



Ríos en Riesgo de Venezuela 2

Douglas Rodríguez Olarte
Editor



Los ríos tienen una relación vital con los árboles, ellos son fundamento para las aguas y la vida. Felices los Pueblos con aguas y árboles para disfrutar y conservar (fotografía de D. Rodríguez-Olarte).

Ríos en Riesgo de Venezuela 2

Edición a cargo de

Douglas Rodríguez Olarte

Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado
Barquisimeto, Venezuela

2018

Información



Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. UCLA

RIF G200000775 / www.ucla.edu.ve

Rectora (E)

Nelly Velásquez

Vicerrectora Académica

Nelly VELÁSQUEZ

Vicerrector Administrativo

Edgar ALVARADO

Secretario General

Edgar RODRÍGUEZ

Decano de Agronomía

Nerio NARANJO

Museo de Ciencias Naturales UCLA

Colección Regional de Peces

Colección Recursos Hidrobiológicos de Venezuela

Serie

Ríos en Riesgo de Venezuela (Volumen 2)

Editor

Douglas RODRÍGUEZ OLARTE

Revisión de textos y estilo

Douglas RODRÍGUEZ OLARTE, Crispulo J. MARRERO y Donald C. TAPHORN

Diseño y diagramación

Douglas RODRÍGUEZ OLARTE

Sugerencias de cita. Obra completa: Rodríguez-OlarTE, D. (Editor). 2018. *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 2*. Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Barquisimeto, Lara. Venezuela.

Capítulo: Monente, J. 2018. Las plumas fluviales al Mar Caribe de Venezuela. Capítulo 7 (pp: 141-157). En: Rodríguez-OlarTE, D. (Editor). *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 2*. Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Barquisimeto, Lara. Venezuela.

Primera edición digital: 15 Mayo 2018

© los autores, 2018

196 p. Incluye bibliografías, figuras y tablas

Depósito Legal. Biblioteca Nacional de Venezuela: LA2016000137

ISBN Obra completa: 978-980-12-9274-6

ISBN Volumen 1 2017 digital: 978-980-12-9350-7

ISBN Volumen 2 2018 digital: 978-980-18-0103-0

1. Ecosistemas fluviales. 2. Geografía y clima. 3. Calidad de aguas. 4. Insectos acuáticos. 5. Ictiofauna. 6. Vegetación. 7. Perturbaciones. 8. Conservación. 9. Venezuela.

ISBN: 978-980-12-9274-6



Esta publicación y su contenido no representan necesariamente la expresión de opinión o juicio por parte de las instituciones de adscripción de los autores, incluyendo denominaciones, opiniones, inclusión de nombres, registros, datos o información complementaria proporcionada por los autores. Así, todos los aportes y opiniones expresadas son de la entera responsabilidad de los autores correspondientes.

Contenidos

Autorías y equipo de evaluación / 4

Agradecimientos / 8

Introducción / 9

Sección I

Coberturas regionales y casos especiales

- 1 El relieve terrestre y la historia paleoclimática en la hidrografía fluvial de Venezuela / 13-29

Luis E. RENGEL-AVILÉS

- 2 Ríos en riesgo en la costa oriental del Lago de Maracaibo / 31-46

Margenny BARRIOS GÓMEZ, Douglas RODRÍGUEZ-OLARTE
y Pedro RODRÍGUEZ BUENO

- 3 Condición ecológica de los ecosistemas fluviales en la cuenca del Río Capaz, Sierra de la Culata, Andes de Venezuela / 47-69

José Elí RINCÓN, Leyda MEJÍA y Heberto PRIETO

- 4 Ríos en riesgo al Mar Caribe y al Golfo de Venezuela / 71-102

Douglas RODRÍGUEZ-OLARTE, Crispulo J. MARRERO y Donald C. TAPHORN

- 5 Estatus de los tributarios de la depresión del Lago de Valencia. Un caso de estudio en el río Los Guayos / 103-120

Belkys PÉREZ GARCÍA, Vincenzo STORACI KOSCHELOW, Liliana NIETO CAICEDO
y Rafael FERNÁNDEZ DA SILVA

- 6 Ríos en riesgo en el oriente de Venezuela: caracterización y conservación del río Manzanares / 121-138

Sinatra K. SALAZAR, Carmen Y. ALFONSI, Bladimir GÓMEZ,
Jesús A. BELLO, William SENIOR y Luis TROCCOLI

Sección II

Valor de patrimonio y eventos transversales

- 7 Las plumas fluviales al Mar Caribe de Venezuela / 141-157

José Antonio MONENTE

- 8 La pluma del río Orinoco en el Océano Atlántico y el Mar Caribe / 159-170

José Antonio MONENTE

- 9 Las sequías meteorológicas y su influencia sobre el régimen hídrico de los ríos en Venezuela / 171-184

Franklin PAREDES-TREJO, Humberto BARBOSA-ALVES,
María Alejandra MORENO-PIZANI y Asdrúbal FARÍAS-RAMÍREZ

- 10 Coberturas de bosques y desembocaduras fluviales: relaciones espacio-temporales en Venezuela / 185-195

Pedro RODRÍGUEZ BUENO y Douglas RODRÍGUEZ-OLARTE

Ríos en riesgo al Mar Caribe y al Golfo de Venezuela

Douglas RODRÍGUEZ-OLARTE^{1,4}, Crispulo J. MARRERO^{2,4}
y Donald C. TAPHORN³

1. Colección Regional de Peces. Museo de Ciencias Naturales. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, UCLA. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela.
douglasrodriguez@ucla.edu.ve
2. Museo de Ciencias Naturales Guanare. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, UNELLEZ. Guanare, estado Portuguesa, Venezuela.
krispulom@gmail.com
3. 1822 North Charles Street, Belleville, Illinois, 62221, USA.
taphorn@gmail.com
4. Red Iberoamericana para la formulación y aplicación de protocolos de evaluación del estado ecológico, manejo y restauración de ríos (IBEPECOR)

Los ríos en las vertientes al Golfo de Venezuela y al Mar Caribe Occidental y Central del país (~60.000 km²) drenan tierras con una enorme población humana, que se emplaza y crece en sus riberas, depauperando sus recursos hidrobiológicos. Para inferir sobre el estado de 65 ríos se valoró su geografía, clima, vegetación, aguas, biotas, coberturas boscosas y estado de conservación, este último mediante un índice de cobertura natural modificado. Según los registros, estas vertientes generaban unos 239 m³/s de aguas dulces, con un poco más del 50% aportados por los ríos Tocuyo y Tuy; pero se estima que estos caudales han disminuido. Alrededor de un tercio de los ríos tienen 34 embalses mayores, canalizaciones y/o desvío de sus cauces, mientras en casi todos se vierten efluentes urbanos. El endemismo de la ictiofauna es importante (32% en 102 especies) pero restringido y muchas especies están amenazadas, así como otros vertebrados acuáticos. Las áreas protegidas tienen efecto positivo pero limitado para la conservación estricta de los ríos. De la población total (7.217.558 personas) el 65% se registra en dos cuencas. Los principales impactos sobre los ríos son 1) contaminación por efluentes antropogénicos en su mayoría no tratados adecuadamente, 2) extracción de agua de los cauces, 3) deforestación de cuencas altas y bosques ribereños, 4) transformación del hábitat fluvial y 4) minería no metálica. De usual, la pérdida de coberturas naturales se asocia con las perturbaciones anteriores: más de 75% de las cuencas tiene cobertura pobre o muy pobre y menos del 1% tiene una cobertura elevada. Estas vertientes contienen los ríos más contaminados de Venezuela pero también con una diversidad biológica importante. Es de prioridad la restauración y conservación de los ríos y se prevé que en el corto plazo se apliquen protocolos adaptados para el biomonitoreo, restauración y conservación de los ríos costeros.

Palabras Clave: Ríos en riesgo de Venezuela, Mar Caribe, recursos hidrobiológicos, cuencas hidrográficas, ecosistemas fluviales

1. INTRODUCCIÓN

Venezuela es el país con mayor extensión continental costera en el Mar Caribe y le aporta un volumen importante de agua dulce a través de unas 130 desembocaduras de ríos y lagos. Estos drenajes costeros acumulan un caudal de 1.687 m³/s (MIN-AMB 2010), representando un poco menos del 5% del caudal promedio del Orinoco, pero una importancia fundamental para la región caribeña del país, pues millones de personas, emporios industriales y agrícolas subsisten gracias a los mismos y a sus recursos hidrobiológicos, económicos y culturales. Estos ríos varían en gran medida a lo largo de la geografía costera, pues su tipo y distribución, así como sus aguas, biotas y gentes, son respuesta a una notable variedad de paisajes y ecosistemas.

La vertiente Caribe de Venezuela abarca desde la Península de la Guajira (Laguna de Cocinetas) hasta la Península de Paria (Promontorio de Paria) y, de manera general, por el occidente incluye drenajes de la Península de la Guajira y el flanco interno y norte de la Cordillera de los Andes de Venezuela, expresados por varias sierras (Mérida, Culata, Portuguesa), le siguen el Sistema Coriano y la Cordillera de la Costa, esta última es dividida (Cordillera del Interior) e interrumpida al oriente, donde reaparece y conforma sendas penínsulas. La historia de la vertiente Caribe de Venezuela se asocia con la relación de un río ancestral y la tectónica de las cordilleras al norte de Suramérica. Un río ancestral (llamado aquí proto-Orinoco) desembocaba en lo que hoy son los drenajes costeros del noroccidente de Venezuela (Maracaibo-Falcón) y gracias a la orogénesis andina su curso sería desviado progresivamente al este geográfico, hasta su actual ubicación bordeando el Macizo Guayanés (Rodríguez-Olarte et al. 2009). A partir de una nueva divisoria de aguas se conformarían las cuencas pericontinentales del país, algunas con drenajes andinos (Maracaibo, Tocuyo), otras asociadas con orografías costeras (Aroa, Tuy) o con los llanos orientales (Unare), por ejemplo. La denudación en unión con climas variados, desde muy húmedos (sur de Maracaibo, Barlovento) hasta muy secos (Paraguaná, Araya), permitiría a los ríos locales modelar planicies en las depresiones y conos explayados en las taludes profundos del mar. De igual manera, la flora y fauna en esos drenajes al mar mostraría rasgos distintivos entre las grandes cuencas gracias al aislamiento geográfico prolongado, pero también a los eventos de transgresión y regresión marina y a los rigores del clima (Rodríguez-Olarte et al. 2011a).

La mayoría de los ríos al Mar Caribe drenan cuencas bajo fuertes impactos que tienen por lo regular varios siglos de recurrencia y magnificación

progresiva. A los ríos costeros ingresan las aguas residuales de grandes ciudades y centros industriales y agrícolas (Zinck 1977, Rodríguez-Olarte et al. 2015a) y a esto se suma la deforestación extensiva en toda la región (Madi et al. 2011), lo que ha disminuido el potencial de los ríos como fuente de servicios ecosistémicos, eso sin considerar su extraordinario ecológico valor como ecosistema y el de su diversidad biológica asociada.

En este siglo se han incrementado en gran medida las evaluaciones ambientales en los ríos costeros del país, principalmente en los drenajes occidentales y centrales al Mar Caribe. En la mayoría de los casos no se han aplicado protocolos estandarizados para el monitoreo de los ríos y/o para determinar los estados de conservación. Así, para los ríos al Mar Caribe es usual que los reportes tengan énfasis sobre las variables de las aguas para estimar su calidad con fines de consumo humano y, eventualmente, agrícola; de resto existe una notable vacío de información sobre el estado de conservación los ríos (ej. tipo y conformación del sustratos, comunidades biológicas) y sus riberas (ej. coberturas de bosques ribereños, erosión de taludes).

El estado de conservación es conocido solamente para algunos ríos en la región centro occidental (ej. Aroa, Tocuyo; Rodríguez-Olarte et al. 2006, 2007), pero también se han aplicado valoraciones generales en escalas mayores en los drenajes al Mar Caribe: Rodríguez-Olarte et al. (2015b) actualizaron datos e información sobre los ríos en el occidente (Mitare, Coro, Ricoa, Hueque, Tucurere, Tocuyo, Aroa, Yaracuy y Urama), mientras que González-Oropeza et al. (2015) y Lasso et al. (2015) lo hicieron para la cuenca del Tuy y los pequeños drenajes del litoral central del país, respectivamente.

No se dispone aún de la integración de la información generada sobre los ríos del país, de manera que puedan reconocerse clases o magnitudes de conservación. Se entiende entonces que la reunión de datos e información sobre las principales características de los ríos costeros de Venezuela puede servir de base para inferir sobre su estado; más aún: puede servir para crear y actualizar bases de datos con utilidad para los previsibles estudios sobre la integridad de comunidades y ecosistemas, así como la aplicación de programas de monitoreo en diferentes escalas especiales y temporales. En este capítulo se presenta una caracterización de los principales ríos que drenan las vertientes al Golfo de Venezuela, así como al Mar Caribe occidental y central de Venezuela, abarcando aspectos sobre su geografía, clima, vegetación, fauna acuática, demografía, intervención y estados de conservación.

2. MÉTODOS

Se han agrupado las cuencas costeras (pericontinentales) en vertientes hidrográficas, acorde con sus similitudes geográficas, climáticas y biológicas. De manera general, la vertiente Caribe de Venezuela se divide en cinco grupos de drenajes con características particulares (Figura 1):

- I. **Vertiente al Golfo de Venezuela.** Incluye los ríos que desembocan entre Castilletes (Península de la Guajira) hasta el Cabo San Román (Península de Paraguaná). Los drenajes en la costa occidental del golfo (Ia) van desde la Laguna de Cocinetas hasta el caño Pararú (Sagua), al norte del pueblo de Paraguaipoa. Los drenajes en la costa oriental del golfo (Ib) incluyen desde el río Maticora hasta la quebrada Macama (Punta Macama), al este el Cabo San Román, en la Península de Paraguaná. En medio de estos drenajes desemboca el Lago de Maracaibo.
- II. **Cuenca del Lago de Maracaibo.** Incluye a todos los ríos que desembocan en el lago y en el Estrecho de Maracaibo. El río Limón desemboca en el estrecho y además conforma un humedal (complejo lagunar Sinamaica-El Eneal) que se extiende a largo de la costa. Igual ocurre con el río Cocuiza, en la costa oriental del lago, donde conforma el complejo lagunar de la ciénaga de Los Olivitos.
- III. **Vertiente al Mar Caribe occidental.** Desde el Cabo San Román (quebradas Santa Cruz - El

Amparo) en la Península de Paraguaná hasta el río Sanchón, en la vertiente occidental de la Fila Los Cajeros de la Cordillera de la Costa.

- IV. **Vertiente al Mar Caribe central.** Desde el río Aguas Calientes, en la vertiente oriental de la Fila Los Cajeros, hasta el río Uchire en la Fila Maestra de la Cordillera del Interior.
- V. **Vertiente al Mar Caribe oriental.** Desde la Fila Maestra de la Cordillera del Interior hasta el extremo norte de la Península de Paria (promontorio de Paria).

Para las vertientes I, III y IV se recopilieron y actualizaron datos e información sobre 65 ríos considerando la geografía, superficies y drenajes, clima, vegetación y usos de la tierra, demografía y contaminación, entre otros. Se emplearon datos geoespaciales (cartas, mapas, archivos de capas digitales e imágenes satelitales, entre otros) obtenidos principalmente de las siguientes fuentes: 1) ediciones de los Sistemas ambientales venezolanos (proyecto VEN/79/001) y de la Comisión de Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH), 2) capas digitalizadas y mapas topográficos del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) en sus portales sobre los sistemas de Información para la Gestión y Ordenación del Territorio (SIGOT, <http://www.igvsb.gob.ve/sigot.geoportal-sb.gob.ve>) y para la Gestión Integral de las Aguas (SIGIA, [sigia.geoportalsb.gob.ve](http://www.igvsb.gob.ve/sigia.geoportalsb.gob.ve)), 3) datos del censo

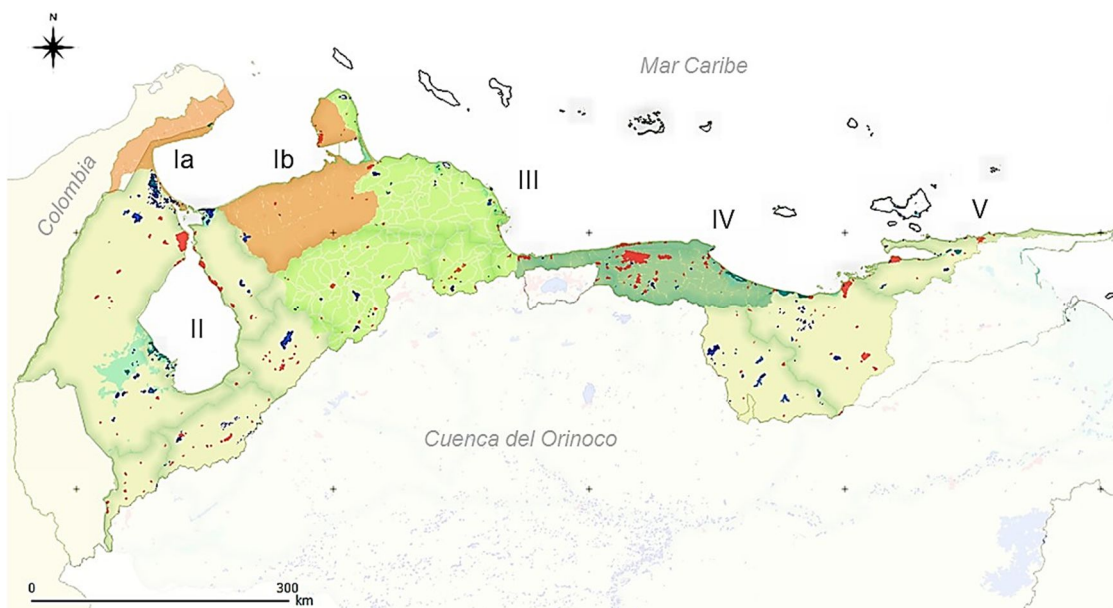


Figura 1. Drenajes al Golfo de Venezuela y al Mar Caribe. Vertiente occidental (Ia) y oriental (Ib) al Golfo de Venezuela y cuenca del Lago de Maracaibo (II). Vertientes al Caribe occidental (III), central (IV) y oriental (V). En este trabajo se incluyen solo las vertientes I (Ia y Ib) y III.

nacional 2011 (Instituto Nacional de Estadística, INE; www.ine.gov.ve), 4) la red virtual de datos ecológicos geolocalizados (Ecosig; www.ecosig.org.ve; Rodríguez et al. 2014), 5) hydrobasins (www.hydrosheds.org; Lehner y Grill 2013), 6) Libro Rojo de la Fauna venezolana (animalesamenazados.provita.org.ve; Rodríguez et al. 2015), 7) Libro Rojo de los Ecosistemas de Venezuela (www.provita.org.ve; Rodríguez et al. 2010) y 8) mapa digital del relieve de Venezuela (pubs.usgs.gov/of/2004/1322; Garrity et al. 2010). De igual manera, se accedió a las bases de datos de colecciones biológicas (Colección Regional de Peces, CPUCLA; Museo de Ciencias Naturales Guanare, MCNG).

Mediante un sistema de información geográfica (QGIS 2.16.2) se reconocieron y delimitaron las cuencas, sus áreas y ríos mediante las capas digitalizadas obtenidas en las fuentes indicadas. Mediante un visualizador geográfico (Google Earth Pro, 2015) se examinaron imágenes satelitales actualizadas sobre los drenajes costeros de Venezuela, para reconocer, delimitar y cuantificar aspectos geográficos y usos de la tierra, principalmente las intervenciones asociadas con los ríos: centros urbanos, industrias, canalizaciones y desvíos de cauces, embalses y minerías, entre otras.

En las vertientes I, III y IV se evaluaron 65 ríos en secuencia oeste-este. Algunos ríos no fueron considerados por su cuenca muy pequeña (<15 km²), corriente eventual o intermitente y/o por carencia de información sobre los mismos. Los ríos mayores fueron valorados individualmente (ej. Paraguachón, Mitare, Tocuyo, Tuy) y los otros ríos menores se agruparon según accidentes geográficos. La información ordenada sobre los ríos se presentó en varias secciones.

- a) **El Paisaje, relieve e hidrografía:** trata sobre la ubicación de la red hidrográfica local en el ámbito del paisaje y el relieve, considerando su relación con las orografías, alturas y superficies. Las unidades y regiones del paisaje se tomaron de Huber y Oliveira-Miranda (2010). Aquí se indican aspectos sobre el tipo de drenaje, longitud, rumbo, tributarios y desembocadura. Los nombres empleados (accidentes geográficos, hitos, ríos, ciénagas, pueblos, etc.) son los correspondientes a los mapas topográficos (escala 1:100.000) de la Dirección de Cartografía Nacional del antiguo Ministerio de Obras Públicas de Venezuela.
- b) **Clima y vegetación:** se incluyen aspectos básicos y registros -cuando disponibles- sobre la precipitación y temperaturas locales o regionales, así como los principales tipos de vegetación en la cuenca, de usual formaciones vegetales.

- c) **Aguas:** se consideraron los datos reportados y propios sobre caudales y variables físico-químicas, usualmente pH, conductividad, sólidos totales disueltos, etc. Los registros sobre los caudales son en la mayoría de los casos, poco accesibles y desactualizados, por lo que los valores utilizados no son necesariamente representativos de las condiciones actuales.
- d) **Fauna acuática, usos y amenazas:** se resumen los principales aspectos sobre la ictiofauna local. Eventualmente se incluyen datos sobre otros grupos de vertebrados según su relevancia o situación de amenaza. Se consideraron las versiones actualizadas de libros rojos (Rodríguez et al. 2015), publicaciones, reportes regionales y datos de colecciones biológicas. Además, se incluye información sobre usos típicos para las especies y registros sobre especies introducidas.
- e) **Áreas protegidas:** se identificaron, ubicaron y cuantificaron las principales áreas protegidas: parques nacionales, monumentos, naturales, zonas protectoras, etc.
- f) **Usos de la tierra:** se identificaron y ubicaron los principales usos de la tierra (deforestación, agricultura) y su relación con los cursos fluviales mediante imágenes satelitales y visitas de campo eventuales.
- g) **Demografía:** Se dispuso de registros del censo nacional (2011) para estimar la población y su densidad por cada cuenca hidrográfica. Se emplearon capas digitalizadas en la superposición de municipios y parroquias por cada cuenca.
- h) **Alteración de cauces:** Se revisaron mapas cartográficos e imágenes satelitales para revisar los cauces en el área de estudio. Se cuantificaron los cauces con intervenciones mayores (canalizaciones y desvíos). Se ubicaron los embalses mayores por cada cuenca, considerando sus superficies y ubicación, mediante revisión bibliográfica, capas digitalizadas e imágenes satelitales.
- i) **Estado de conservación:** Los bosques, principalmente los bosques ribereños, amortiguan el ingreso de sedimentos a los cauces, favorecen el flujo hídrico y contribuyen con la diversificación de los hábitats acuáticos y la diversidad biológica asociada (Rodríguez-OlarTE et al. 2006b). Esto indica que las coberturas y usos de la tierra predicen el estado de conservación de los ríos. Con base en lo anterior y para valorar el estado de conservación aparente de las cuencas y sus ríos se exploraron y relacionaron imágenes satelitales, las capas digitales de áreas protegidas de Venezuela (sigot.geoportalsb.gob.ve), datos del Libro Rojo de los Ecosistemas de Venezuela (Rodríguez et al.

2010) y el mapa de grados de intervención (GDI) de formaciones vegetales de Venezuela; en este último se asigna un grado de conservación expresado por un índice básico de coberturas y clases de conservación (Madi et al. 2011). Aquí, los estados se reconocieron en cuatro clases de conservación (CC). La clase 1 (CC1) fue de conservación buena, lo que equivale al predominio de coberturas naturales en la superficie de la cuenca (ej. cuencas pequeñas cubiertas por parques nacionales o monumentos naturales), clase 2 (CC2: conservación regular), clase 3 (CC3: conservación pobre) y clase 4 (CC4: conservación muy pobre); esta última clase se caracteriza por la eliminación de gran parte de la cobertura natural, usualmente predominan áreas agropecuarias y urbanas. Para complementar esta información se incluyeron consideraciones generales ríos con base en las secciones previas sobre el estado de conservación de los ríos y grupos de ríos.

3. RESULTADOS

3.1. Vertiente al Golfo de Venezuela: Costa Occidental (Ia)

3.1.1. Río Paraguachón (Carraipía-Paraguachón)

- a) **Paisaje, relieve e hidrografía:** Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera) y Región D (subregión D.1. Serranía de Perijá). El río Paraguachón (Carraipía en Colombia) drena una pequeña cuenca que nace en la Sierra de Montes de Oca (806 msnm), con 314 km² de su territorio en Colombia (municipio Maicao, departamento Guajira) y con 240 km² en el municipio Guajira del estado Zulia de Venezuela (Figura 2, Tabla 1). El cauce principal tiene una dirección inicial de sur a norte y luego, en las planicies, cambia hacia el noreste. Aguas abajo de la frontera el cauce se anastomosa y conforma la Ciénaga de Irurpana; luego, los cauces se dirigen al caño Guarúrtain para desembocar finalmente en el Golfo de Venezuela. La cuenca tiene dos unidades generales divididas por la Falla de Oca: la zona de montaña baja con colinas al sur y las planicies aluviales y fluvio-marinas, que abarcan la mayor superficie en la cuenca. En las planicies el cauce principal es excavado y con curso meándrico, destacando la erosión de taludes en las zonas bajas.
- b) **Clima y vegetación:** En la cuenca alta la precipitación y temperatura promedio anual alcanza 1.154 mm (500 msnm) y cerca de los 25°C, mientras que en las planicies es de 673 mm y cerca de 28°C. Los bosques ralos predominan en la cuenca baja y en las cercanías al mar predominan los matorrales y el suelo desnudo. Casi todas las

especies leñosas tienen importancia como madera para la construcción y leña. La vegetación está muy intervenida en toda la cuenca y sólo persisten sectores con bosques en la cuenca alta. En la zona de montaña la deforestación es limitada a la vertiente norte, mientras que en las planicies y por encima de los 40 msnm predominan los potreros para la ganadería extensiva y en menor cuantía las áreas de cultivos, ambos sistemas de producción extraen agua directamente de los cauces (Corpoguajira 2007). Los bosques ribereños tienen coberturas amplias en las cabeceras y en las planicies a mayor altura, pero en la cuenca baja son escasos gracias a las perturbaciones humanas.

- c) **Aguas:** Predominan los cauces con corrientes intermitentes, principalmente en la cuenca baja. Cuando el río Carraipía ingresa a las planicies un volumen importante de su caudal es desviado a un acueducto que provee de agua potable a la ciudad de Maicao (~100.000 habitantes). En la frontera el río es intermitente y el caudal medio registrado es de 0,8 m³/s (Tabla 1). En pocos meses el río se seca (febrero y marzo) mientras que en diciembre se registran los valores máximos, con 2,7 m³/s, medidos en la frontera (Corpoguajira 2007). En Paraguachón (frontera) el agua del río ha presentado concentraciones elevadas de coliformes y elevada demanda bioquímica de oxígeno (Corpoguajira 2007) sugiriendo fuentes de contaminación por aguas negras y residuos sólidos aguas arriba.
- d) **Fauna acuática, usos y amenazas:** En los pocos ríos que drenan al occidente del Golfo de Venezuela (Guajira y río Limón) se han registrado un poco más de 60 especies de peces, con el predominio de las familias Loricariidae (11 especies), Characidae (nueve especies) y Rivulidae (siete especies). La mayoría de estas especies son endémicas para la provincia biogeográfica Maracaibo (Rodríguez-Olarte et al. 2011a). En la región de la Guajira su distribución es consecuencia de la intensidad más de los periodos de sequía que de los periodos de lluvias. Varios de estas peces son consideradas en situación de amenaza, como es el caso del pez anual de la Guajira (*Austrofundulus guajira*), que vive en pozos aislados en los desiertos y es considerado como vulnerable (Taphorn y Rodríguez-Olarte 2015a), y la rachovia de la Guajira (*Rachovia brevis*), la cual si está en categoría de peligro crítico (Taphorn y Rodríguez-Olarte 2015a, 2015b). Esta especie de pez anual es simpátrica con *Austrofundulus guajira* y *Rachovia hummelincki*, las cuales son -como la mayoría de los Rivulidae dulceacuícolas locales- incluidas en las listas rojas de Venezuela. Todas estas especies de

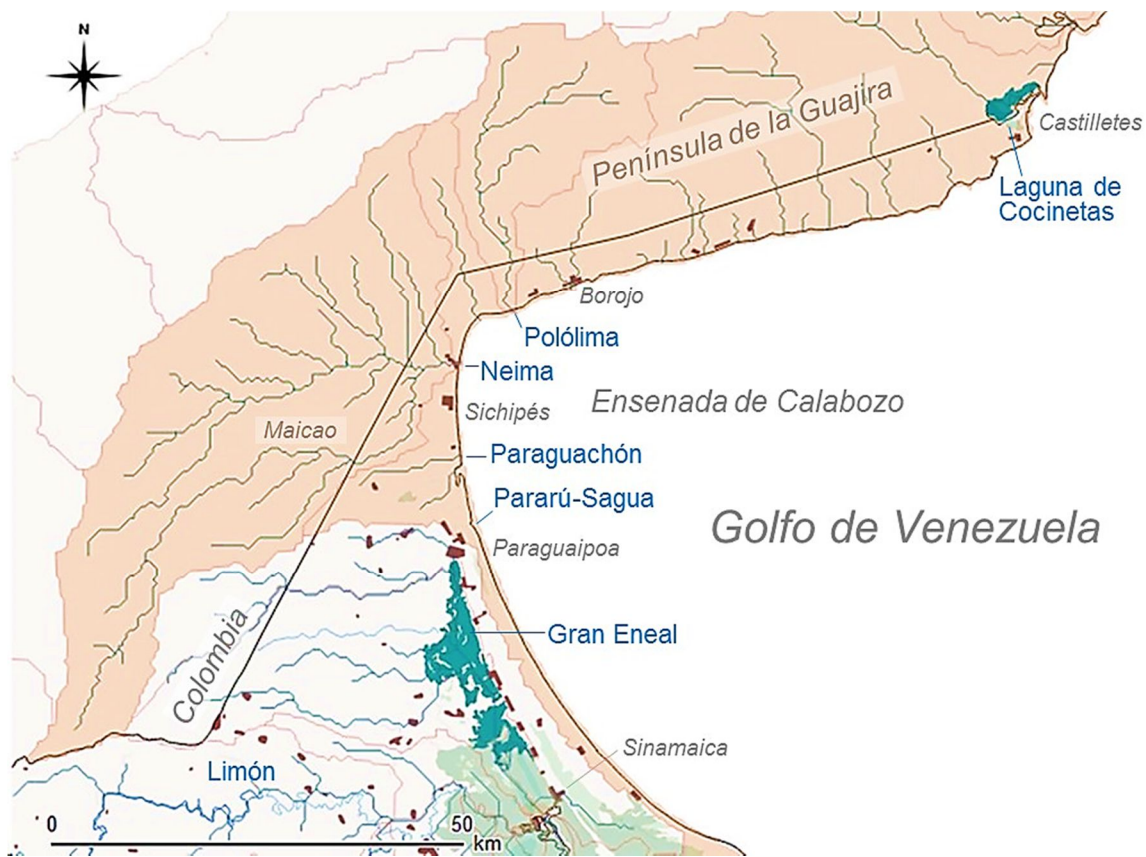


Figura 2. Vertiente occidental (Ia) del Golfo de Venezuela y sus principales ríos y lagunas. Se muestran las principales divisorias de aguas (líneas finas). Los centros poblados y designaciones geográficas están en cursiva. Las mayores ciudades son Paraguaipoa, Paraguachón y Maicao (Colombia).

peces anuales en la región están en situación de riesgo, el cual se ha incrementado notablemente en este siglo.

En la provincia Maracaibo el nivel de endemismo es muy elevado, por lo que frente a las previsiones del cambio climático y la expansión de la frontera agrícola y urbana se predice, por ejemplo, una reducción importante de los hábitats acuáticos y por consecuencia de las poblaciones de peces, lo cual puede afectar su sobrevivencia en el plazo mediano. En los ríos locales algunas especies tienen tamaño moderado e interés en la pesca de subsistencia (*Prochilodus reticulatus*, *Schizodon corti*, *Caquetaia kraussii*, *Geophagus steindachneri*, *Rhamdia quelen*, *Hypostomus* sp., *Pimelodus coprophagus*). Igualmente, tienen interés para el consumo las especies asociadas a las desembocaduras, como *Cathorops spixii*, *Centropomus* sp., *Eugerres plumieri* y *Mugil curema*, por ejemplo.

- e) **Áreas protegidas:** En las cabeceras (Colombia) la reserva forestal protectora Montes de Oca ocupa 12.294 ha; de resto, no hay parques nacionales u otras figuras de conservación importantes. Esta

área protegida en la cuenca alta y la presencia de bosques ribereños sugieren la conservación potencial del cauce y las aguas en algunos sectores.

- f) **Usos de la tierra:** La erosión es muy activa en la cuenca -salvo los cerros- y es asociada con la expansión de la frontera agrícola; no obstante, la revisión de imágenes histórica no indica cambios importantes en la ya escasa cobertura vegetal en las cuencas al norte (Cocinetas, Pololima). Más al sur (Paraguachón, Pararú) la vegetación natural (bosques bajos y matorrales compactos) tienen una deforestación importante en las planicies. En toda esta vertiente predomina la ganadería caprina.
- g) **Demografía:** el principal centro poblado en la cuenca es Paraguachón y es limítrofe, pero con mayor desarrollo en Colombia. En las divisoras al sureste de la cuenca Paraguachón y existe un cordón urbano (Guareo, Arepeta, Moina) que se asocia con las carreteras principales y se extiende hasta Paraguaipoa. Se estima que en la toda la vertiente occidental habitan unas 184.990 personas; son embargo, alrededor de 160.000 habitan en el lado colombiano (Maicao), en la cuenca del río

Tabla 1. Principales ríos en las vertientes al Golfo de Venezuela (GVV este y oeste) y al Mar Caribe Occidental (VCO). El origen y tratamiento de los datos es indicado en los métodos. En la Corriente se indica su tipo (T): eventual (e), intermitente (i), permanente (p) y el caudal (m^3/s). La Población humana es basada en el censo nacional de 2011. En Perturbaciones están: Embalses en número (N°) y superficie del espejo de agua (ha), la canalización y desvío (CD) de cauces principales (c) y tributarios (t), y los efluentes (E), que son urbanos (u) e industriales (i). La mayoría de los ríos reciben efluentes agropecuarios. Las clases de conservación (CC) son: buena (1), regular (2), pobre (3) y muy pobre (4). En los Ríos se indica: entre paréntesis para el número de áreas protegidas (parques nacionales y monumentos naturales) en su cuenca; en (a) sólo la superficie dentro de Venezuela. En Población humana (b) incluye principalmente la población de Colombia dentro de la cuenca de Maicao (b).

Ríos	Cuenca (km ²)	Corriente		Población humana	Perturbaciones				CC
		T	(m ³ /s)		Embalses		CD	E	
					N°	ha			
Golfo de Venezuela oeste ^a									
Polólima	23	e		4.100	1	0,61		u	3
Neima	93	e	0,1	160.000 ^b				ui	3
Paraguachón	240	i	0,8	4.000			ct	ui	4
Pararú-Sagua	141	i	0,1	15.000				u	4
Otros	224	i		1.800		2,2			3
Golfo de Venezuela este									
Maticora	2.713	p	9,9	16.107	1	2.966		ui	4
Borojó	526	i	0,9	23.000				u	3
Capatárda	608	i	0,6	8.052	1	234		u	3
Zazárida	925	i	1,3	5.457				ui	3
Urumaco	447	i	0,1	6.033				u	3
Mitare (1)	4.597	i	14,8	31.000	1	1.215		ui	3
Paraguaná oeste (1)	1.760	i	0,5	281.023	1	31,6	c	ui	3
Otros	3.391	i	1,0	26.500		41			3
Vertiente Caribe Occidental									
Paraguaná este (1)	930	i	0,5	54.230	2	21,8		ui	4
Coro (2)	689	i	0,9	180.812	2	1.903	c	ui	3
Ricoa (1)	813	p	1,6	11.830	1	620		ui	4
Hueque (1)	4.217	p	4,0	23.660	1	586		ui	3
El Cristo	131	p	0,5	3.341	1	207		u	4
Tucurere	684	p	0,7	19.045				u	4
Tocuyo (4)	17.722	p	48,4	490.833	7	5.428	ct	ui	4
Aroa (1)	2.463	p	6,0	83.635			ct	ui	3
Yaracuy (2)	2.481	p	16,0	497.555	2	875	ct	ui	4
Urama	590	p	2,2	69.236	1	534	ct	ui	4
Morón	147	p	1,0	60.588	1	6,8	c	ui	2
Sanchón (1)	102	p	0,4				c	u	1
Otros	697		2,0	17.500		790			3

Neima (Tabla 1). La densidad de población entre las cuencas tiene extremos importantes: al norte es muy baja, menor a 10 ind/ km², mientras que en la cuencas binacionales de Neima y Pararú-Sagua es de 99 y 106 ind/km², respectivamente.

- h) **Alteración de cauces:** el cauce del río ha sido desviado y canalizado a partir del pueblo de Paraguachón y al margen de la frontera internacional

(Figura 2). Luego de Paraguachón el cauce corre paralelo a la frontera unos 6,6 km con dirección nornordeste, desemboca en otro cauce (también canalizado) con orientación sureste, cruza la frontera y retorna hasta la Ciénaga de Irurpana.

- i) **Estado de conservación:** En las cuencas al norte predominó la clase de conservación 3 (CC3). Ahí la cobertura natural es dominada por el suelo

desnudo y la intervención humana es escasa. Al sur, las cuencas son reconocidas como CC4; ahí la cobertura natural en tierras medias es de bosque ralo bajo severa intervención. El río Paraguachón tiene importancia por su condición binacional, ya que los eventos en su cuenca alta tienen efecto sobre las áreas bajas en Venezuela.

La información disponible sugiere que este río tiene comprometida su conservación porque: (a) un volumen importante del agua del río es dedicada para suplir las necesidades de los centros poblados (principalmente Maicao, Carraipía y Paraguachón) y áreas de producción agropecuaria, (b) al río ingresan aguas servidas no tratadas y residuos sólidos de varios centros urbanos, (c) la canalización y desvío de cauces y (d) efectos del cambio climático, lo cual es aplicable en todas las cuencas costeras y áridas de Venezuela.

3.1.2. Otros ríos en la costa occidental del Golfo de Venezuela

Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera). Al norte y contiguo al río Carraipía-Paraguachón está el caño Neima o Kijotchom (1.603 km²; 93 km² en Venezuela. Figura 2, Tabla 1), con drenajes que se originan principalmente en las planicies. Las corrientes locales son de carácter eventual o esporádico, pero este río tiene corrientes intermitentes atribuibles a los drenajes urbanos de la ciudad de Maicao, a pesar que al norte de esta ciudad existe una laguna de tratamiento de aguas servidas.

Se ha evidenciado que las aguas residuales se orientan a los cauces naturales que finalmente se dirigen al caño Neima y de ahí al Golfo de Venezuela, lo que debe tener un efecto negativo sobre los centros poblados de la etnia Wayúu y sistemas de producción agrícola, pero también perjudica a los ecosistemas fluviales y marinos en general. Lo anterior coloca al caño Neima en situación de riesgo y demuestra un pasivo ambiental con prioridad de resolución. Más al norte -donde el clima es más severo- está el caño Polólíma que nace en la Serranía de Simaraua y cubre 436 km²; de esta superficie unos 23 km² corresponden a Venezuela en su tramo final, donde desemboca en la zona de Cojoro.

La Laguna de Cocinetas es el extremo límite de Venezuela con Colombia (Castilletes) y la misma es contenida totalmente en el territorio venezolano, pero no así desde su litoral este (Morro de las Calaveras norte) hasta el litoral norte (Hoja 5.951 Castilletes, Dirección de Cartografía Nacional, 1962). En esta laguna desemboca el caño Parsua (373 km². Figura 2) que sugiere un aporte eventual de sedimentos a la laguna pero importante porque implica el despla-

zamiento de la línea fronteriza. Al sur, el límite de los drenajes orientales al golfo está en el caño Pararú-Sagua, este nace en las planicies asociadas con la ciénaga (laguna) de los Pájaros y desemboca cerca del pueblo de Güichepe.

El complejo lagunar Sinamaica-El Eneal debe su espejo de agua permanente gracias a su conexión con el estuario del Río Limón en la Bahía de Urubá; ahí se desprende el caño Pajana que, con dirección norte, atraviesa la península de San Carlos y tiene su desembocadura directamente en el Golfo de Venezuela; esta condición ha consolidado el nombre de Isla de San Carlos para esa península. Este caño tuvo un régimen permanente hasta mediados del siglo pasado (Medina y Barboza 2006).

3.2. Vertiente al Golfo de Venezuela: Costa Oriental (Ib)

3.2.1. Ríos Maticora, Borojó, Capatárida y Zazárida

a) **Paisaje, relieve e hidrografía:** Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera) y Región C (subregión C.1. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón). El río Maticora (2713 km², longitud 151 km) tiene sus nacientes en el Cerro Madre de Agua (960 msnm) y con tributarios que se desprenden de las serranías Los Cerrones, Las Copas y Lomo de Caballo). Más al este, los ríos Borojó (1.135 msnm; 526 km²), Catapárida (1.393 msnm; 608 km²) y Zazárida (1.234 msnm; 925 km²; longitud 60 km) nacen en las serranías cercanas de Las Copas, Avaria y Las Palomas. Todas estas serranías están separadas del macizo de la Sierra de San Luis por la depresión central de Falcón (Figura 2, Tabla 1). En general, estos ríos tienen orientación sur-norte, drenajes dendríticos, caudales intermitentes (excepto Maticora en tiempos pretéritos) y grandes cargas de sedimentos.

En las tierras bajas el relieve es de una llanura costera con lomeríos ondulados, con alturas hasta unos 150 msnm y pendientes usualmente bajas, asociada con un cordón de piedemonte a lo largo de montañas que raramente sobrepasan los 1.000 msnm (Matteucci et al. 1979), salvo las cabeceras del río Maticora, por encima de los 1.800 msnm. En toda la región existe un relieve muy heterogéneo. Los ríos tienen meandros estables en las planicies, donde los cauces son muy excavados. Algunos ríos pequeños y drenajes huérfanos se derraman -cuando tienen caudal- en las planicies, conformando ciénagas temporales; otros cauces se han desarrollado en las planicies a pesar de un recorrido muy corto.

- b) **Clima y vegetación:** En la franja costera de estos ríos la precipitación se ubica en entre 364 y 500 mm anuales (periodo de sequía entre diciembre y septiembre) y las temperaturas alrededor de los 29,4 °C. Al oeste y al sur, en el río Máticora, ya en el piedemonte y montañas, los valores aumentan a 500 mm y 757 mm, respectivamente, pero al suroeste -igualmente en la cuenca alta del río Máticora- los valores son mucho mayores, con 1.089 mm y 29,3 °C (Matteucci et al. 1979). En las planicies la vegetación está conformada por pocas especies leñosas y cardonales en manchones y franjas, así como matorrales con coberturas ralas. Una franja importante del litoral marino es expuesta como suelo desnudo con muy pocas plantas (vegetación seca y semidesértica); luego, en las planicies la vegetación es escasa y de bajo porte. Ya en tierras elevadas y montañas hay bosques densos y deciduos en una matriz de conucos y rastrojos (Matteucci et al. 1999). El uso histórico de estas tierras es para la cría extensiva de cabras; eventualmente, en algunas zonas con mayor humedad se crían bovinos. En las zonas altas existen parches agropecuarios en las laderas. Para Oliveira-Miranda et al. (2010) los arbustales espinosos tienen grandes coberturas en esas cuencas pero la cobertura ha demostrado una reducción importante en el estado Falcón: de 10.071 km² en 1988 a 8.422 km² en 2010, sugiriendo su vulnerabilidad frente a las amenazas de extracción de madera para leña o artesanía, desarrollos urbanos e incendios de vegetación, entre otras.
- c) **Aguas:** Hace décadas el río Máticora presentó un caudal permanente cerca del pueblo de Mene de Mauroa: 8,2 m³/s (COPLANARH 1969), pero el resto de los ríos tienen caudales mucho menores y de usual intermitentes. En la cuenca media del río Zazárida se han registrado 1,3 m³/s (Tabla 1), pero estos los valores fueron publicados hace más de tres décadas (MARNR 1983). El arrastre de sedimentos es notorio en todos estos ríos y estos mantiene deltas pequeños en su desembocadura al mar (Zazárida) gracias a la protección por el Golfete de Coro. Son varios los pueblos y caseríos asociados a los ríos (ej. Borojó, Dabajuro, Zazárida, Urumaco).
- d) **Fauna acuática, usos y amenazas:** La fauna de aguas dulces es empobrecida en los ríos del litoral costero del estado Falcón. Pocas especies (invertebrados acuáticos y peces) sobreviven al clima severo y la escasez regional de agua dulce. La ictiofauna fluvial es relacionada con la provincia zoogeográfica de Maracaibo (Rodríguez-Olarte et al. 2009), predominando los peces tolerantes, de tamaño pequeño y moderado, principalmente de la familia Characidae, como *Astyanax viejita*, *Crenodus hildebrandi*, *Gephyrocharax melanocheir* o *Hypbessobrycon sovichthys*. Algunos especies tienen historias de vida adaptadas al clima, como los peces anuales (*Austrofundulus limnaeus*, *Rachovia hummelincki*), que habitan los pozos aislados y temporales en las planicies. Pocas especies de agua dulce tienen importancia en la pesca de subsistencia: picos de frasco *Caquetaia kraussii* (Cichlidae) y bagres *Pimelodus navarroii* (Pimelodidae). En el embalse Máticora se ha introducido el pavón (*Cichla*). Es previsible que la cachama (*Colossoma macropomum*) sea criada en lagunas; además, la acuicultura (camaronicultura y piscicultura) es promoción intensa por parte de las dependencias gubernamentales. Las sequías prolongadas en medio de una situación de demanda elevada por el agua sugieren que las poblaciones remanentes de las faunas fluviales locales están en situación de riesgo, principalmente en las planicies.
- e) **Áreas protegidas:** Destaca la zona protectora y de reserva hidráulica del Río Pedregal (195.900 ha. 1976) que abarca los ríos Tubere y Pedregal. No existen parques nacionales ni monumentos naturales en estas cuencas.
- f) **Usos de la tierra:** La agricultura está común, principalmente en las tierras elevadas (ausente en las planicies bajas cercanas al mar); siendo usual que se desarrolle al margen de cauces y embalses, así como a costa de las formaciones boscosas. La deforestación es extensa pero dispersa, observándose parches boscosos en varias serranías. En estas cuencas la baja densidad poblacional en combinación con el clima agreste ha promovido a la cría extensiva de ganado caprino como el principal sistema de producción. En las planicies elevadas y piedemontes de estos ríos existen por lo menos alrededor de 200 lagunas artificiales. Caso de interés son las lagunas para la acuicultura: para el siglo pasado entre las desembocaduras al mar del río Máticora y la quebrada La Enramada la superficie de las lagunas construidas para la acuicultura era de unas 550 ha y en los primeros años del siglo XX se añadieron 120 ha. Actualmente esta superficie se ha cuadruplicado, con por lo menos unas 2.727 ha. Con crecimiento similar están las lagunas en las desembocaduras del río Cauca (74 ha) y en las puntas de Maragüey (231 ha) y Caimán (254 ha), ambas asociadas a los ríos Arajó y Mitare, respectivamente. La expansión de la acuicultura es evento común para varios estuarios a lo largo de la vertiente Caribe de Venezuela, principalmente en las costas de los estados Anzoátegui y Falcón,

donde la pérdida de manglares es importante. Se desconoce el efecto de los efluentes de estas lagunas sobre el medio natural.

- g) **Demografía:** Cerca de 60.000 personas habitan los pueblos de las planicies elevadas y piedemontes, principalmente Mene de Mauroa, Dabajuro y Urumaco, pero un número importante de caseríos se reparten a lo largo de todas las cuencas. La densidad de población es baja para estas cuencas, con promedio de 16 ind/km² (máxima en Borojó: 44 ind/km²).
- h) **Alteración de cauces:** Sobre el río Maticora existe un embalse que para su creación en 1978 tenía 2.966 ha de espejo de agua. Las imágenes satelitales demuestran que la superficie del embalse ha disminuido a 1737 ha en el año 2012 y 1.046 ha en el año 2016; esta última variación indica una merma del 65% del área original. Desde el embalse parte un acueducto hacia la Península de Paraguaná, pero nunca ha funcionado debido a sedimentación. En el tributario Agua Viva (Capatárida) se construyó un embalse de 234 ha en 1978. No se disponen evidencias sobre el tratamiento adecuado de los residuos y efluentes urbanos y agropecuarios antes de ser vertidos en el ambiente.
- i) **Estado de conservación:** En las planicies bajas y desembocaduras de estas cuencas predomina el suelo desnudo de manera natural, pero en las zonas medias, piedemontes y montañas la intervención es importante, por lo que se consideran CC3 (Tabla 1). En la cuenca del río Maticora (CC4) la intervención es más extendida y con mayor incidencia en el cauce principal en las planicies aguas abajo del embalse. Alrededor de Urumaco, y en varias cuencas del sistema Coriano, existen los yacimientos de vertebrados fósiles más diversos e importantes de Venezuela, estos dan cuenta de los grandes ríos y sus faunas ancestrales. La extracción masiva del agua de los ríos y pozos, así como la transformación de sus cauces (embalses y lagunas, complejos piscícolas) en asociación con el incremento poblacional y el régimen climático predice un empeoramiento en las condiciones de estos ríos en futuro.

Río Mitare

- a) **Paisaje, relieve e hidrografía:** Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera), Región C (subregión C.1. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón) y Región D. (subregión D.3. Sierra de San Luis y Cerro Santa Ana). El río Mitare (800 msnm; 4.866 km²; longitud 112 km. Figura 2, Tabla 1) es el mayor de los ríos con desembocadura al Golfo de Vene-

zuela. Drena diferentes sistemas montañosos (Sierras de Buena Vista, San Luis y Churuguara) y tiene sus cabeceras en las estribaciones al sur y oeste de la Sierra de San Luis, corre en dirección oeste para recibir a su tributario Pedregal (2.164 km²) en la depresión central de Falcón.

Cuando el Mitare ingresa en las planicies costeras, su cauce tiene pocos meandros y mantiene una orientación noreste hasta desembocar en el Golfete de Coro, creando un delta de tamaño importante. En las tierras bajas el relieve es similar al de cuencas vecinas ya descritas, pero más arriba es complejo y accidentado, como lo es todo el anticlinorio de Falcón. El valle central (depresión de Falcón) y los valles intramontanos se extienden entre las serranías principalmente con orientación este-oeste. El drenaje es dendrítico y los cauces corren paralelos a las serranías y filas para luego torcer rumbo al norte. En las planicies el cauce tiene poco desarrollo de meandros. En la desembocadura y gracias a las corrientes del Golfete de Coro se ha formado un delta que evidencia el aporte inusual de sedimentos de este río al mar.

- b) **Clima y vegetación:** Para Matteucci et al. (1979) en las planicies de la cuenca baja las lluvias se concentran de septiembre a noviembre, con precipitación media anual entre 406 y 480 mm y temperatura de 29,5° C. En el piedemonte costero, hasta los 500 msnm, los valores son un tanto mayores: 411-596 mm y las temperaturas son un tanto menores 28,7° C. En los valles intramontanos la precipitación y temperaturas varían: entre 590 y 1.084 mm y 24,2 y 28,7° C, respectivamente. En las montañas la precipitación va de 422 a 948 mm y la temperatura de 21,6 a 23,7° C. Es de notar que hay bolsones secos y áreas húmedas. Ya en las altas vertientes de la Sierra de San Luis la precipitación puede alcanzar los 1.621 mm y las temperaturas disminuir hasta 21° C. Las laderas expuestas al noreste son más húmedas. En la cuenca baja predomina la vegetación herbácea y los arbustales desérticos (*Prosopis*), más arriba la vegetación se presenta como matorrales ralos a densos y a mayores alturas con bosques densos deciduos; estos bosques se mezclan con matorrales y bosques ralos según la orientación de las montañas Matteucci et al. (1979). Ya en las montañas con alta pendiente se asientan bosques nublados.
- c) **Aguas:** COPLANARH (1969) presentó datos sobre volúmenes escurridos anuales para los principales ríos de Venezuela; con base en esos datos el caudal del río Mitare en su desembocadura al mar fue de 11,8 m³/s, mientras que para su

tributario Pedregal fue de 5,8 m³/s. Ahora, casi 50 años después, el río Mitare se fragmenta durante los períodos de sequía -así como la mayoría de sus tributarios- incluso en su cuenca media. Es muy poca la información disponible sobre análisis de aguas en los ríos de la región. En la cuenca media del río Mitare y durante el periodo de sequía la conductividad ha sido relativamente baja (350 μ S/cm), el pH ha estado en el intervalo ligeramente alcalino, mientras que la concentración de sólidos disueltos totales ha sido baja (Rodríguez-Olarte et al. 2015a). Se estima que los mayores aportes de sedimentos en la cuenca son aportados por el río Pedregal, dada la poca cobertura vegetal en su cuenca. Es previsible que en la cuenca baja los sedimentos alcancen valores muy elevados.

- d) **Fauna acuática, usos y amenazas:** El río Mitare presenta la mayor riqueza de especies (28) de peces entre los ríos de la provincia Maracaibo que drenan al golfo. Se dispone información previa sobre las ictiofaunas del río Mitare, su estatus y aspectos sobre su conservación (ver Taphorn et al. 2010, Rodríguez-Olarte et al. 2011a, 2011b). Una especie endémica (*Ancistrus falconensis*, Loricariidae) habita en las cuencas que drenan la Sierra de San Luis pero aún no se confirma su presencia en el río Mitare. Las especies que tienen interés en el consumo son las habituales de los ríos costeros regionales (*Hoplias*, *Rhamdia*, *Pimelodella* y *Caquetaia*, entre otras). Las ictiofaunas locales son relictuales y se consideran en riesgo debido a fragmentación y pérdida del hábitat acuático en combinación con el clima severo.
- e) **Áreas protegidas:** Las cabeceras de los ríos en la Sierra de San Luis son protegidas por el parque nacional Juan Crisóstomo Falcón (20.000 ha. 1987). Además, existen la zonas protectora de la Sierra de San Luis (86.000 ha. 1987) y la reserva nacional hidráulica Cuenca Hidrográfica del Río Pedregal (195.900 ha. 1976). Prácticamente todos los parques nacionales asociados a los ríos costeros de Venezuela tienen un efecto limitado para la conservación, ya que por estar en las montañas elevadas no resguardan la mayor parte de las biotas acuáticas (Rodríguez-Olarte et al. 2011b); no obstante, estos parques protegen las fuentes de agua, lo cual es un éxito para el sistema nacional de parques de Venezuela. En general, fuera del parque nacional, el río Mitare y sus tributarios están sujetos a una intensa extracción de agua, ya sea para el consumo humano o para los sistemas de producción agropecuaria
- f) **Usos de la tierra:** La deforestación es notable en toda la cuenca. La cría de cabras es extensiva en

toda la cuenca, pero también existe la agricultura de subsistencia y áreas con desarrollos particulares para la siembra de *Agave* (cocuy) y *Aloe*. A lo largo de las riberas de los principales ríos (Mitare, Pedregal) se presentan parches agrícolas activos. En las vertientes húmedas (Sierra de San Luis) la agricultura se diversifica en gran medida.

- g) **Demografía:** En la cuenca se estima que hay 31.000 habitantes, que equivale a unos 7 ind/km² (Tabla 1) repartidos principalmente en los centros urbanos de San Luis, Pedregal, La Cruz de Taramara, Pecaya y Sabaneta, además de numerosos caseríos, estos últimos son numerosos en Sierra de San Luis.
- h) **Alteración de cauces:** En el río El Pedregal se construyó el embalse Camare (1.215 ha. 1978), pero este fue colmatado con sedimentos. Actualmente su dique está destruido parcialmente. Las lagunas artificiales son numerosas a lo largo de la cuenca media y baja; además, los cauces en las montañas son objeto de interés para los acueductos de varios pueblos de la sierra.
- i) **Estado de conservación:** La cuenca del río Mitare tiene una clase CC3. El examen de las riberas y zonas aledañas a los cauces en la cuenca media demuestra una erosión muy importante en tramos extensos, principalmente en aquellos sectores con actividad agropecuaria. Esto sugiere un posible incremento en el aporte de sedimentos a los ríos locales, ya de por sí muy elevado. Las perturbaciones indicadas, asociadas con la deforestación de bosques ribereños y vertientes, la demanda creciente de agua y las previsiones del cambio climático sugieren que el río Mitare está en situación de riesgo.

Ríos en la Península de Paraguaná

- a) **Paisaje, relieve e hidrografía:** Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera), Región C (subregión C.1. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón) y Región D. (subregión D.3. Sierra de San Luis y Cerro Santa Ana). La península (2.492 km²) ha evolucionado como isla y es recientemente -en el Holoceno- que se ha conectado con el continente gracias al Istmo de Los Médanos. En la misma predominan las bajas pendientes y las alturas menores a los 100 msnm, salvo el Cerro Santa Ana (830 msnm) y la Mesa de Cocodite (Fila de Monte Cano, 230 msnm). En la península los ríos son usualmente eventuales y se detectan cauces relictuales. Desde el cerro Santa Ana corre hacia el sur la quebrada El Cayude (146 km²), con destino al drenaje del Golfo de Venezuela. Desde el mismo cerro pero con ruta

a la vertiente Caribe occidental drena la quebrada Tura (149 km²) y desemboca en la ciénaga del mismo nombre. Desde la Mesa de Cocodite se desprende la Quebrada El Amparo (embalse: 2,1 ha), bordea por el sur a la ciudad de Pueblo Nuevo y desemboca en terrenos cenagosos al sur del pueblo de Adícora.

El resto de quebradas de la península nacen de su parte central. La quebrada Macama (112 km²) corre con dirección norte para desembocar en Punta Macama, la misma representa el río -con referencia geográfica- más septentrional de Venezuela. Con igual nacimiento, las Tres Marías (322 km²) es una quebrada que corre dirección oeste y desemboca en la Boca de Jacuque. Ambas quebradas tienen corrientes eventuales y drenan áreas con la menor densidad poblacional en la península. Por el contrario, la quebrada Guaranao corre en dirección suroeste y, atravesando la ciudad de Punto Fijo, llega a las salinas de Guaranao; de ahí al mar.

- b) **Clima y vegetación:** Predomina un clima árido. La precipitación es estacional y se acumula entre octubre y diciembre; esta varía entre los 176 y 504 mm, mientras que la temperatura está alrededor de los 28,6° C (Matteucci et al. 1999). Las comunidades vegetales mayor representadas en la península son los matorrales y los cardonales. En la península predomina la zona de vida de monte espinoso tropical, con predominio de matorrales espinosos. En las cumbres del Cerro Santa Ana existen bosques nublados.
- c) **Aguas:** En la quebrada Guaranao, y antes de su desembocadura al mar. Rojas et al. (2003) registraron el pH en 5,8 y la concentración de oxígeno disuelto en 7,0 mg/l; además, también notaron contaminación antrópica y una cantidad elevada de nutrientes.
- d) **Fauna acuática, usos y amenazas:** Las especies de peces dulceacuícolas en la península debieron ser tolerantes a la salinidad y climas severos. En colecciones con unos 25 años de antigüedad se registraron muy pocas especies (*Poecilia reticulata*, *Poecilia kopei*, *Rachovia hummelincki*, *Caquetaia kraussii*, *Cyprinodon dearborni*). Las sequías históricas en la península, y en la mayor parte de la costa Caribe de Venezuela, han representado una fuerza climática que ha limitado la permanencia y distribución de las biotas acuáticas.
- e) **Áreas protegidas:** El Monumento Natural Cerro Santa Ana (1.900 ha, 1972. Figura 2) se asocia con la protección de la mayoría de quebradas y los acuíferos de la península. Hay otras figuras de protección en la península pero con alcance más

restringido para la conservación de los ríos y sus biotas, como el refugio de fauna silvestre y reserva de pesca Laguna de Boca de Caño (453 ha. 1989) y el santuario de fauna silvestre Cuevas de Paraguaná (35,2 ha. 2008).

- f) **Usos de la tierra:** La intervención agropecuaria ocupa gran parte de la península, además de los asentamientos urbanos y la industria petrolera; salvando sectores al norte y noroeste, donde las condiciones climáticas son más adversas. Los pocos cauces con agua -usualmente con carácter intermitente o eventual- se restringen a las áreas elevadas del monumento natural. Al suroeste la quebrada Guaranao recibe efluentes no tratados y residuos sólidos en casi todo su curso. No se conocen medidas para la conservación de los escasos ríos en la península, mientras que la intervención desmedida los ha situado en colapso y riesgo extraordinario, comprometiendo su permanencia en el futuro cercano.
- g) **Demografía:** La península tiene una densidad de población más elevada (Tabla 1) y se concentra principalmente en los drenajes al Golfo de Venezuela, en las ciudades de Punto Fijo y Pueblo Nuevo (Figura 2); pero los pequeños pueblos y caseríos se diseminan en la mayor parte de la península. En los drenajes al Golfo de Venezuela la densidad alcanza 132 ind/km², mientras que al este es de 58 ind/km².
- h) **Alteración de cauces:** Los mayores embalses están en las quebradas El Cayude (0,43 km²) y Tura (embalse: 0,2 km²), estos han tenido una reducción muy grande o pérdida total (Tura) de su espejo de agua en los últimos años, según el examen de imágenes satelitales.
- i) **Estado de conservación:** Los drenajes al oeste de la península se estimaron en CC3, mientras que al este fueron CC4 (Tabla 1). Sin embargo, la situación de los ríos en la península es de riesgo extremo y colapso generalizado y es previsible que bajo todas las presiones humanas y los riesgos climáticos estos ecosistemas sean extirpados en el futuro. En toda la Península de Paraguaná -en general, casi todo el litoral marino del occidente del país- es muy susceptible a los efectos del cambio climático, principalmente por la ocurrencia de sequías fuertes. Estos eventos tienen ocurrencia periódica y se extienden también al norte costero de Venezuela. Por ejemplo, refiere Foghin-Pillin (2015) un recuento de las varias sequías extraordinarias que asolaron al país, como la del año de la humareda en 1869, acompañada de incendios en extensas superficies de las vertientes costeras del país, o la de 1911-1912, que produjo

hambruna y migraciones en la península. En este siglo las sequías extraordinarias y las humaredas son eventos recurrentes.

3.3. Vertiente Caribe Occidental (III)

Ríos de la Sierra de San Luis

a) **Paisaje, relieve e hidrografía:** Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera), Región C (subregión C.1. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón) y Región D. (subregión D.3. Sierra de San Luis y Cerro Santa Ana). Además del río Mitare, los ríos Coro, Ricoa y Hueque nacen en la Sierra de San Luis. El río Coro o río Seco (742 km², longitud 45 km) es el de menor recorrido (Figura 3, Tabla 1), nace al oeste de la Sierra de San Luis (Urucure, ~1.000 msnm) y en el piedemonte recibe su principal tributario (Meachiche) que nace en el noroeste de la sierra. Al salir de las montañas el río transcurre entre pequeñas elevaciones y, por un abra entre el Cerro Caujarao y la Fila El Malecón, alcanza luego las planicies fluvio-marinas, luego bordea la ciudad de Coro y desemboca al oeste del pueblo de La Vela de Coro. El río Ricoa (765 km², longitud 60 km) drena las vertientes este y sureste de la sierra. Las cabeceras del río Ricoa discurren entre filas paralelas dentro de la sierra, confluyen en Dos Bocas, de ahí el río atraviesa lomeríos bajos y llega las ciénagas litorales (Estero de Ricoa y Ciénaga del Padre).

El río Hueque (4.080 km², longitud 115 km) tiene un nacimiento más diversificado: drena la vertiente sur de la Sierra de San Luis, tiene un tributario (río Remedios) que drena un vasto sector norte de la Sierra de Churuguara. El Hueque atraviesa con un cauce encajonado y poco meándrico una extensa planicie aluvial salpicada de terrenos cenagosos (ej. ciénaga Quererepa). La vasta planicie es surcada además por varios tributarios. El río Remedios se asocia también con ciénagas (Los Calzones, La Josca, Grande, Agua María), luego se denomina río Upipe y en una breve anastomosis se une al río Hueque, al igual que el río Guamure, que nace en el cerro Jácura y se pierde en la ciénaga de Tacarigua. De ahí el cauce recibe la quebrada Machiconga (con nacientes en la Fila de la Tocineta) y arriba al humedal (estuario) del Hueque, donde también desemboca el río Curarí.

b) **Clima y vegetación:** La humedad varía en el eje de las cumbres de la Sierra de San Luis: al noreste las laderas son más húmedas, le siguen las laderas al norte y luego al sur; esto es expresa en medias anuales entre los intervalos de 29,2-21° C y 474-

1.621 mm Matteucci et al. (1979). En la desembocadura del Hueque la precipitación se ha registrado en 778 mm y la temperatura alrededor de los 27° C (Cartaya et al. 2005). A menores alturas en la sierra predominan los bosques y matorrales ralos, pero a medida que se asciende se tornan densos y ya en las máximas alturas se desarrollan bosques nublados. Allende al parque nacional la deforestación es generalizada, donde se mezclan los cultivos; ya en las áreas bajas la cría de cabras predomina (Matteucci et al. 1999), pero en las planicies del Hueque persisten grandes fragmentos de bosques deciduos, acaso los más importantes en la región.

c) **Aguas:** Estos ríos son de corrientes permanentes en las montañas, pero luego de las mismas se fragmentan durante los periodos de sequía. El caudal del río Hueque se estimó en 3,6 m³/s en las estribaciones de las montañas (COPLANARH 1969), los caudales de los otros ríos son mucho menores. Estos ríos tienen aguas similares y demuestran gradientes según la altura. El pH varía entre 6,7 y 8,1. Los sólidos totales disueltos usualmente son menores a 20 mg/l en las montañas, pero el río Hueque ya en su discurrir por las planicies onduladas alcanza los 274 mg/l; similar tendencia ocurre con la conductividad en la misma condición: 790 µs/cm (Rodríguez-Olarte et al. 2015). Los cursos al oeste y noreste de la sierra tienen mayores arrastres de sedimentos.

d) **Fauna, usos y amenazas.** La fauna de peces locales es transicional entre los dominios Magdalénico y Caribe (Rodríguez-Olarte et al. 2009). Los peces de estas cuencas son similares a los registrados en cuencas vecinas (Mitare). En las montañas y piedemontes se registran 26 especies de peces (Rodríguez-Olarte et al. 2011b) y el único pez endémico en las cuencas de Ricoa y Hueque, el *Ancistrus* de Falcón (*Ancistrus falconensis*, Loricariidae). Esta especie, una vez descrito, ha sido considerada en riesgo (Taphorn et al. 2010), principalmente por su área de distribución muy restringida. En los acuíferos kársticos en la sierra se registran peces troglobios (Trichomycteridae).

Áreas protegidas: En la Sierra de San Luis está el Parque Nacional Juan Crisóstomo Falcón, mientras que en las planicies costeras se extiende el parque nacional Médanos de Coro (195.900 ha. 1976) y es atravesado por río Coro (Figura 3). Además, existen otras áreas de interés, como la zona protectora Sierra de San Luis (86.000 ha. 1987). En la desembocadura del río Hueque y las Salinas de Sauca existe desde 2005 la reserva de fauna silvestre Hueque-Sauca (37.150 ha).

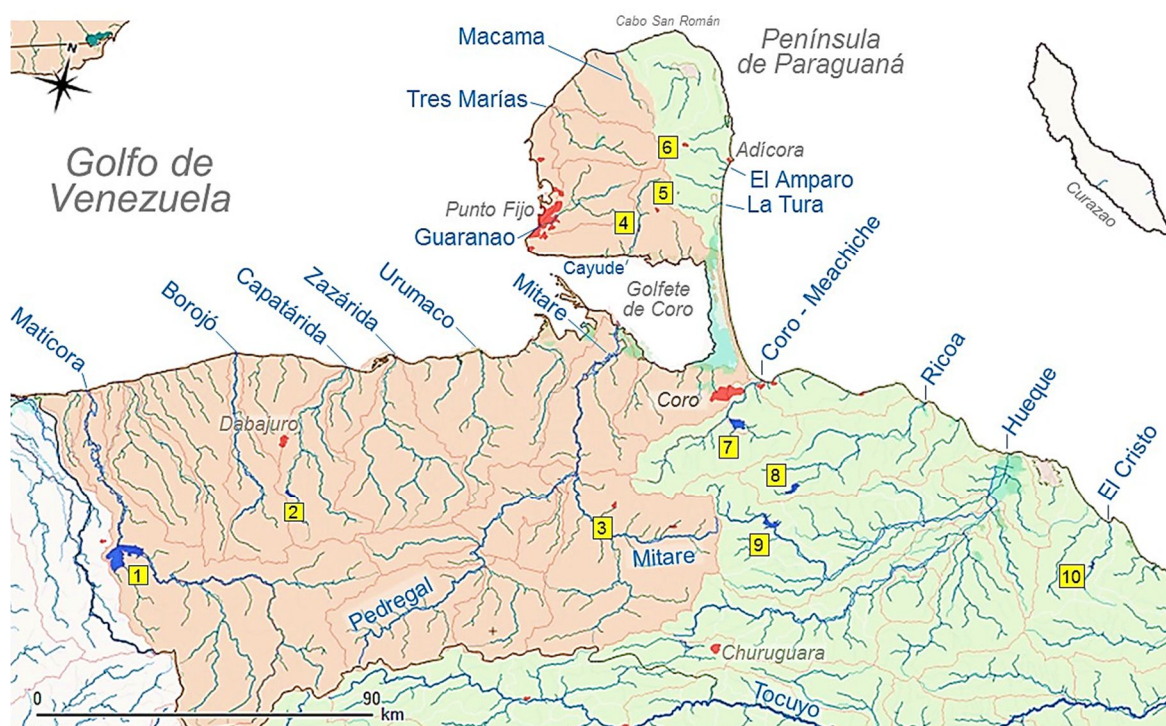


Figura 3. Principales ríos, lagunas y embalses en la Vertiente oriental (Ib) del Golfo de Venezuela y norte de la Vertiente Caribe Occidental (III). Se muestran las principales divisorias de aguas (líneas finas claras). Los centros poblados y designaciones geográficas están en cursiva. Las mayores ciudades son Coro, Punto Fijo y Churuguara. Los principales embalses son: 1) Maticora, 2) Dabajuro, 3) Pedregal (inactivo), 4) Cayude, 5) Pueblo Nuevo, 6) Tura, 7) El Isiro, 8) Ricoa, 9) Hueque, 10) El Cristo. Por condiciones de espacio la imagen ha sido rotada (15°).

- e) **Usos de la tierra:** Predomina la producción agropecuaria. En las zonas elevadas de la sierra los cultivos son variados (café, hortalizas) mientras que en las vertientes secas al norte y oeste (Coro) prima la ganadería caprina y cultivos específicos (*Agave*, *Aloe*). En las vertientes húmedas al sur y al este la agricultura es más diversificada. En las planicies de las cuencas Ricoa y Hueque es común la ganadería vacuna extensiva y acuicultura en las desembocaduras.
- f) **Demografía:** Mientras que en las cuencas de los ríos Ricoa y Hueque la densidad humana es menos de 15 ind/km², en la cuenca del río Coro alcanza los 262 ind/km² (Tabla 1); esta densidad es dada principalmente en las planicies donde está la capital del estado, pues en el resto de la cuenca es sensiblemente menor. La cuenca del río Hueque tiene una población muy baja en comparación con su tamaño.
- g) **Alteración de cauces:** La primera presa de Venezuela fue construida sobre el río Coro (Dique El Malecón o Caujarao. 1866), esta fue averiada por una crecida en 1885 y refaccionada en 1913; ahora es un monumento histórico nacional. El río Meachiche nutre al embalse El Isiro (1.900 ha. 1963,

Figura 3, Tabla 2) y luego desemboca en el río Coro, que tiene su curso canalizado parcialmente cuando bordea la ciudad homónima, la cual aporta un nivel de contaminación importante a sus aguas. Es de interés que desde la ciudad de Coro parte un canal de desagüe -con rumbo noroeste- que lleva aguas servidas hacia un sistema de lagunas de tratamiento que se asocian con el parque nacional Médanos de Coro, convirtiendo el área en un extenso humedal, según la revisión de imágenes satelitales.

En las tierras elevadas de la Sierra de San Luís hay otros embalses: el río Macoruca, es represado en Barrancas (621 ha. 1980) antes de caer al río Ricoa (Figura 3). De igual manera, el río Hueque está represado (586 ha. 1995). En las planicies de la cuenca del río Hueque existen varias y extensas lagunas artificiales. En las desembocaduras de varios ríos se asocian grandes complejos de lagunas acuícolas, como en el Ricoa (1.138 ha), Hueque (324 ha) y Sauca (1.092 ha). Se desconoce la situación actual de estos sistemas de producción; sin embargo, estos tienen efluentes directamente al mar o a los cauces, además de modificar notablemente los hábitats fluviales y el paisaje local.

- h) **Estado de conservación:** El río Coro (CC3) tiene un cauce comprometido por represamiento doble, canalización y recepción de efluentes urbanos, aun cuando su cobertura natural es moderadamente conservada en las cabeceras. Dada la antigua y continua intervención de las planicies el río Coro ha perdido sus biotas originales. La cuenca del río Ricoa presenta una clase de conservación muy pobre (CC4), mientras que la de Hueque alcanza una CC3.

Estas cuencas presentan en las planicies algunas áreas con pérdida importante de la capa vegetal (suelo desnudo) y que parece estar asociada con las actividades agropecuarias y la susceptibilidad de los suelos. La extracción de agua a lo largo de los cauces y la presencia de industrias acuícolas tiene un efecto pernicioso sobre los ciclos vitales de inundación y de las faunas acuáticas.

Ríos en los cerros de Capadare y Jacura

- a) **Paisaje, relieve e hidrografía:** Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera), Región C (subregión C.1. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón). Desde el extremo oeste de los cerros Capadare (412 msnm) y Mirimire (388 msnm) nace el río El Cristo (130 km². Figura 3) tiene un recorrido corto entre lomeríos bajos en dirección norte, para desembocar en el estuario de Boca El Ostión bajo el resguardo de la Punta Agüide. Al norte del Cerro Capadare nacen varios cursos que al final conforman caños y pequeños ríos (San Diego, Curamichate) que se asocian con ciénagas (Tacal) y salinas (Obispo) en el litoral. Desde el cerro Jacura (602 msnm) se desprenden radialmente varios cursos de agua: Jacura y Tono que van al Hueque, el Araurima hacia el Tucuy, y el Caidié (277 km²) y el Tucurere, con cursos directos al mar. El río Tucurere (683 km². Figura 3) drena el flanco oriental del Cerro Jacura (Cerro San Antonio) y a este se le incorpora el río Capadare, que nace entre de los cerros Capadare y Mirimire. El Tucurere tiene un recorrido corto, conforma un humedal de tamaño considerable y desemboca en Boca de Mangle (Golfo Triste).
- b) **Clima y vegetación:** Estos drenajes se ubican en valles marítimos. En las planicies del Tucurere la temperatura media es de 26,7° C y la precipitación alcanza 945 mm, con el período de lluvias entre septiembre y diciembre (Yáñez y Gamboa 2001). En la cuenca los bosques son deciduos, salvo en las tierras elevadas. En las áreas bajas y desembocadura existen manchas de mangle herbazales costeros y arbustales xerófilos. En las planicies costeras

los cocotales han suplantado la mayor parte de la vegetación original.

- c) **Agua:** En la cuenca alta del río Capadare (65 msnm) los valores de conductividad han sido registrados en 320-450 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los sólidos disueltos totales de 10-15,5 mg/l y el pH de 7,5-7,7 (Rodríguez-Olarte et al. 2015).

Fauna, usos y amenazas: En el río Capadare se registra una baja riqueza de peces dulceacuícolas (13 spp) respecto a ríos vecinos de mayor tamaño. Las especies comunes son *Astyanax viejita*, *Gephyrocharax* spp, *Synbranchus marmoratus*, *Andinoacara* sp, *Pimelodella odynea*, *Rhamdia cf. quelen* y *Hyphessobrycon fernandezii*. Se desconoce la riqueza de la ictiofauna en el humedal de Tucurere, pero se ha detectado la pesca de subsistencia y eventualmente comercial (*Mugil*, *Tarpon*, *Elops*, *Centropomus*, *Cathorops*, *Bagre*). El caimán de la costa (*Crocodylus acutus*, Crocodylidae), una especie catalogada en peligro (Seijas et al. 2015), ha sido registrado en los tramos finales en estos ríos, pero su presencia es común en los ríos al Golfo Triste (lo era en toda la costa marina de Venezuela), con las mayores poblaciones en los tramos finales de los ríos Tucuy (embalses de Játira y Tacarigua) y Yaracuy, ambientes que no cuentan con protección oficial.

- d) **Áreas protegidas:** La cuenca Tucurere es objeto de protección con el Área Boscosa Bajo Protección Río Tucurere (73.473 ha. 1998) y la Reserva de Fauna Silvestre Tucurere (17.800 ha. 2001), que protege un extenso humedal en las planicies cercanas al mar (Figura 3).

- e) **Usos de la tierra:** La intervención es similar a la registrada en la región, pero aquí predomina la cría de ganado vacuno y a esta se suma en las planicies cultivos variados, destacando los cocos en el litoral marino. En todos estos ríos y en sus cuencas altas persisten tramos de bosques ribereños, pero más abajo son muy fragmentados y en algunos sectores son inexistentes. La deforestación, los cultivos y las áreas de producción bovina son extendidas en las tierras bajas; más aún, varios ríos y tributarios tienen pueblos que bordean sus cauces y dirigen sus efluentes (Capadare Boca de Mangle en Tucurere, Mirimire en El Cristo).

- f) **Demografía:** Los principales pueblos de estas cuencas (Mirimire, Capadare, San Juan de los Cayos y Boca de Mangle) y varios caseríos acumulan un poco más de 22.000 personas (Tabla 1). La densidad en estas cuencas está alrededor de 27 ind/km².

- g) **Alteración de cauces:** El río El Cristo tiene un embalse en el cauce principal (207 ha. 1987) y en las planicies son muchas las lagunas artificiales.

Tabla 2. Características del río Tocuyo y algunos tributarios según un gradiente de altura. Las variables del agua fueron medidas en el periodo de sequía (Cond: conductividad, SDT: sólidos disueltos totales). Los usos de la tierra se basan en los registros de campo y valoración de imágenes satelitales. La intervención dentro de los parques nacionales de usual se expresa en sus fronteras. El índice de conservación fluvial (ICF) se expresa en clases de conservación: muy alta (ma), alta (a), moderada (m) y baja (b). Modificado de Rodríguez-OlarTE et al. (2007).

Subcuenca	Río Quebrada	Altura (msnm)	pH	Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	SDT (mg/l)	Usos de la tierra	ICF (clase)
Alto Tocuyo	Jabón	2.000	6.97	240	0.08	Parque nacional, hortalizas, pecuario	ma
Guarico	Guagó	1.343	6.96	240	0.11	Parque nacional, café	a
Guarico	Guarico	1.100	6.10	400	0.25	Café, hortalizas, urbano	m
Curarigua	Curarigua	772	7.28	85	0.25	Caña hortalizas, urbano	m
Morere	Villegas	690	7.47	360	0.24	Pecuario, hortaliza	a
Churuguara	El Toro	520				Parque nacional, Pecuario	ma
Morere	Quediches	504	5.80	6	0.06	Pecuario	m
Urama	Totoremo	140	6.94	87	0.36	Pecuario, cultivos anuales	a
Araurima	Araurima	79				Pecuario, cultivos anuales	a
Bajo Tocuyo	Boca al mar	3	6.18	84	0.62	Pecuario, cocotales, urbano	b

- h) **Estado de conservación:** Estas cuencas tienen una clase CC4, excepto Caidié (CC3, Figura 3) y mantienen presiones humanas similares que las cuencas vecinas al norte. Aun cuando el humedal de Tucurere está protegido la frontera agrícola se cierne sobre sus recursos. Es posible que el crecimiento de los pueblos costeros de San Juan de los Cayos y Boca de Mangle tenga un efecto pernicioso sobre la circulación y mantenimiento del humedal de Tucurere, además de aportar aguas servidas y residuos a los cauces.

Ríos andinos: El Tocuyo

- a) **Paisaje, relieve e hidrografía:** Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera), Región C (subregión C.1. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón), Región D (Subregión D.2. Cordillera de los Andes. Subregión Cordillera de la Costa Central: sector D.4.1. Sierra de Aroa). El Tocuyo (páramo del Cendé: 3585 msnm; 17.854 km²; longitud 440 km. Figura 3) es un río alóctono con aportes principales de las vertientes andinas de las sierras de Barbacoas y Portuguesa que atraviesa depresiones semiáridas, discurre por planicies aluviales húmedas y desemboca en el litoral marítimo seco del Golfo Triste. Muy pocos son los tributarios con caudales permanentes y/o intermitentes, siendo principales por el margen izquierdo: el río Curarigua (Páramo Los Nepes, 2.990 msnm, 610 km²), que nace también de los páramos andinos, el río Morere (2.987 msnm, 4.613 km²), que cruza la depresión de Carora y

drena desde las serranías de Barbacoas (sur), Jirajara (oeste) y Lomo del Caballo (norte). También está el río Baragua (2.058 km²), que drena las serranías de Baragua, Matatere, Buena Vista, Copeyal y el Buco. Ya en las planicies cercanas al mar se incorpora el río Araurima (Sierra de Churuguara, 1.107 msnm, 452 km²), que proviene de la Serranía de Churuguara. Por el margen derecho el río Tocuyo recibe al río Urama (1.186 msnm, 2.588 km²) que drena la serranía de Bobare. De resto los tributarios son de corrientes eventuales o esporádicas. El drenaje es dendrítico y con cauces bien desarrollados -a menudo encajados- que atraviesan los lomeríos y depresiones asociadas con el sistema orográfico Coriano. Ya en las planicies, el río Tocuyo es meándrico y tiene una desembocadura con cauce único y poca acumulación de sedimentos.

- b) **Clima y vegetación:** Para Carmona y Márquez (2015) los registros históricos demuestran una variación importante en la precipitación: En los 1.500 msnm de las montañas andinas (Jabón) la precipitación anual es de 1184 mm, mientras que al norte de la depresión de Carora (Baragua, 383 msnm), tienen una condición semiárida, con una precipitación de 480 mm, y estos valores disminuyen más al sur de la depresión (Bobare, 650 msnm), con 372 mm anuales. Con los mismos registros, la precipitación se incrementa a 1059 mm en la cuenca media (Moroturo, 190 msnm) y a 1.358 mm en la cuenca baja (Araurima, 33 msnm), para luego descender a 887 mm cerca de

la desembocadura (Tocuyo de la Costa, 6 msnm). En la mayor parte los registros climáticos se evidencia una tendencia a la disminución de la precipitación (Carmona y Márquez 2015). La vegetación varía aún más: en los páramos predomina la vegetación de bajo porte (bosques bajos, herbazales, frailejones) y más abajo se desarrollan bosques nublados. En las vertientes áridas, depresiones y toda la cuenca media predomina la vegetación xerofítica, con bosques secos y deciduos, pero también los matorrales. En la cuenca baja los bosques son densos. El suelo desnudo tiene una cobertura grande en varios sectores de la depresión de Carora y las montañas de Baragua.

- c) **Aguas:** El río Tocuyo es el más caudaloso de la región occidental, con caudales entre 55 m³/s (COPLANARH 1969) y 59 m³/s (Fundambiente 2006), aun cuando. Una valoración de las principales características de los ríos en la cuenca es aportada por Rodríguez-Olarte et al. (2007), quienes reconocen una gradiente en las características físico-químicas, principalmente en el pH (5,2-7,9) y la conductividad (18,8-480 µs/cm), así como en aniones (18,2-787,3 mg/l) y cationes (10,9-301,1 mg/l), lo que también se evidencia en los sólidos disueltos de las aguas (Tabla 2). El arrastre de sedimentos en el río Tocuyo es muy elevado y su pluma se detecta en gran parte del litoral marino occidental, con un efecto negativo sobre los corales del parque nacional Morrocoy, efecto también compartido con los ríos Aroa y Yaracuy (Bone et al. 1993). Las altas concentraciones de NO₃ en el tramo final y desembocadura de los ríos Aroa, Tocuyo y Yaracuy sugieren un efecto importante de la agricultura y las aguas residuales (Barreto et al. 2007).
- d) **Fauna acuática, usos y amenazas:** Un poco más de 60 especies de peces dulceacuícolas habitan en la cuenca, unas 130 considerando las especies marinas y estuarinas que frecuentan el estuario de la desembocadura y caños de marea. Este es el río con mayor riqueza de especies en la vertiente Caribe occidental y varias de ellas son endémicas: el diente frío del Tocuyo (*Creagrutus crenatus*, Characidae) habita la cuenca media del río Tocuyo y es considerado vulnerable, pero de otras especies endémicas, como *Hyphessobrycon paucilepis* (Characidae) o *Hypostomus pagei* (Loricariidae), por ejemplo, se desconoce su estatus. En las cuencas altas el nivel de endemismo se estima elevado pero no se han descrito tales especies (*Chaetostoma*, *Cetopsorhamdia*, *Trichomycterus*).
- e) La cuenca del río Tocuyo reúne la mayor cantidad de especies de peces introducidas, tanto en sus ríos

como en embalses. Desde un gradiente de altitud la trucha (*Oncorhynchus mykiss*, Salmonidae) habita los ríos en las altas montañas del parque nacional Dinira; más abajo, en la mayoría de los embalses y lagunas han sido introducidas las cachamas (*Colossoma macropomum*, Characidae), los bagres *Pimelodus blochii* y *Pseudoplatystoma* (Pimelodidae), tilapias (*Oreochromis niloticus*) y pavones (*Cichla*, Cichlidae). En los embalses Atarigua y Dos Cerritos existe acaso el mayor número de especies introducidas. Las tilapias y cachamas tienen una distribución amplia en la cuenca por su introducción en lagunas. Se desconoce el impacto que estas especies han tenido sobre la ictiofauna local; no obstante, participan activamente en la pesca de subsistencia y deportiva, aun cuando eventualmente son comercializadas. De las especies que frecuentan los estuarios un grupo notable es de interés para la pesca de subsistencia y comercial (Rodríguez-Olarte et al. 2015), entre ellas son usuales los róbalo (*Centropomus*), sábalo y malachos (*Megalops*, *Elops*) y bagres (*Sciades*, *Bagre*).

- f) **Áreas protegidas:** Varios parques nacionales se incluyen parcial o totalmente en la cuenca. En la vertiente andina están el Dinira (45.328 ha. 1988) y Yacambú (29.580 ha. 1962), mientras que en la cuenca media y semiárida se extiende Cerro Saroche (32.294 ha, 1989) y en las cumbres de la Sierra de Churuguara está Cueva de la Quebrada del Toro (4.885 ha. 1969). Estas áreas protegidas tienen pertinencia moderada para la conservación de la ictiofauna continental (Rodríguez-Olarte et al. 2011). También se reconocen zonas protectoras en la cuenca alta del río Tocuyo: sectores Curarigua (74.358 ha. 1992) y Dos Cerritos (71.940 ha. 1990), y en la Sierra de Bobare (101.000 ha. 1990). De la Reserva Forestal Río Tocuyo (47.640 ha. 1969), la cual es compartida con la cuenca del río Aroa, solo quedan muy pequeños fragmentos dispersos entre predios ganaderos. Aun cuando las superficies dedicadas a la protección en la cuenca son considerables, los problemas ambientales son, también, considerables.
- g) **Usos de la tierra:** La deforestación es generalizada y salvo las áreas protegidas, gran parte de la cuenca ha perdido su cobertura boscosa, quedando los mayores fragmentos de bosques en las vertientes aisladas, semiáridas y/o poco pobladas, como es conocido en algunas serranías y filas (ej. Andes, Curarigua, Baragua, Matatere, Araurima, Parupano y Guaidima). Los bosques ribereños en el cauce principal también han sufrido una retracción notable en su cobertura -principalmente en la cuenca baja- y los fragmentos más impor-

tantes se asocian con los tramos del río entre montañas y lomeríos con muy pocas o ningunas planicies asociadas. Este nivel de deforestación en asociación con la presencia natural de suelo desnudo incrementa las pérdidas de suelo, la sedimentación de cauces e incluso, la colmatación de embalses y lagunas.

La agricultura predomina en un gradiente de altura y clima: en las altas montañas al sur los cafetales ocupan las vertientes, pero también las hortalizas. En las planicies húmedas el cultivo de caña de azúcar ha sido preponderante, tanto que existen varios ingenios azucareros en la cuenca, la mayoría con efluentes no tratados de manera adecuada. En las zonas áridas la cría de cabras es usual pero es relevada por el ganado vacuno en la cuenca baja.

- h) **Demografía:** Cerca de medio millón de personas habita en la cuenca, principalmente en las ciudades de Carora, El Tocuyo, Quíbor y Siquisique, así como centenares de pueblos. No obstante, la densidad en la cuenca es de 28 ind/km². La población se concentra en las estribaciones andinas, excepto Carora y pueblos de las serranías al norte.
- i) **Alteración de cauces:** Dos embalses se han construido sobre el río Tocuyo: Dos Cerritos (917 ha. 1973) y Atarigua (2.025 ha. 1977), pero prácticamente todos los principales tributarios tienen embalses: río Los Quediches (Los Quediches: 300 ha. 1979), río Diquiva (Ermitaño: 140 ha. 1988; Puricaure: 404 ha, como suma de cuatro embalses mayores), Río Baragua (Mapará, 226 ha. 1964), quebrada Las Mulas (El Tacal 80 ha) y Játira-Tacarigua (1.740 ha. 1971). El número de lagunas de tamaño mediano a grande sobrepasa ampliamente el millar y su densidad es muy elevada en zonas agrícolas y/o secas, como en las áreas planas del valle de Quíbor (~250 km²), donde existen alrededor de 300 lagunas.

Las mayores ciudades, así como muchos pueblos y caseríos se expanden en las riberas del cauce principal y/o sus tributarios. En la mayoría los casos, las aguas servidas se encauzan hacia sistemas de tratamiento ya colapsados o directamente en los cauces, lo que también ocurre en varios centros agroindustriales y, al parecer, es un mal regional. A la par, el cauce principal y prácticamente todos los tributarios son objeto de extracción directa de agua; esto es especialmente evidente en las cuencas altas y áreas agropecuarias, donde incluso se desvían las aguas mediante acequias para acueductos urbanos o cultivos. Se estima que lo anterior representa las causas principales para la reducción de los caudales. Era

tal magnitud el caudal del río Tocuyo que para el siglo XIX el tramo final aún era navegable para embarcaciones de tamaño mediano y en una distancia considerable desde su desembocadura (~220 km). Hubo planes fallidos para mejorar la navegación al mar limpiando el cauce y desviándolo en su tramo final hacia el Golfete de Cuare (Mac-Pherson 1883).

- j) **Estado de conservación:** La cuenca del río Tocuyo tiene una clase CC4. El estado de conservación del cauce principal y algunos tributarios en la cuenca ha sido valorado mediante índices ambientales (Tabla 2), encontrándose que el mayor estado de conservación ocurre en áreas protegidas, vertientes andinas y cauces no represados. Lo contrario ocurre en los ríos asociados con centros poblados y sectores agrícolas. El estado de conservación ha sido moderado a elevado en los ríos de piedemonte (Rodríguez-OlarTE et al. 2007). Sin embargo, recientes prospecciones de campo y revisión de sensores remotos indican que las condiciones que han causado la depauperación en los ríos en la cuenca no han cesado, sugiriendo un empeoramiento de aquellos ríos que estaban en situación de riesgo.

Ríos entre la Sierra de Bobare y la Cordillera de la Costa

- a) **Paisaje, relieve e hidrografía:** Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera), Región C (subregión C.1. Sistema de colinas y sierras bajas Lara-Falcón), Región D (Subregión D.4. Cordillera de la Costa Central: sectores D.4.1. Sierra de Aroa, D.4.3. Serranía del Interior). La cuenca de Aroa (2.463 km²) cubre las estribaciones de las sierras de Bobare al noroeste, las estribaciones de Churuguara al norte y Aroa al sur, donde están sus cabeceras (1.400 msnm), mientras que la de Yaracuy (2.481 km²) tiene a Sierra de Aroa en su flanco Norte y a la Cordillera de la Costa (Macizo de Nirgua) entre el sur y el este. La cuenca de Urama (440 km²) drena completamente la Cordillera de la Costa, así como la cuenca del río Sanchón (87 km², 1769 msnm) y la del río Morón (119 km², 1.702 msnm).

Las cuencas Aroa y Yaracuy tienen una planicie aluvial (fluvio-marina) común y sus cauces principales tienen meandros bien desarrollados en las planicies (salvo las canalizaciones en el río Yaracuy), así como áreas de muy baja pendiente; esto no ocurre con los ríos menores, que tienen poco desarrollo de sus cauces y sus planicies son pequeñas. A unos 30 km antes de su desembocadura el río Yaracuy se asocia con terrenos inun-

dables, donde existen varios complejos de ciénagas y lagunas, al norte del pueblo de Taría, en la confluencia de los ríos Mayorica y El Salado, y a partir de la confluencia con el río Taría, estas últimas se extienden hasta la desembocadura del río Yaracuy al mar y se entrelazan con las albuferas y lagunas costeras. Varias de estas áreas de inundación han sido desecadas y transformadas en terrenos agrícolas o baldíos.

- b) **Clima y vegetación:** El clima es macrotérmico y estacional, con la mayor parte de las lluvias entre julio-agosto y al final del año. En las planicies y valles aluviales llueve menos (800 mm) que en las montañas de Aroa (1.500 mm). Ya en las nacientes occidentales de las cuencas de Aroa y Yaracuy la precipitación es menor y el clima es transicional hacia la condición semiárida. En la cuenca del río Canoabo (Urama) la precipitación tiene patrón bimodal y varía entre 1.000-1.200 mm con menores valores en tierras medias, mientras que la temperatura es de 16° C en las cumbres y 25,5° en la confluencia del río Canoabo con el río Urama, a unos 135 msnm (Sevilla et al. 2009).

Entre las cuencas de Aroa, Yaracuy y Urama la vegetación es variada y de usual expresada por bosques secos deciduos y semideciduos, pero en las montañas existen selvas densas y nubladas. En las planicies aluviales y los piedemontes se identifican selvas veraneras, mientras que en el cordón litoral la mayor parte de la vegetación original ha sido sustituida por cocotales y urbanismos, salvo en las ciénagas de Yaracuy y algunos caños de marea, en estos últimos predominan los manglares, de resto, la vegetación es xerófita. Las cuencas de los ríos Sanchón y Morón tiene una cobertura completa de bosques, salvo las planicies, y en sus mayores elevaciones existen bosques nublados.

- c) **Aguas:** Los ríos en la zona de transición entre piedemontes y planicies tienen aguas variables: la conductividad ha sido 140-620 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los sólidos disueltos totales de 4,8-133,2 mg/l y el pH de 6,3-7,9 (Rodríguez-Olarte et al. 2015). A pesar de la contaminación extrema del río Yaracuy los datos sobre la misma son poco visibles; sin embargo, se ha legislado de manera particular con las normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la cuenca del río Yaracuy (Decreto nacional 2.181. 1998). Los caudales fueron moderados décadas atrás: 5,6 y 16,1 m^3/s en las desembocadura de los ríos Aroa y Yaracuy, mientras que Urama fue de 4,2 m^3/s (COPLA-NARH 1969) y su afluente Canoabo tiene 1,2 m^3/s . En el río Sanchón el caudal ha sido medido

en 0,96 m^3/s , pero en el periodo de sequía de 2016 fue menor a 0,1 m^3/s .

- d) **Fauna, usos y amenazas:** Las biotas en estos ríos son de interés para la conservación. Se han registrado un poco más de 50 especies de peces y su endemismo ronda el 20%, y alcanza el 30% en la escala de provincia biogeográfica (Rodríguez-Olarte et al. 2006a, 2011a). Las especies endémicas (*Bryconamericus charalae*, *Creagrutus lassoi*, *Creagrutus lepidus*, *Hyphessobrycon fernandezii*, *Chaetostoma yurubienense*, *Farlowella martini*, *Apteronotus ferrarisii*, *Austrofundulus leboignei*) se consideran en riesgo principalmente por lo reducido de su distribución (Aroa y Yaracuy suman menos de 5.000 km^2) y además, por la depauperación importante del río Yaracuy (Rodríguez-Olarte et al. 2011b, 2015). El río Urama ha demostrado una inusitada riqueza de especies de peces, lo contrario del río Sanchón, con predominio de peces marinos o estuarinos (*Awaous*, *Gobiomorus*, *Microphis*). A lo largo de estas cuencas se han introducido varias especies de peces, ya sea por el manejo piscícola inadecuado o por la introducción deliberada en embalses. El bocachico *Prochilodus mariae* y la cachama *Colossoma macropomum* tienen distribución amplia en las planicies bajas, la primera es usual en la pesca de subsistencia en el propio río Aroa y la segunda es acaso la especie con mayor importancia en la piscicultura regional (Rodríguez-Olarte et al. 2005). En los embalses se identifican, además de cachamas, los pavones (*Cichla*, Cichlidae).
- e) **Áreas protegidas:** El parque nacional Yurubí (23.670 ha. 1960) cubre las mayores alturas y los tributarios más importantes para el río Aroa, mientras que el monumento natural Cerro de María Lionza (11.712 ha. 1960) cubre las fuentes del río Yaracuy. El parque nacional Morrocoy (32.090 ha. 1974) cubre principalmente ambientes marino-costeros, pero también algunas pequeñas quebradas y áreas de inundación con importancia para las biotas de aguas dulces. Además, existen otras áreas protegidas: zona protectora de la Sierra de Aroa (114.103 ha. 1990), área de protección y recuperación ambiental Valle del río Aroa (300.000 ha. 1980). Casi toda la cuenca del río Sanchón es una reservas nacional hidráulica (8100 ha. 1976), igual ocurre con la cuenca del río Morón.
- f) **Usos de la tierra:** Salvo en áreas protegidas, algunos predios privados y montañas apartadas estas cuencas tienen una deforestación considerable, principalmente en las áreas bajas (valles y planicies). El río Aroa mantiene algunos fragmentos de matorrales -bosques de palmas- en la cuenca baja (Colonnello et al. 2014) pero la gana-

dería y los cultivos (naranja, cocos) predominan en las planicies. En el río Urama, aun cuando tiene un embalse en sus montañas y la intervención humana en la cuenca alta es considerable, tiene una mayor cobertura de bosques ribereños en la cuenca alta y en parte del tramo final. No obstante, antes de su desembocadura al mar el río recibe los efluentes de lagunas de tratamiento del complejo petroquímico de Morón.

- g) **Demografía:** Ambas cuencas suman 581.190 habitantes, pero con el 86% en la cuenca del río Yaracuy, lo que explica que en la cuenca del río Aroa la densidad de población sea de 34 ind/km² y en la de Yaracuy alcance 201 ind/km². Las principales ciudades en Yaracuy (San Felipe, Chivacoa) y Aroa (Aroa, Yumare) se asocian con las riberas del cauce principal o de los tributarios. Las otras cuencas mucho más pequeñas tienen densidades elevadas (Tabla 1), como Urama (117 ind/km²) y Morón (412 ind/km²), esta última la densidad más elevada en la vertiente occidental. Como caso único: la cuenca contigua del río Sanchón, al parecer no tiene habitantes permanentes.
- h) **Alteración de cauces:** En la cuenca de Yaracuy están los embalses Cumaripa (851 ha. 1971, sobre el mismo río) y Durute (23,5 ha. 1969), mientras que sobre el río Urama se creó el embalse Canoabo (534 ha. 1995) y en el río Morón existe un embalse pequeño (7,5 ha). La extracción de agua directamente de los ríos es permanente, ya sea para acueductos urbanos o actividades agropecuarias. Varios tributarios son intermitentes y sugieren una fragilidad importante de las cuencas altas frente a la pérdida de cobertura vegetal, pues la acumulación de sedimentos en los cauces de tierras bajas es enorme en la mayoría de los casos, esto es patente en los ríos Urachiche, Cocuaima, Quebrada Grande (Yaracuy), Tupe, Cupa y San Antonio (Aroa).

Otra perturbación de interés son las canalizaciones; estas han sido aplicadas en tramos de cauces principales pero también en sus tributarios, tanto en Aroa (Agua Linda, Crucito) como en Yaracuy (Macagua, Marcano). Sobre el río Yaracuy existen canalizaciones previas. En años recientes hubo una canalización importante, despejando el tramo final por decenas de kilómetros. El río Urama desembocaba en el tramo final del río Yaracuy (sector El Vegote); el cambio brusco en la orientación del cauce del río Urama cuando ingresa en las planicies (de norte a este) se asocia con su canalización a principios del siglo pasado, donde parte de su caudal sería desviado al río Salado, ahora su principal tributario.

El río Yaracuy es acaso el más afectado por la intervención humana en la región occidental, pues recibe efluentes y residuos urbanos, agrícolas e industriales, en la mayoría de los casos sin tratamiento adecuado de las aguas servidas. Ingenios azucareros, fábricas de papel, destilerías, y grandes monocultivos, por ejemplo, han contaminado el cauce principal, tributarios y embalses (Cumaripa, Durute) con efectos deletéreos sobre el río y sus biotas, pero además sobre los habitantes locales, la productividad agrícola e incluso sobre el turismo. Esta situación ha sido reconocida hace décadas, donde el río ha sido clasificado en una clase crítica de atención inmediata (COPLANARH 1971) e incluso se han generado leyes específicas. Cuando el río Morón ingresa en las planicies de inmediato es canalizado y embaulado (5 km), atraviesa la ciudad de Morón y desemboca al mar, todo esto en medio del aporte de efluentes urbanos e industriales variados. El río Sanchón recorre una planicie corta (~900 m) en medio de vegetación secundaria en retracción; sin embargo, este río tiene el cauce con mayor protección en la región.

- i) **Estado de conservación:** Los ríos Yaracuy y Urama tienen la peor clase de conservación (CC4), le siguen los ríos Aroa (CC3), Morón (CC2) y Sanchón (CC1). Algunos tributarios y/o tramos de los ríos (Aroa, Yaracuy) han sido propuestos como un área de protección dedicada (refugio, reserva o santuario, por ejemplo); más aún, se ha planteado extender algunas de las áreas protegidas regionales para cubrir secciones de tributarios y así incrementar la efectividad para la conservación de la ictiofauna (Rodríguez-Olarte et al. 2006a).

En la cuenca del río Yaracuy los tributarios Guáquira y Guarataro (Figura 3) son de interés para su conservación, pues estos mantienen caudales, hábitats acuáticos y poblaciones peces en buen estado de conservación. En la cuenca del río Aroa previamente se propuso al tributario Galápagos (entre los pueblos de Socremo y Yumare) con interés para su conservación, pero la intervención local ha aumentado. Actualmente, el río Agua Linda reúne mejores coberturas de bosques ribereños, por lo que debe ser considerado en los programas de conservación. Los ríos Morón y Sanchón tienen una cobertura total de vegetación (exceptuando las planicies) y es probable que sus cuencas sean las más conservadas de la región, esto obedece principalmente a los programas de manejo y de reforestación aplicados a esas cuencas; es de notar que una parte considerable del agua de estos ríos es empleada en la industria petrolera (Refinería El Palito).

3.4. Vertiente Caribe Central (IV)

Ríos en la Cordillera de la Costa: Fila Los Cajeros - Cabo Codera

a) **Paisaje, relieve e hidrografía:** Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera), Región D (Subregión D.4. Cordillera de la Costa Central: sectores D.4.2. Serranía del Litoral, D.4.3. Serranía del Interior). Los ríos que drenan la vertiente norte de la Cordillera de la Costa en este tramo provienen de valles marítimos en cuencas hidrográficas pequeñas (<200 km²), alargadas, con pendientes muy elevadas (~25%). Sus ríos tienen recorridos cortos (< 30 km) entre montañas y vallecitos de piedemontes (Figura 4). De usual las desembocaduras son asociadas con el cambio abrupto de pendiente conformando abanicos que se encuentran en expansión periódica. Las planicies aluviales de usual son pequeñas. Las pendientes elevadas y las costas de acantilados se asocian con una plataforma continental pequeña e impiden una acumulación importante de sedimentos fluviales, siendo característicos los valles inundados (rías), pero también hay estuarios de cauces únicos y algunas ciénagas y lagunas. La Cordillera de la Costa en este tramo se divide en dos secciones, desde la Fila Cajeros hasta el abra de Catia (oeste) y desde ahí hasta Cabo Codera

(este). Al este los ríos principales son Aguas Calientes (181 km²), San Esteban (40 km²), Ocumare (140 km²), Cata, Cuyagua, Choroní, Chuao (195 km²), Maya (121 km², Pico El Cenizo: 2407 msnm), Limón, Chichiriviche, Uricao Petaquire (137 km²) y, en abra de Catia, la Quebrada Tacagua (104 km²). Al este, donde la orografía tiene menor desarrollo horizontal pero mayores alturas y pendientes, destacan la quebrada San José de Galipán (16 km²) y varios ríos: Piedra Azul (22 km²), Río Grande (25 km²), Naiguatá (33 km²; Pico Naiguatá: 2.765 msnm), Camurí Grande (43 km²) y Los Caracas (78 km²). A partir de la Fila de San Juan y hasta Cabo Codera las alturas disminuyen drásticamente y se desarrolla un piedemonte que por el norte es asociado con lomeríos bajos; ahí los principales ríos son Caruao (68 km²), Chuspa (67 km²), Aricagua (83 km²) y Chirimena (Tabla 3).

b) **Clima y vegetación:** En las tierras bajas predomina el clima seco (semiárido) y, por contraste, es húmedo en las montañas inmediatas; este gradiente se expresa en un intervalo de precipitación entre los 500-600 a 800-1.200 mm desde las tierras bajas hasta las cumbres, similar al de la temperatura: 24-26° C a 10-14° C. Esta variación ocurre en un intervalo de pocos kilómetros entre el nivel del mar y las cumbres (5-16 km) y es expli-

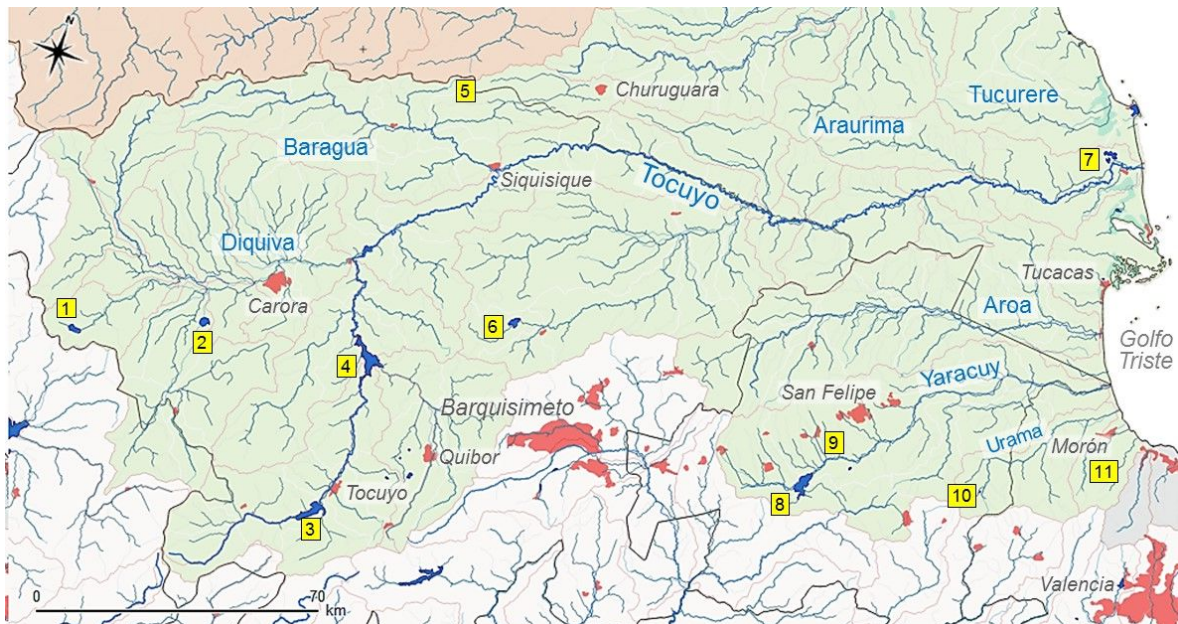


Figura 4. Principales ríos, lagunas y embalses en la Vertiente Caribe Occidental (III). La sección norte de la vertiente se indica en la Figura 3. Se muestran las principales divisorias de aguas (líneas finas claras). Los centros poblados y designaciones geográficas están en cursiva. Las mayores ciudades dentro de la vertiente son Carora, Tocuyo, Quibor y San Felipe. Los principales embalses son: 1) El Ermitaño, 2) Los Quediches, 3) Dos Cerritos, 4) Atarigua, 5) Mapará, 6) El Tacal, 7) Játira-Tacarigua, 8) Cumaripa, 9) Cabuy, 10) Canoabo, 11) Morón. Por condiciones de espacio la imagen ha sido rotada (20°).

cada por el efecto de los vientos alisios, que descargan su humedad en la vertiente norte de la cordillera. La región costera central del país es propensa a eventos extraordinarios de precipitación con efectos importantes en los ríos locales: entre los días 14 y 16 de diciembre de 1999 llovieron entre 400 y 900 mm sobre las montañas ya saturadas por lluvias previas, lo que propició una gran cantidad de deslizamientos y derrumbes. El material removido fue acarreado por ríos torrenciales fue norme y arrasó con las cuencas bajas, ocasionando -además de pérdidas humanas y materiales- una transfiguración de los ríos y el paisaje litoral costero (López 2011). Desde el litoral hasta las montañas se muestra un gradiente notable en la vegetación.

En las cercanías al mar predominan los bosques xéricos y matorrales secos, incluso con vegetación armada y suculenta. En alturas medias la vegetación se expresa en bosques tropófilos deciduos de porte bajo, pero a mayores alturas existen bosques ombrófilos densos (selvas nubladas) que de usual se asocian con nieblas orográficas, estas proporcionan una cantidad importante de agua a los ríos locales. Por encima de los 2.200-2.500 msnm se desarrolla una vegetación de subpáramo, con predominio de plantas de porte bajo.

- c) **Aguas:** Para COPLANARH (1969) el escurrimiento anual para varios de estos ríos (Tabla 2) indica que tienen caudales bajos: Morón (1,2 m³/s), San Esteban (0,6 m³/s), Ocumare (1,8 m³/s), Chuao (3,8 m³/s), Petaquire-Mamo (0,1 m³/s), Chuspa (1,0 m³/s). En el río Piedra Azul (213 msnm) Barrientos et al. (2005) midieron la conductividad específica en 306 µS/cm, los sólidos totales disueltos en 301 ppm, el pH en 8,13 y el oxígeno disuelto en 1,6 mg/l. En los ríos con intervención de las cuencas altas se evidencia una concentración elevada de coliformes fecales, usualmente por encima de la norma, como el río Piedra Azul y la quebrada Osorio, ambas de utilidad en acueductos locales (Barrientos et al. 2005). Es de prever que en todos los drenajes con asentamientos humanos en la cuenca alta presenten coliformes en las aguas.
- d) **Fauna, usos y amenazas:** Se reconocen 45 especies de peces en los ríos costeros, con un predominio de grupos marinos y muy pocas especies estrictas de aguas dulces. Las especies representativas son marinas o estuarinas, destacando *Mugil curema*, *Agonostomus monticola*, *Awaous banana* y *Sicydium plumieri* y en las colecciones biológicas se han registrado 22 especies dulce-

acuícolas: *Astyanax bimaculatus*, *A. fasciatus*, *Hoplias malabaricus*, *Poecilia* spp., *Anablepsoides hartii*, *Andinoacara* y *Synbranchus marmoratus* (Rodríguez-OlarTE et al. 2011b). Desde los extremos de la Vertiente Caribe Central la riqueza disminuye a valores mínimos en el centro, como en el río Caruaó, con cuatro especies, mientras que al este, en el río Chuspa, se reconocen 16 especies (Lasso et al. 2015). Al oeste y en la frontera zoogeográfica, la riqueza de peces dulceacuícolas es de 27 especies (río Alpagatón, Urama). No se reconocen especies de peces endémicas para estos ríos. Es previsible que algunas poblaciones se encuentren en riesgo por la pérdida de hábitat en varios ríos pequeños, la transformación de cauces o los eventos climáticos, incluso la combinación de todas estas causas. Esto se asociaría con los ríos Aguas Calientes, San Esteban, Borburata, Ocumare, Choroní, Petaquire y Naiguatá. Alrededor de 21 especies de peces se incluyen en la pesca de subsistencia, casi todas marinas y estuarinas (*Elops*, *Agonostomus*, *Centropomus*, *Awaous*, *Gobiomorus*). El consumo de camarones de río (*Macrobrachium*, *Atya*), es usual en estos ríos costeros, incluso su comercialización (Lasso et al. 2015).

- e) **Áreas protegidas:** Tres parques nacionales resguardan varias cuencas en esta vertiente al mar: San Esteban (43.500 ha. 1987), Henri Pittier (107.800 ha. 1937) y Waraira Repano o El Ávila (81.900 ha. 1958. Figura 4). La cobertura boscosa natural en estos parques es elevada, salvando las áreas bajas asociadas con las desembocaduras y centros urbanos, pero existen áreas en las cuencas elevadas con intervención importante (Galipán, Piedra Azul). Igualmente, también destaca el Monumento Natural Pico Codazzi (11.850 ha. 1991), con una intervención importante en su superficie, expresada por una matriz agropecuaria.
- f) **Usos de la tierra:** Los ríos que tienen una cobertura forestal completa en todo su cauce principal - desde las montañas hasta la desembocadura- son pocos y asociados con las áreas protegidas (Tabla 2). La intervención en esta sección de la vertiente Caribe es diferencial y abrupta: existe un litoral costero con intervención extrema por centros urbanos, industriales y vías de comunicación, y donde los ríos son muy degradados. Por otro lado, existen áreas bajo protección oficial y/o con buen estado de conservación donde los ríos tienen un estado de conservación elevado.

La intervención se concentra e intensifica entre las cuencas de Maya y San José de Galipán (Figura 4), donde las laderas de las montañas reflejan un uso agrario notable y la franja costera con una muy

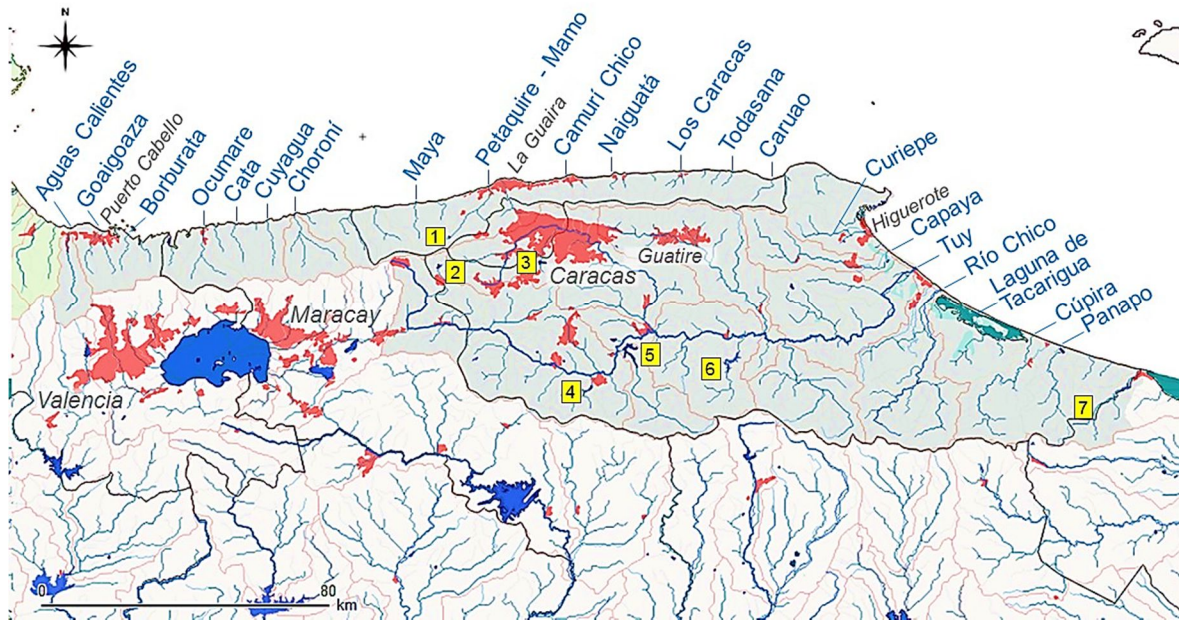


Figura 5. Principales ríos, lagunas y embalses en la Vertiente Caribe Central (IV). Se muestran las principales divisorias de aguas (líneas finas claras). Los centros poblados y designaciones geográficas están en cursiva. Las mayores ciudades dentro de la vertiente son Caracas, La Guaira, Guatire e Higuero. Los principales embalses son: 1) Petaquire, 2) Agua Fría, 3) La Mariposa, 4) Ocumarito, 5) Lagartijo, 6) Taguaza, 7) Guapo.

elevada densidad de población. Por el oeste, el río Aguas Calientes está bordado por carreteras, autopistas, pueblos y fábricas. Estos usos de la tierra cubren alrededor del 50% de la cuenca y, aun cuando su flanco oriental es protegido por el Parque Nacional San Esteban, los impactos sobre el ecosistema fluvial son grandes y evidentes. La mayor pérdida de cobertura boscosa se ha detectado en las cuencas contiguas de Tacagua y Petaquire (Mamo en la cuenca baja). La quebrada Tacagua drena un amplio sector del noroeste de la ciudad de Caracas y, aun cuando tiene algunas laderas de la cuenca media con cobertura vegetal elevada, atraviesa la ciudad de Catia La Mar (Figura 4). La agricultura se desarrolla en las pequeñas planicies de las cuencas bajas, donde el cacao es el cultivo con mayor cobertura, le siguen cultivos variados pero con poca extensión. En las zonas intervenidas de las áreas protegidas (ej. Galipán) el cultivo es flores y hortalizas es común.

- g) **Alteración de cauces:** El cauce del río Sanchón recibe los efluentes y residuos urbanos e industriales en todo su recorrido; además, ha sido canalizado en algunos tramos y al final de su curso está flanqueado por el pueblo de El Palito y una refinería de petróleo. Fuera del Parque Nacional San Esteban los ríos Goaiagoza y San Esteban ingresan a la ciudad de Puerto Cabello, son canalizados y reciben efluentes urbanos e indus-

triales antes de desembocar al mar. La canalización (transformación de cauces, desvíos) ocurre en casi todos los ríos de franja urbanizada en estas vertientes.

- h) **Demografía:** El litoral costero (~27 km) entre los centros urbanos de El Palito y Gañango (incluyendo la ciudad de Puerto Cabello, Figura 4) contiene unos 150.000 habitantes. Hacia el este, una franja casi continua de centros urbanos -desde Puerto Carayaca hasta Caraballeda- se extiende por unos 38 km de la costa. Estos caseríos, pueblos, ciudades y fábricas han sido creados y consolidados gracias a los ríos costeros, lo que se expresa en el tramo final de los mismos, que es muy afectado por efluentes, residuos y canalizaciones. Además, la mayoría de estos ríos suplen de agua a la población, que ahora puede alcanzar un poco más de 241.000 habitantes (incluyendo las cuencas altas). La densidad poblacional se dispara en la franja costera, pero aun así tiene valores muy elevados, los mayores entre todas las cuencas de las vertientes estudiadas. La menor densidad se ubica en las cuencas de los ríos Maya y Chuao, con 9 y 8 ind/km², respectivamente. Una densidad de población elevada pero menor a 100 ind/km² ocurre en Aguas Calientes y el grupo de cuencas Ocumare-Cuyagua, por ejemplo. Los valores se incrementan mucho en las cuencas con ciudades en su superficie, como San Esteban (ciudad de

Puerto Cabello) y (Naiguatá), que alcanzan 687 y 542 ind/km², respectivamente. Valores extraordinarios son ostentados por las cuencas de Tacagua con 1.446 ind/km², que drena una fracción de la ciudad de Caracas y la ciudad de Catia La Mar (esta densidad es superada por en el tributario Guaire, que drena la ciudad de Caracas en la cuenca del río Tuy), San José de Galipán (1.252 ind/km²) y Piedra Azul (1218 ind/km²).

- i) **Estado de conservación:** Las cuencas de los ríos Petaquire, Tacagua y San José de Galipán tienen clases CC4 y seis alcanzan la clase 3 (Tabla 2); aun cuando estas cuencas tienen urbanismos extensos (ej. San Esteban), una parte considerable de su superficie tiene una cobertura de bosques, condición propiciada por las áreas protegidas. Las cuencas de Naiguatá y Los Caracas tuvieron clases CC2 y CC1, respectivamente. La mayoría de estos ríos presentan una situación de conservación de interés a resolver: en las montañas los cauces se asocian con bosques ribereños que tienen de usual muy baja intervención. En las planicies y desembocaduras sucede todo lo contrario: la deforestación e riberas y la transformación de cauces es extendida. Las faunas (peces e invertebrados) en las zonas medias y altas están afectadas por la disrupción en los ciclos hidrológicos y temporales, principalmente aquellos grupos que tienen ciclos de vida entre el río y el mar. El fenómeno anterior debe tener una ocurrencia similar en el resto con cuencas con una cobertura boscosa relevante pero con desembocaduras asociadas a los centros urbanos. La lista es larga, siendo más práctico indicar aquellos ríos en donde existe la menor urbanización: Turiamo, Chuao, Cepe, Tuja, Anare y Los Caracas, entre algunas cuencas muy pequeñas (<10 km²) que tienen muy baja o nula intervención, acaso como respuesta a la ausencia de ríos permanentes en las mismas. Los eventos de precipitación extraordinarios de 1999 ocasionaron la pérdida generalizada de los acueductos locales, por lo que ocurrieron nuevas transformaciones de cauces para suplir de agua a los centros urbanos; esta situación, aunada al incremento de población predice un aumento en la depauperación de estos ríos costeros.

Ríos entre la Cordillera de la Costa y Cordillera del Interior.

Río Tuy

- a) **Paisaje, relieve e hidrografía:** Unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera), Región D (Subregión D.4. Cordillera de la Costa Central: sectores D.4.2. Serranía del

Litoral, D.4.3. Serranía del Interior). El río Tuy nace en el Pico Codazzi (2.426 msnm) y drena 6.606 km² las vertientes sur de la Cordillera de la Costa y norte de la Cordillera del Interior. Desde su nacimiento en la Colonia Tovar corre al sur hasta la falla La Victoria (El Consejo); ahí tuerce al este hasta la Fila Las Veras, donde coge rumbo al sureste siguiendo el rumbo de la falla La Victoria, hasta los Valles del Tuy, donde luego de recibir al río Súcuta sigue al norte bordeando la Fila La Pastora hasta el Topo Lele, donde toma rumbo este, recibe al río Guaire, bordea por el sur a la Fila Las Hermanitas y luego penetra la depresión de Barlovento, luego de recibir a los ríos Taguaza y Grande, donde bordeará por las planicies el flanco norte de la Serranía del Interior. Luego de las Sabanas de Rubio y antes del sector Madre Vieja el río Tuy cambia abruptamente su curso al noroeste, corre unos kilómetros y otra vez retoma su curso previo y por un canal llega al mar. Así, el río Tuy ha recorrido 269 km (Figura 4).

La cuenca del Tuy se puede dividir en cuenca alta, desde las cabeceras hasta la Falla La Victoria (Fila El Picacho), cuenca media (tramo El Picacho – desembocadura del río Taguaza) y la cuenca baja, de ahí hasta el mar. Los principales tributarios por el norte son los ríos Guaire (1.185 km²), que atraviesa el Valle de Caracas pero antes recibe los ríos El Valle (San Diego, 1.310 msnm, 79 km²), San Pedro (Topo El Arado, 2.050 msnm, 123 km²) y Macarao (Alto Ño León, 2.122 msnm, 109 km²). El río Guaire desemboca en el río Tuy bordeando la ciudad de Santa Teresa del Tuy. Siguiendo el curso de río Tuy, le siguen los ríos Grande o Cauagua (817 km²) y Merecure, este último se integra con ciénagas boscosas en las planicies cercanas a Tapipa, muy cerca del río Tuy. Aguas abajo y en las mismas planicies cenagosas nacen los caños Las Brisas y Colorado, que desembocan de inmediato en el río Tuy. A unos dos kilómetros de la desembocadura al mar desde el río Tuy parte el caño de marea Boca Vieja y corre en dirección noroeste, casi paralelo a la costa, hasta unirse con el río Capaya justo en la desembocadura.

Por el sur los principales tributarios son los ríos Cagua, Guaire (Fila Las Cotizas, 1.453 msnm, 181 km²), Ocumarito, Lagartijo (Filas La Rasante y Maestra, 1.374 msnm, 324 km²), Taguacita, Taguaza (Fila de Guatopo, 1.576 msnm, 270 km²), Cuira (Fila Maestra, Cerro Aserradero, 1.503 msnm, 557 km²). Entre los lomeríos y planicies de la cuenca baja existen algunas ciénagas y lagunas: Caño Negro, Laguna Grande, La Unión y La Maroma, esta última a la margen derecha del Tuy. Ya cerca

del litoral marino el río atraviesa planicies inundables, como las sabanas de Guardalagua, Oro, Toro y Bajos de Manatí (Figura 4, Tabla 3).

- b) **Clima y Vegetación:** En las cumbres de la Cordillera de la Costa (Monumento Natural Pico Codazzi) las temperaturas son de 13-16° C y las precipitaciones entre 1.000 y 1.500 mm anuales; ahí, el periodo de sequía es breve, entre enero y marzo (Parkwatch 2003). En Caracas (Observatorio Cajigal, 1.035 msnm) la precipitación anual ha sido registrada en 826 mm y la temperatura en 20,8° C y estos valores tienden a bajar hasta en el río Grande (Guarenas-Guatire), donde las temperaturas medias están alrededor de los 23,5° C y con 852 mm de precipitación anual. Ya en la depresión de Barlovento la humedad se incrementa gracias a los vientos alisios húmedos que originan precipitaciones orográficas en las cadenas montañosas que bordean la depresión. En Caucagua la temperatura es de 26,4° C y la precipitación de 2.075 mm, mientras que al sureste, en las montañas de Guatopo, las precipitaciones anuales están entre los 2.200 y 2.500 mm y las temperaturas superan los 26° C (Márquez 2006). Es conocido que en las planicies bajas de Barlovento (Tapipa, El Clavo, Panaquire) la precipitación puede llegar a los 2.800 mm y en el litoral (San José de Río Chico), los 1.488 mm, con temperaturas que rondan los 26° C (Jaimes et al. 2006); ahí el periodo seco se extiende de noviembre a mayo y el de lluvias de junio a octubre.

En las montañas elevadas la vegetación es de subpáramo arbustivo en las mayores alturas (Pico Naiguatá), pero a lo largo de las áreas protegidas en las cordilleras de la Costa y del Interior predominan los bosques montanos siempreverdes (bosques nublados) y semidecíduos estacionales. En el valle medio del río Grande (Guarenas-Guatire) los bosques secos deciduos tienen una cobertura elevada en las tierras bajas, pero ya en la depresión de Barlovento la humedad permite el desarrollo de densos bosques húmedos y áreas de vegetación baja asociadas con ciénagas y humedales herbáceos. En las cercanías al mar y hacia el este el clima es más seco y la vegetación tiende a ser decidua, mientras que en litoral, las desembocaduras y albuferas están bordeadas por manglares y vegetación halófitas de porte bajo.

- c) **Aguas:** El río Tuy tiene el mayor caudal en la vertiente Caribe, con 80 m³/s (Tabla 3). En la cuenca media y antes del ingreso de los principales afluentes (Guaire y Grande) se ha medido el caudal en 18,6 m³/s (COPLANARH 1969), mientras que en la depresión de Barlovento (El Clavo) ha

alcanzado 70,7 m³/s (Márquez 2006). El río Grande ha mostrado un caudal de 6,3 m³/s. En Barlovento otros tributarios tienen variables, por el norte el río Merecure tiene 0,2 m³/s en los lomeríos y por el sur los ríos Taguaza y Cuira tienen caudales importantes: 9,7 y 26,8 m³/s, respectivamente. A partir de la cuenca media del río Tuy sus aguas son muy contaminadas, debido al ingreso de efluentes urbanos en los Valles del Tuy y de sus principales tributarios al norte (Guaire y Grande); sin embargo, el río tiene tributarios con aguas limpias que provienen usualmente de áreas protegidas, por lo que los reportes sobre los aspectos físicos y químicos de sus aguas son variables. En el río Tuy los valores medios de conductividad son 200 µS/cm y oxígeno disuelto de 8,4 mg/l; mientras que el pH ha sido medido en 7,4 (Mogollón et al. 1993). El río Guaire antes de su desembocadura ha mostrado una corriente con 14,1 m³/s y 5,8 mg/l de oxígeno disuelto, mientras que en el río Grande la corriente fue de 11,6 m³/s y el oxígeno disuelto con 4,2 mg/l (Hernández 2011). En la mayor parte de los tributarios de la cuenca los valores de coliformes fecales son elevados..

- d) **Fauna, usos y amenazas:** En el río Tuy y las pequeñas cuencas vecinas (Curiepe, Capaya, Guapo, Uchire) los registros dan cuenta de 60 especies de peces de aguas dulces (Rodríguez-Olarte et al. 2011b), incluyendo un número elevado de géneros (45) respecto a todas las cuencas que drenan al Mar Caribe. Los Characiformes (26 especies) y los Siluriformes (17 especies) abarcan un poco más del 70% de la riqueza. Son varias las especies endémicas estrictamente a la cuenca (*Moenkhausia pittieri*, *Chaetostoma guairense*, *Cordylancistrus nephelion*, *Rineloricaria caracasensis* y *Trichomycterus mondolfi*), pero también otras endémicas para la vertiente, como el caribe del Neverí (*Serrasalmus neveriensis*). En la cuenca del río Tuy son varias las especies en situación de amenaza según el Libro Rojo de la fauna venezolana (Rodríguez et al. 2015). En la categoría En Peligro están varios bagres Loricariidae (*Chaetostoma pearsei*, *Cordylancistrus nephelion*, *Rineloricaria caracasensis*) y un bagre Trichomycteridae (*Trichomycterus mondolfi*) y como vulnerables son las especies *Chaetostoma guairense*, *Moenkhausia pittieri* y *Serrasalmus neveriensis* (González-Oropeza et al. 2015).

Es previsible que las poblaciones de varias especies hayan sido extirpadas en las subcuencas o tramos muy contaminados y/o con hábitats fragmentados por la transformación o desecación de cauces; de igual manera, la ictiofauna local -y la

biota acuática asociada- se encuentra en una situación de amenaza generalizada. No se disponen de datos sobre las especies estuarinas y marinas que frecuentan el tramo final del río Tuy, pero se supone son similares a las registradas en el resto de los ríos locales.

La mayoría de las especies de peces en la cuenca son de tamaño pequeño a moderado, pero de usual tienen importancia en la pesca de subsistencia, como las guabinas (*Hoplias*), corronchos y bagres (*Chaetostoma*, *Hypostomus*, *Pimelodella*, *Rhamdia*), viejas, mataguaros y picos de frasco (*Andinoacara*, *Cichlasoma*, *Crenicichla*, *Caquetaia*), y las sardinitas (*Astyanax*, *Steindachnerina*). Varias especies tienen importancia ornamental, especialmente *Moenkhausia pittieri* y algunos bagres (*Chaetostoma*, *Corydoras*, *Microglanis*). Se reportan como especies introducidas a la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en el embalse Agua Fría y las tilapias (*Oreochromis*) en el cauce del río Tuy (González-Oropeza et al. 2015). En las pequeñas quebradas que drenan el Parque Nacional Waraira Repano (ej. Los Chorros) ha sido habitual introducir diferentes especies de peces ornamentales. También se reconoce una incipiente cría de cachamas (*Colossoma*) promovida por oficinas gubernamentales en varios sectores de la cuenca.

- e) **Áreas protegidas:** En la cuenca se mezclan varias áreas protegidas: En la Cordillera de la Costa está el Parque Nacional Waraira Repano (81.900 ha. 1958) y los monumentos naturales Pico Codazzi (11.850 ha, 1991) y Cueva Alfredo Jahn (58 ha, 1978), este último se incluye en el drenaje del río Curiepe. Por el sur están los parques Macarao (15.000 ha. 1973) y Guatopo (122.464 ha. 1958). Además, existen las zonas protectoras de la cuenca del río Chuspita (5.642 ha, 1976) y de los embalses La Mariposa (Embalse 2.825 ha, 281.069 ha, 1988) y La Pereza (330 ha, 1982). Prácticamente toda la cuenca del río Tuy tiene prioridad de tratamiento y conservación: Área Crítica con Prioridad de Tratamiento (877.974 ha, 1992). A pesar que la superficie acumulada de estas áreas administrativas se solapa y duplica el área de la cuenca, el río Tuy y muchos de sus tributarios tienen una situación de depauperación generalizada y extrema.

Usos de la tierra: Aun cuando en toda la cuenca del río Tuy existe una deforestación generalizada debido a la expansión de la frontera agrícola y urbana, aún existen lugares con vegetación natural y/o muy poco intervenida, como en el extremo oriental de la Cordillera del Interior y bosques en la planicie de Barlovento. No obstante, en la depresión de Barlovento los cultivos de cacao, que

tienen una gran extensión, se ubican en los estratos bajos de los bosques. La agricultura es común y dispersa a lo largo de la cuenca. La minería no metálica (gravas) es intensa y extendida a lo largo del río Tuy y sus tributarios; esta minería es usualmente ribereña y sus efectos sobre el medio local y aguas abajo son evidentes. Un examen de imágenes satelitales muestra que el río Tuy en su cuenca baja (Barlovento) y entre los poblados de Araguaita y Panaquire tiene por lo menos 10 minas de grava; estas son usualmente ribereñas. A su vez, el río Grande muestra por lo menos once minas desde Guatire hasta su desembocadura en el Tuy. La densidad de minas de grava en estos tramos es quizá la más elevada del país. Otras tantas minas de gravas se detectan en la cuenca media del río Tuy. Aparte, existen otros tipos de minerías (calizas, cemento) dispersas en las montañas y lomeríos.

- f) **Demografía:** La cuenca del río Tuy concentra la mayor población de Venezuela y la revisión de registros del censo de población 2011 indica que ahí habitan 4.536.886 personas (Tabla 3), con un aporte de 1.943.901 habitantes por el Distrito Federal y 2.675.165 por el estado Miranda. Lo anterior indica una densidad de 687 ind/km² para la cuenca., La cuenca del principal tributario (río Guaire 1.185 km²) y que contiene la mayor población, la densidad alcanza 2.915 ind/km². Nótese que la densidad de población para Venezuela es de unos 34 ind/km².
- g) **Alteración de cauces:** Los ríos en la cuenca han sido transformados en gran medida. El río Tuy era navegable por embarcaciones pequeñas desde la confluencia con el río Guaire hasta el mar; este último accionó en 1895 la primera planta hidroeléctrica de Venezuela. Alrededor de las carreteras y las autopistas muchos tramos de ríos han sido canalizados, como el Guaire y varios de sus tributarios, que han sido embaulados en su curso urbano. También son varios los embalses en la cuenca, siendo principales: La Mariposa (54 ha. 1949), Agua Fría (44 ha. 1949), Quebrada Seca (95 ha. 1961), Lagartijo (451 ha. 1962), La Pereza (8.7 ha. 1969), Ocumarito (75 ha. 1969) y Taguaza (580 ha, 1997), pero existen muchos otros pequeños embalses públicos y privados. En la cuenca media el río Tuy y sus tributarios reciben las descargas de grandes centros urbanos, sumándose extensos centros industriales. Estos efluentes son recibidos principalmente por los ríos Guaire y Grande. Para Hernández (2011), el río Tuy tiene poca contaminación solo en su cuenca alta, pero los mayores tributarios de la cuenca están muy con-

Tabla 3. Principales ríos en la Vertiente Caribe Central (VCC). El origen y tratamiento de los datos es indicado en los métodos. En la Corriente se indica su tipo (T): eventual (e), intermitente (i), permanente (p) y el caudal (m^3/s). La Población humana es basada en el censo nacional de 2011. En Perturbaciones están: Embalses en número (N°) y superficie del espejo de agua (ha), la canalización y desvío (CD) de cauces principales (c) y tributarios (t), y los efluentes (E), que son urbanos (u) e industriales (i). La mayoría de los ríos reciben efluentes agropecuarios. Las clases de conservación (CC) son: buena (1), regular (2), pobre (3) y muy pobre (4). En los Ríos se indica entre paréntesis el número de áreas protegidas (parques nacionales y monumentos naturales) en su cuenca. Los grupos de ríos son: Goaiagoza y San Esteban (a), Borburata y Patanemo (b), Turiamo, Ocumare, Cata y Cuyagua (c). Se indica el abra de Tacagua o Catia (d).

Ríos	Cuenca (km²)	Corriente		Población humana	Perturbaciones				CC
		T	(m³/s)		Embalses		CD	E	
					Nº	ha			
Vertiente Caribe Central									
Aguas Calientes (1)	181	p	1,0	17.212			c	ui	3
San Esteban (1) ^a	164	p	0,5	112.742			c	ui	3
Borburata-Patanemo (1) ^b	115	p	2,0	17.496			c	ui	3
Ocumare-Cuyagua (1) ^c	399	P	4,0	12.816					2
Choroní (1)	114	P	1,0	5.815				u	2
Chuao (1)	217	i	1,0	1.853				u	1
Maya (1)	122	i	0,5	1.000				u	3
Limón (1)	112	p	1,0	6.200				u	3
Petaquire (1)	137	i	0,2	39.000	1	18,5	c	ui	4
Tacagua (1) ^d	104	i	0,5	150.366			c	ui	4
Piedra Azul (1)	26	p	0,2	31.657				u	3
San José de Galipán (1)	16	p	0,2	20.033				u	4
Naiguatá (1)	33	p	0,2	17.877			c	u	2
Los Caracas (1)	77	p	1,0	5.902				u	1
Chirimena	26	p	1,0	3.500				u	3
Curiepe (2)	174	p	1,0	45.090			c	ui	3
Capaya	349	p	5,0	27.001			c	ui	4
Tuy (4)	6.606	p	65	4.536.886	8	1.432	c	ui	4
Guapo (1)	836	p	12,0	37.944	1	600	c	u	3
Uchire	257	p	2,0	21.831	1	2.000	c	u	3
Otros	431		4	11.000		65			3

taminados, con valores elevados en la conductividad y en las concentraciones de Na, K, Ca, Mg SO_4^{2-} y HCO_3^- , al igual que metales traza (Al, Fe, Mn). Esto se ha evidenciado por el norte en los ríos Guaire y Grande (Caucagua) y por el sur en varios ríos y quebradas asociadas con centros urbanos (ej. Guayas, Ocumare, Lagartijo, Cagua, Cua, Charallave), incluso en la desembocadura, sugiriendo aportes relevantes de aguas residuales domésticas e industriales, así como también de actividades agropecuarias.

- h) **Estado de conservación:** La cuenca tiene una clase CC4, pero su situación es más compleja que en otras ríos costeros del país, principalmente por la intensidad de los impactos y la extensión y variedad de perturbaciones, todo esto en una matriz dinámica de centros urbanos, campos

agrícolas, áreas protegidas en montañas, áreas especiales de manejo fragmentos de bosques en algunos sectores y una diversidad biológica elevada y con endemismo importante. Al parecer, la cuenca genera más agua de la que emplea como agua potable. El río Tuy tiene un caudal promedio de: $65 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tabla 3) y la oferta de agua potable para la Región Metropolitana Caracas (RMC) en 2010 fue de unos $26 \text{ m}^3/\text{s}$ (Martínez 2013); la misma provenía en gran medida de los ríos embalsados en la cuenca del río Tuy, pues una parte proviene de pozos profundos y del sistema con origen en el embalse Camatagua (7.648 ha. 1968) en la cuenca del río Guárico, sistema del Orinoco.

El interés para la depuración de las aguas servidas antes de ser descargadas en los cauces es recurrente y tiene cerca de un siglo, con principal

foco de acción en el río Guaire, mediante planes de alcantarillado, colectores y proyectos integrales de saneamiento. El último de estos proyectos fue presentado a principios de este siglo, pero aún no se ha logrado el tratamiento de las aguas residuales generadas por la ciudad de Caracas (Martínez, 2013). A parte del previsible crecimiento de la población y de los efectos negativos del clima en los diferentes escenarios del cambio climático, la ausencia de correctivos adecuados para evitar o disminuir la deforestación de bosques ribereños, contaminación de los cauces, la fragmentación y pérdida de hábitats, así como la pérdida de la diversidad biológica acuática.

Otros ríos en la vertiente Caribe Central

En las unidades del paisaje: Región A (subregión A.2 Continental costera), Región D (Subregión D.4 Cordillera de la Costa Central: sectores D.4.3. Serranía del Interior). Otros ríos menores son asociados al río Tuy: al norte destacan los ríos Curiepe y Capaya (411 km²). El río Curiepe nace en el flanco sur en las estribaciones orientales de la Cordillera de la Costa (Cerro Carrizal, Fila Palmital), sus tributarios corren al sur, pero el río principal tiene dirección este, atraviesa las planicies cenagosas (Laguna Moreno) donde se incorporan pequeñas quebradas para luego ser canalizado y orientado hacia la ciudad de Higuerote, la cual atraviesa antes de desembocar en la bahía (Figura 4). Este río tendría una desembocadura asociada con las lagunas Loma del Viento y La Reina, esta última objeto de extensos urbanismos litorales. En la cuenca alta los bosques tienen poca intervención, debido a la protección parcial del Parque Nacional Waraira Repano, pero en la cuenca son varios los centros urbanos en el curso del río: Curiepe, Birongo e Higuerote, este último es además un centro turístico importante en la región. La población en la cuenca es de unas 45.090 personas y con una densidad elevada (259 ind/km²). El río Capaya tiene el mismo origen que el río anterior (Fila Las Perdices) pero sus cabeceras no son protegidas y presentan una cobertura agropecuaria moderada, pero esta se incrementa en el resto de la cuenca.

En toda la cuenca los bosques se muestran usualmente en pequeños fragmentos asociados con los sistemas de producción agropecuaria. El río Capaya atraviesa varios caseríos y centros poblados, como Capaya, Tacarigua de Mamporal y Sotillo; estos suman unas 27.000 personas (77 ind/km²). Ya en las planicies el río es canalizado -con rumbo norte y por unos seis kilómetros- hasta el mar. El río Capaya desembocaba anteriormente más al este y es posible que en el algún momento desembocara en el río Tuy. En el río

Curiepe los caudales han sido registrados entre 1-3 m³/s, mientras que en el río Capaya son un poco mayores, con 3,2 m³/s (COPLANARH 1969). El río Curiepe tiene una clase CC3 y al Capaya le corresponde la clase CC4 (Tabla 3).

Al sureste del río Tuy los principales drenajes son los ríos San José, Guapo, Cúpira (378 km²), Chupaquire, Panapo (137 km²) y Uchire (285 km²). El tramo final del río San José ha sido modificado en gran medida: atraviesa el pueblo costero de San José de Río Chico y es canalizado y derivado hacia un complejo de canales artificiales de Río Chico. La cuenca alberga unas 37.994 personas (45 ind/km²). El río Guapo nace en Fila Maestra (1.087 km². Figura 4) de la Cordillera del Interior, corre al norte y al mar Caribe por una planicie pequeña (~20 km). En esa cuenca la precipitación anual es de 2.303 mm y la temperatura media de 25,7° C. Este río desembocaba directamente en Puerto Tuy, unos tres kilómetros al este de la desembocadura de Río Chico (Caño Copey) y a 9,6 km al este del río Tuy. Sin embargo, unos cinco kilómetros aguas abajo del pueblo de San Fernando del Guapo el río fue desviado al este y canalizado por unos 5,2 km hacia la Laguna de Tacarigua, que es una albufera con un típico cordón litoral con 26,7 km de longitud y una superficie de 7.800 ha.

La Laguna de Tacarigua y sus manglares son protegidos por el Parque Nacional Laguna de Tacarigua (39.100 ha. 1974). En su nueva desembocadura el río Guapo ha conformado un delta que ha evolucionado acorde con la represa del Guapo, aguas arriba (Méndez et al. 2000). El caudal del río Guapo se ha medido en 2,2 m³/s. En el río Guapo se construyó un embalse antes de ingresar a las planicies (600 ha. 1981), este fue averiado durante eventos de precipitación extraordinaria en 1999. El río Guapo tiene una clase CC3.

El río Cúpira, con clase CC2, mantiene una mayor cobertura de vegetación en la cuenca alta (Fila Zumbador) y de bosques ribereños respecto a los otros ríos locales y su cauce no ha sido transformado en gran medida. Aparte de varios caseríos ribereños, en las planicies el río bordea los pueblos de Cúpira y Machurucuto, este último en la desembocadura. Los ríos Chupaquire y Panapo tiene condiciones geográficas similares al río Cúpira, pero sus cuencas son menos pobladas; no obstante, el río Panapo es intermitente. Ya más al este el clima es menos húmedo y los bosques en las estribaciones de la cordillera son más secos y deciduos, pero con coberturas extensas. El río Uchire drena el límite oriental de la vertiente. Esta cuenca es más intervenida (CC3) y alberga una población de 21.831 habitantes (85 ind/km²). Las tierras altas tienen extensas coberturas agropecuarias

y presencia de caseríos y pueblos (Sabana de Uchire), en la cuenca media existe con cobertura elevada de bosques y se asienta un embalse (200 ha. 1978). En las planicies el río es canalizado y bordea el pueblo costero de Boca de Uchire (Figura 4, Tabla 3).

4. CONSIDERACIONES FINALES

Cerca del 60% de las cuencas evaluadas tiene menos de 1.000 km², mientras que el 10% de los ríos tiene caudales mayores a los 5 m³/s; además, el 98% de la superficie de la vertiente Caribe corresponde a ríos en las clases de conservación 3 y 4 (CC4: 58.2%, Figura 5), además, los 20 ríos que drenan las vertientes más secas (40.874 km²) son clase CC3 y superior. Sólo siete cuencas tienen clases CC1 y CC2 y estas son muy pequeñas, en promedio 156 km², con caudales pobres (usual <1 m³/s) y muy baja diversidad biológica en las aguas respecto a las cuencas vecinas. Por paradoja, la mayoría de las cuencas grandes contienen la mayor población humana, más intervención de sus ambientes naturales, caudales más voluminosos y contaminados, así como una diversidad biológica y endemismo elevados pero en situación de riesgo.

Aun cuando las varias áreas protegidas en la vertiente han tenido un efecto positivo para la conservación de las coberturas boscosas y, en consecuencia, de los hábitats y caudales en los ríos, tienen un efecto limitado respecto al curso total de los ríos; excepto en las áreas protegidas de la Cordillera de la Costa, donde

los parques nacionales tienen una cobertura extendida de esas pequeñas cuencas; no obstante, en estos casos los tramos finales y las desembocaduras no tienen protección y están muy intervenidas.

Los drenajes al Golfo de Venezuela y en las vertientes al Mar Caribe Occidental y Central tienen la menor cantidad de ríos y caudales en el país. Por ejemplo, asociada también con el Mar Caribe, está la cuenca del Lago de Maracaibo, que genera unos 1300 m³/s. Los 239 m³/s de caudales de todos los ríos costeros evaluados representan sólo un 0,5% del total nacional, pero son de interés fundamental para 7.217.558 personas, a este volumen se añade el aporte de acuíferos subterráneos y trasvases desde cuencas vecinas. Entre los caudales acumulados que estos ríos descargan al Mar Caribe (recuérdese que los datos no son actualizados) a los ríos Tocuyo, Yaracuy y Tuy (los más grandes y más contaminados) le corresponden cerca del 60%; esto es, unos 130.000 litros de agua contaminada que cada segundo ingresan al mar, pero que antes dejan su efecto en los hábitats y sus biotas, depauperando a su vez a las riberas y empobreciendo a sus gentes.

Existen 34 grandes embalses que acumulan 19.578 ha; de estas, la cuenca del río Tocuyo tiene 5.428 ha repartidas en siete embalses, mientras que la cuenca del río Tuy, con ocho embalses, acumula 1.432 ha de espejo de agua; esto, además de las seguramente miles de lagunas artificiales y complejos piscícolas a lo largo

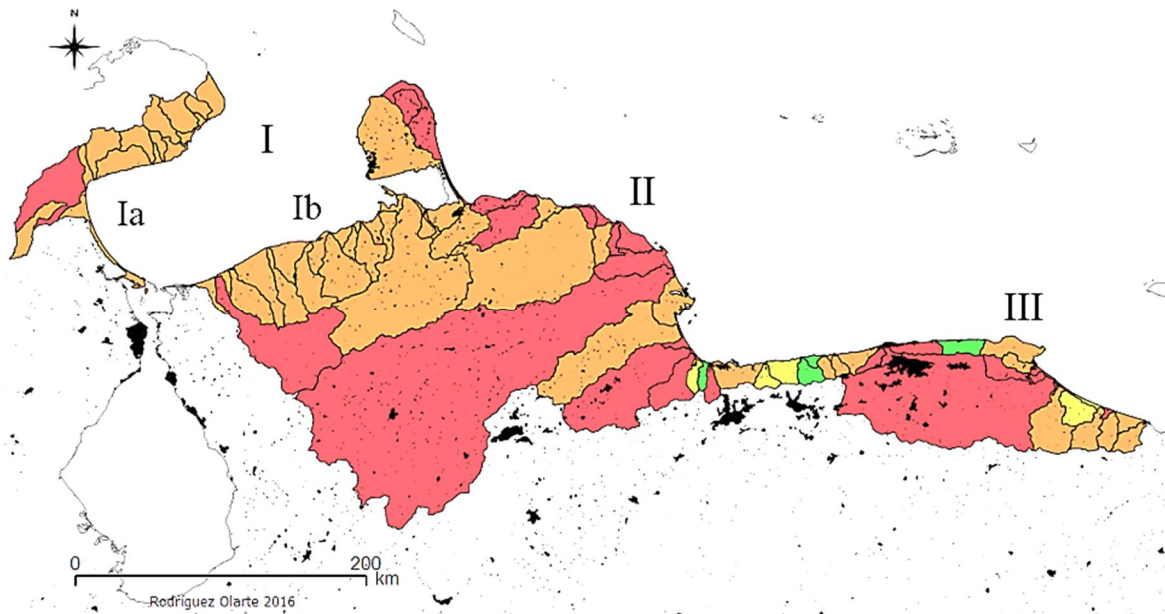


Figura 6. Clases de conservación en la Vertiente Caribe de Venezuela: Golfo de Venezuela (drenajes occidentales, Ia; drenajes orientales Ib), Vertiente Caribe Occidental (II) y Vertiente Caribe Central (III). Las clases de conservación son: 1 (conservación buena, verde), clase 2 (conservación regular, amarillo), clase 3 (conservación pobre, naranja) y clase 4 (conservación muy pobre, rojo). Los puntos y polígonos negros e irregulares representan los centros poblados.

de las cuencas. Cerca del 71% de los embalses se ubican en ríos con clase CC4 y la mayoría de sus áreas de drenaje, lejos de estar protegidas para amortiguar la erosión, tienen una intervención manifiesta. En la mayoría de los ríos -y con mayor expresión en las cuencas secas- los cauces son transformados para represar o desviar sus aguas hacia acueductos urbanos y áreas agropecuarias; parte de estas aguas regresan a los ríos contaminadas con efluentes urbanos y residuos agrícolas. La extracción y uso del agua fluvial no es objeto de reglamentación y lo usual es que aguas abajo no se disponga del recurso hídrico en condiciones ecológicas y sanitarias adecuadas. En varios casos los ríos son totalmente desecados a partir de las cuencas medias debido a la extracción masiva del agua en las tierras elevadas.

El uso intenso, extenso y desordenado de los recursos acuáticos fluviales en las cuencas secas y con las previsiones del cambio climático tiene pronósticos muy desfavorables en el futuro cercano. Los datos e información disponible sugieren que existe una situación de riesgo generalizado para la mayoría de ríos costeros en las vertientes estudiadas, pero aún no se aplican protocolos específicos para evaluar en sentido amplio en diferentes escalas espacio-temporales los atributos físicos, biológicos y sociales asociados con el estado de conservación de los ríos costeros de Venezuela. No obstante y como se ha referido, se disponen de evaluaciones iniciales en sectores de piedemonte de algunas cuencas, como Aroa y Tucuyo que han permitido generar bases de datos locales de interés para la conservación. El monitoreo de los recursos hidrobiológicos fluviales es de prioridad para su restauración y conservación, pero aún es incipiente y no es asistido por programas gubernamentales de manejo. Es necesario que en el corto plazo se inicie un programa de monitoreo, que aplique protocolos adaptados para la evaluación de los ecosistemas acuáticos y que incluya la restauración y manejo adecuado de los mismos.

Agradecimientos

Este trabajo es el resultado parcial de la información generada en proyectos de investigación auspiciados por la Colección Regional de Peces (CPUCLA) y financiados por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (CDCHT-UCLA: 001-AG-2005, 041-AG-2009, 000-AG-2015, 1081-AG-2017). Agradecemos a los árbitros anónimos.

REFERENCIAS

Barreto, E., Meléndez, W. Yanes, C. y Barreto, M. 2007. Estudio hidrogeoquímico de las aguas superficiales de la zona costera comprendida entre las bocas de los ríos

Yaracuy y Tucuyo, estado Falcón, Venezuela. *Memoria IX Congreso geológico venezolano*. Caracas, Venezuela.

Barrientos, Y., Suárez, C. Pacheco, H., Ruiz, S., Devia, B. y Perdomo Y. 2005. Calidad microbiológica del agua y riesgo sanitario de dos acueductos rurales en el estado Vargas, Venezuela. *Investigación y Postgrado*. 20(1): 115-141.

Bone, D., Losada, F. y Weil, E. 1993. Origin of sedimentation and its effects on the coral communities of a Venezuelan national park. *Ecotrópicos*. 6(1): 10-21.

Carmona, H. y Márquez, A. 2015. Extreme events in low Tucuyo river basin, Venezuela. In the context of climate change. *E-proceedings of the 36th LAHR World Congress*. 1-6.

Cartaya, S., Méndez, W. y González, L. 2005. Geomorfología y sedimentología de los ambientes depositacionales recientes del complejo estuarino de los ríos Hueque y Curarí, Estado Falcón, Venezuela. *Investigaciones Geográficas*. 58: 7-33.

Colonnello, G., Grande, J. R., y Oliveira-Miranda, M. A. 2014. Distribución, estructura y composición florística de los bosques de palmas (Chaguaramales) de la cuenca del río Aroa, Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*. 34(1): 35-6.

COPLANARH. 1969. Inventario nacional de aguas superficiales. Volumen I. Comisión del plan nacional de aprovechamiento de los recursos hidráulicos, Caracas. Venezuela.

COPLANARH. 1971. Potencial de polución. Publicación N° 21. Comisión del plan nacional de aprovechamiento de los recursos hidráulicos, Caracas. Venezuela.

Corpogujaira 2007. Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Carraipá Paraguachón. Corporación Autónoma Regional de La Guajira, Corpogujaira. Informe técnico.

Foghin-Pillin, S. 2015. El año de las humaredas: Registro histórico de algunas sequías extremas en Venezuela. *Bitácora-e*. 2: 3-25.

Fundambiente. 2006. *Recursos hídricos de Venezuela*. Fundación de Educación Ambiental. Fundambiente. Ministerio del Ambiente, Caracas. Venezuela. 1^{ra} edición.

Garrity, C. P., Hackley, P. C., y Urbani, F. 2010. *Digital shaded relief map of Venezuela (v. 2.0)*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2004-1322, 1 p. text, plus metadata.

González-Oropeza, K., Lasso, C. y Lasso-Alcalá, O. 2015. Ictiofauna Dulceacuicola de la cuenca del río Tuy, vertiente Caribe, Venezuela: composición, uso y conservación. Capítulo 8.11. (pp: 397-414). En: Lasso, C. A., J. F. Blanco-Libreros y P. Sánchez-Duarte (Eds.). *XII. Cuenas pericontinentales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela: tipología, biodiversidad, servicios ecosistémicos y sostenibilidad de los ríos, quebradas y arroyos costeros*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Hernández, N. 2011. *Estudio geoquímico de los sólidos disueltos de la cuenca del río Tuy*. Trabajo especial de grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.

Huber, O. y Oliveira-Miranda, M. 2010. Ambientes terrestres de Venezuela (pp: 29-86). En: Rodríguez, J., Franklin, S. y Giraldo, D. (Eds.). *Libro rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela*. Provita. Caracas.

- Jaimes, E., Pineda, C., Neida, M., y Mendoza, J. 2006. Homogeneidad mesoclimática de algunas zonas de vida de Venezuela. *Interciencia*. 31(11): 772-786.
- Lasso, C. A., Lira, E., Lasso-Alcalá, O. M. y Cabrera, A. 2015. Biodiversidad acuática (peces, crustáceos y moluscos) de los ríos costeros del litoral central, vertiente Caribe, Venezuela: composición, uso y conservación Capítulo 8.13 (pp: 433-455). En: Lasso, C. A., J. F. Blanco-Libreros y P. Sánchez-Duarte (Eds.). XII. *Cuencas pericontinentales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela: tipología, biodiversidad, servicios ecosistémicos y sostenibilidad de los ríos, quebradas y arroyos costeros*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Lehner, B. y Grill G. 2013. Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems. *Hydrological Processes*. 27(15): 2171-2186.
- López, J. L. 2011. Una visión crítica sobre el desastre de Vargas: ¿Qué se ha hecho? ¿Qué falta por hacer? *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*. 26(3): 63-81.
- Mac-Pherson, T. A. 1883. *Diccionario histórico, geográfico, estadístico y biográfico del estado Lara*. Imprenta Segrestaa. Puerto Cabello, Venezuela.
- Madi, Y., Vázquez, J., León, A., y Rodríguez, J. 2011. Estado de conservación de los bosques y otras formaciones vegetales en Venezuela. *Biollania Edición especial*. 10: 303-324.
- MARNR 1983. *Recursos hidráulicos de Venezuela*. Sistemas ambientales venezolanos. Serie II, sección I. Documento N° 3. Código II-1-3. Proyecto VEN/79/001. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables. Venezuela, Caracas.
- Márquez, R. 2006. *Censo e inventario de aguas con fines de uso agrario en el estado Miranda*. Instituto Nacional de Tierras. Ministerio de Agricultura y Tierras. República Bolivariana de Venezuela.
- Martínez, R. 2013. *La gestión del agua potable y el saneamiento en el Área Metropolitana de Caracas*. Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales (ILDIS). Caracas, Venezuela.
- Matteucci, S. D., Colma, A., y Pla, L. 1999. Biodiversidad vegetal en el árido falconiano (Venezuela). *Interciencia*. 24(5): 300-307.
- Matteucci, S., Colma, A. y Pla, A. 1979. *Análisis regional de la vegetación y el ambiente del estado Falcón: La vegetación de Falcón*. Informe técnico. Instituto Universitario de Tecnología. Ministerio de Educación, Venezuela.
- Medina E. y Barboza F. 2006. Lagunas costeras del Lago de Maracaibo: Distribución, estatus y perspectivas de conservación. *Ecotrópicos*. 19: 128-139.
- Méndez, W., Suárez, C. y Cartaya S. 2000. Morfología del delta lagunar del río Guapo y características mineralógicas del frente deltaico, laguna de Tacarigua, estado Miranda, Venezuela. *Boletín de la Sociedad venezolana de Geología*. 25(1): 48-57.
- MINAMB. 2010. *Geo Venezuela. Perspectivas del medio ambiente en Venezuela*. Convenio PNUMA-MPPpA-IFLA. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente de Venezuela.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Instituto Forestal Latinoamericano. Caracas.
- Mogollón, J. L., Ramírez, A., García, B. y Bifano, C. 1993. Uso de los parámetros físico-químicos de las aguas fluviales como indicadores de influencias naturales y antrópicas. *Interciencia*. 18(5): 249-254.
- Parkwatch. 2003. *Perfil Área Protegida - Venezuela: Monumento Natural Pico Codazzi*. www.parkswatch.org.
- Rodríguez, J. P., García-Rawlins, A. y Rojas-Suárez, F. 2015. Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Provita y Fundación Empresas Polar. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, J. P., Rojas-Suárez, F. y Giraldo, D. (eds.) 2010. *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas: Venezuela.
- Rodríguez, J. P., Zambrano-Martínez, S., Lazo, R. y Oliveira-Miranda, M. A. (eds.). 2014. *Representación Digital de las Áreas Naturales Protegidas de Venezuela: Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Refugios de Fauna, Reservas de Fauna y Reservas de Biósfera*. Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y Total Venezuela, S. A. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez-Olarte, D., Amaro, A. y Coronel, J. 2005. Introducción del coporo *Prochilodus mariae* Eigenmann 1922 (Pisces: Prochilodontidae) en el río Aroa, cuenca del Caribe, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 163: 133-137.
- Rodríguez-Olarte, D., Amaro, A., Coronel, J. L. y Taphorn, D. C. 2006a. Los peces del río Aroa, cuenca del Caribe de Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 164: 125-152.
- Rodríguez-Olarte, D., Amaro, A., Coronel, J. L. y Taphorn, D. C. 2006b. Integrity of fluvial fish communities is subject to environmental gradients in mountain streams, Sierra de Aroa, north Caribbean coast, Venezuela. *Neotropical Ichthyology*. 4(3): 319-328.
- Rodríguez-Olarte, D., Barrios, M., Coronel J. y Marrero C. 2015a. Ríos costeros y sus ictiofaunas en el occidente de Venezuela: biogeografía y conservación. Capítulo 8.12. Pp. 415-431. En: Lasso, C. A., J. F. Blanco-Libreros y P. Sánchez-Duarte (Eds.). XII. *Cuencas pericontinentales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela: tipología, biodiversidad, servicios ecosistémicos y sostenibilidad de los ríos, quebradas y arroyos costeros*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Rodríguez-Olarte, D., Coronel, J. L., Taphorn, D. C. y Amaro, A. 2007. Los Peces del río Tocuyo, Vertiente del Caribe, Venezuela: un Análisis Preliminar para su conservación. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 165: 45-72.
- Rodríguez-Olarte, D., Mojica, J. I. y Taphorn D.C. 2011a. Chapter Fifteen. Northern South America: Magdalena and Maracaibo Basins (pp: 243-257). En: Albert, J. S. y Reis, R. E. (Eds). *Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes*. University of California Press: Berkeley, CA, USA.
- Rodríguez-Olarte, D., Taphorn, D. C. y Lobon-Cervia, J. 2011b. Do protected areas conserve Neotropical fresh-

- water fishes? A case study of a biogeographic province in Venezuela. *Animal Biodiversity and Conservation*. 34(2): 273-285.
- Rodríguez-Olarte, D., Taphorn, D. C. y Lobón-Cerviá, J., 2009. Patterns of Freshwater Fishes of the Caribbean Versant of Venezuela. *International Review of Hydrobiology*. 94(1): 67-90.
- Rojas, Y., Jordán, M., Yegres, F. y Araujo, J. 2003. Caracterización microbiológica del suelo, agua y aire en el humedal Quebrada de Guaranao, Paraguaná, estado Falcón. *Revista de la Universidad del Zulia*. 4(9): 11-33.
- Seijas, A. E., Barros, T. y Babarro, R. (2015). Caimán de la Costa, *Crocodylus acutus*. En (Rodríguez J. P., García-Rawlins, A. y Rojas-Suárez, F. (Eds.) *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. Cuarta edición. Provita y Fundación Empresas Polar, Caracas, Venezuela.
- Sevilla, V., Comerma, J. y Silva, O. 2009. Caracterización de la cuenca del río Canoabo en el estado Carabobo, Venezuela. I. Análisis climático y de producción de agua. *Agronomía Tropical*. 59(1): 33-4.
- Taphorn, D. C. y Rodríguez-Olarte, D. 2015a. Pez anual de La Guajira, *Austrofundulus guajira*. En: Rodríguez, J. P. García-Rawlins, A. y Rojas-Suárez, R. (eds.) *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. Cuarta edición. Provita y Fundación Empresas Polar, Caracas, Venezuela.
- Taphorn, D. C. y Rodríguez-Olarte, D. 2015b. Rachovia de La Guajira, *Rachovia brevis*. En: Rodríguez, J. P., García-Rawlins, A. y Rojas-Suárez, F. (eds.). *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. Cuarta edición. Provita y Fundación Empresas Polar, Caracas, Venezuela.
- Taphorn, D. C., Armbruster, J. W., Rodríguez-Olarte, D. 2010. *Ancistrus falconensis* n. sp. and *A. gymnorhynchus* Kner (Siluriformes: Loricariidae) from central Venezuelan Caribbean coastal streams. *Zootaxa*. 2345: 19-32.
- Yáñez, L. y Gamboa, L. 2001. Caracterización física y biológica de la cuenca baja del río Tucurere. Costa oriental de Falcón. *Terra*. 17(26): 93-122.
- Zinck, A. 1977. Ríos de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Caracas. Venezuela.