Antioquia	11,3 %	Huila	10,50 %	Huila	10,01 %
Huila	9,50 %	Antioquia	9,90 %	Antioquia	9,86 %
Santander	7,80 %	Santander	7,80 %	Santander	9,32 %
Cundinamarca	7,00 %	Cundinamarca	7,19 %	Valle del Cauca	8,02 %
Valle Del Cauca	6,60 %	Córdoba	6,93 %	Cundinamarca	6,86 %
Tolima	6,50 %	Valle Del Cauca	6,67 %	Tolima	6,48 %
Córdoba	6,40 %	Meta	6,38 %	Córdoba	5,64 %
Bolívar	5,90 %	Tolima	5,61 %	Meta	5,12 %

Departamento	Participación porcentual de la demanda hídrica 2016	Departamento	Participación porcentual e de la demanda hídrica 2020	Departamento	Participación porcentual e de la demanda hídrica 2024
Meta	4,80 %	Bolívar	4,42 %	Cauca	4,77 %
Boyacá	4,40 %	Cesar	4,21 %	Boyacá	4,27 %
Atlántico	3,70 %	Magdalena	3,93 %	Bolívar	3,61 %
Cauca	3,60 %	Norte de Santander	3,80 %	Atlántico	3,27 %
Cesar	3,50 %	Casanare	3,71 %	Cesar	3,07 %
Magdalena	3,00 %	Boyacá	2,66 %	Norte de Santander	2,76 %

En conjunto, los resultados de avance muestran que los patrones de uso del agua en Colombia mantienen una estructura relativamente estable, caracterizada por el predominio de la agricultura y la generación de energía, así como por una concentración de la demanda en un número reducido de departamentos. No obstante, también se observan cambios graduales en la participación de algunos sectores y territorios que reflejan transformaciones en las dinámicas productivas y en los requerimientos de agua asociados al desarrollo económico del país. La actualización que presentará el ENA 2026 permitirá profundizar en estas tendencias mediante la incorporación de nuevos años de análisis, indicadores de huella hídrica, evaluaciones territoriales más detalladas y proyecciones de demanda, proporcionando una base técnica robusta para la planificación, gestión y sostenibilidad del agua en Colombia.

Hallazgos clave

El análisis de usos del agua permite reconocer cómo los sectores económicos, los territorios y la población demandan agua para sus actividades productivas y de abastecimiento.

En el reporte de avances los resultados se concentran en la demanda hídrica, como aproximación al volumen de agua requerido, captado o extraído para satisfacer usos antrópicos.

La demanda de agua no debe confundirse con la huella hídrica: la demanda expresa extracción o requerimiento, mientras que la



Comprender quién demanda agua, dónde se concentra esa demanda y cómo esto cambia en el tiempo es clave para fortalecer la gestión sostenible del agua en Colombia.

Lo que se encontrará en el ENA 2026

En el Estudio Nacional del Agua de 2026 se encontrará una actualización de los usos del agua en Colombia, organizada en tres componentes: demanda y huella hídrica azul sectorial y multisectorial, huella hídrica verde y proyecciones de demanda. El capítulo presentará resultados para los años 2021, 2022, 2023 y 2024, con énfasis en la identificación de sectores y territorios con mayores niveles de uso, apropiación y presión sobre el agua.

Los principales resultados esperados incluyen la estimación de la demanda hídrica por sectores usuarios; la demanda hídrica multisectorial; la huella hídrica verde y azul; los indicadores de agua no retornada a la cuenca, presión hídrica sobre los ecosistemas y eficiencia en el uso del agua; así como los flujos de agua virtual y las proyecciones de demanda.

Estos productos se presentarán mediante bases de datos, tablas, gráficos, cartografía e indicadores. La agregación espacial se realizará principalmente por subzona hidrográfica. La agregación temporal corresponderá a los años de análisis definidos para la actualización de demanda y huella hídrica, y a los horizontes establecidos para las proyecciones de demanda.

▶ En conjunto, los resultados de avance muestran que los patrones de uso del agua en Colombia mantienen una estructura relativamente estable, caracterizada por el predominio de la agricultura y la generación de energía, así como por una concentración de la demanda en un número reducido de departamentos.

8. CALIDAD DEL AGUA EN COLOMBIA

La evaluación de la calidad del agua superficial en Colombia permite conocer el estado de las corrientes hídricas y las presiones que pueden alterar sus condiciones físicas, químicas y ambientales. En el ENA 2026 esta temática se desarrolla mediante dos componentes complementarios: el estado de la calidad del agua ambiental, basado en información de monitoreo, y la presión ejercida por actividades socioeconómicas que usan las corrientes hídricas como receptoras de cargas contaminantes en vertimientos puntuales.

El estado de la calidad del agua se analiza a partir de datos de la red nacional de referencia del Ideam, redes regionales de autoridades ambientales, mientras que la presión se evalúa mediante cargas contaminantes, de actividades socioeconómicas que pueden afectar la condición del agua. Esta aproximación mantiene continuidad con versiones anteriores del ENA y fortalece la lectura nacional, mediante la incorporación de información regional y la actualización de análisis asociados a vertimientos y cargas contaminantes.

Los resultados de este capítulo aportan elementos para el análisis integrado del agua

al relacionar la calidad con la oferta hídrica, los usos del agua, los sedimentos, el desabastecimiento, la seguridad hídrica y los conflictos hidrosociales. Esta lectura permite reconocer que la disponibilidad efectiva del agua no depende solo de la cantidad de agua, sino también de sus condiciones de calidad y de la capacidad de los cuerpos de agua para recibir, diluir o asimilar presiones contaminantes.

Aspectos conceptuales y metodológicos

La evaluación de la calidad del agua parte de reconocer que, dentro del ciclo hidrológico, el agua puede modificar sus condiciones físicas, químicas y biológicas por procesos naturales y actividades humanas. La precipitación puede incorporar sustancias presentes en la atmósfera; la escorrentía puede transportar sedimentos, nutrientes y contaminantes; los vertimientos puntuales y difusos pueden alterar las corrientes; y la infiltración puede movilizar sustancias hacia sistemas subterráneos. Esta perspectiva permite analizar tanto el estado de las corrientes hídricas como las presiones a las que están expuestas, a partir de información de monitoreo, registros

institucionales, datos de vertimientos, reportes sectoriales y análisis de cargas contaminantes (Ideam, 2013; Vrba & Soblsek, 1988).

Entre los conceptos centrales de la temática se encuentran presión ambiental, afectación potencial, capacidad de asimilación y carga contaminante. La presión ambiental expresa la contribución potencial de las actividades humanas a la alteración del ambiente; la afectación potencial se refiere a la posibilidad de alterar la calidad del agua según la fragilidad del medio receptor, la concentración de fuentes y la capacidad de recuperación del sistema; la capacidad de asimilación representa la posibilidad de un cuerpo de agua de recibir, transformar o degradar sustancias mediante procesos físicos, químicos y biológicos; y la carga contaminante corresponde a la masa de una sustancia transportada por unidad de tiempo, calculada a partir de su concentración y del caudal del líquido que la contiene (Ideam, 2013; Naciones Unidas, 2012).

El monitoreo de la calidad del agua constituye la base para evaluar su estado. Comprende la observación, medición, muestreo y análisis de variables físicas, químicas y microbiológicas, así como metales en agua y sedimentos, mediante métodos normalizados. En Colombia, esta información proviene de la red nacional de referencia administrada por el Ideam, redes regionales de autoridades ambientales y otras fuentes locales o sectoriales. Para el ENA 2026 la información nacional se complementará con datos regionales disponibles, con el fin de fortalecer la cobertura y la interpretación territorial.

La evaluación del estado de la calidad se basa en datos observados en puntos de monitoreo sobre corrientes superficiales. Esta línea permite calcular el Índice de Calidad del Agua (ICA) y analizar variables individuales asociadas al estado físico-químico del agua. El ICA actúa como una señal de alerta del estado de la calidad del agua superficial a partir de variables como sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, DQO y la relación entre nitrógeno total y fósforo total, y permite clasificar la calidad del agua en categorías comparables (Ideam, 2011; Ideam, 2025; Castro et al., 2014; Ideam).

La figura 65 sintetiza el enfoque utilizado para evaluar el estado de la calidad del agua en corrientes superficiales a partir de puntos de monitoreo, variables de calidad e indicadores.

Figura 65. Evaluación de la calidad del agua en corrientes superficiales



Fuente: elaboración propia con la asistencia de la inteligencia artificial Chat GPT

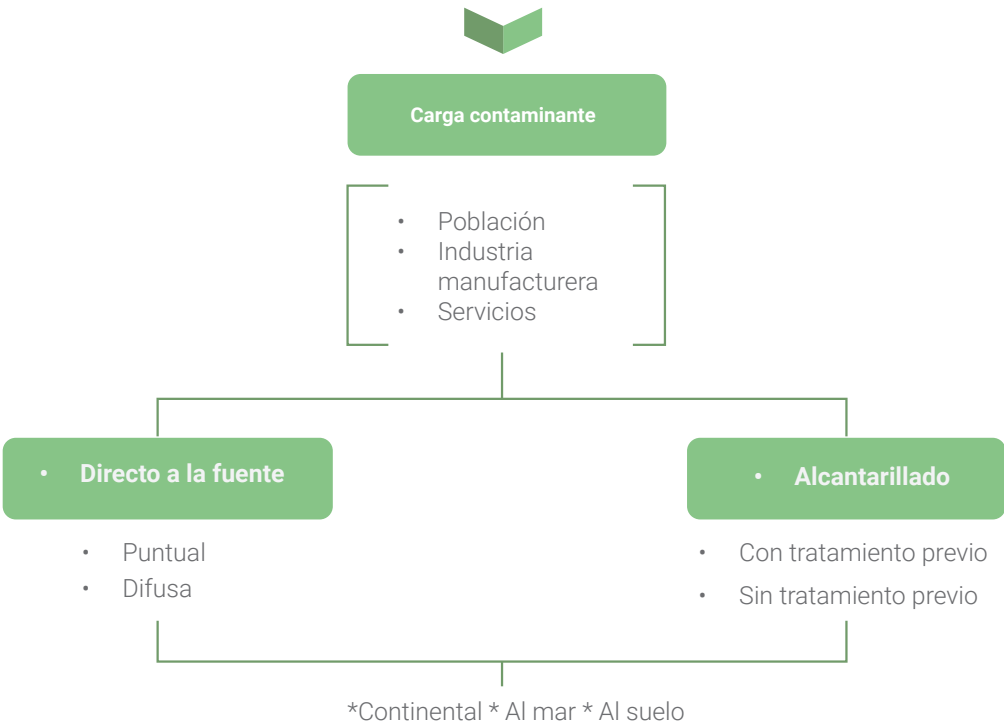
La segunda línea corresponde a la presión sobre la calidad del agua, asociada a vertimientos puntuales generados por actividades

socioeconómicas. En esta evaluación se consideran sectores y actividades como uso doméstico, industria, sacrificio de ganado, beneficio de café, uso de agroquímicos y sustancias químicas asociadas a actividades agrícolas o ilícitas. Esta aproximación permite estimar cargas contaminantes, diferenciar cargas brutas y netas, y analizar su relación con la oferta hídrica superficial y la capacidad de asimilación de las corrientes (Naciones Unidas, 2012; Ideam, 2023).

Las cargas brutas corresponden a las generadas antes de cualquier tratamiento, mientras que las cargas netas representan

las que llegan al agua después de aplicar sistemas de tratamiento o remoción. Esta diferencia permite reconocer tanto la magnitud de la presión generada como el efecto de las medidas de manejo, tratamiento o reducción de contaminantes antes de su descarga al medio receptor. La figura 66 resume la relación entre fuentes puntuales, fuentes difusas, cargas brutas y cargas netas en la evaluación de presiones sobre la calidad del agua.

Figura 66. Carga contaminante y relación entre fuentes puntuales, fuentes difusas, cargas brutas y cargas netas

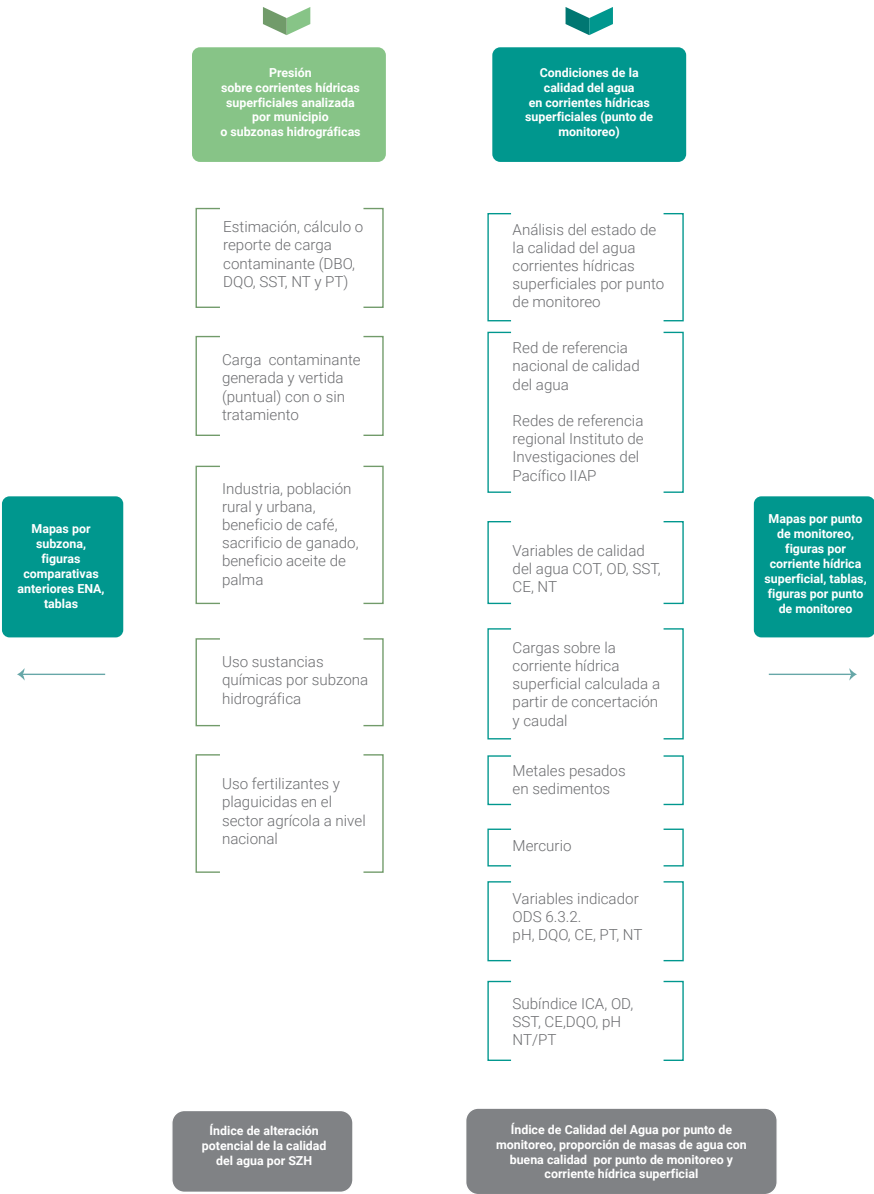


Fuente: ajustado de Naciones Unidas, 2012

La figura 67 presenta el procedimiento metodológico general del componente de calidad del agua, organizado alrededor de la evaluación del

estado de las corrientes hídricas y la estimación de presiones por cargas contaminantes

Figura 67. Procedimiento metodológico del componente de calidad del agua



La evaluación del estado de la calidad del agua parte de campañas de monitoreo en diferentes condiciones hidrológicas, incluyendo épocas de lluvia y estiaje cuando la información está disponible. El proceso considera toma, preservación y traslado de muestras bajo cadena de custodia, análisis de laboratorio, consolidación de resultados, cálculo del ICA y análisis de variables individuales por punto de monitoreo, corriente hídrica y red disponible.

La evaluación de presiones por cargas contaminantes se desarrolla mediante la revisión de fuentes sectoriales e institucionales, la estimación de cargas generadas o vertidas, la diferenciación entre cargas brutas y netas, y la agregación espacial de resultados. Cuando la información lo permite, las cargas se organizan por municipio y subzona hidrográfica; en otros casos, se conserva la escala disponible, nacional, municipal, por cultivo, sector o autoridad ambiental, según la calidad y cobertura de los datos (Naciones Unidas, 2012; Ideam, 2023).

El Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) relaciona las cargas contaminantes estimadas para una subzona hidrográfica con la oferta hídrica superficial en condiciones de año medio y año seco. Esta relación permite interpretar que una misma carga puede representar niveles distintos de alteración potencial según la cantidad de agua disponible para diluir, transportar o asimilar sustancias.

El componente también considera el indicador ODS 6.3.2, asociado a la proporción de masas de agua de buena calidad, siempre que la información disponible cumpla las condiciones metodológicas requeridas. Este indicador permite articular la evaluación nacional con compromisos de seguimiento internacional y fortalecer la lectura comparativa sobre la calidad del agua ambiental (PNUMA, 2020).

Las fuentes de información incluyen redes de monitoreo nacionales y regionales, información del IIAP, reportes de autoridades ambientales, SIRH, RUA, registros de vertimientos, tasa retributiva, SUI, SSPD, estadísticas del DANE y fuentes sectoriales relacionadas con industria, sacrificio de ganado, palma, café, minería, agroquímicos y sustancias químicas de interés. También se consideran fuentes complementarias de agua para consumo humano y salud ambiental, como Ministerio de Salud, INS, SIVICAP e IRCA. El análisis se desarrollará principalmente a escala de punto de monitoreo, corriente hídrica, municipio y subzona hidrográfica, con énfasis en los años 2021, 2022, 2023 y 2024 cuando la información lo permita.

Avances de resultados del ENA 2026

La evaluación de la calidad del agua consolidada para este reporte de avances se presenta a partir de los resultados del Índice de

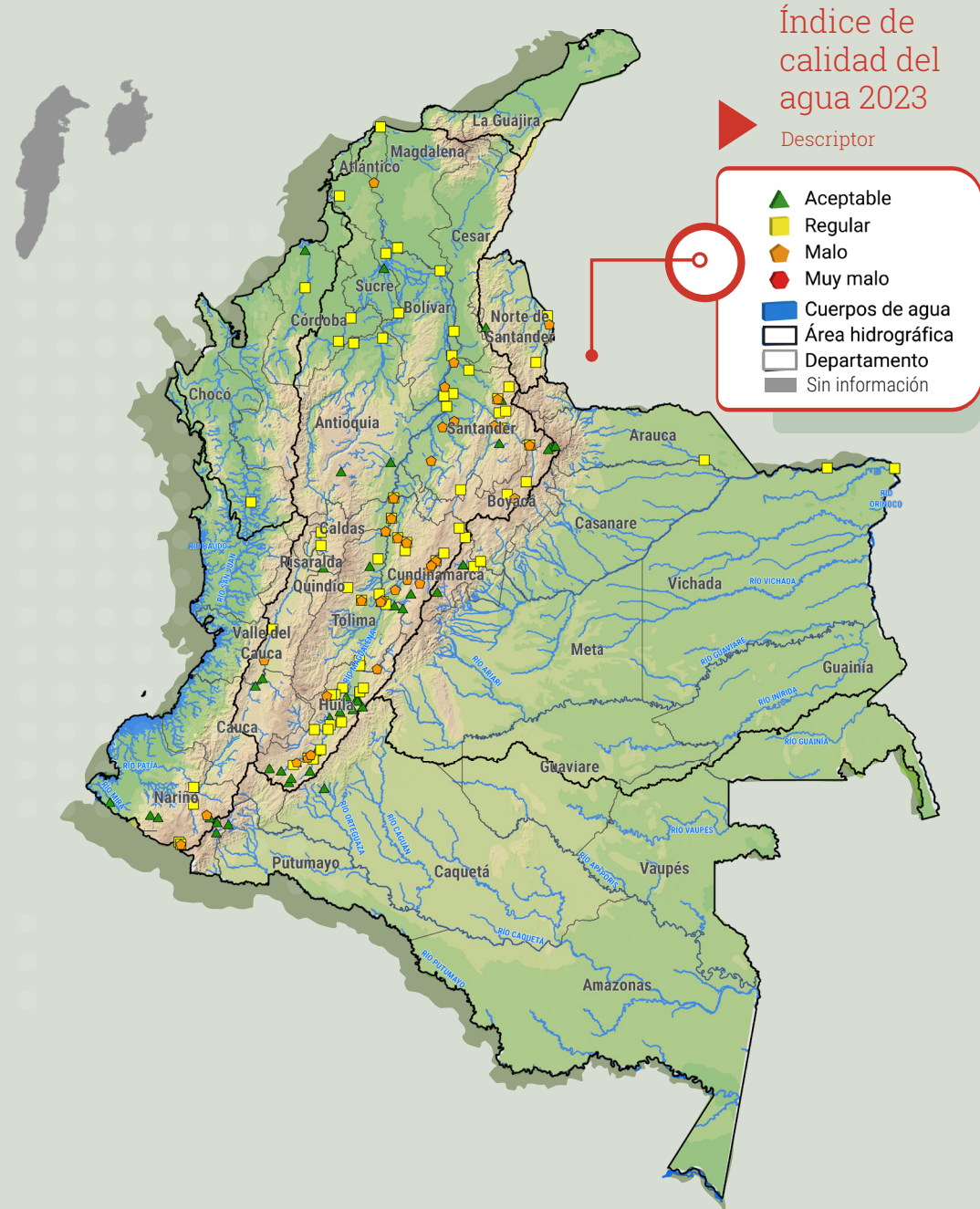
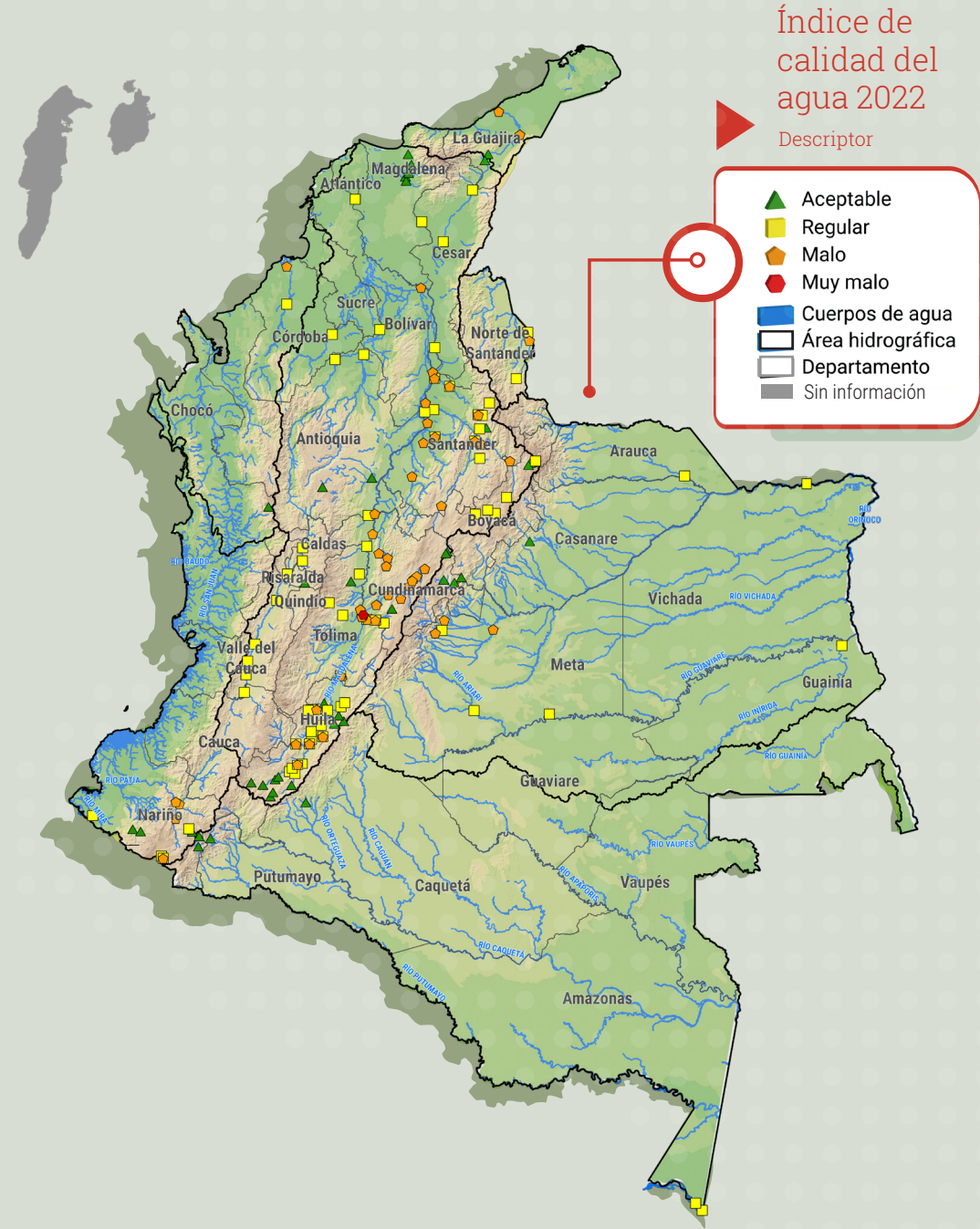
Calidad del Agua (ICA) calculado con base en los monitoreos realizados por el Ideam.

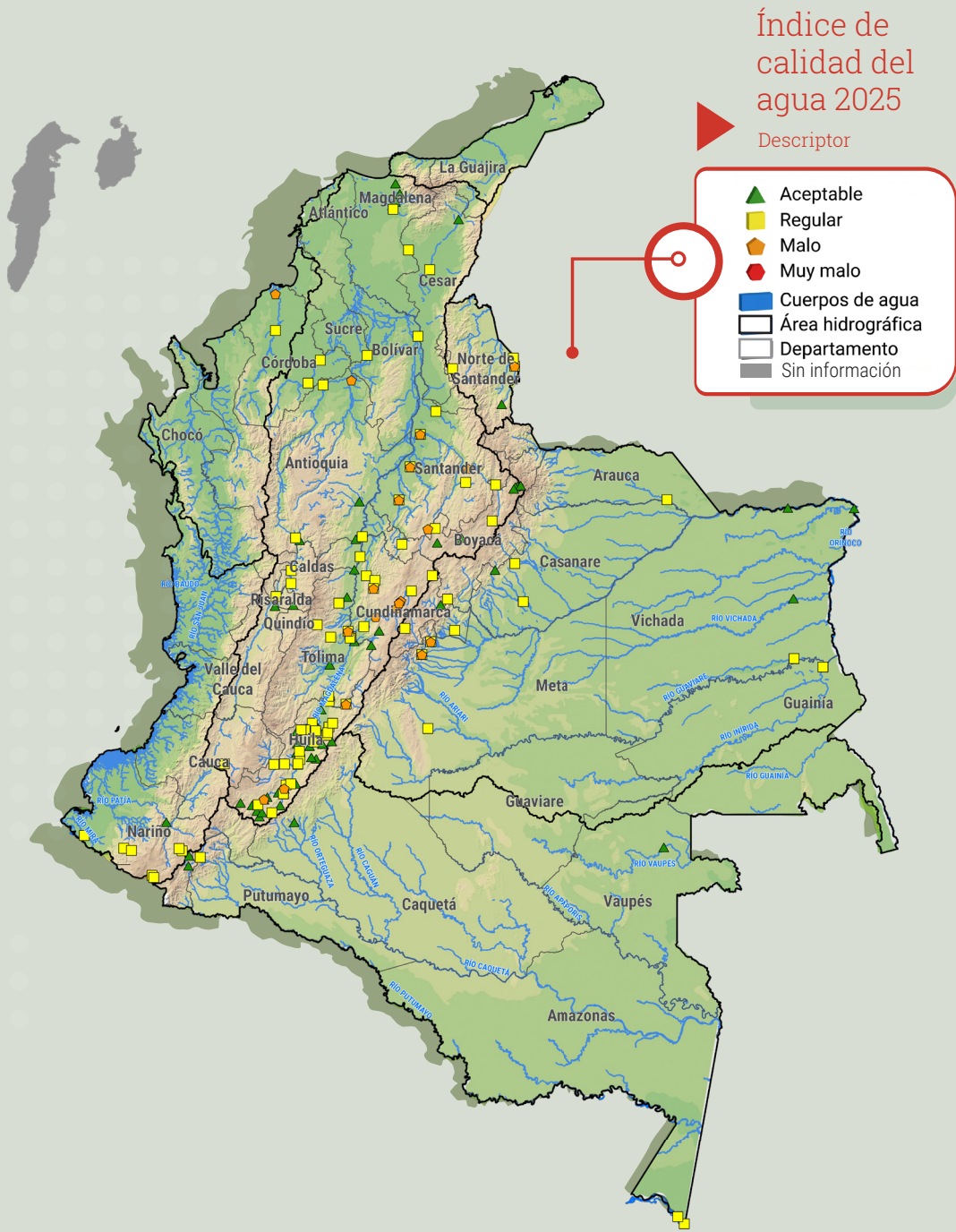
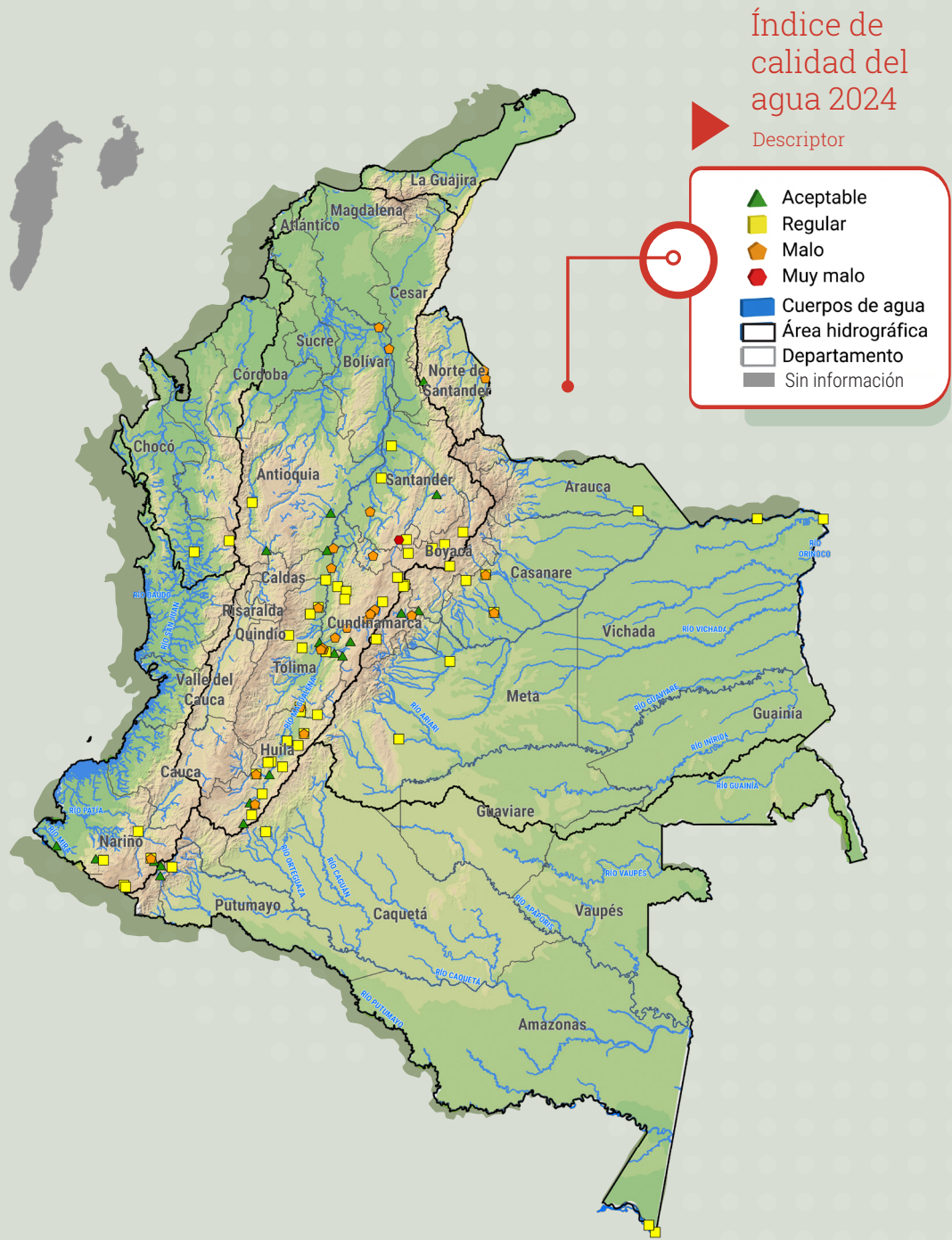
Entre los años 2022 y 2025 el Ideam visitó 199 puntos en los cuales realizó 912 monitoreos durante los cuatro años. Los puntos monitoreados hacen parte de la red de referencia nacional de calidad del agua, convenio CAM - Ideam, Convenio Binacional Colombia - Ecuador y convenio Ideam - Ecopetrol (2021-2023), generando datos para el cálculo del Índice de Calidad del Agua.

La cantidad de puntos visitados en cada año del periodo analizado varía según los convenios vigentes y las estaciones de la red priorizadas para el monitoreo. Factores como la seguridad, el traslado de muestras, la disponibilidad presupuestal y el acceso a los puntos limitan la visita a la totalidad de la red del Ideam. En la figura 68 se presentan los resultados del indicador para los cuatro años de análisis.

La evaluación de la calidad del agua superficial en Colombia permite conocer el estado de las corrientes hídricas y las presiones que pueden alterar sus condiciones físicas, químicas y ambientales.

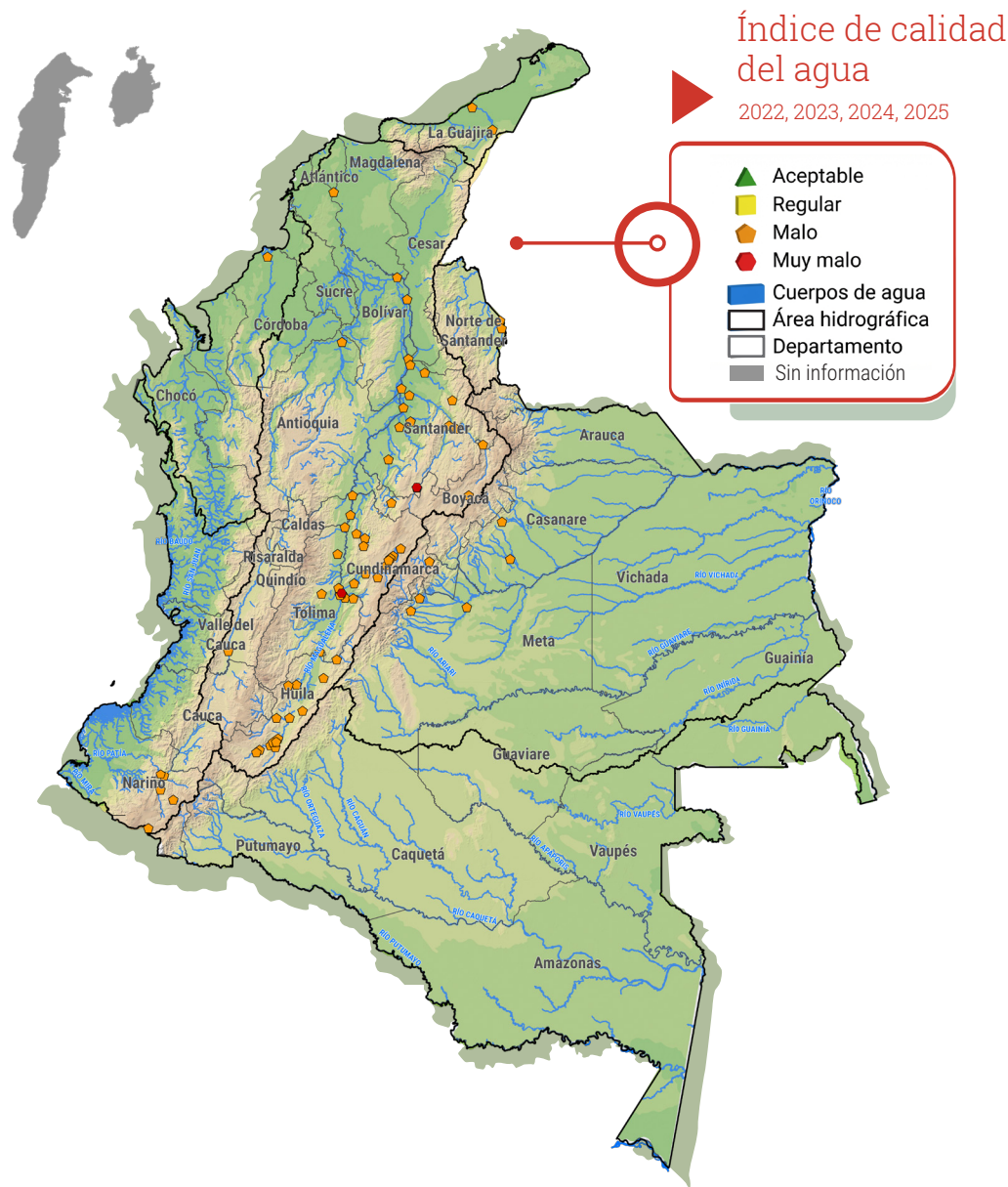
Figura 68. Índice de calidad de agua, años 2022 - 2025





La figura 69 presenta los puntos de monitoreo con categoría Malo y Muy malo del ICA durante los cuatro años, aquí se observa como la mayoría de los puntos mantiene dicha categorización en el periodo analizado.

Figura 69. Puntos de monitoreo con categoría Malo y Muy Malo del ICA periodo 2022 - 2025



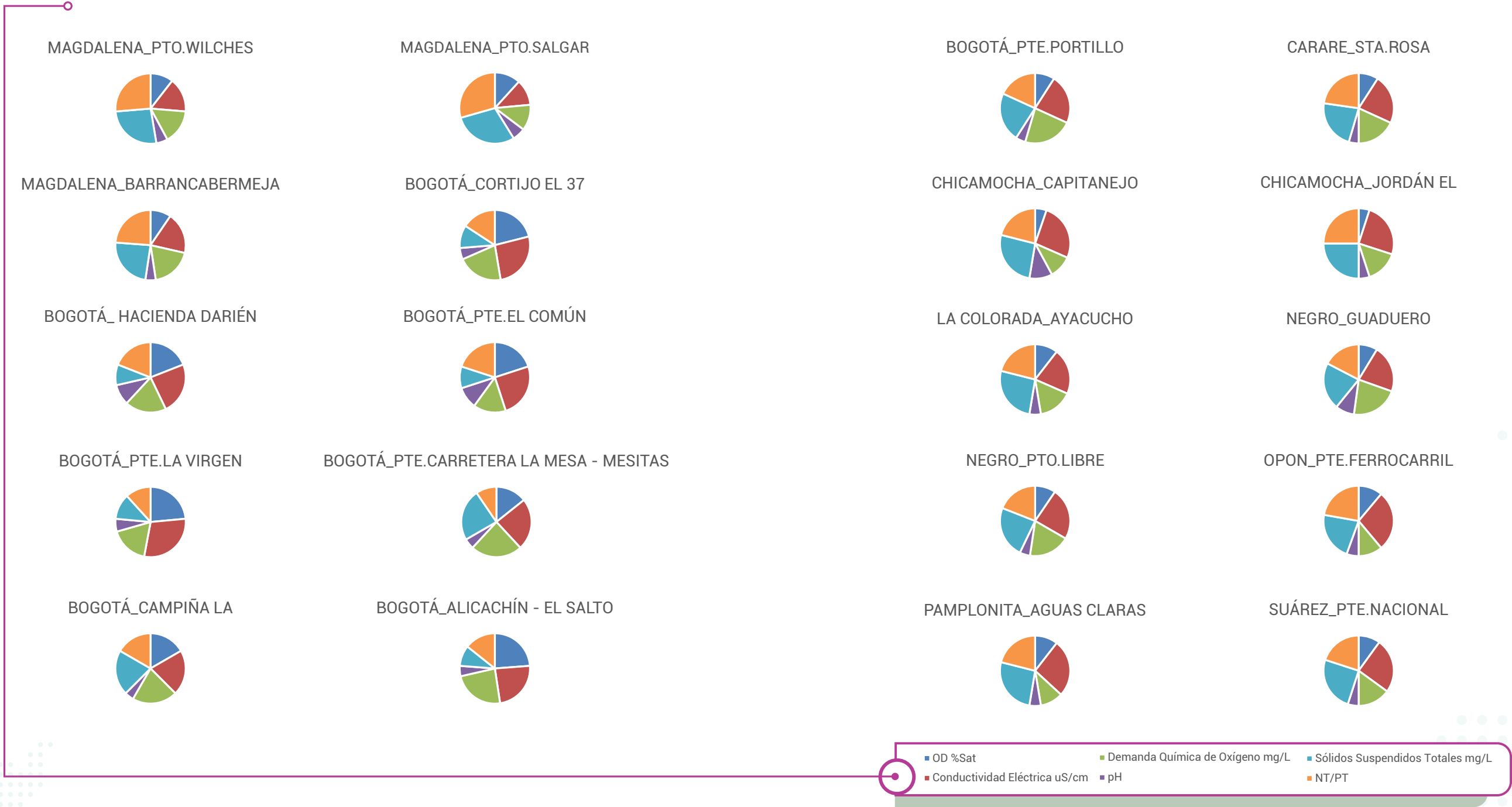
Las variables que inciden en la categorización Malo y Muy Malo del ICA se analizaron para 20 puntos de monitoreo, en los que se registraron cuatro o más resultados con dichas categorías durante los cuatro años evaluados. La figura 70 se construyó a partir de los subíndices de cada variable, donde 5 representa el mayor aporte y 1 el menor aporte al resultado final del indicador.

La figura 70 muestra que las variables con mayor incidencia en el resultado del ICA varían según el río y el punto de monitoreo. En los puntos ubicados sobre el río Magdalena

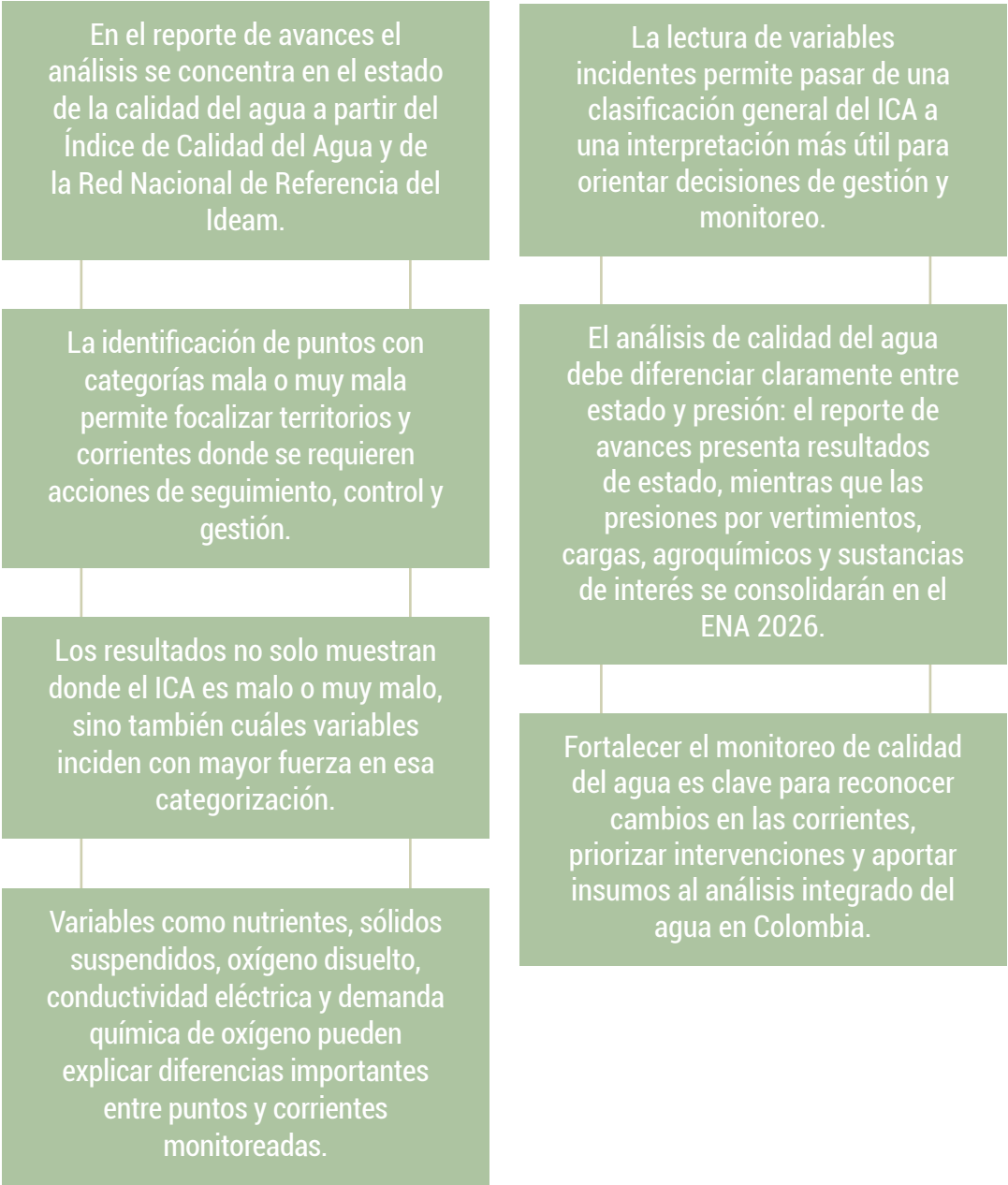
predominan la relación de nutrientes y los sólidos suspendidos totales; en el río Bogotá el oxígeno disuelto y la conductividad eléctrica, con incidencia adicional de la demanda química de oxígeno y los sólidos suspendidos totales en la parte baja. En los ríos Carare y Chicamocha inciden principalmente la conductividad eléctrica, la relación de nutrientes y los sólidos suspendidos totales; en el río Negro la conductividad eléctrica, la demanda química de oxígeno y los sólidos suspendidos totales; y en los ríos Pamplonita y Opón la conductividad eléctrica y los sólidos suspendidos totales.

Entre los años 2022 y 2025 el Ideam visitó 199 puntos en los cuales realizó 912 monitoreos durante los cuatro años. Los puntos monitoreados hacen parte de la red de referencia nacional de calidad del agua, convenio CAM - Ideam, Convenio Binacional Colombia - Ecuador y convenio Ideam - Ecopetrol (2021-2023), generando datos para el cálculo del Índice de Calidad del Agua.

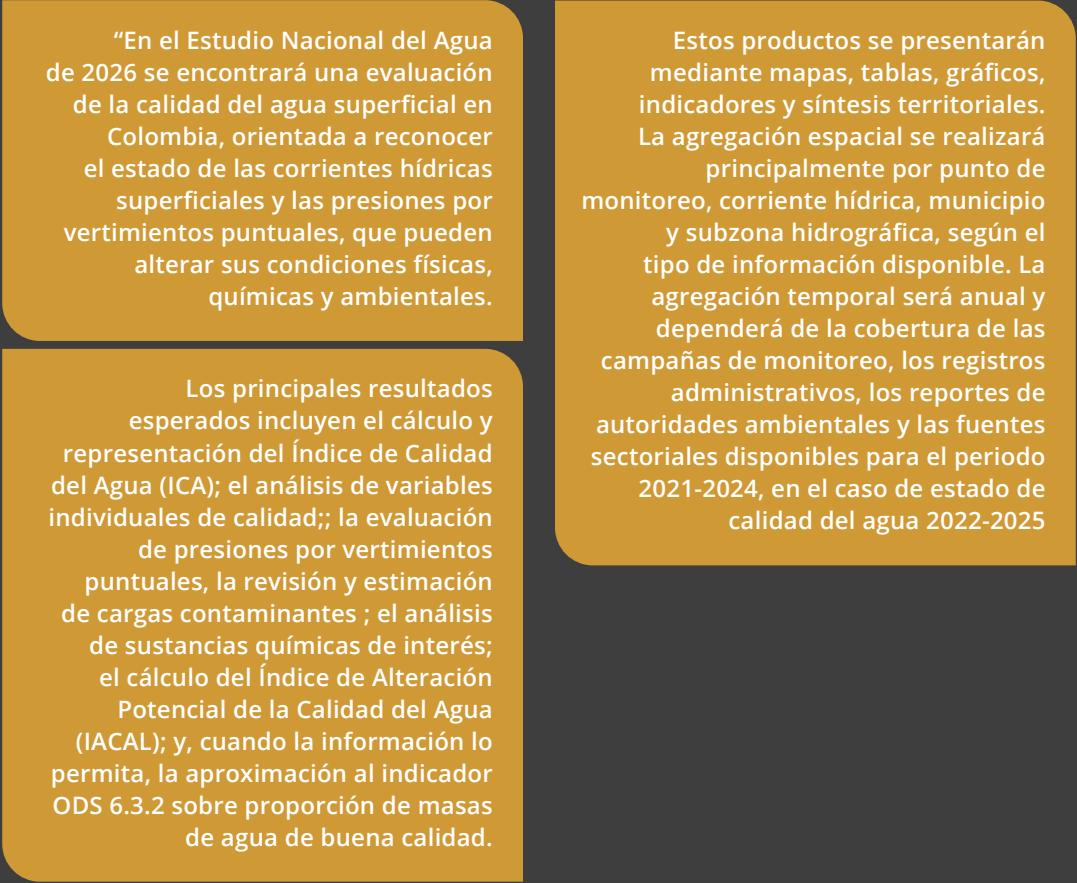
Figura 70. Variables del índice de calidad del agua y su influencia en la categorización por punto de monitoreo



Hallazgos clave



Lo que se encontrará en el ENA 2026



9. HIDROLOGÍA ISOTÓPICA EN COLOMBIA

La hidrología isotópica aporta una aproximación complementaria para comprender el origen, circulación, mezcla y recarga del agua en el sistema hidrológico. En el ENA 2026 esta temática se concentra en la composición isotópica de la lluvia en Colombia, a partir de variables como deuterio ($\delta^2\text{H}$), oxígeno-18 ($\delta^{18}\text{O}$) y exceso de deuterio (d-excess). Esta información permite definir la función de entrada isotópica del sistema hidrológico y apoyar la interpretación de procesos de recarga de acuíferos, mezcla entre lluvia, escorrentía y agua subterránea, construcción de rectas meteóricas locales, reciclaje de humedad y validación de modelos atmosféricos e hidrológicos (Putman et al., 2019).

En Colombia, la puesta en operación de la Red Nacional de Isotopía (RNI) por parte del Ideam, en 2014, permitió consolidar

información isotópica de la lluvia como insumo para interpretar la circulación atmosférica y la recarga de acuíferos. El ENA 2022 presentó una primera lectura nacional de los primeros años de operación de la red (Ideam, 2023). Para el ENA 2026 la temática avanza en la actualización y depuración de las series, la evaluación del rendimiento de la RNI, la identificación de controles ambientales sobre la firma isotópica de la lluvia y la exploración metodológica para generar mapas de distribución espacial de isótopos en precipitación (ISOSCAPES).

El capítulo se organiza en tres líneas de trabajo: diagnóstico del rendimiento de la RNI, análisis de controles ambientales de la firma isotópica y exploración metodológica para la generación de ISOSCAPES, inicialmente con énfasis en la zona andina

colombiana. Sus resultados fortalecen la comprensión del ciclo hidrológico y aportan insumos para aguas subterráneas, variabilidad climática y análisis integrado al ofrecer una lectura adicional sobre los procesos que conectan atmósfera, lluvia, escorrentía, infiltración y almacenamiento subterráneo.

Aspectos conceptuales y metodológicos

La hidrología isotópica utiliza isótopos estables del agua como trazadores naturales del ciclo hidrológico. En la precipitación, los más empleados son el deuterio $-\delta^2\text{H}-$ y el oxígeno-18 $-\delta^{18}\text{O}-$, cuyas variaciones permiten reconocer procesos de evaporación, condensación, transporte de humedad, mezcla de masas de aire, altitud, temperatura, distancia a las fuentes de humedad y régimen de precipitación. El exceso de deuterio $-d\text{-excess}-$ se calcula a partir de la relación entre $\delta^2\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$, y funciona como descriptor de procesos asociados con evaporación, transporte y mezcla del vapor que origina la lluvia.

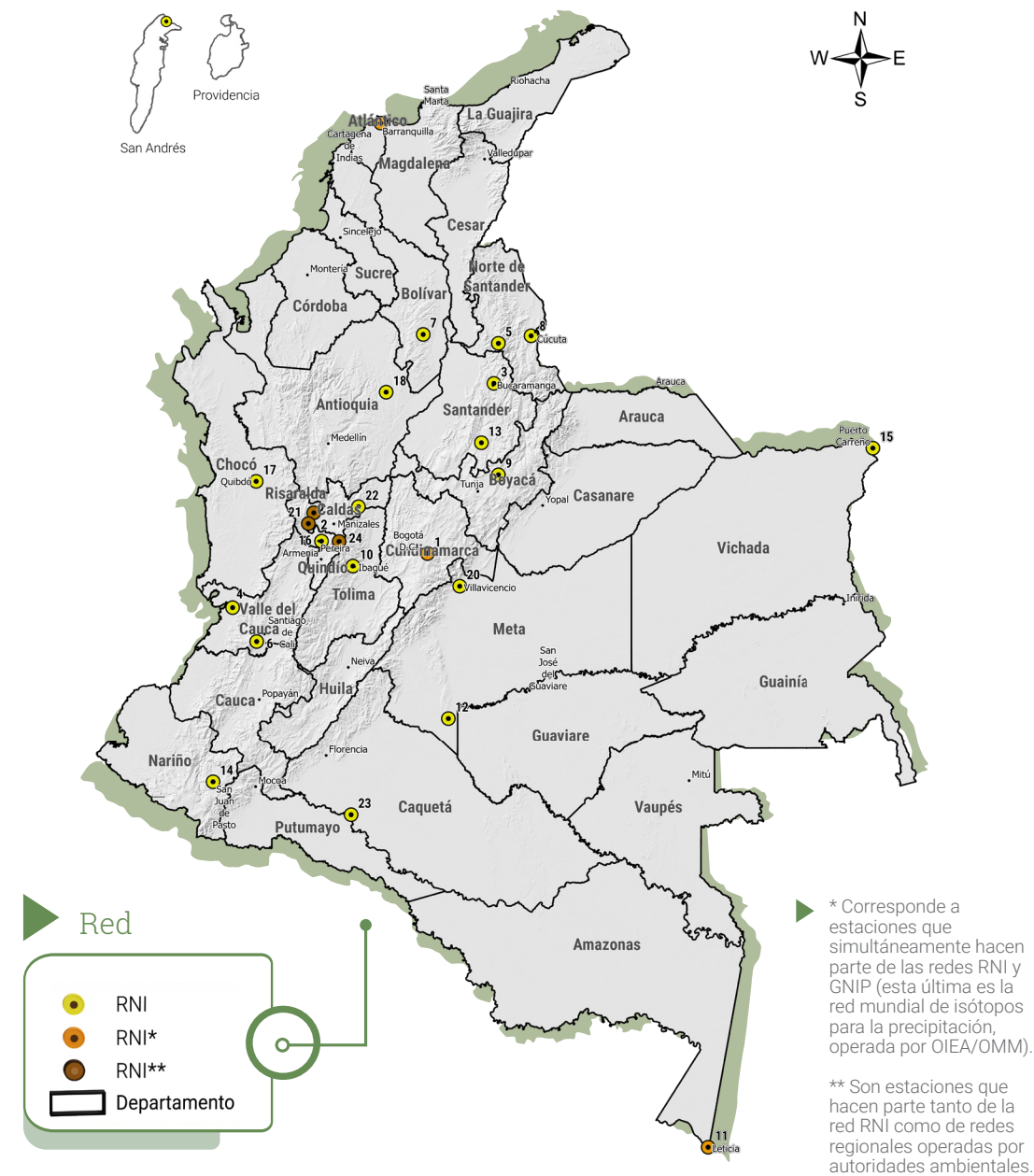
La información isotópica de la lluvia permite construir rectas meteóricas locales, comparar el comportamiento de la precipitación entre regiones y periodos, y establecer una línea base para interpretar otras aguas del sistema hidrológico. Esta referencia es especialmente útil para estudios de aguas subterráneas porque permite contrastar la composición isotópica de pozos, manantiales o acuíferos con la señal de la precipitación, e inferir posibles zonas de recarga,

altitudes de origen, tiempos relativos de circulación o mezclas entre fuentes.

En el ENA 2026 la Red Nacional de Isotopía constituye la fuente principal de información. La red incluye estaciones bajo control del Ideam y estaciones complementarias operadas por otras entidades. Algunas estaciones como Barranquilla, Leticia y Bogotá se articulan con la Red Mundial de Isótopos en la Precipitación (GNIP), con análisis del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA); las demás muestras son analizadas por el Laboratorio de Análisis de Isótopos Estables en Agua Líquida del Servicio Geológico Colombiano (SGC). La figura 71 presenta las estaciones consideradas para el análisis.

El capítulo se organiza en tres líneas de trabajo: diagnóstico del rendimiento de la RNI, análisis de controles ambientales de la firma isotópica y exploración metodológica para la generación de ISOSCAPES, inicialmente con énfasis en la zona andina colombiana.

Figura 71. Estaciones de la Red Nacional de Isotopía (RNI)

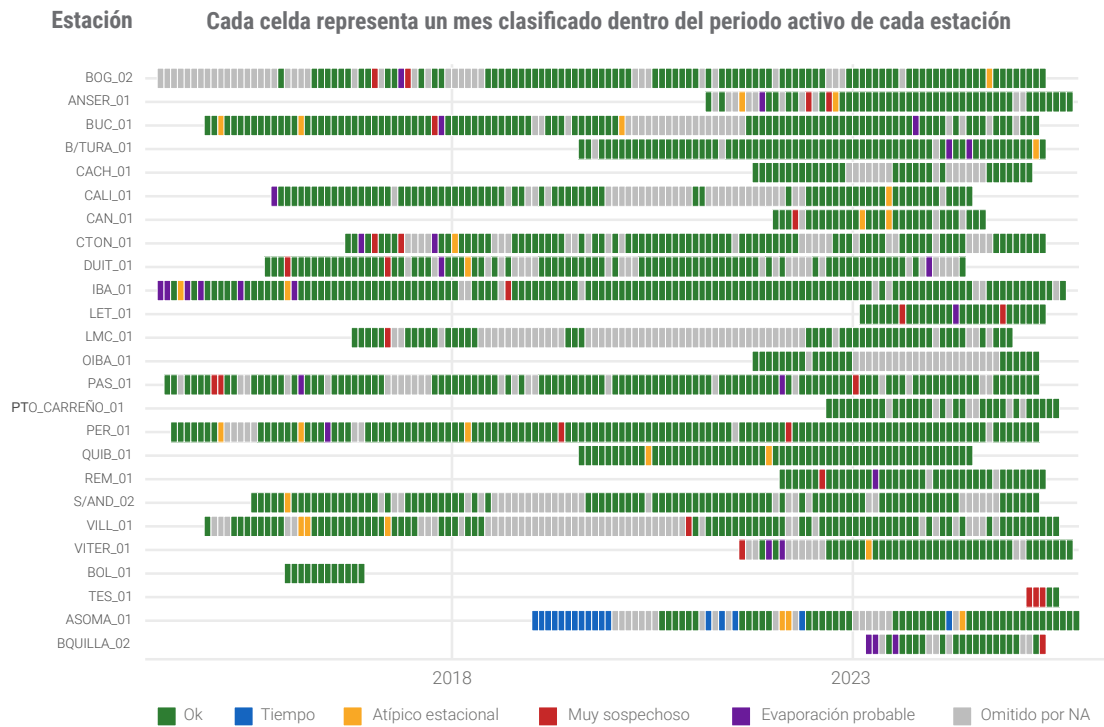


La primera línea metodológica corresponde al diagnóstico del rendimiento de la RNI. Este diagnóstico revisa las series mensuales de $\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$ y d-excess para evaluar disponibilidad de registros, vacíos temporales, continuidad de estaciones, datos atípicos y consistencia general de la información. Esta depuración es necesaria porque las señales isotópicas pueden combinar variabilidad hidroclimática real con errores de muestreo, evaporación en colectores, problemas analíticos o vacíos de información; sin control de calidad pocos datos anómalos pueden sesgar medianas estacionales, rectas meteorológicas, estimaciones de d-excess, procesos de imputación y modelos climáticos o hidrogeológicos (Bershaw, 2018).

Para el ENA 2026 se propone un algoritmo de control de calidad en R, orientado a clasificar cada muestra según su comportamiento estadístico e isotópico. Las etiquetas utilizadas permiten diferenciar registros confiables, datos faltantes, observaciones atípicas, registros muy sospechosos y posibles señales de evaporación. Esta clasificación jerárquica facilita separar registros utilizables de aquellos que requieren cautela. El diagnóstico incluye también el análisis temporal de registros clasificados como “muy sospechosos”, con el fin de reconocer si su ocurrencia cambia a lo largo del periodo de operación, si se concentra en ciertos años o si disminuye con la consolidación de los procedimientos de muestreo y análisis (ver figura 72).

La hidrología isotópica aporta una aproximación complementaria para comprender el origen, circulación, mezcla y recarga del agua en el sistema hidrológico. En el ENA 2026 esta temática se concentra en la composición isotópica de la lluvia en Colombia, a partir de variables como deuterio ($\delta^2\text{H}$), oxígeno-18 ($\delta^{18}\text{O}$) y exceso de deuterio (d-excess).

Figura 72. Mapa temporal de etiquetas de control de calidad

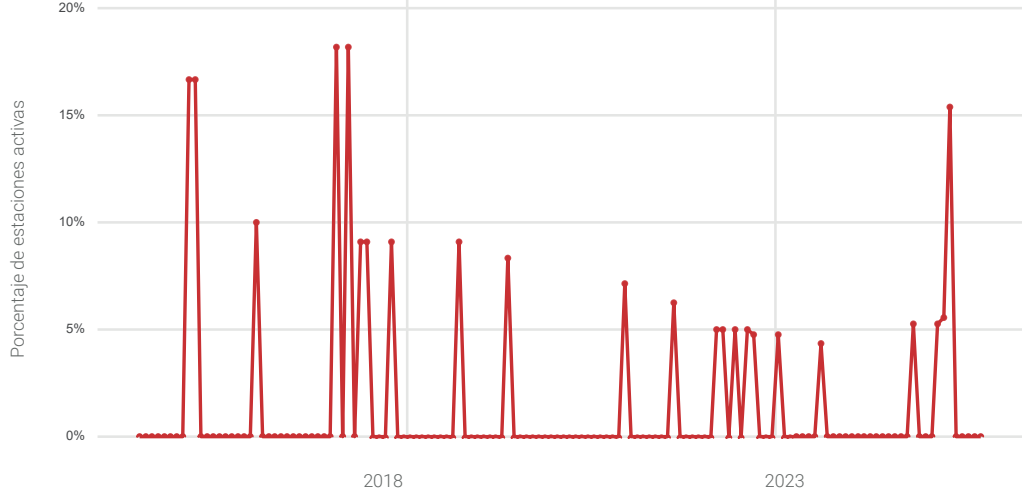


El diagnóstico de la red incluye también el análisis temporal de la frecuencia de registros clasificados como “muy sospechosos” (figura 73). Esta evaluación permite reconocer si la ocurrencia de datos anómalos cambia a lo largo del tiempo, si se concentra en ciertos periodos de operación o si disminuye con la consolidación de los procedimientos de muestreo y análisis. En el avance disponible, el periodo evaluado inicia en mayo de

2014, con el registro más antiguo de la RNI, y llega hasta septiembre de 2025, correspondiente a los últimos datos disponibles al momento de preparar el capítulo. La lectura temporal sugiere una menor ocurrencia relativa de datos sospechosos en los últimos años frente a los primeros años de operación, aunque persisten registros que deben ser revisados para identificar sus posibles causas.

Figura 73. Frecuencia temporal de la etiqueta “muy sospechoso”

El denominador es el número de estaciones activas en cada mes; no se penalizan estaciones fuera de su periodo de operación.



La segunda línea metodológica se orienta a identificar los principales controles ambientales sobre la firma isotópica de la lluvia. Para ello se construye una base integrada estación-mes, en la que cada registro isotópico se asocia con covariables locales, regionales y sinópticas. Las variables respuesta son $\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$ y d-excess, mientras que las covariables potenciales incluyen precipitación acumulada, temperatura, humedad relativa, altitud, localización, régimen hidroclimático, índices asociados al ENOS, anomalías de temperatura superficial del mar, desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), actividad intra estacional y otros indicadores de circulación atmosférica.

Desde el punto de vista analítico las exploraciones iniciales se orientan al uso de modelos aditivos generalizados jerarquizados.

Estos modelos permiten representar relaciones no lineales entre covariables y respuestas isotópicas, sin imponer una forma lineal rígida, y facilitan la comparación entre controles locales —como precipitación, humedad o altitud— y controles de gran escala (como MEIV2, Niño 3.4, ONI, TNA, TSA u otros índices océano-atmósfera). Además, permiten evaluar rezagos, estacionalidad, autocorrelación, desempeño predictivo y comportamiento de residuos.

La construcción de la matriz de covariables requiere homogeneizar calendarios, resolver datos faltantes, documentar fuentes, transformar índices a escala mensual, explorar rezagos físicamente plausibles y evitar colinealidades severas. El producto esperado es un modelo explicativo que permita reconocer qué factores controlan la firma isotópica

de la lluvia en Colombia, dónde actúan con mayor fuerza y cómo varía su influencia entre regiones, estaciones y fases climáticas.

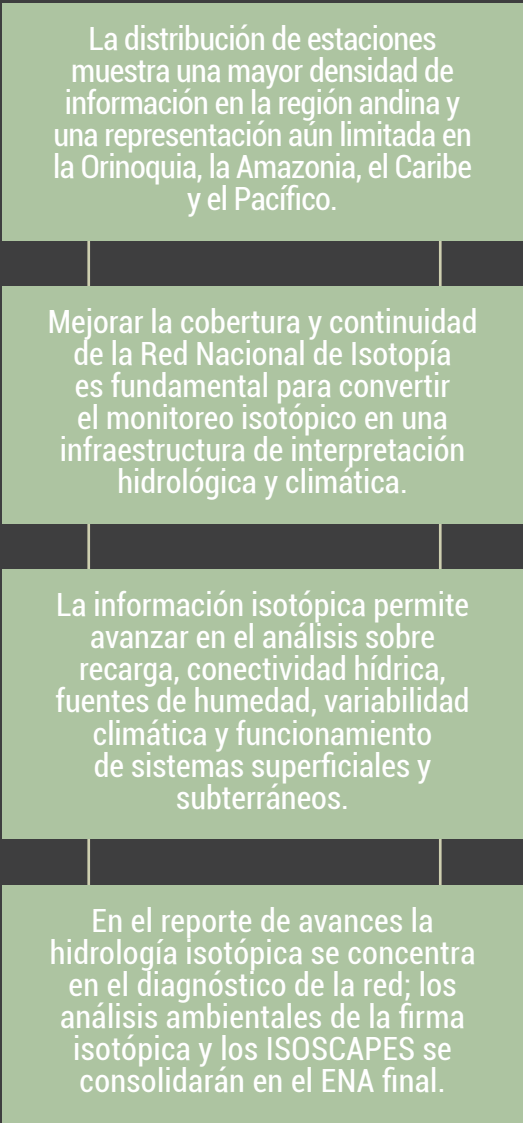
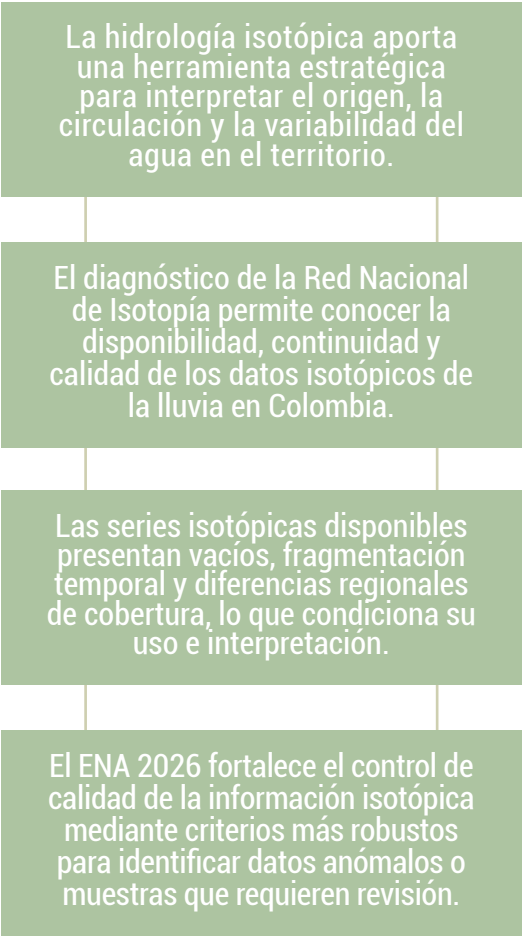
La tercera línea metodológica corresponde a la generación de mapas ISOSCAPES, que representan espacialmente la composición isotópica de la precipitación y permiten estimar la distribución de $\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$ y d-excess en zonas sin mediciones directas. Hasta el momento el avance principal corresponde a la revisión de enfoques usados para modelar ISOSCAPES de precipitación, entre ellos regresiones empíricas con covariables geográficas y climáticas, métodos geoestadísticos y de corrección espacial, modelos regionalizados o basados en agrupamientos, y enfoques de aprendizaje automático y predicción espacio-temporal.

La selección metodológica debe considerar las limitaciones de los datos disponibles: series de distinta longitud, vacíos temporales, observaciones no siempre coetáneas y cobertura espacial desigual. Por ello, se recomienda privilegiar métodos parsimoniosos, transparentes y validables capaces de incorporar covariables como altitud, precipitación, temperatura, humedad y estacionalidad, y de reportar incertidumbre espacial. En este contexto, $\delta^2\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$ suelen ser más estables para modelación espacial que d-excess, debido a que este último responde con mayor sensibilidad a la fuente de vapor, la evaporación subnube y las condiciones locales de transporte atmosférico.

Los productos esperados incluyen mapas de distribución espacial de $\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$ y

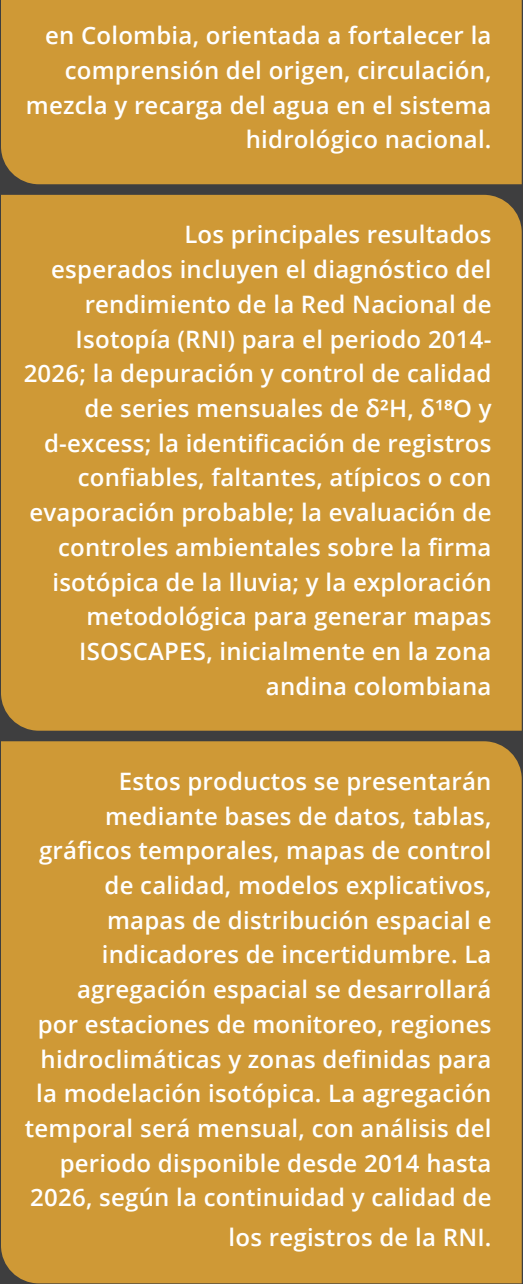
d-excess, inicialmente para la zona andina colombiana, junto con criterios de validación, evaluación de incertidumbre y recomendaciones sobre el alcance de los modelos. Estos resultados complementarán la información puntual de la RNI con una lectura espacial continua, útil para estudios de recarga, mezcla de aguas, aguas subterráneas, variabilidad climática e interpretación integrada del ciclo hidrológico.

Hallazgos clave



Lo que se encontrará en el ENA 2026

“En el Estudio Nacional del Agua de 2026 se encontrará una evaluación de la hidrología isotópica de la lluvia



10. CONFLICTOS HIDROSOCIALES Y SEGURIDAD HÍDRICA EN COLOMBIA

El presente capítulo incorpora al Estudio Nacional del Agua 2026 una lectura del agua que articula su condición física con las relaciones territoriales, sociales, institucionales y políticas. El agua no se entiende únicamente como recurso natural o variable hidrológica, sino también como un elemento estructurante del bienestar humano, del desarrollo económico y de la sostenibilidad ecosistémica. En ese sentido, el capítulo desarrolla dos aproximaciones complementarias orientadas al diagnóstico territorial del agua en Colombia: el Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales (ISOCH), orientado a identificar condiciones que pueden favorecer tensiones o disputas por el acceso, uso, control o afectación del agua; y el Índice de Seguridad Hídrica (ISH), orientado a evaluar condiciones estructurales y funcionales del sistema hídrico, ecosistémico e institucional. Estas herramientas fortalecen una lectura prospectiva y preventiva de la gestión del agua en el marco del Ordenamiento del Territorio Alrededor del Agua (OTAA).

La articulación entre ambos índices se plantea desde una regla metodológica que no los fusiona en el cálculo, sino que los relaciona en la interpretación. Esta separación permite conservar el alcance propio de cada índice, evitar redundancias y diferenciar territorios donde las condiciones críticas se asocian principalmente al estado del sistema hídrico, de aquellos donde predominan presiones sociales, problemas de gobernanza, competencia por el agua o vulnerabilidad territorial. La lectura conjunta del ISH y el ISOCH puede expresarse mediante una matriz de diagnóstico territorial, capaz de identificar escenarios diferenciados: territorios con baja seguridad hídrica y alta susceptibilidad a conflictos, que requieren atención prioritaria; territorios con alta seguridad hídrica pero alta conflictividad potencial, donde pueden existir tensiones por gobernabilidad, distribución o acceso; territorios con baja seguridad hídrica y baja conflictividad visible, que representan riesgos latentes; y territorios con mejores condiciones, donde el énfasis se orienta al mantenimiento, monitoreo y prevención.

Por tratarse de aproximaciones nuevas dentro del estudio, el capítulo desarrolla con mayor detalle sus fundamentos conceptuales y metodológicos, con el fin de asegurar trazabilidad, delimitar alcances y orientar su uso en el diagnóstico territorial propuesto.

10.1. Índice de seguridad Hídrica e Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales: Herramientas de análisis en la implementación del Ordenamiento del Territorio Alrededor del Agua

El país combina una oferta hídrica abundante en términos agregados con una distribución espacial y temporal heterogénea, presiones crecientes por urbanización, transformación productiva, deforestación y variabilidad climática, y arreglos institucionales que conviven con asimetrías sociales, debilidades de gobernanza local y disputas territoriales por el agua. Bajo esas condiciones, la relación entre agua y desarrollo no es lineal ni automática: la disponibilidad del agua por sí sola no garantiza acceso, ni la institucionalidad formal garantiza gobernanza efectiva, ni la abundancia regional garantiza ausencia de conflictos.

Es así como el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 propuso en sus ejes estratégicos el Ordenamiento del Territorio alrededor del Agua (OTAA), un enfoque en donde el agua representa el eje articulador en la planificación

y gestión del territorio y se encuentra encaminado a su transformación, posibilitando su adaptación y sostenibilidad así como la conservación de los ecosistemas.

Instrumentos como la Estrategia de Ordenamiento del Territorio Alrededor del Agua (Minambiente, 2025) reiteran este enfoque en la transformación de la ocupación y uso del territorio, reconociendo al ciclo hidrológico como el eje articulador de la vida, la cultura, el territorio y la productividad; considerando además las potencialidades y limitaciones que el agua impone a las actividades humanas en un contexto de crisis ambiental.

El diagnóstico para la actualización de la Política Nacional de Gestión del Recurso Hídrico menciona esta estrategia y los puntos clave para su implementación en el territorio a partir de: (1) reconocimiento del ciclo del agua para la organización del territorio,(2) participación de actores heterogéneos en la planificación y gestión del agua; (3) ajuste de la ocupación del suelo, según las limitaciones hidrológicas, para promover un desarrollo territorial sostenible;(4) armonización y simplificación de instrumentos de planificación para reducir conflictos y superposiciones; (5) conservación y restauración de ecosistemas estratégicos; (6) medidas para la adaptación al cambio climático y la gestión de riesgos asociados a eventos extremos (inundaciones, sequías); (7) fortalecimiento de las capacidades técnicas y financieras de entidades territoriales; y (8) creación de una cultura del agua que fomente su uso responsable. Estos elementos son expresados a partir del Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales (ISOCH) y el Índice de

Seguridad Hídrica (ISH), como se verá más adelante en este capítulo.

El ISH evalúa la interacción entre gobernanza, conservación de ecosistemas, estado del agua, riesgo climático y condiciones socioeconómicas, integrando variables asociadas al ordenamiento, la inversión territorial y la capacidad institucional para gestionar el agua, como una medida de la existencia de condiciones que sustentan o limitan el acceso sostenible a esta. En la medida que se implemente efectivamente el OTAA se fortalecerán las dimensiones que el índice evalúa. Por su parte, el ISOCH rastrea los factores y/o escenarios que pueden detonar conflictos hidrosociales en el territorio en la medida que los modelos de desarrollo ignoran el ciclo hidrológico, se debilita la participación ciudadana, aumentan las asimetrías de poder entre actores, se omite la actualización e implementación de los instrumentos de planeación y se debilita la implementación de recursos que garanticen las oportunidades equitativas de acceso y uso del agua, entre otros aspectos.

El OTAA se configura como el eje articulador que establece las condiciones hidrológicas, ecológicas, sociales e institucionales que ambos indicadores evalúan -desde perspectivas complementarias- asociadas a la presión y al estado como aspectos a considerar en el diagnóstico territorial del agua en Colombia. De esta forma, ambas herramientas analíticas se relacionan en la interpretación territorial conjunta y aportan información estratégica para la priorización, la planificación y el fortalecimiento de capacidades institucionales y comunitarias, en el camino a la implementación

del OTAA como estrategia para construir territorios más resilientes y sostenibles

10.2. Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales (ISOCH)

Los conflictos hidrosociales permiten analizar la relación entre el agua, el territorio, las comunidades, las instituciones y las actividades económicas. En el ENA 2026, esta temática incorpora una lectura socio-hídrica orientada a identificar condiciones territoriales que pueden favorecer la ocurrencia de tensiones o disputas asociadas al acceso, uso, control o afectación del agua. Su propósito es aportar una aproximación indicativa que complemente los análisis físicos, ambientales y de presión sobre el agua, y que permita reconocer territorios donde la relación entre agua y sociedad requiere mayor atención.

El análisis parte de una comprensión del agua como componente físico y como condición territorial. Esto implica reconocer que las tensiones asociadas al agua no dependen únicamente de la disponibilidad natural del agua, sino también de la competencia entre usos, las condiciones de gobernanza, la vulnerabilidad social hídrica, la transformación del territorio y las formas en que diferentes actores se relacionan con las fuentes, los ecosistemas y los servicios asociados al agua. En este sentido, los conflictos hidrosociales no se interpretan solo como eventos aislados, sino como expresiones de relaciones territoriales donde convergen presiones, necesidades, asimetrías y capacidades institucionales.

En el ENA 2026 esta temática se desarrolla mediante el Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales ISOCH. Este índice busca identificar condiciones que pueden aumentar la posibilidad de que se presenten tensiones o disputas en torno al agua. El ISOCH considera dimensiones relacionadas con presión hídrica natural, competencia por el agua, gobernanza y vulnerabilidad social hídrica. Esta organización permite integrar variables físicas, socioeconómicas e institucionales dentro de una lectura territorial de susceptibilidad.

La temática mantiene una diferencia conceptual importante entre conflicto observado y susceptibilidad a la ocurrencia de conflicto. El ISOCH no pretende registrar todos los conflictos existentes ni sustituir los análisis cualitativos, históricos o jurídicos sobre conflictividad territorial. Su alcance es indicativo: identifica condiciones que, por su combinación, pueden favorecer escenarios de tensión hidrosocial. Esta distinción permite usar el índice como una herramienta de diagnóstico y priorización, sin convertirlo en una afirmación directa sobre la existencia de un conflicto en cada territorio clasificado.

El análisis de conflictos hidrosociales aporta información estratégica para el diagnóstico territorial del agua. Al integrar presión natural, competencia por usos, gobernabilidad y vulnerabilidad, permite reconocer territorios donde las condiciones hídricas y sociales pueden interactuar de forma crítica. Esta lectura es especialmente útil para el análisis integrado del agua, la seguridad hídrica, la gestión del riesgo, la planificación territorial y el fortalecimiento de

capacidades institucionales y comunitarias relacionadas con la gestión del agua.

La articulación con seguridad hídrica es uno de los elementos centrales del capítulo. El ISOCH y el Índice de Seguridad Hídrica (ISH) conservan alcances metodológicos independientes, pero sus resultados pueden interpretarse conjuntamente mediante matrices de diagnóstico territorial. De esta manera, el ENA 2026 puede diferenciar territorios con baja seguridad hídrica y alta susceptibilidad a conflictos, territorios con condiciones estructurales relativamente favorables, pero con tensiones potenciales, y territorios donde existen riesgos latentes que requieren seguimiento, prevención o fortalecimiento de la gestión.

Aspectos conceptuales y metodológicos

Los conflictos hidrosociales se entienden como tensiones, disputas o controversias relacionadas con el acceso, uso, control, distribución, contaminación, transformación o afectación del agua y de los territorios asociados. Su análisis requiere considerar que el agua no solo circula por cuencas y sistemas hídricos, sino también por relaciones sociales, arreglos institucionales, actividades productivas, condiciones de vulnerabilidad y formas de ocupación del territorio. Por esta razón, la temática se apoya en la noción de territorio hidrosocial, que permite comprender la relación entre procesos hídricos, actores, decisiones, infraestructura, usos y condiciones sociales.

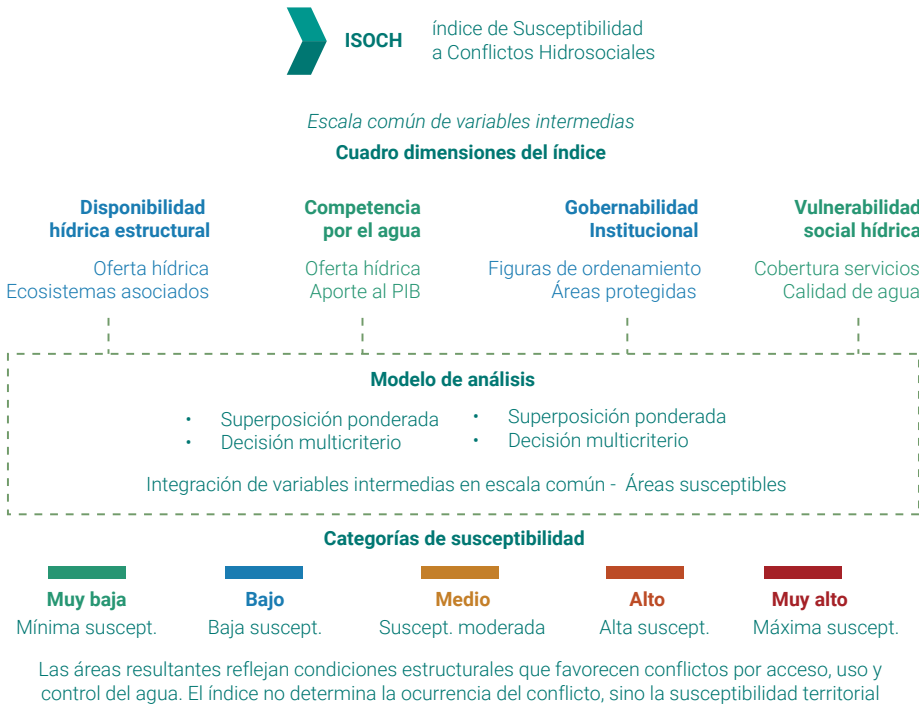
El enfoque hidrosocial permite analizar el agua como parte de un sistema en el que

interactúan componentes naturales y sociales. La presión sobre el agua, la competencia entre usos, la capacidad institucional para gestionar el agua, las desigualdades en el acceso y las condiciones de vulnerabilidad pueden configurar escenarios de mayor susceptibilidad a tensiones. En este marco, el conflicto hidrosocial no se reduce a la existencia de una disputa explícita, sino que se interpreta como una posibilidad asociada a condiciones territoriales que pueden favorecer su ocurrencia.

El Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales (ISOCH) se estructura a partir de cuatro dimensiones principales (ver figura 74). La primera corresponde a la presión hídrica estructural,

relacionada con condiciones del sistema hídrico que pueden limitar la disponibilidad o aumentar la sensibilidad del territorio. La segunda es la competencia por el agua, asociada a la coexistencia de demandas, usos y actividades que ejercen presión sobre el agua. La tercera corresponde a la gobernabilidad, entendida como el conjunto de capacidades, instrumentos, arreglos y condiciones institucionales para gestionar el agua. La cuarta es la vulnerabilidad social hídrica, que incorpora condiciones sociales y territoriales que pueden aumentar la exposición o sensibilidad de la población frente a problemas relacionados con el agua.

Figura 74. Diagrama conceptual del Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales



Metodológicamente el ISOCH se desarrolla como una herramienta de análisis multicriterio. Este enfoque permite integrar variables de distinta naturaleza, escalarlas a una unidad común, asignar ponderaciones y producir una medida sintética de susceptibilidad (ver figura 75). El procedimiento se basa en la selección de variables por dimensión, la preparación y estandarización de la información, la clasificación de variables, la asignación de pesos ponderados, el cálculo de puntajes por dimensión y la integración final del índice.

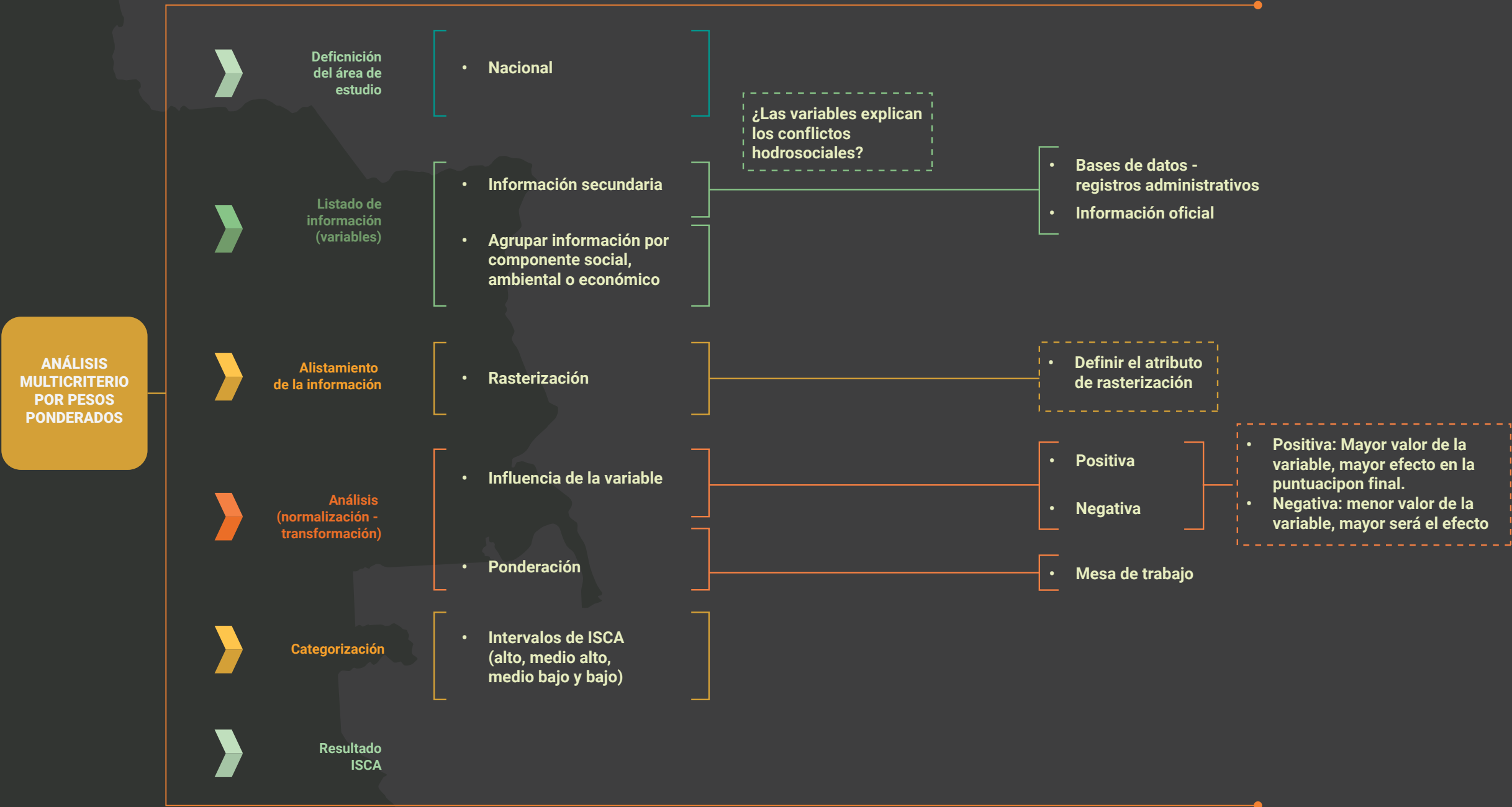
El análisis multicriterio permite relacionar información física, ambiental, social e institucional dentro de una estructura común. Cada variable se clasifica según rangos o categorías que expresan niveles de susceptibilidad. Posteriormente, las variables se ponderan de acuerdo con su importancia relativa dentro de cada dimensión y se integran para obtener puntajes parciales. Estos puntajes parciales

permiten identificar qué dimensiones explican mejor la susceptibilidad de cada territorio y facilitan una lectura diferenciada entre disponibilidad hídrica, competencia, gobernabilidad y vulnerabilidad.

Las fuentes de información incluyen datos hidrológicos, cartografía, información socioeconómica, registros institucionales, variables de gobernabilidad, coberturas territoriales y fuentes especializadas relacionadas con conflictos socioambientales o hidrosociales. En el marco general del ENA 2026, las fuentes asociadas a conflictos hidrosociales se articulan con información de división político-administrativa, coberturas de la tierra, registros ambientales, información del Sistema Estadístico Nacional, autoridades ambientales y fuentes especializadas como RAP-E, PNUD, GOAT/Ideam, OCA, ANLA, Indepaz y otras fuentes relacionadas con gobernabilidad y vulnerabilidad.

La disponibilidad estructural del agua, la competencia entre usos, la capacidad institucional para gestionar el agua, las desigualdades en el acceso y las condiciones de vulnerabilidad pueden configurar escenarios de mayor susceptibilidad a tensiones. En este marco, el conflicto hidrosocial no se reduce a la existencia de una disputa explícita, sino que se interpreta como una posibilidad asociada a condiciones territoriales que pueden favorecer su ocurrencia.

Figura 75. Flujo de trabajo para el análisis multicriterio por pesos ponderados



La escala de análisis debe permitir relacionar las condiciones del sistema hídrico con variables sociales e institucionales. Por ello, los resultados pueden organizarse por unidades hidrográficas y unidades político-administrativas, de acuerdo con la disponibilidad de información y la pertinencia de cada variable. Esta combinación de escalas permite reconocer la dimensión territorial de la susceptibilidad, considerando tanto las condiciones de la cuenca como las características sociales, administrativas y de gestión del territorio.

Los productos esperados incluyen el cálculo del ISOCH, mapas de susceptibilidad, resultados por dimensiones, matrices de interpretación territorial y salidas que permitan su lectura conjunta con el Índice de Seguridad Hídrica. Estos productos aportan a la dimensión socio-hídrica del análisis integrado del agua, al permitir identificar territorios donde convergen presiones, competencia, debilidades de gobernabilidad o condiciones de vulnerabilidad social hídrica. El índice contribuye a reconocer prioridades de análisis, seguimiento y gestión, sin sustituir estudios territoriales detallados sobre conflictos específicos.

10.3. Índice de Seguridad Hídrica (ISH)

A partir del concepto de seguridad hídrica, el ISH funciona como herramienta operativa de diagnóstico territorial: traduce la definición conceptual en una medida sintética por subzona hidrográfica que integra variables físicas, ambientales, institucionales y sociales. Su lectura permite reconocer territorios con mejores condiciones de seguridad hídrica y territorios donde confluyen presiones, riesgos o limitaciones que pueden afectar la disponibilidad, calidad, gobernanza o sostenibilidad del agua.

A diferencia del ISOCH, orientado a identificar susceptibilidad a la ocurrencia de conflictos

hidrosociales, el ISH evalúa condiciones estructurales del sistema hídrico y capacidades territoriales para gestionar el agua con criterios de sostenibilidad, gobernanza y reducción del riesgo. Esto significa que no basta con que exista agua disponible: también se requiere que los ecosistemas conserven funciones de regulación, que las instituciones cuenten con instrumentos de gestión, que las presiones por uso y calidad se mantengan dentro de rangos manejables, que los territorios tengan capacidad para enfrentar riesgos climáticos y que existan condiciones socioeconómicas que favorezcan el acceso y uso sostenible del agua.

El origen del Índice de Seguridad Hídrica (ISH) en Colombia se asocia al trabajo desarrollado por la RAP-E Región Central y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el marco del Plan de Seguridad Hídrica de la Región Central, donde se construyó una primera aproximación metodológica para traducir el concepto de seguridad hídrica en una herramienta cuantitativa de diagnóstico territorial. Este ejercicio permitió evaluar condiciones relacionadas con gobernanza, estado del recurso hídrico, ecosistemas, riesgo, resiliencia y factores socioeconómicos en las subzonas hidrográficas estratégicas de Bogotá, Cundinamarca, Boyacá, Huila, Meta y Tolima, generando una línea base para orientar decisiones de planificación, inversión y gestión del agua.

A partir de ese antecedente, la metodología del ISH se ha ajustado para su implementación en dos direcciones complementarias. Por una parte, se escala nacionalmente en el marco del ENA 2026, mediante variables oficiales comparables a nivel de subzona hidrográfica, para interpretar la relación entre estado del agua, presión, vulnerabilidad, riesgo y desarrollo territorial. Por otra parte, se está focalizando nuevamente en la Región Central RAP-E con mayor detalle espacial, en cuencas de nivel 4 y 5 de sus cinco departamentos, con el propósito de entregar información técnica para la

toma de decisiones regionales, la priorización de inversiones y la gestión territorial del agua.

En el ENA 2026 el ISH se estructura en cinco dimensiones: gobernanza, conservación de ecosistemas, estado del agua, riesgo climático y dimensión socioeconómica. Estas dimensiones reúnen variables asociadas al estado del ordenamiento, la inversión territorial en agua, las coberturas naturales, las áreas protegidas, la deforestación, la regulación hídrica, la variabilidad de la oferta, el uso del agua, la alteración potencial de la calidad, las sequías, la vulnerabilidad al desabastecimiento y condiciones sociales relacionadas con la capacidad territorial para gestionar el agua.

La lectura del índice se articula con los demás componentes del ENA 2026. La oferta hídrica, el índice de retención y regulación hídrica, el índice de uso del agua, el índice de alteración potencial de la calidad, el análisis de sequías, el desabastecimiento, la conservación de coberturas y las condiciones socioeconómicas aportan variables necesarias para construir una lectura integral de la seguridad hídrica. Así, el índice no opera como un resultado aislado, sino como una síntesis territorial que conecta dimensiones físicas, ambientales, sociales e institucionales del agua.

Aspectos conceptuales y metodológicos

El ISH se organiza como un índice compuesto que integra cinco dimensiones articuladas. La gobernanza incorpora variables relacionadas con el estado del ordenamiento y la inversión financiera territorial en agua. La conservación de ecosistemas incluye el estado de coberturas naturales, el porcentaje de áreas protegidas y el área deforestada. El estado del

agua considera indicadores como el índice de retención y regulación hídrica (IRH), la variabilidad de la oferta hídrica natural (VOH), el índice de uso del agua (IUA) y el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL). El riesgo climático incorpora variables como el índice multivariado de sequía, el índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico, la recurrencia de emergencias hidrometeorológicas y las zonas inundables periódicamente. La dimensión socioeconómica integra condiciones territoriales que inciden en la seguridad hídrica de la población, cobertura de acueducto y cobertura de alcantarillado, y en la capacidad de gestión del agua.

El procedimiento metodológico parte de la selección de variables por dimensión y de su clasificación en una escala común de cinco clases: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Esta clasificación permite estandarizar variables con unidades y sentidos diferentes. Sin embargo, no todas las variables se interpretan de la misma manera: en las variables directas o favorables, un valor alto representa mejores condiciones de seguridad hídrica; en las variables inversas o de presión/riesgo, un valor alto representa menor seguridad. Para hacer comparables las variables cada clase se transforma en un puntaje de seguridad bajo una regla común: en las variables directas la escala se conserva en sentido ascendente (muy bajo = 1, muy alto = 5); en las variables inversas, la escala se recodifica en sentido contrario (muy bajo = 5, muy alto = 1). De esta forma, todos los puntajes adquieren la misma lectura: valores mayores representan mejores condiciones de seguridad hídrica. La estructura general se sintetiza en la figura 76.

Figura 76. Estructura de dimensiones y variables del Índice de Seguridad Hídrica



A nivel metodológico el ISH se construye mediante un enfoque cuantitativo con apoyo analítico cualitativo. Es cuantitativo porque utiliza indicadores, índices, porcentajes, categorías oficiales y operaciones de agregación comparables entre unidades espaciales. Su componente cualitativo está en la interpretación lógica de cada indicador, sus limitaciones, la dirección de lectura y la pertinencia de los rangos relativos utilizados para representar condiciones de seguridad hídrica.

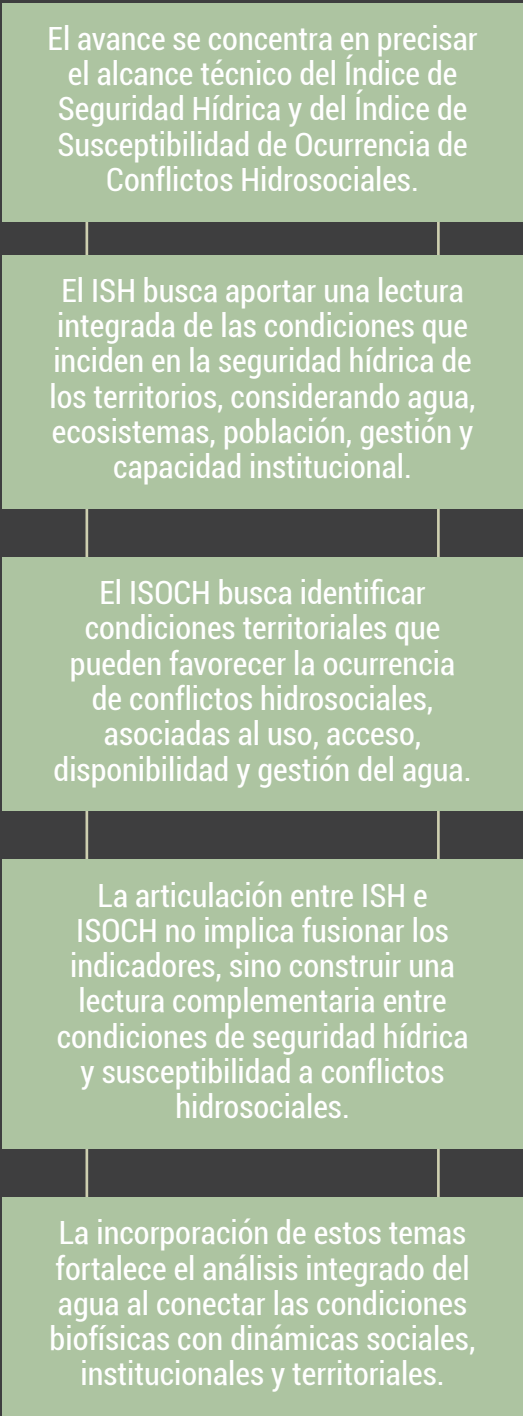
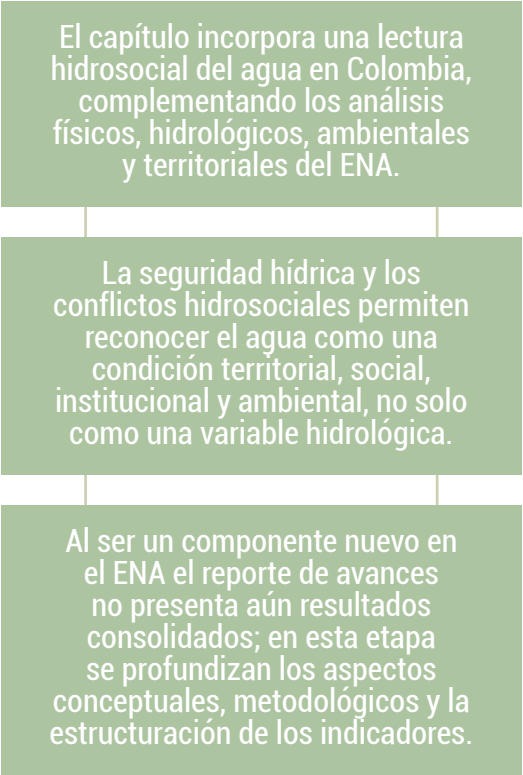
La unidad espacial principal es la subzona hidrográfica (SZH). Cuando las fuentes originales se encuentran en otras escalas —municipal, departamental, ráster o puntual—, la información se homologa a nivel de subzona hidrográfica mediante intersección geográfica, promedios ponderados por área o agregación por pertenencia territorial, según la naturaleza de cada variable. La escala cartográfica de referencia es 1:100.000, coherente con la escala general del Estudio Nacional del Agua.

Cada dimensión se calcula como el promedio aritmético simple de los puntajes de seguridad de sus variables. El ISH total se obtiene como el promedio aritmético simple de las cinco dimensiones, asignando el mismo peso a gobernanza, conservación de ecosistemas, estado del agua, riesgo climático y dimensión socioeconómica. Finalmente, el resultado integrado se clasifica en una escala verbal de muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, con intervalos iguales en el rango de 1 a 5. El detalle de rangos, umbrales, fuentes base y sentido de lectura por variable se desarrolla con base en una aproximación analítica objetiva.

Los productos esperados incluyen el cálculo del ISH por subzona hidrográfica, resultados

por dimensión, mapas de seguridad hídrica, tablas de puntajes, clasificación territorial y salidas de diagnóstico que permitan su lectura conjunta con el ISOCH. Esta articulación permite diferenciar territorios con baja seguridad hídrica y alta susceptibilidad a conflictos, territorios con mejores condiciones estructurales pero posibles tensiones por gobernanza o acceso, y territorios donde las condiciones de seguridad deben mantenerse mediante monitoreo, prevención y gestión territorial.

Hallazgos clave



Lo que se encontrará en el ENA 2026

En el Estudio Nacional del Agua de 2026 se encontrará una aproximación integrada a la seguridad hídrica y a la susceptibilidad de ocurrencia de conflictos hidrosociales en Colombia, mediante dos instrumentos complementarios: el Índice de Seguridad Hídrica (ISH), orientado a diagnosticar las condiciones territoriales que favorecen o limitan el acceso sostenible a agua suficiente y de calidad adecuada para la población, los ecosistemas y las actividades productivas; y el Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales (ISOCH), enfocado en identificar condiciones que pueden favorecer tensiones o disputas asociadas al agua. Los principales resultados esperados incluyen los modelos conceptuales de ambos índices, sus dimensiones de análisis, el cálculo del ISH a escala de subzona hidrográfica, el cálculo del ISOCH según la disponibilidad de información hidrográfica, político-administrativa, socioeconómica e institucional, resultados por dimensión, mapas de seguridad hídrica y susceptibilidad, tablas de clasificación, puntajes estandarizados, indicadores, gráficos y matrices de diagnóstico territorial. Estos productos permitirán una lectura conjunta entre seguridad hídrica y conflictividad hidrosocial, diferenciando territorios según sus condiciones de estado, presión, vulnerabilidad, riesgo, gobernanza y relación entre agua y desarrollo.

11. CONSIDERACIONES FINALES DEL REPORTE DE AVANCES DEL ENA 2026

El reporte de avances del Estudio Nacional del Agua 2026 presenta una ruta técnica, conceptual y metodológica para comprender el agua en Colombia desde una perspectiva integral. A lo largo del documento se recogen los principales enfoques, fuentes de información, procedimientos, indicadores y resultados preliminares que orientan la construcción del ENA 2026, y se anticipan los contenidos que serán consolidados, validados e integrados en la publicación final. El valor de este reporte está en mostrar cómo se está construyendo la evaluación nacional del agua, cuáles son los componentes temáticos que la estructuran, qué resultados ya permiten identificar señales relevantes y qué desarrollos se encuentran en proceso de consolidación. En este sentido, el documento abre una ventana al ENA 2026 y permite reconocer la amplitud técnica, territorial e institucional del estudio.

Los capítulos desarrollados muestran que el agua en Colombia debe interpretarse desde múltiples dimensiones. La oferta hídrica superficial permite reconocer la disponibilidad natural del agua y sus contrastes regionales; la variabilidad climática explica parte de los cambios temporales y espaciales del sistema hídrico; los cuerpos de agua, las inundaciones, las sequías, los glaciares y los sedimentos muestran respuestas, transformaciones y procesos físicos del territorio; las aguas subterráneas, la hidrología isotópica y la calidad del agua amplían la lectura sobre almacenamiento, circulación, composición y estado del agua; los usos y el desabastecimiento permiten conectar el agua con las necesidades de la población, los sectores productivos y la infraestructura; y los conflictos hidrosociales y la seguridad hídrica incorporan dimensiones sociales, institucionales y territoriales indispensables para comprender la gestión del agua en el país.

En conjunto, estos contenidos confirman que el agua no puede leerse únicamente desde la cantidad disponible. Su comprensión exige integrar disponibilidad, variabilidad, regulación, almacenamiento, calidad, usos, presiones, riesgos, infraestructura, gobernanza y condiciones sociales. Esa es la apuesta central del ENA 2026, pasar de resultados temáticos especializados a una lectura integrada del sistema hídrico colombiano.

Los resultados preliminares muestran que la disponibilidad y dinámica del agua en Colombia responden a múltiples procesos que interactúan entre sí. La actualización de la oferta hídrica superficial confirma la importancia de analizar la disponibilidad natural del agua desde una perspectiva de largo plazo y evidencia contrastes regionales cada vez más relevantes. A su vez, la variabilidad climática demuestra que las respuestas hidrológicas del territorio no dependen exclusivamente de El Niño-Oscilación del Sur, sino también de otros fenómenos océano-atmósfera que modifican la precipitación, la escurrentía y los caudales de manera diferenciada entre regiones y cuencas. La lectura conjunta de la oferta hídrica, la variabilidad climática, los cuerpos de agua, los glaciares, las inundaciones, las sequías y la dinámica de sedimentos permite comprender mejor los procesos físicos que regulan, transforman y afectan el sistema hídrico colombiano.

Los avances en aguas subterráneas, hidrología isotópica y calidad del agua amplían la comprensión sobre el almacenamiento, circulación, composición y estado del recurso hídrico. Estos componentes evidencian

tanto oportunidades de innovación metodológica como retos asociados a la disponibilidad, continuidad y calidad de la información. De manera complementaria, el análisis de los usos del agua y del desabastecimiento hídrico muestra que la gestión del agua no depende únicamente de la oferta disponible, sino también de las condiciones de infraestructura, demanda, acceso, monitoreo y capacidad de adaptación de los territorios frente a eventos extremos y condiciones cambiantes.

Finalmente, los avances conceptuales y metodológicos en seguridad hídrica y conflictos hidrosociales refuerzan la necesidad de interpretar el agua como una realidad ambiental, social, institucional y territorial. Esta perspectiva amplía el alcance del estudio y fortalece la base conceptual del análisis integrado. Esta visión integradora constituye el principal aporte del estudio y la base para el análisis integrado que permitirá identificar territorios con presiones acumuladas, restricciones, vulnerabilidades y necesidades prioritarias de gestión.

Lo que se encontrará en el Estudio Nacional del Agua de 2026

En el Estudio Nacional del Agua de 2026 se encontrará una evaluación nacional actualizada del agua en Colombia, organizada a partir de componentes temáticos que permitirán comprender el estado, la dinámica, las presiones, las afectaciones y las condiciones socio-hídricas del país.

El ENA 2026 consolidará resultados sobre oferta hídrica superficial, variabilidad climática, cuerpos de agua, glaciares, inundaciones, sequías, desabastecimiento hídrico, sedimentos, aguas subterráneas, usos del agua, calidad del agua, hidrología isotópica, conflictos hidrosociales y seguridad hídrica. Estos resultados se presentarán mediante mapas, tablas, indicadores, bases de datos, gráficos, fichas, análisis territoriales y productos de síntesis.

Uno de los aportes más importantes del ENA 2026 será el análisis integrado del agua. Este análisis permitirá relacionar los resultados de los diferentes componentes para identificar territorios con presiones acumuladas, condiciones críticas, restricciones, riesgos, vulnerabilidades y necesidades de atención prioritaria. La integración permitirá conectar la disponibilidad natural del agua con las presiones por uso y calidad, las afectaciones físicas, los eventos extremos, el desabastecimiento, las condiciones de seguridad hídrica y las posibles tensiones hidrosociales.

El análisis integrado será una lectura territorial que permitirá comprender cómo interactúan los distintos componentes del sistema hídrico y cómo esas interacciones se expresan en áreas, zonas y subzonas hidrográficas, municipios, departamentos, sistemas acuíferos, cuerpos de agua, cuencas abastecedoras y sectores usuarios. Esta lectura será clave para apoyar la toma de decisiones, orientar la planificación, fortalecer la gestión del riesgo, priorizar territorios y aportar información estratégica para la gestión integral del agua en Colombia.

Además, el ENA 2026 incorporará innovaciones metodológicas relevantes: actualización de periodos de análisis, uso de productos satelitales, modelos hidrológicos, algoritmos de inteligencia artificial, análisis multivariados, análisis probabilísticos, nuevas aproximaciones al estudio de aguas subterráneas, indicadores socio-hídricos, y herramientas para la divulgación y apropiación de resultados. Estas innovaciones permitirán que el estudio no solo actualice cifras, sino que amplíe la capacidad del país para interpretar el agua en un contexto de variabilidad climática, transformación territorial, presión sectorial y cambio en las condiciones de gestión.

El reporte de avances del ENA 2026 muestra un estudio en construcción con una ruta técnica sólida, amplia y estratégica para la evaluación nacional del agua. Sus contenidos permiten reconocer avances importantes, identificar retos de información, fortalecer la articulación entre componentes y preparar la lectura integrada que será uno de los principales aportes de la publicación final. El Estudio Nacional del Agua de 2026 permitirá al país contar con una visión actualizada, territorial e integrada sobre el agua: dónde se genera, cómo cambia, cómo se almacena, cómo se usa, dónde se presiona, dónde se afecta, dónde se presentan riesgos y qué condiciones sociales e institucionales inciden en su gestión. La publicación final del ENA 2026 será una herramienta clave para comprender el presente del agua en Colombia y orientar decisiones frente a los desafíos futuros de disponibilidad, variabilidad climática, calidad, uso, abastecimiento, seguridad hídrica y sostenibilidad territorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alghafli, K., Mohamed, M. M., Zeinelabdein, K. A., & Abdalla, O. A. E. (2023). Groundwater storage changes in arid regions using GRACE satellite data and hydrological models.

Alimonda, H. (2006). *Los tormentos de la materia: aportes para una ecología política latinoamericana*. Buenos Aires: CLACSO.

Allan, J. A. (1993). Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. En ODA (Ed.), *Priorities for water resources allocation and management*.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Allen, S. T., Kirchner, J. W., & Goldsmith, G. R. (2018). Predicting spatial patterns in precipitation isotope ($\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$) seasonality using sinusoidal ISOSCAPES. *Geophysical Research Letters*, 45(10), 4859-4868. <https://doi.org/10.1029/2018GL077458>

Alley, R. B. (2011). Review of *The physics of glaciers* (4th ed.), by K. M. Cuffey & W. S. B. Paterson. *Journal of Glaciology*, 57(202). <https://doi.org/10.3189/002214311796405906>.

Arora, M.K., Shukla, A., Gupta, R.P. (2011). Digital Image Information Extraction Techniques for Snow Cover Mapping from Remote Sensing Data. In: Singh, V.P., Singh, P., Haritashya, U.K. (eds) *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2642-2_498

Asrade, S., Kerebih, M. S., & Assefa, M. (2024). Groundwater storage anomaly assessment using GRACE and GLDAS products.

Avilés Añazco, A. (2017). *Pronóstico probabilístico de eventos de sequías y evaluación del riesgo en la gestión de sistemas de recursos hídricos. Caso de estudio en una cuenca andina regulada*. Universidad Politécnica de Valencia.

Baldwin, M. P., Gray, L. J., Dunkerton, T. J., Hamilton, K., Haynes, P. H., Randel, W. J., Holton, J. R., Alexander, M. J., Hirota, I., Horinouchi, T., Jones, D. B. A., Kinnarsley, J. S., Marquardt, C., Sato, K., & Takahashi, M. (2001). The quasi-biennial oscillation. *Reviews of Geophysics*, 39(2), 179-229. <https://doi.org/10.1029/1999RG000073>

Barış Terzi, T., & Üçüncü, O. (2025). A novel statistical framework for constructing multivariate standardized drought indices. *Theoretical and Applied Climatology*.

Barış Terzi, T., & Üçüncü, O. (2026). Probabilistic risk assessment of meteorological and hydrological droughts with copula functions: A multivariate framework. *Water Resources Management*.

Barnston, A. G., & Livezey, R. E. (1987). Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Monthly Weather Review*, 115(6), 1083-1126.

Benn, D. I., & Evans, D. J. A. (2014). *Glaciers and glaciation* (2nd ed.). Taylor & Francis.

Bershaw, J. (2018). Controls on deuterium excess across Asia. *Geosciences*, 8(7), 257. <https://doi.org/10.3390/geosciences8070257>

Boelens, R., Hoogesteger, J., Swyngedouw, E., Vos, J., & Wester, P. (2016). Hydrosocial territories: A political ecology perspective. *Water International*, 41(1), 1-14.

Bojanowski, J. S. (2016). sirad: Functions for Calculating Daily Solar Radiation and Evapotranspiration (Versión 2.3-3) [Paquete de R]. Repositorio CRAN. <http://sirad.r-forge.r-project.org/>

Borselli, L., Cassi, P., & Torri, D. (2008). Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment. *CATENA*, 75(3), 268-277. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2008.07.006>

Bowen, G. J. (2010). ISOSCAPES: Spatial pattern in isotopic biogeochemistry. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 38(1), 161-187. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-040809-152429>

Bowen, G. J., & Revenaugh, J. (2003). Interpolating the isotopic composition of modern meteoric precipitation. *Water Resources Research*, 39(10), 2003WR002086. <https://doi.org/10.1029/2003WR002086>

Bowen, G. J., & Wilkinson, B. (2002). Spatial distribution of $\delta^{18}\text{O}$ in meteoric precipitation. *Geology*, 30(4), 315. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2002\)030%3C0315:SDO0IM%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2002)030%3C0315:SDO0IM%3E2.0.CO;2)

Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>.

Breiman, L., Cutler, A., Liaw, A., & Wiener, M. (2002). *RandomForest: Breiman and Cutler's random forests for classification and regression*.

Cárdenas, D. (2022). Zonificación hidrogeológica de Colombia a partir de información existente, incluyendo rocas cristalinas. Universidad Nacional de Colombia.

Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., y Díaz, D. (2014). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*, 10(17), 111-124.

Ceballos Liévano, J. L., Cruz Mendoza, A. F., & Martínez Serrano, S. (2025). *Informe del estado de los glaciares colombianos 2024*. Ideam.

Chen, Y., Zhang, Y., Tian, J., Tang, Z., Wang, L., & Yang, X. (2024). Understanding the Propagation of Meteorological Drought to Groundwater Drought: A Case Study of the North China Plain. *Water*, 16(3), 501. <https://doi.org/10.3390/w16030501>.

Chiang, J. C. H., & Vimont, D. J. (2004). Analogous Pacific and Atlantic Meridional Modes of Tropical Atmosphere-Ocean Variability*. *Journal of Climate*, 17(21), 4143-4158. <https://doi.org/10.1175/JCLI4953.1>.

Cogley, J.G., R. Hock, L.A. Rasmussen, A.A. Arendt, A. Bauder, R.J. Braithwaite, P. Jansson, G. Kaser, M. Möller, L. Nicholson and M. Zemp, 2011, Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms, IHP-VII Technical Documents in Hydrology No. 86, IACS Contribution No. 2, UNESCO-IHP, París.

Coser, L. A. (1956). *The functions of social conflict*. Glencoe: The Free Press.

Cruz, A., & Casallas García, A. (2020). *Análisis morfométrico del retroceso glaciar en el volcán Nevado del Tolima mediante el uso de imágenes satelitales y aerofotografías (1959-2020)*. Proyecto de grado. Universidad Sergio Arboleda. Escuela de Ciencias Exactas e Ingeniería

Custodio, E., & Llamas, M. R. (1996). *Hidrología subterránea*. Ediciones Omega.

DANE. Encuesta Ambiental Industrial. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

DANE. Encuesta Anual Manufacturera. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

DANE. *Encuesta de Sacrificio de Ganado*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

DANE. *Estadísticas demográficas, económicas y sectoriales para la estimación de demanda hídrica y proyecciones*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

DNP. (2018). *Documento CONPES 3918. Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia*. Departamento Nacional de Planeación.

Escarela, G., y Hernández, A. (2009). Modelado de parejas aleatorias usando cópulas. *Revista Colombiana de Estadística*.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2000). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56)*. FAO

Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations-a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*.

Genest, C., & Favre, A.-C. (2007). Everything you always wanted to know about copula modeling but were afraid to ask. *Journal of Hydrologic Engineering*.

Gjermundsen, E., Mathieu, R., Kääb, A., Chinn, T., Fitzharris, B., y Hagen, J. (2011). Assessment of multispectral glacier mapping methods and derivation of glacier area changes, 1978-2002, in the central Southern Alps, New Zealand, from ASTER satellite data, field survey and existing inventory data. *Journal of Glaciology*, 57(204), 667-683. <https://doi.org/10.3189/002214311797409749>

Guardiola-Albert, C., Naranjo-Fernández, N., Rivera-Rivera, J. S., Gómez Fontalva, J. M., Aguilera, H., Ruiz-Bermudo, F., & Rodríguez-Rodríguez, M. (2024). Enhancing groundwater management with GRACE-based groundwater estimates from GLDAS-2.2: A case study of the Almonte-Marismas aquifer, Spain. *Hydrogeology Journal*, 32(7), 1833-1852. <https://doi.org/10.1007/s10040-024-02838-3>

Hall, D. K., Ormsby, J. P., Bindschadler, R. A., & Siddalingaiah, H. (1987). Characterization of Snow and Ice Reflectance Zones On Glaciers Using Landsat Thematic Mapper Data. *Annals of Glaciology*, 9, 104-108. doi:10.3189/S0260305500000471

Hao, Z., & AghaKouchak, A. (2013). Multivariate standardized drought index: A parametric multi-index model. *Advances in Water Resources*.

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. Earthscan.

Ideam. (2010). *Estudio Nacional del Agua 2010*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Ideam. (2011). *Hoja metodológica del indicador Índice de Calidad del Agua (ICA)*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Ideam. (2013). *Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua (ERA)*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Ideam. (2013a). *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Ideam. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Ideam. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Ideam. (2020). *Hoja metodológica del Índice de Retención y Regulación Hídrica*.

Ideam. (2023). *Estudio Nacional del Agua 2022*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Ideam. (2025). *Documento técnico del grupo de trabajo: Seguimiento a la dinámica de inundaciones con sensores remotos V.1.0*. Ideam.

Ideam. (2025). *Hoja metodológica del Índice de Calidad del Agua (ICA)*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Ideam. (2025). *Procedimiento interno: Estimación de extensión de inundación mediante la asimilación de datos de sensores remotos V.1.0*. Ideam.

Ideam, DANE e IGAC. (2012). *Memoria técnica: Inundaciones La Niña 2010-2011*.

Ideam e Invemar. (2021). *Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales e Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis.

Ideam, Sinchi y PNN. (2021). *Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra, escala 1:100.000, periodo 2018. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia*.

Indepaz. (2023). *Conflictos socioambientales en Colombia*. Heinrich Böll Stiftung

IPCC. (2007). El Niño-Southern Oscillation. https://Archive.Ipcc.Ch/Publications_and_data/Ar4/Wg1/En/Ch3s3-6-2.Html.

Jothiprakash, V., & Vaibhav, G. (2008). Re-look to conventional techniques for trapping efficiency estimation of a reservoir. *International Journal of Sediment Research*, 23(1), 76-84.

JPL. (2025). *GRACE, GRACE-FO and GLDAS satellite products*. Jet Propulsion Laboratory.

JPL. (n.d.). El Niño/La Niña Watch & PDO. <https://Sealevel.Jpl.Nasa.Gov/Data/El-Nino-La-Nina-Watch-and-Pdo/Pacific-Decadal-Oscillation-Pdo/>.

Julien, P. Y., Saghafian, B., & Ogden, F. L. (1995). Raster-based hydrologic modeling of spatially-varied surface runoff. *Journal of the American Water Resources Association*, 31(3), 523-536. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1995.tb04039.x>

Kilinc, M. Y., & Richardson, E. V. (1973). Mechanics of soil erosion from overland flow generated by simulated rainfall. *Hydrology Papers* No. 63. Colorado State University, Fort Collins, CO.

Kumar, P., & Bhattacharjya, R. K. (2021). Groundwater storage estimation using GRACE satellite data and hydrological models.

Linton, J., & Budds, J. (2014). The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. *Geoforum*, 57, 170-180.

Minambiente. (2017). *Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia*. 1-128.

Martínez-Alier, J. (2004). *El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Icaria.

Maleki, M., S.A.; Hizam, H.; Gomes, C. (2017). Estimation of Hourly, Daily and Monthly Global Solar Radiation on Inclined Surfaces: Models Re-Visited. *Energies*, 10, 134. <https://doi.org/10.3390/en10010134>

Meinzen-Dick, R., Kovarik, C., & Quisumbing, A. R. (2014). Gender and sustainability. *Annual Review of Environment and Resources*, 39, 29-55.

Minambiente. (2018). *Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Minambiente. (2022). *Lineamientos generales para el manejo de sedimentos a nivel de cuenca hidrográfica en el marco de la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico y Grupo de Administración del Recurso Hídrico. (2019). *Metodología para el diseño de módulos de consumo del agua*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Agua, recurso vital: Cartilla del estudiante*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Corporación Ecofondo. (s.f.). *12 estudios de caso en las regiones colombianas: conflictos ambientales y participación ciudadana por Colombia; Convenio Especial Conflictos Ambientales y Participación Ciudadana*.

Mira, J. (2004). *Resolución de conflictos ambientales. Metodologías y estudios de caso en el Caribe colombiano*. Ecofondo y Minambiente.

Mulu, A., & Dwarakish, G. S. (2015). Different approach for using trap efficiency for estimation of reservoir sedimentation. An overview. *Aquatic Procedia*, 4, 847-852.

Nelson, D. B., Basler, D., & Kahmen, A. (2021). Precipitation isotope time series predictions from machine learning applied in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(26), e2024107118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2024107118>

NOAA. (2012a). *North Atlantic Oscillation*. <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/nao.shtml>

NOAA. (2012b). *Pacific North American*. <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/pna.shtml>

NOAA. (2012c). *West Pacific*. <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/wp.shtml>

Patiño, E. (2021). *El ciclo hidrosocial en la cuenca del río Dagua: historia ambiental y sostenibilidad en el siglo XX* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Occidente].

Patiño-Correa, E., & Barrera-Bassols, N. (2022). Territorios hidrosociales: historia ambiental de la apropiación social y sostenibilidad en la cuenca del río Dagua, Colombia en el siglo XX. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 25(Supl. 1), e2142. <http://doi.org/10.31910/rudca.v25.nSupl.1.2022.2142>

Paul, F., Winsvold, S., Kääb, A., Nagler, T. y Schwaizer, G. (2016). Glacier remote sensing using Sentinel-2. Part II: Mapping glacier extents and surface facies, and comparison to Landsat 8. *Remote Sensing*, 8(575), 16 pp. <https://doi.org/10.3390/rs8070575>

PNUMA. (2020). *Metodología para el monitoreo del indicador 6.3.2 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: proporción de masas de agua de buena calidad*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Putman, A. L., Fiorella, R. P., Bowen, G. J., & Cai, Z. (2019). A global perspective on local meteoric water lines: Meta-analytic insight into fundamental controls and practical constraints. *Water Resources Research*, 55(8), 6896-6910. <https://doi.org/10.1029/2019WR025181>

Real Rangel, R., Pedrozo Acuña, A., Breña Naranjo, J., & Alcocer Yamanaka, V. (2017). Monitorización de sequías en México a través del índice estandarizado multivariado de sequía. *XXIV Congreso Nacional de Hidráulica*.

Reporte de eventos inundación, crecientes súbitas y avenidas torrenciales. UNGRD. (2025).

Rott, H. (1994). Thematic studies in alpine areas by means of polarimetric SAR and optical imagery. *Advances in Space Research*, 14(3), 217-226. [https://doi.org/10.1016/0273-1177\(94\)90218-6](https://doi.org/10.1016/0273-1177(94)90218-6)

Sadegh, M., Ragno, E., & AghaKouchak, A. (2016). Multivariate Copula Analysis Toolbox —MvCAT—: Describing dependence and underlying uncertainty using a Bayesian framework. *Water Resources Research*.

Satizábal-Alarcón, D. A., Suhogusoff, A., & Ferrari, L. C. (2024). Characterization of groundwater storage changes in the Amazon River Basin based on downscaling of GRACE/GRACE-FO data with machine learning models. *Science of The Total Environment*, 912, 168958. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168958>

Satizábal, H. F., Suhogusoff, A. V., & Ferrari, L. C. K. (2024). Downscaling GRACE-based groundwater storage using machine learning

Schwing, F. B., Murphree, T., & Green, P. M. (2002). The Northern Oscillation Index (NOI): a new climate index for the northeast Pacific. *Progress in Oceanography*, 53(2-4), 115-139. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(02\)00027-7](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(02)00027-7).

Sen, Z. (2015). *Applied drought modeling, prediction, and mitigation*. Elsevier.

Sklar, A. (1959). Fonctions de répartition à n dimensions et leurs marges. *Publications de l'Institut de Statistique de l'Université de Paris*, 8, 229-231.

Svoboda, M., y Fuchs, B. (2016). *Manual de indicadores e índices de sequía*. Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Asociación Mundial para el Agua.

Terzer, S., Wessenaar, L. I., Araguás-Araguás, L. J., & Aggarwal, P. K. (2013). Global ISOSCAPES for $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$ in precipitation: Improved prediction using regionalized climatic regression models. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(11), 4713-4728. <https://doi.org/10.5194/hess-17-4713-2013>

Terzer-Wassmuth, S., Wessenaar, L. I., Welker, J. M., & Araguás-Araguás, L. J. (2021). Improved high-resolution global and regionalized ISOSCAPES of $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ and d-excess in precipitation. *Hydrological Processes*, 35(6), e14254. <https://doi.org/10.1002/hyp.14254>

Tootoonchi, F., Sadegh, M., Haerter, J. O., Rätty, O., Grabs, T., & Teutschbein, C. (2022). Copulas for hydroclimatic analysis: A practice-oriented overview. *WIREs Water*.

Ungrd, Ideam, & Minambiente. (2018). *Estrategia nacional para la gestión integral de la sequía en Colombia*. Gobierno de Colombia.

Université de Avignon. (2023). *Diagrammes hydrochimiques: Piper et Stiff*.

Villota, H. (2005). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Viviers, C., van der Laan, M., & Gaffor, Z. (2024). Downscaling and validating GLDAS groundwater storage anomalies by integrating precipitation for recharge and actual evapotranspiration for discharge. *Journal of Hydrology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2024.101879>.

Vrba, J., & Soblsek, P. (1988). Groundwater monitoring for developing countries. *Journal of Hydrology*, 100, 483-498.

Wackernagel, M. y Rees, W. (1996). Our ecological footprint: Reducing human impact on the Earth. New Society Publishers.

Wallace, J. M., & Gutzler, D. S. (1981). Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Monthly Weather Review*, 109(4), 784-812.

WGMS (2020): Fluctuations of Glaciers Database. World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland. DOI:10.5904/wgms-fog-2020-08. Online access: <http://dx.doi.org/10.5904/wgms-fog-2020-08>.

Wilkinson, S. N., Prosser, I. P., & Hughes, A. O. (2006). Predicting the distribution of bed material accumulation using river network sediment budgets. *Water Resources Research*, 42(10), 1-17.

Zemp, M., Hoelzle, M., & Haeberli, W. (2009). Six decades of glacier mass-balance observations: A review of the worldwide monitoring network. *Annals of Glaciology*, 50(50), 101-111. <https://doi.org/10.3189/172756409787769591>

Zhang, L., Potter, N., Hickel, K., Zhang, Y., & Shao, Q. (2008). Water balance modeling over variable time scales based on the Budyko framework: Model development and testing. *Journal of Hydrology*, 360, 117-131.

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y CONVENCIONES

AMM Modo Meridional del Atlántico	DWB Dynamic Water Balance
AMO Oscilación Multidecadal del Atlántico	EAM Encuesta Anual Manufacturera
ANLA Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	ENA Estudio Nacional del Agua
CHIRPS Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data	ENOS El Niño-Oscilación del Sur
CHIRPS -IRE Producto CHIRPS con corrección a partir de datos de estaciones en tierra	FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
CLCC Corine Land Cover adaptada para Colombia	GLDAS Global Land Data Assimilation System
Corpocaldas Corporación Autónoma Regional de Caldas	GNIP Red Mundial de Isótopos en la Precipitación
DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística	GOA Grupo de Ordenamiento Ambiental del Territorio
DBO Materia orgánica biodegradable usada en calidad del agua	GRACE Gravity Recovery and Climate Experiment
DNP Departamento Nacional de Planeación	GRACE -FO Gravity Recovery and Climate Experiment Follow-On
DQO Materia orgánica no biodegradable usada en calidad del agua	IA Índice de aridez
	IACAL Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua

IAH Índice de afectación del abastecimiento hídrico

IARC Índice de Agua No Retornada a la Cuenca

ICA Índice de Calidad del Agua

Ideam Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IDEAM-IDEA Ideam e Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia

IEMS/MSDI Índice Estandarizado Multivariado de Sequía

IEUA Índice de Eficiencia en el Uso del Agua

IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IIAP Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico

Indepaz Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz

INS Instituto Nacional de Salud

Invemar Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras

IPCC Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
En inglés: Intergovernmental Panel on Climate Change

IPHE Índice de Presión Hídrica sobre los Ecosistemas

IRCA Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano

IRH Índice de retención y regulación hídrica

IRS Índice de rendimiento medio de sedimentos

ISH Índice de Seguridad Hídrica

ISOCH Índice de Susceptibilidad de Ocurrencia de Conflictos Hidrosociales

ISOSCAPES Mapas de distribución espacial de isótopos en precipitación

IUA Índice de uso del agua

IVH Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico

JPL Jet Propulsion Laboratory

MapBiomás Proyecto/plataforma de monitoreo de coberturas, usos del suelo y superficies de agua

Minambiente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MEIv2 Índice multivariado de ENOS/ENSO (en inglés Multivariate ENSO Index) versión 2

MSDI/IEMS Índice Estandarizado Multivariado de Sequía

MVCT Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

NAO Oscilación del Atlántico Norte

NetCDF Network Common Data Form

NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration. En español Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos

NOI Índice de Oscilación del Norte

OCA Observatorio de Conflictos Ambientales

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible

OIEA Organismo Internacional de Energía Atómica

OMM Organización Meteorológica Mundial

ONI Índice Oceánico del Niño

PCH Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

PDO Oscilación Decadal del Pacífico

PNA Patrón del Pacífico y América del Norte

PNN Parques Nacionales Naturales de Colombia

PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

QBO Oscilación Cuasi-Bienal

RAP-E Región Administrativa y de Planeación Especial

RNI Red Nacional de Isotopía

RUA Registro Único Ambiental

Runap Registro Único Nacional de Áreas Protegidas.

RUPS Registro Único de Prestadores de Servicios Públicos

SGC Servicio Geológico Colombiano

SIG Sistemas de Información Geográfica

SIRH Sistema de Información del Recurso Hídrico

Sivicap Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable

SSPD Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

SST Sólidos suspendidos totales

SUI Sistema Único de Información de Servicios Públicos

SZH Subzona hidrográfica

TNA Tropical North Atlantic Index / Índice del Atlántico Norte Tropical

TSA Tropical Southern Atlantic Index / Índice del Atlántico Sur Tropical

Unesco Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UNGRD Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

WGMS World Glacier Monitoring Service

WP Índice del Pacífico Oeste.

ZCIT Zona de Convergencia Intertropical



ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA

Reporte de avance

2026