



# **La cuenca del río Caroní**

*Una visión en cifras*

# La cuenca del río Caroní

## Usos del agua



# La cuenca del *río* Caroní

## *Una visión en cifras*

CORPORACIÓN VENEZOLANA DE GUAYANA

CVG-ÉDELCA

CARACAS.2004

© CORPORACIÓN VENEZOLANA DE GUAYANA-ELECTRIFICACIÓN DEL CARONÍ

Coordinación: GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL CVG-EDELCA

Editora: MARÍA ELENA CORRALES

Investigación y textos: MARÍA ELENA CORRALES y ELIZABETH RAMÍREZ

Comité de revisión técnica: ESPERANZA COLÓN, PEDRO GARCÍA,  
HENRRI UZCÁTEGUI, SAMUEL LA CRUZ, ORLANDO PEÑA,  
JOSÉ AGUSTÍN BLANCO, JAIME LEONARDI, JOSÉ RANGEL,  
CARMELO GIL, JOSÉ MIGUEL TAGLIAFICO

Corrección de estilo: CARLOS GOTTBORG

Fotografías: © THEA SEGALL  
ORLANDO PEÑA

Edición cartográfica: SOLUCIONES INTEGRALES GIS, C.A.

Dibujo de mapas: OSCAR HERNÁNDEZ

Consultoría Gráfica y diseño de la composición: LUIS GIRALDO

Diseño Gráfico: DIGITALSPOT, LORENZO ROMERO

Gráficos: MIGUEL A. PÉREZ

Impresión: EDITORIAL EXLIBRIS

Hecho el depósito de ley

Depósito legal: lf21920043332175

ISBN: 980-6581-06-7

CVG-EDELCA, 2004

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta obra  
puede ser reproducida, almacenada o transmitida por medio alguno,  
sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia o cualquier otro,  
sin la previa autorización escrita de CVG-EDELCA.

## CONTENIDO

*La cuenca del río Caroní: universo singular*

RAFAEL SÁNCHEZ MÁRQUEZ

PRESIDENTE DE LA CORPORACIÓN VENEZOLANA DE GUAYANA

*El futuro integral y sustentable de la Cuenca*

DANIEL MACHADO GÓMEZ

PRESIDENTE DE CVG-EDELCA

### CAPÍTULO 1. Aspectos generales

- Ubicación geográfica* p. 18
- Sectorización de la Cuenca* p. 22
- Ocupación del espacio* p. 24
- Importancia hidroenergética* p. 27
- Presencia institucional* p. 30

### CAPÍTULO 2. Clima y agua

- Red de medición* p. 38
- VARIABLES climáticas* p. 46
- Clasificación bioclimática* p. 52
- Características hidrográficas* p. 54
- Calidad del agua* p. 65

### CAPÍTULO 3. Geología y suelos

- Formaciones geológicas* p. 72
- Sismicidad* p. 76
- Geomorfología* p. 79
- Características generales de los suelos* p. 84
- Erosión y balance morfodinámico* p. 86

### CAPÍTULO 4. Flora y fauna

- Bioclima y formaciones vegetales* p. 96
- Cobertura vegetal* p. 98
- Riesgo de incendio* p. 108
- Fauna silvestre* p. 112
- Ictiofauna* p. 120

### CAPÍTULO 5. La población

- Proceso de ocupación* p. 124
- Patrón de asentamiento de la población* p. 128
- Aspectos demográficos* p. 130
- Población indígena* p. 134
- Infraestructura y servicios* p. 140

### CAPÍTULO 6. Actividad económica

- Uso actual* p. 150
- Dinámica económica* p. 151
- Dinámica espacial* p. 152

### CAPÍTULO 7. Hidroelectricidad

- Potencial hidroenergético* p. 158
- Desarrollo hidroeléctrico* p. 162
- Importancia en el mercado eléctrico nacional* p. 164
- Microcentrales hidroeléctricas* p. 169
- Hidroelectricidad y ambiente* p. 172

### CAPÍTULO 8. Minería

- Actividad minera* p. 178
- Mineral de hierro* p. 182
- Extracción de oro y diamantes* p. 186
- Minerales no metálicos* p. 193

### CAPÍTULO 9. Agroforestal

- Potencial agrícola* p. 198
- Producción agroforestal* p. 202
- Efectos de la actividad agroforestal* p. 206

### CAPÍTULO 10. Turismo

- Importancia turística* p. 210
- Potencial turístico* p. 211
- Situación actual* p. 224

### CAPÍTULO 11. Servicios ambientales

- Importancia de los servicios ambientales* p. 228
- Ciclo del agua* p. 229
- Paisajes y bellezas escénicas* p. 232
- Diversidad biológica* p. 232
- Sumideros de CO<sub>2</sub> atmosférico* p. 234

**Anexo metodológico y bibliográfico** p. 239





← Salto Ichnu, Alto Paragua.

*La cuenca del río Caronti: universo singular*

LA CORPORACIÓN VENEZOLANA DE GUAYANA y su empresa filial CVG-EDELCA celebran los comienzos de una gesta emprendida por un pequeño grupo de valientes venezolanos cuya visión de país y arduo trabajo dio inicio a una relación de convivencia con la cuenca del río Caroní que ha perdurado 50 años en el tiempo. La misma contó con dos grandes protagonistas: por un lado, el Estado venezolano, en su papel de planificador del desarrollo regional y nacional, previó la necesidad de impulsar el aprovechamiento hidroenergético del río Caroní; y por el otro, se encontraba la Cuenca misma, cuya magnitud de superficie, importancia geopolítica, diversidad cultural y riqueza en recursos naturales, le confería un rango de primer orden en los planes estratégicos de la Nación.

Siendo la Cuenca un territorio de gran complejidad, más al fin y al cabo también dinámica, ésta ha evolucionando en sus aspectos económicos y sociales, lo que nos lleva a la obligación de asegurar un equilibrio sano entre sus atributos físicos y el escenario de diversificación de la economía nacional en el cual se ha convertido. Nuestra CVG-EDELCA ha sostenido con persistencia, traducida en hechos, que lo económico no debe desentenderse de lo social. Una vez nacida la tesis del desarrollo sostenible, la acogió con calor y ha venido demostrando que ceñirse a ese concepto es la mejor manera de contrarrestar una expansión tecnológica que, en nombre de la modernidad, hace caso omiso del hombre y su ámbito.

Podríamos decir entonces que CVG-EDELCA es una empresa *sui generis* en su doble cometido de producir y conservar, ya que no se limita a cumplir eficientemente su papel económico, sino agrega a sus intereses un desempeño social, acentuado en los últimos años, que atiende al mejoramiento de las poblaciones a las cuales brinda tanto energía como vida confortable; y a las comunidades indígenas que son objeto de su atención en materias como salud, educación y permanencia de sus culturas, al mismo tiempo que cuida del ambiente como bien común de los venezolanos y de la humanidad. Más aún: no desestima la Empresa la oportunidad que le brindan sus labores específicas para buscar solícita las huellas dejadas por los originales habitantes de la zona, con lo cual aporta valiosos elementos para ir estableciendo con certeza el perfil antropológico de nuestros aborígenes.

El documento que hoy presentamos reúne la información recabada en esta ardua tarea de conocer el espacio de la cuenca del río Caroní en donde además de los cuantiosos recursos hidroenergéticos, la Cuenca ofrece un vasto mosaico de importantes yacimientos minerales y forestales, donde coexisten diversas culturas y donde los pueblos indígenas, en particular el pueblo Pemón, preserva con orgullo su herencia y conocimientos.

Si al valor cultural, histórico y arqueológico inherente a la Cuenca, le agregamos su enorme potencial turístico, representado en las numerosas y singulares bellezas escénicas que la caracterizan, y su inconmensurable capital biológico, se hace evidente la necesidad de recapitular y orientar el futuro hacia un uso planificado y racional que garantice la sustentabilidad y salud de esta estratégica porción de nuestro patrimonio nacional. Nuestro interés como Corporación es contribuir para lograr una visión amplia y concertada de la realidad de la Cuenca a la luz de diversas disciplinas conexas y propiciar el encuentro entre cuantos desarrollamos actividades en la zona, proponiendo el concepto de desarrollo sostenible como elemento central de nuestro quehacer.

RAFAEL SÁNCHEZ MÁRQUEZ

PRESIDENTE DE LA CORPORACIÓN VENEZOLANA DE GUAYANA

*El futuro integral y sustentable de la Cuenca*

A LO LARGO DE SUS 40 AÑOS de vida empresarial, CVG-EDELCA ha ido evolucionando en su conceptualización y ejecución de programas y acciones de corte ambiental y social. Enmarcados bajo la premisa de retribución por las bondades naturales de la cuenca del río Caroní que hacen posible el aprovechamiento hidroeléctrico y su consecuente mejora en la calidad de vida del colectivo venezolano, la responsabilidad social de la Empresa ha progresado en paralelo a su actividad medular. Si bien los impactos ambientales ocasionados por la construcción de las represas son necesarios a fin de cumplir ese bien mayor, las acciones compensatorias ejecutadas han ido, en muchos casos, más allá de lo estrictamente requerido por ley. Tan es así que muchas de las acciones emprendidas se decidieron por iniciativa propia de la Empresa, antes que la legislación las contemplara como obligatorias. Estas acciones, que tuvieron su génesis en cada una de las grandes obras civiles acometidas, han tenido alcances que, en algunos casos, han extendido su carácter benéfico directo hasta convertirse en un bien y aporte regional y nacional.

Así, entre otros, el Programa de Control de Incendios Forestales, la Red Hidrometeorológica, el Centro de Pronóstico de Condiciones Climatológicas, el Programa de Rescate Arqueológico en los sitios de presa y el patrocinio de numerosas investigaciones realizadas por universidades y centros de investigación, nacionales e internacionales, todo lo cual ha permitido reunir una base de datos de gran relevancia para la vida y manejo de este espacio geográfico, promoviendo mayores conocimientos y los procesos educativos que éstos traen consigo.

Al principio de su actividad empresarial, en lo concerniente a los temas de conservación del ambiente y mejora de las condiciones de vida de los habitantes de la Cuenca, el equipo humano de CVG-EDELCA no tuvo otras directrices que las inspiradas por su propia conciencia y sentido de responsabilidad. Con el tiempo, su percepción y actuación en estos campos ha evolucionado hasta el punto de ocupar una situación de importancia transversal en la planificación de las actividades de la empresa.

De esta manera, la Empresa ha tomado un rol protagónico en la conservación de la hoya hidrográfica como cuenca de captación y regulación hidrológica que implica, a su vez, la protección de sus suelos, bosques y fauna, considerados de manera integral y ecosistémica. También ha sido partícipe y testigo de los cambios producidos en los esquemas socio-culturales de sus habitantes, generados por los planes de desarrollo regional. La deseada sustentabilidad de la Cuenca ha llevado, pues, a una permanente y sistemática investigación de los patrones de comportamiento de sus elementos naturales y su reacción ante una creciente actividad humana dotada de modernas tecnologías, utilizadas en las diferentes áreas de desarrollo en la Cuenca.

A pesar de los focos de crecimiento demográfico alrededor de pujantes centros poblados, reflejo de uno de los polos de desarrollo industrial más importantes del país, todavía nos encontramos frente a un territorio con grandes extensiones despobladas. Es el momento de reflexionar y buscar un sano equilibrio entre la preservación y la conservación, entre la tradición y el desarrollo. Las potencialidades de la Cuenca son enormes y el tránsito de una economía rural hacia una de envergadura regional debe hacerse de forma consensuada y planificada para asegurar la sustentabilidad del área.

Con este ánimo, la Gerencia de Gestión Ambiental presenta la publicación que hoy nos ocupa y que tiene su origen en el programa denominado Plan de Manejo Ambiental asociado a la construcción de la Presa de Caruachi. Este Plan, conformado por trece programas destinados a dar respuesta a especificaciones ambientales y sociales relacionadas con el Proyecto Caruachi, contempló la preparación de una propuesta de acciones concertadas que pudieran, bajo la dirección y orientación de la autoridad ambiental nacional, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, y con la contribución de la Corporación Venezolana de Guayana, convertirse en un instrumento que garantice a largo plazo, el desarrollo sustentable de la Cuenca.

La elaboración de dicha propuesta, requiere comprender y visualizar las características de la Cuenca en todos sus aspectos. Para que un plan se ajuste a la realidad en la cual se va a aplicar debe estar respaldado por amplio y concienzudo trabajo investigativo, porque en la caracterización se deben contemplar todos los aspectos físico-naturales: meteorología, geología, clima, fauna, etc., así como los aspectos socioeconómicos: población, salud, actividades económicas, culturas... en suma: todo lo que es social, para tener una visión integral en la cual se base la construcción de un plan de manejo de la cuenca que logre dar marco real a los proyectos y se ajuste a la necesidad de otorgarle vigencia a la filosofía del desarrollo sustentable que no es otra que el garantizar el aprovechamiento de los recursos naturales y el ambiente, sin comprometer el destino de las nuevas generaciones.

Con la presente publicación hemos querido compartir la amplia y densa información que fue recopilada, a los fines de preparar la propuesta del Plan Maestro de la Cuenca del Río Caroni. El libro *La cuenca del río Caroni: una visión en cifras* es, pues, un resumen de los treinta y un (31) estudios producidos durante el estudio que permitió preparar dicha propuesta. Está destinado a los técnicos, estudiosos, habitantes y usuarios y, en general, a todo el que se interese por la realidad de este importante espacio. Al difundir la recopilación de la información básica, propia de CVG-EDBLCA y de otras fuentes, reunida hasta la fecha, esperamos coadyuvar a la visión y comprensión integral de la Cuenca. La misma resalta la interrelación, a veces certera, otras veces conflictiva, pero en todo caso obligada de los elementos que la conforman.

CVG-EDBLCA se siente complacida, pues, en poder aportar los contenidos de este libro como marco de referencia para elevar el conocimiento y consenso entorno al desarrollo sustentable de la cuenca del río Caroni y se encuentra apegado a nuestro propósito permanente de utilizar el recurso agua y cuidar de él desde una perspectiva integral que sitúa al ser humano en el centro de nuestra acción y preocupación.

DANIEL MACHADO GÓMEZ  
PRESIDENTE DE CVG-EDBLCA





# Aspectos generales

*Ubicación geográfica*

*Sectorización de la Cuenca*

*Ocupación del espacio*

*Importancia hidroenergética*

*Presencia institucional*

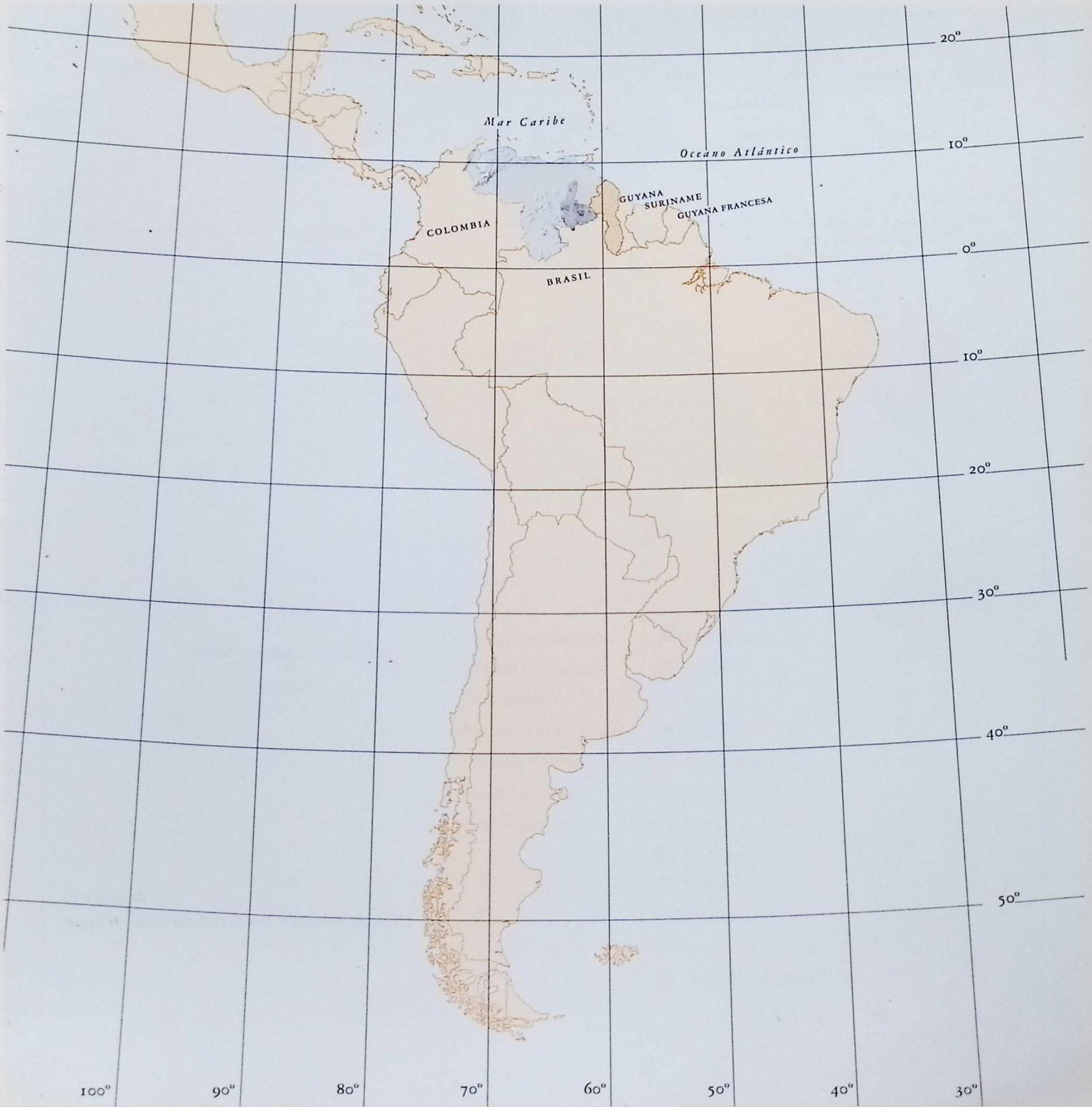
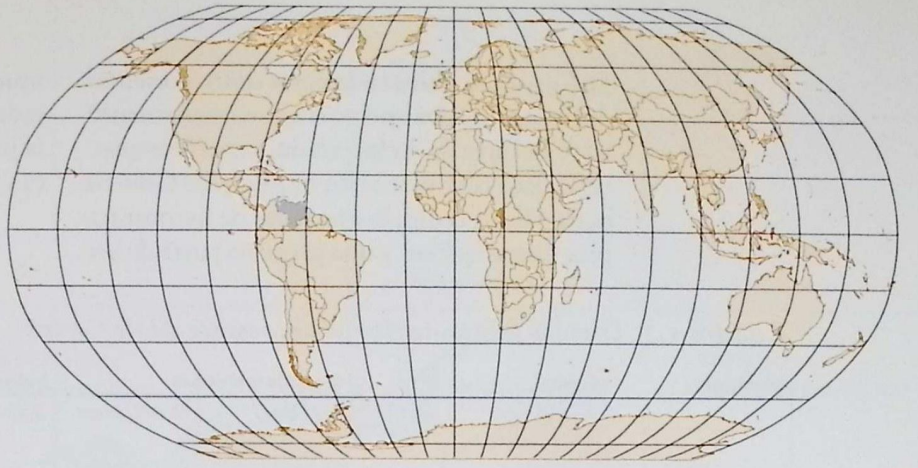
UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La cuenca del río Caroní está localizada en el Escudo Guayanés, una de las regiones más antiguas y estables del planeta, cuya edad radiométrica oscila entre más de 3.500 y 900 millones de años. Se ubica en el sector suroccidental de la República Bolivariana de Venezuela, en la denominada Región Guayana, integrada por los estados Bolívar, Delta Amacuro y Amazonas. Los principales ejes de drenaje de la Cuenca son los ríos Caroní y Paragua, los cuales discurren de sur a norte en forma casi paralela, hasta la desembocadura del Paragua en el Caroní, a la altura del sitio conocido como San Pedro de las Bocas. Desde este sitio y hasta su desembocadura en el Orinoco, el río continúa llamándose Caroní.

La superficie estimada<sup>1</sup> de la Cuenca es de 92.170 km<sup>2</sup> lo cual representa un poco más del 10% del territorio venezolano. Se trata de una Cuenca de grandes dimensiones con un área equivalente a la República de Portugal y casi dos veces al tamaño de República Dominicana. Este espacio limita al norte con el Orinoco; por el sur con la cuenca del Río Branco que forma parte de la Amazonia brasileña; al este con las cuencas de los ríos Cuyuní y Marumí; afluentes del río Essequibo; y por el oeste con las cuencas de los ríos Caura, Aro y otros afluentes menores del Orinoco. Toda la Cuenca se encuentra situada en el huso horario 20 y se extiende desde su punto más meridional, a los 3° 37' de latitud norte, en los límites con la República Federativa de Brasil (sierra Paraima), hasta su punto más al norte, en los 8° 21' de latitud norte, en la desembocadura del Caroní en el río Orinoco. De este a oeste, se localiza entre los 60° 35' de longitud oeste en su punto más oriental en las cabeceras del río Arapobó, hasta los 64° 7' de longitud oeste, en las cabeceras del río Oris (Figura 1.1).

<sup>1</sup> El área de la Cuenca fue revisada con base en las estimaciones realizadas en el estudio Plan Maestro de la cuenca del río Caroní (CVG-EDRCA, 2003). Dicha cifra difiere en casi 3.000 km<sup>2</sup> de la superficie hasta ahora considerada, la cual llegaba a 95.000 km<sup>2</sup>. Esta nueva estimación se está sometiendo a validación ante el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.

Figura 1.1 Ubicación geográfica de la Cuenca

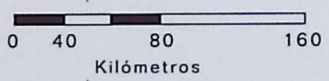
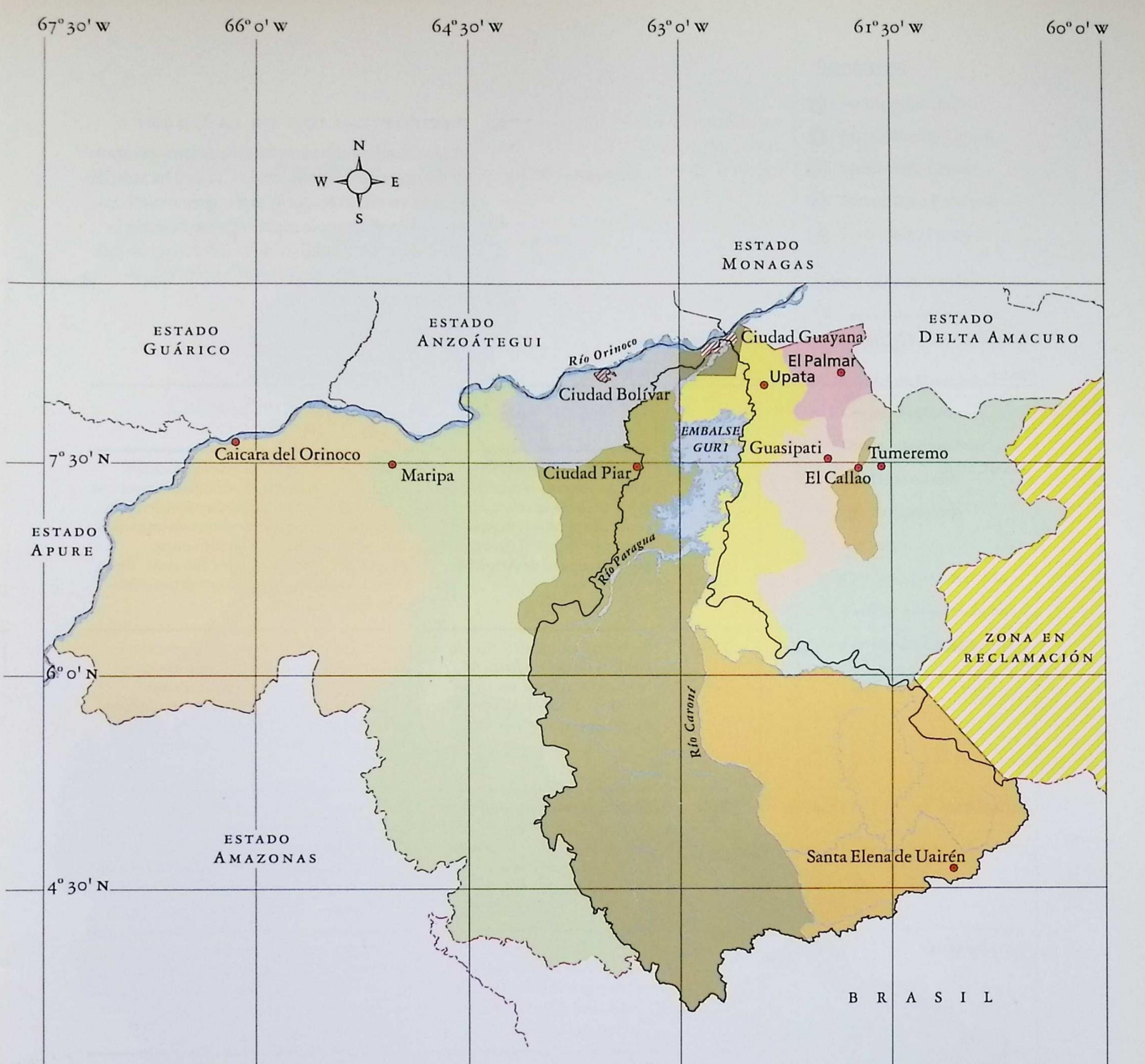


La Cuenca se ubica en la parte centro-oriental del estado Bolívar y ocupa aproximadamente el 40% del área de dicho estado, superficie que cubre casi totalmente los municipios Gran Sabana y Raúl Leoni, buena parte de los municipios Caroní y Piar, y una pequeña parte de los municipios Heres y Sifontes (Cuadro 1.1). Al rededor del 90% de la Cuenca se encuentra en la jurisdicción de los municipios Raúl Leoni (55,6%) y Gran Sabana (33,9%), (Mapa 1.1).

Cuadro 1.1 División político-territorial de la cuenca del río Caroní.

Municipio	Capital	Superficie municipio (área km <sup>2</sup> )	% en Cuenca	Superficie Cuenca (área km <sup>2</sup> )	% en Cuenca
Caroní	Ciudad Guayana	1.612	83,95	1.353	1,47
Raúl Leoni	Ciudad Piar	54.386	94,19	51.226	55,58
Piar	Upata	15.988	46,07	7.366	7,99
Gran Sabana	Santa Elena de Uairén	32.088	97,26	31.209	33,86
Heres	Ciudad Bolívar	585	3,07	18	0,02
Sifontes	Tumeremo	24.392	4,09	998	1,08
		<b>Total Cuenca</b>		<b>92.170</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r.1: Aspectos generales, cap. 2: Antecedentes, CVG-EDIELCA, 2003.



**Signos Convencionales**

- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca

**Municipios**

- Caroní
- Cedeño
- El Callao
- Gran Sabana
- Heres
- Piar
- Raúl Leoni
- Roscio
- Sifontes
- Sucre
- Padre Pedro Chien

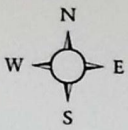
# SECTORIZACIÓN DE LA CUENCA

Atendiendo a sus características litogeomorfológicas e hidrográficas, la Cuenca ha sido dividida en cinco sectores, los cuales se utilizarán como referencia espacial a los fines de la presentación y análisis de la información y de sus características más resaltantes (Cuadro 1.2 y Mapa 1.2).

Cuadro 1.2 Delimitación de sectores de la Cuenca.

Sector	Área km <sup>2</sup>	Porcentaje	Delimitación	Características generales
ALTO Caroní	24,507	26,6	Sector definido por el territorio tributario comprendido entre el nacimiento del río Caroní y su confluencia con el río Apreme, en las cercanías del sitio conocido como raudal de Arípichi.	A través de este sector drenan numerosas corrientes en terrenos de altas pendientes con perfil longitudinal quebrado o accidentado. Incluye un número importante de las geofor-mas más emblemáticas de la Cuenca: los tepuyes y en particular el Koraima-Tepuy y el Kukenán-Tepuy, sitio este último donde nace el río Caroní.
MEDIO Caroní	17,434	18,9	Sector tributario delimitado desde el raudal de Arípichi hasta el salto Tayucay, en las cercanías de la cola del Embalse Guri.	Cauces profundos con paredes verticales en roca y escaso desarrollo de llanuras aluviales. Existen numerosos tepuyes como el Chimantá-Tepuy y el Auyán-Tepuy. Este último, asiento del Churún-merú o Salto Ángel, el más alto del mundo, con 979 m de caída libre.
BAJO Caroní	13,160	14,3	Sector determinado por el territorio tributario desde el salto Tayucay hasta la confluencia del río Caroní con el Orinoco.	Zona estrecha y baja, con relieve de lomas y colinas. En este sector y su área de influencia, se ubican los desarrollos hidroeléctricos adelantados por CVG-EDIELCA, las industrias del hierro y del aluminio y Ciudad Guayana.
ALTO Paragua	22,155	24,0	Territorio drenado comprendido entre el nacimiento del río Paragua en el cerro Marutani y su confluencia con el río Karún.	En esta área drenan numerosas corrientes a través de paisajes de lomerío. El sector se caracteriza por la presencia del cerro Ichún, representativo de las principales elevaciones de la Cuenca.
BAJO Paragua	14,914	16,2	Territorio drenado comprendido desde la confluencia del río Paragua con el río Karún hasta la desembocadura del río Paragua en la cola del Embalse Guri.	Área con escaso desarrollo de formas aluviales, dominada por altiplanicies intermedias y conformada por una vertiente occidental mucho más corta que la oriental. En esta última vertiente se encuentra el Waikintima-Tepuy, el cual controla visiblemente gran parte del drenaje de este sector.
Total	92.170	100,0		

FUENTES: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol.1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r.1: Aspectos generales, cap.3: Limitaciones, CVG-EDIELCA, 2003.



### Sectores

- Sector Bajo Caroní
- Sector Medio Caroní
- Sector Alto Caroní
- Sector Bajo Paragua
- Sector Alto Paragua

### Signos Convencionales

- Capital de Estado
- Ciudades
- Capital de Municipio
- Centros Poblados
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca
- Autopista
- Carretera pavimentada
- Carretera engrazonada
- Carretera de tierra
- Ferrocarril

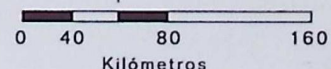


7°30' N

6°0' N

4°30' N

ZONA EN RECLAMACIÓN



63°0' W

61°30' W

forma un área de integración económica y física con la República Federativa de Brasil y es territorio limítrofe con la Zona en Reclamación con Guyana.

A pesar de los enormes recursos naturales identificados y de su capacidad productiva, la Cuenca continúa siendo un área relativamente poco intervenida. Se estima que sólo el 8,2% de la superficie de ella se encuentra bajo uso directo. Si a ello le agregamos el área vinculada al conuco indígena y a la minería, este porcentaje se eleva a 14,7%.

Como consecuencia del desarrollo de estas actividades, el crecimiento poblacional ha sido continuo y sostenido, hasta alcanzar para el año 2001 cerca de 720.300 habitantes. Sin embargo, la Cuenca continúa siendo un espacio con baja densidad poblacional, cuyo promedio alcanza 7,8 hab/km<sup>2</sup>. El asentamiento de esta población presenta marcas diferentes entre la zona norte y el resto de los sectores. La zona norte, correspondiente al Bajo Caroni, concentra la mayor parte de la población en Ciudad Guayana (integración de San Félix y Puerto Ordaz), con una densidad poblacional de 478 hab/km<sup>2</sup>. El resto de los sectores de la Cuenca están prácticamente deshabitados (menos de 1 hab/km<sup>2</sup>).

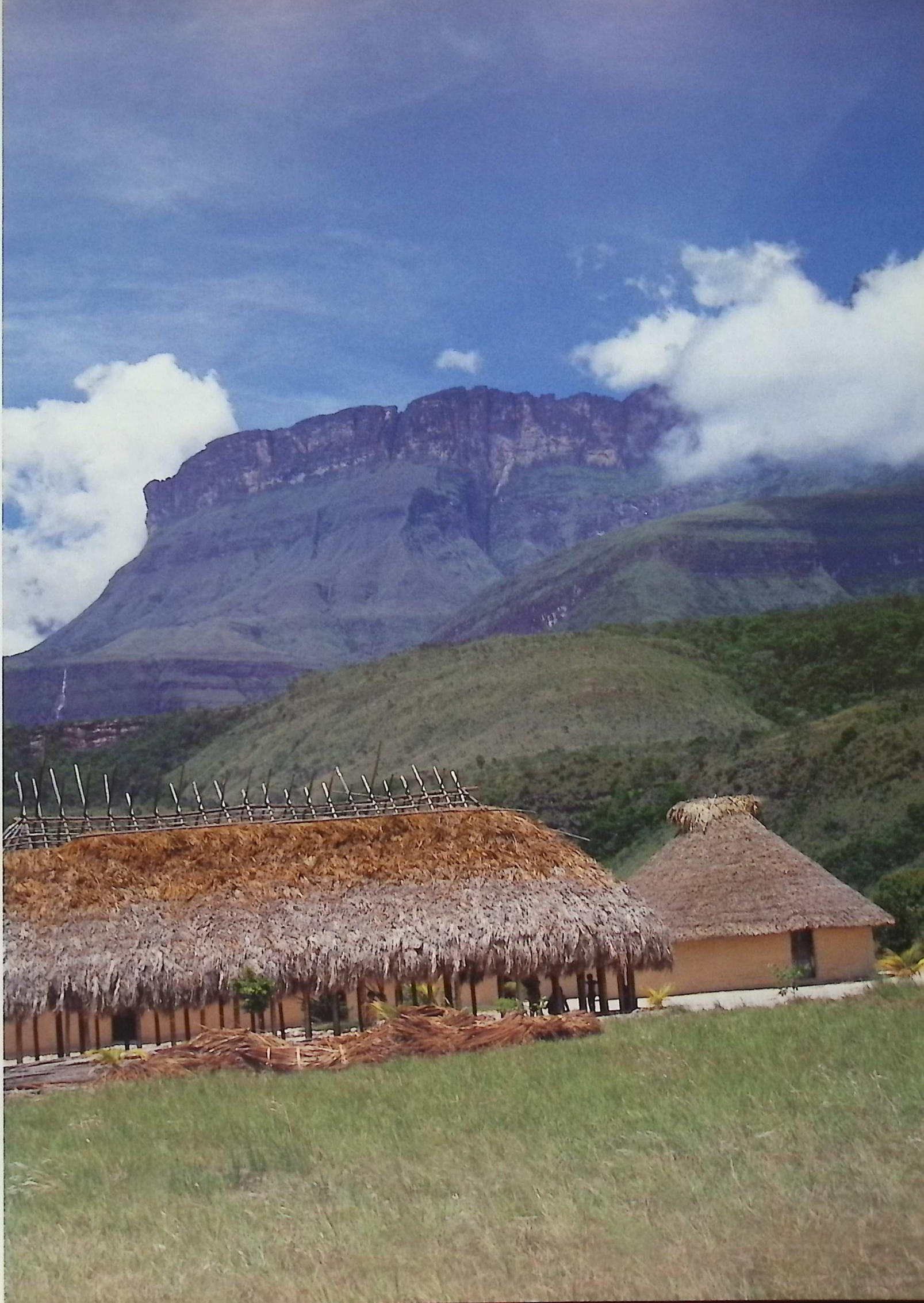
Actualmente, 86% del área de la Cuenca se encuentra en la categoría de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), mediante diversas figuras de protección, de acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio, aprobada en 1983. El marco legal de tales ABRAE establece los objetivos generales de conservación y, en consecuencia, las pautas para el desarrollo sustentable de actividades asociadas al manejo de los recursos que existen en la Cuenca. Dentro de estos espacios de administración especial, destaca el Parque Nacional Canaima, decretado en 1962 con el fin de conservar la belleza, diversidad y fragilidad de este territorio y proteger las nacientes del río Caroni. En 1994, el Parque fue decretado Sitio de Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO.

**OCCUPACIÓN DEL ESPACIO**

La cuenca del río Caroni es asiento de importantes recursos naturales y de grupos poblacionales autóctonos que le confieren una gran riqueza económica, ambiental y cultural. En este sentido, cabe destacar el recurso agua y, en especial, su potencial energético; la abundancia de recursos minerales, agrofitorrestales y biogénéticos; y una impactante belleza escénica que permite sustentar un importante desarrollo turístico. La existencia de esta riqueza y su dinámica de aprovechamiento ha determinado, en buena medida, el proceso de ocupación del espacio. La secular ocupación realizada por los pueblos indígenas, asentados en los sectores del Alto y Medio Caroni fue afectada por las modalidades de asentamiento inducidas por distintas órdenes de misioneros durante el Periodo Colonial (siglos XIII-XVIII). A partir del año treinta del siglo XX, se aceleró el proceso de ocupación del espacio, producto del inicio de la explotación de recursos mineros. Específicamente a partir de los años cincuenta se intensifica la explotación de los recursos mineros de la Cuenca y, en particular, del hierro y el oro y el diamante por medio de tecnologías informales. Igualmente, se inicia un proceso de planificación y desarrollo de las potencialidades hidroenergéticas, el cual se aceleró a partir de 1960, así como un gran desarrollo urbano e industrial centrado alrededor de Puerto Ordaz que ha irradado hacia otros sectores de la Cuenca. Durante los últimos años, se ha venido expandiendo una interesante industria turística que aprovecha la impresionante variedad de paisajes naturales, fauna y vegetación que exhibe la Cuenca. Este potencial turístico se encuentra entrecruzado por la diversidad cultural presente, producto de la coexistencia de población criolla y comunidades indígenas, dentro de las cuales destaca el Pueblo Pemón, autóctono de la Región. Desde una perspectiva ambiental esta área, rica en diversidad biológica, presenta amplios espacios cubiertos de bosques que cumplen una insustituible función protectora y proveen otros invalorables servicios ambientales.

Por último, producto de su ubicación geográfica, resulta un espacio de importancia geopolítica y estratégica para el país, ya que con-

2 El término «población criolla» se refiere a toda la población distinta de la indígena.





## IMPORTANCIA HIDROENERGÉTICA

El potencial hidroeléctrico estimado en la Cuenca es de 25.000 MW, aprovechable en siete sitios a lo largo del río Caroní, y uno sobre el río Paragua. Este potencial representa la riqueza más importante de la Cuenca desde una perspectiva económica, y ha sustentado la vocación privilegiada para la generación hidroeléctrica que el Estado venezolano le ha reconocido y ratificado en los diversos Planes de la Nación, Planes Regionales y Planes del Sector Eléctrico, elaborados durante los últimos cincuenta años.

El desarrollo hidroenergético en la Cuenca comienza a estudiarse desde la década de los cuarenta, cuando se destacaba el gran potencial de energía hidroeléctrica del Caroní y se recomendaba la construcción de una planta sobre sus aguas. Para 1955 quedó definido el proyecto y se decidió la construcción de una planta a «filo de agua», que entró en funcionamiento en 1959 y constituye la Central Macagua I con 372 MW. A partir de este momento, el interés y el esfuerzo del Estado venezolano en la explotación del potencial hidroenergético de la Cuenca han sido crecientes y sostenidos. El desarrollo de la capacidad de generación se ha dado de manera progresiva a lo largo de casi medio siglo y aún se mantiene como orientación central dentro de la estrategia energética nacional.

En efecto, durante la década de los sesenta se inició la construcción de la represa de Guri, cuyo objetivo fue lograr el aprovechamiento intensivo del enorme potencial hidroenergético del Caroní. Entre 1968 y 1986, entran en operación las centrales hidroeléctricas Guri I y II con una capacidad instalada total de 10.000 MW. A la construcción de estas centrales siguió la ampliación del Complejo Macagua, situado sobre el río Caroní, cerca de su confluencia con el Orinoco, e integrado a las ciudades de Puerto Ordaz y San Félix, en las márgenes izquierda y derecha, respectivamente. Las centrales hidroeléctricas Macagua II y III, inauguradas en 1997, agregaron al potencial desarrollado por CVG-EDELCA, 2.768 MW.

Recientemente entró en fase de operación la Central Caruachi, situada a 59 km aguas abajo del Embalse Guri, que incorporará entre los años 2003 y 2006, una capacidad de 2.280 MW. La explotación integral del potencial del

Bajo Caroní concluye con el desarrollo del sitio Tocoma, situado sobre el río Caroní en las cercanías de la confluencia con río Claro, aproximadamente 15 km aguas abajo de Guri (Central Hidroeléctrica «Raúl Leoni»). Este proyecto se encuentra en su fase inicial de construcción y se espera esté concluido para el 2010, agregando 2.250 MW, elevando la potencia instalada a 17.670 MW.

Las bondades y riquezas hidroenergéticas de la Cuenca no se agotan con la explotación del Bajo Caroní. Se estima que por lo menos 7.300 MW adicionales puedan ser desarrolladas en el futuro, en los sitios conocidos como Tayucay, Aripichí y Eutobarima, localizados aguas arriba del Embalse Guri, en el río Caroní; y en el sitio conocido como salto Auraima, sobre el río Paragua (*Mapa 1.3*).

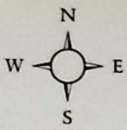


#### EL EMBALSE GURI

Cien kilómetros aguas arriba de la desembocadura del Caroní en el Orinoco, la represa de Guri surge como una imagen imponente desde las entrañas del cañón Necuima y representa, sin lugar a dudas, la obra hidráulica de mayor envergadura en nuestro país y el segundo aprovechamiento hidroeléctrico más grande del mundo, después de Itaipú, en la frontera entre Paraguay y Brasil.

La realización de este macroproyecto se llevó a cabo en dos fases. La primera, se inició en 1963 y se inauguró cinco años después, en 1968, con la puesta en marcha de una presa que inundaba un área de 800 km<sup>2</sup> y poseía 575 MW de potencia instalada. En 1978 se comienza a construir la segunda fase del proyecto, la cual concluyó en 1986 y permitió sobrelevar la presa y llevar el nivel de aguas máximas del embalse hasta una cota de 271 msnm, para ampliar el espejo de agua hasta 3.788 km<sup>2</sup>.

El Lago Guri es el séptimo lago artificial más grande del mundo y representa la intervención más importante realizada sobre el espacio de la Cuenca. La empresa CVG-EDIELCA, responsable por el desarrollo y explotación del potencial hidroeléctrico del río Caroní, consciente de su compromiso con el ambiente y reconociendo que la sustentabilidad de sus operaciones depende de la conservación ecológica de la Cuenca, ha avanzado en una estrategia de conocimiento, monitoreo y protección de las principales variables ambientales y de apoyo a las comunidades que hacen vida en este espacio.

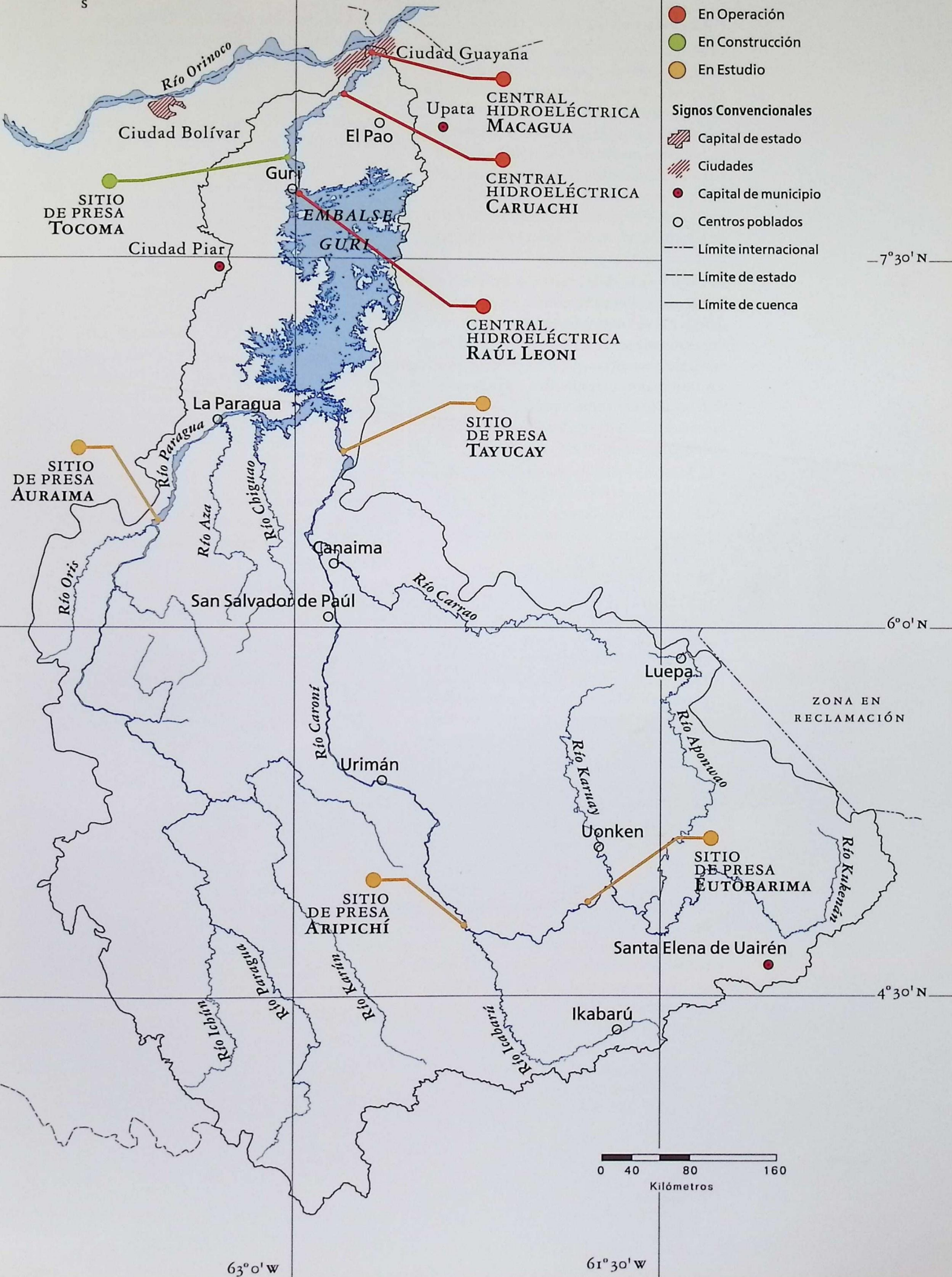


## Sitio de Desarrollo Hidroeléctrico

- En Operación
- En Construcción
- En Estudio

### Signos Convencionales

- ▨ Capital de estado
- ▨ Ciudades
- Capital de municipio
- Centros poblados
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca



7°30' N

6°0' N

4°30' N

0 40 80 160  
Kilómetros

63°0' W

61°30' W

ZONA EN RECLAMACIÓN

## PRESENCIA INSTITUCIONAL

La actuación de los organismos gubernamentales, no-gubernamentales, empresariales y de particulares que hacen vida en el ámbito de la cuenca del río Caroní, está regulada por un conjunto de disposiciones contenidas en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y en leyes y demás instrumentos de rango sublegal, en los cuales se atribuyen competencias, se define el régimen de administración del espacio y se regulan las actividades económicas.

La mayor parte de las materias ambientales competen al Poder Nacional, en particular la definición del marco legal sobre el régimen de administración del espacio y los recursos naturales; mientras que a los poderes estatales y municipales corresponden las funciones de ordenación territorial y protección del ambiente. En tal sentido, los principales agentes gubernamentales en la Cuenca son:

- El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN), responsable por la administración, conservación y uso racional y sustentable de los recursos naturales y de la biodiversidad.
- El Instituto Nacional de Parques (INPARQUES), adscrito al MARN, responsable por la administración de los Parques y Monumentos Nacionales.
- La Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y la C.A. Electrificación del Caroní (EDELCA). A la CVG le corresponde elaborar y ejecutar programas y proyectos de desarrollo regional, de acuerdo con los lineamientos de las políticas nacionales. Por su parte, CVG-EDELCA es responsable del aprovechamiento del potencial hidroeléctrico de la cuenca del río Caroní.
- El Ministerio de Energía y Minas (MEM), el cual tiene a su cargo el desarrollo, aprovechamiento y control de los recursos naturales no renovables y otros recursos energéticos; así como de las industrias mineras y eléctricas asentadas en el área.
- El Ministerio de la Defensa y en particular, la Guardia Nacional, al cual corresponde de manera coordinada con el MARN y otros organismos, ejercer el servicio de Guardia Ambiental en la Cuenca, entre cuyos alcances destaca la vigilancia y el control de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial.

- La Gobernación del Estado Bolívar, a la cual competen las materias de ordenación territorial y de manera concurrente la ambiental.
- Las alcaldías de los municipios Caroní, Raúl Leóni, Piar, Gran Sabana, Heres y Sifontes, a las cuales competen, además de la protección del ambiente y la ordenación territorial y urbanística, la cooperación con el saneamiento ambiental y la prestación de servicios públicos, entre otras funciones.

Además de los organismos gubernamentales señalados, es importante mencionar otros actores que hacen vida en la Cuenca: los responsables de las actividades económicas, las organizaciones no gubernamentales, las universidades y otros centros de investigación, las organizaciones comunitarias y las comunidades indígenas. Estas últimas constituyen actores relevantes, particularmente luego de que la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela les reconociera derechos sobre los espacios de la Cuenca que tradicionalmente han ocupado y que son necesarios para la sobrevivencia de su cultura. Dentro de este grupo social, mención especial merece el Pueblo Pemón, cuyos integrantes constituyen al 97% de la población indígena de la Cuenca.



EDELCA

La realidad de las Areas Bajo Régimen de Administración Especial en la cuenca del río Caroní resulta compleja de abordar, debido a múltiples factores que han influido en una cuestionada gestión institucional. Lamentablemente, la planificación y el modelo de gestión de las ABRAE no han podido dar respuesta adecuada al aumento de las actividades extractivas de recursos naturales y sus impactos ambientales, al incremento de la frontera agrícola y a la ocupación no armónica del espacio, dentro de las áreas protegidas. Las razones que han estado en el centro de tales deficiencias se refieren a la carencia de un desarrollo reglamentario adecuado, así como a la falta de actividades de supervisión y control eficientes que permitan lograr la protección y el aprovechamiento sustentable de los importantes recursos naturales que existen en la Cuenca.

*dro 1.3 y el Mapa 1.4).*

La gran riqueza que la Cuenca ostenta en materia de recursos naturales, diversidad cultural, e importancia geopolítica y estratégica que reviste para el país el hecho de ser el principal centro de generación eléctrica, convierte a la misma en un punto de encuentro de un conjunto de leyes e instrumentos sublegales, no siempre coherentes ni suficientes para el manejo sustentable de tan vasto espacio. Igualmente, los actores que hacen vida en la Cuenca son numerosos y la asignación y el desarrollo de sus competencias es fuente de conflictos que demanda un continuo proceso de coordinación y concertación.

Los decretos de creación de las ABRAE establecen los objetivos generales de conservación y, en consecuencia, las pautas para el desarrollo sustentable de actividades asociadas al manejo de los recursos que existen en la Cuenca. (Cma-

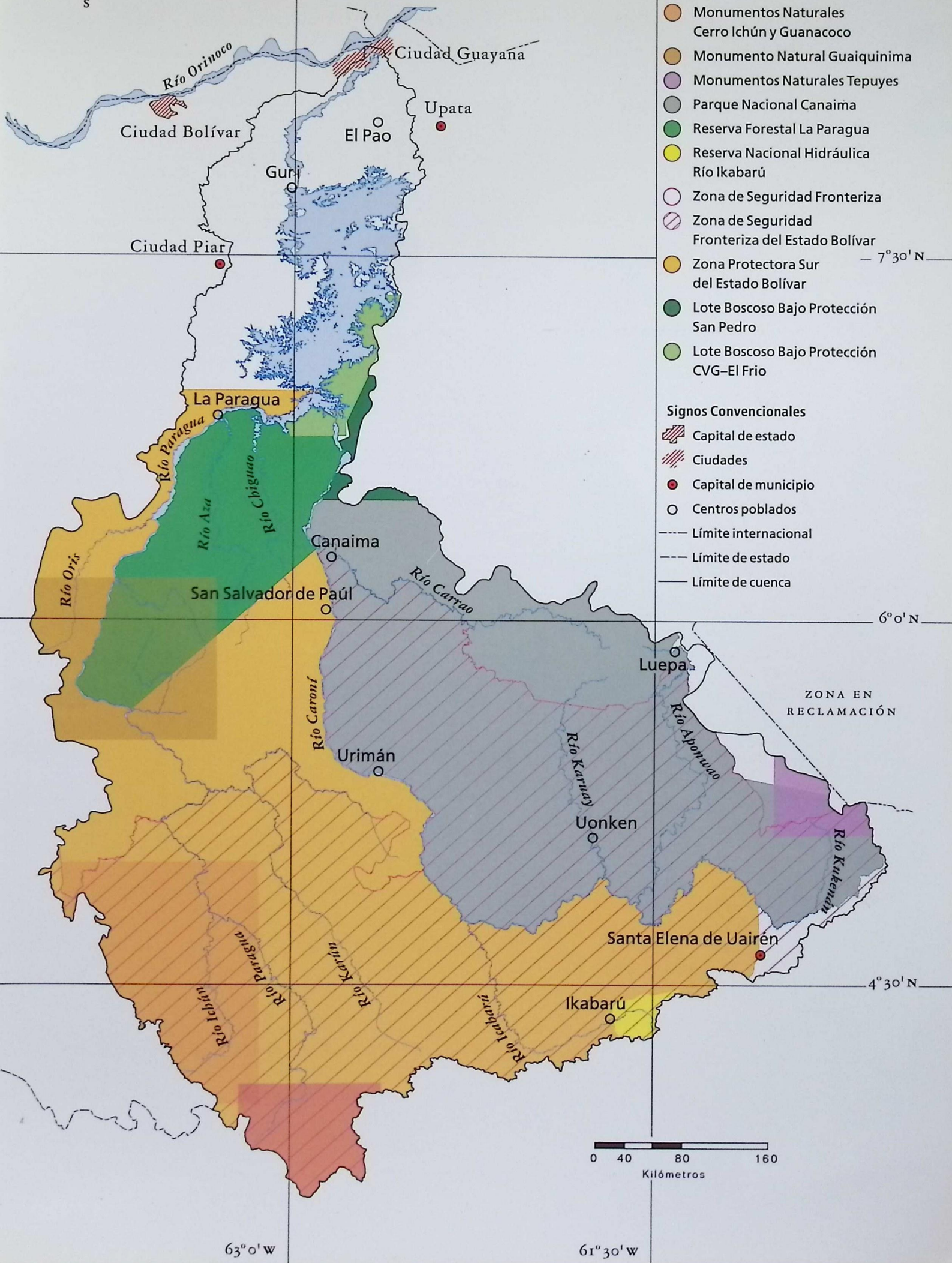
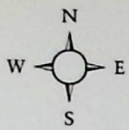


Cuadro 1.3 Características generales de las ABRAE presentes en la Cuenca.

Objetivo y usos permitidos		ABRAE / Instrumento de creación
<p>Creado con el fin de conservar la incomparable belleza, diversidad y fragilidad de este territorio en estado natural y proteger las nacientes del río Caroni, principal fuente hidroenergética del país.</p> <p>Tos usos y actividades permitidas son aquellos conformes con la zonificación establecida en el Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Sector Oriental del Parque Nacional. Entre otros, destacan: la investigación científica, la educación ambiental y de interpretación de la naturaleza, el acampar al aire libre y en carpas, vigilancia y protección, recreación extensiva y construcción de pequeñas obras rústicas, infraestructuras de apoyo e instalaciones indispensables para asistencia de las comunidades.</p> <p>Sin embargo, este sector representa solo 30% del área del Parque. Para el resto del área del Parque no reglamentada, los usos y actividades permitidos son los establecidos en el Decreto No. 276 del 07-06-89.</p>	<p>Compenden cuatro áreas decretadas para proteger los espacios territoriales conocidos como tepuyes. Ellos son los Tepuyes Orientales, el Waikintima, el Cerro Ichín-Guanacoco y la Sierra Marutani</p> <p>El único uso compatible con estas ABRAE es el que lleva aparejada la preservación inalterada del medio natural y de los rasgos o accidentes geográficos o ecológicos que justificaron su creación.</p> <p>Decretrada con el fin de proteger y conservar los recursos naturales y, en particular, garantizar el potencial hidroenergético del Caroni.</p> <p>Entre los usos restringidos en esta ABRAE están la destrucción de vegetación protectora, talas y deforestaciones, movimientos de tierra en pendientes mayores al 30% y la explotación minera.</p> <p>Decretrada con el fin principal de evitar la explotación minera en las cabeceras del río Ikabaru.</p>	<p>PARQUE NACIONAL CANAIMA Decreto No. 770 del 12-06-62 y luego ampliado mediante el Decreto No. 1.137 del 09-09-75</p> <p>El Parque fue declarado por la UNESCO, en 1994, sitio de Patrimonio Natural de la Humanidad</p>
<p>Decretrada con el fin de garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales de la Cuenca. Los usos permitidos en esta ABRAE son el forestal y el científico-educativo.</p>	<p>Decretrada con el fin de formular escenarios de seguridad territorial en la cuenca alta y media del Caroni.</p>	<p>MONUMENTOS NATURALES Decreto No. 1.233 del 02-11-90</p> <p>ZONA PROTECTORA SUR DEL ESTADO BOLÍVAR Decreto No. 942 del 27-05-75</p> <p>RESERVA NACIONAL HIDRÁULICA DE IKABARU Decreto No. 2.311 del 05-06-92</p>
<p>Decretrada con el fin de garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales de la Cuenca. Los usos permitidos en esta ABRAE son el forestal y el científico-educativo.</p>	<p>Decretrada con el fin de formular escenarios de seguridad territorial en la cuenca alta y media del Caroni.</p> <p>Constituyen espacios de manejo planificado para la explotación de los recursos forestales.</p>	<p>RESERVA FORESTAL LA PARAGUA Decreto No. 1.046 del 23-01-68</p> <p>ZONA DE SEGURIDAD FRONTERIZA DEL ESTADO BOLÍVAR. Decreto No. 2.636 del 22-07-98</p> <p>Lotes Boscosos*: EL FRIO (Resolución MARN No. 63 del 05-11-85) y SAN PEDRO (Resolución MARN No. 332 del 25-11-91)</p>

(\*) No son considerados ABRAE.

FUENTES: Plan Maestro de la Cuenca del río Caroni, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 6: Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales, CVG-EDIELCA, 2003.

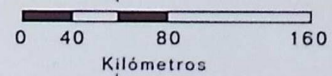


### ABRAE

- Monumento Natural Sierra Marutani
- Monumentos Naturales Cerro Ichún y Guanacoco
- Monumento Natural Guaiquinima
- Monumentos Naturales Tepuyes
- Parque Nacional Canaima
- Reserva Forestal La Paragua
- Reserva Nacional Hidráulica Río Ikabarú
- Zona de Seguridad Fronteriza
- Zona de Seguridad Fronteriza del Estado Bolívar
- Zona Protectora Sur del Estado Bolívar
- Lote Boscoso Bajo Protección San Pedro
- Lote Boscoso Bajo Protección CVG-El Frio

### Signos Convencionales

- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Centros poblados
- Límite internacional
- - - Límite de estado
- Límite de cuenca



63° 0' W

61° 30' W

7° 30' N

6° 0' N

4° 30' N

ZONA EN RECLAMACIÓN



# Clima y agua

*Red de medición*

*Variables climáticas*

*Clasificación bioclimática*

*Características hidrográficas*

*Calidad del agua*

## RED DE MEDICIÓN RED HIDROMETEOROLÓGICA Y LIMNOLÓGICA

La Cuenca dispone de una extensa red de medición hidrometeorológica y limnológica que ha sido, en su gran mayoría, instalada y operada por CVG-EDBELCA. Esta red ha evolucionado progresivamente en función de las necesidades de información de la empresa, el desarrollo de nuevos proyectos, la gestión ambiental de los aprovechamientos y las características climatológicas de la Cuenca. La red ha estado sujeta a procesos de revisión y mejoras en atención a las nuevas tecnologías de los sistemas de medición, almacenamiento y transmisión de datos. La instalación de la red se inicia en 1949 cuando a las estaciones de precipitación de Palúa y Santa Elena de Uairén, que datan de 1940, se les añaden la estación de niveles de Morocure sobre el río Caroní y las estaciones de lluvia de los Campamentos Caroní y Ciudad Piar. Posteriormente, hacia 1957, se inicia un plan de instalación de nuevas estaciones hidrométricas en Caruachi y Las Babas, acompañado de la ubicación de estaciones de precipitación en Kamarata, La Paragua y Urimán, entre otras. Hasta finales de la década de los setenta, la red de estaciones estuvo conformada por instrumentos mecánicos. A partir de entonces, se inicia la instalación de un amplio sistema automatizado de mediciones, el cual se denominó Sistema Hidrológico Automático (SHA). Posteriormente, al inicio de la década de los noventa, se comienza a desarrollar el SHA satelital. En 1996, se instala el sistema de recepción de imágenes del satélite geoestracionario (GOS 8) que permite obtener información de los sistemas meteorológicos de la Cuenca, e incorporarlos al modelo de simulación lluvia-escorrenza. Conceptualmente, la red está conformada por estaciones principales que proporcionan la base de información para las operaciones básicas de CVG-EDBELCA; estaciones secundarias que sirven de apoyo a las principales; y estaciones especiales para cubrir determinados proyectos como son las microcenrales y diseños de estudios particulares.

La red actual de estaciones hidrometeorológicas y limnológicas está integrada por 141 estaciones de monitoreo y medición, que incluyen los equipos localizados en la cuenca del río Caura, utilizados en los estudios de la cuenca del río Caroní. Existen 23 estaciones hidrométricas (20 en la cuenca del Caroní y 3 en la del Caura) para la recolección de datos sobre cau-

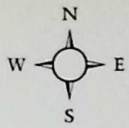
dales y niveles, necesarios para la definición del régimen hidrológico de cada cuenca, (*Mapa 2.1*). Así mismo, existen 60 estaciones pluviométricas, que permiten el registro de la precipitación para el conocimiento de su distribución espacial y temporal, (*Mapa 2.2*).






*Los resultados de estas mediciones constituyen un presagio del comportamiento del Caroní.*

En general, las mediciones que se realizan en la actualidad conforman una base de información lo suficientemente confiable como para caracterizar la mayoría de las variables hidro-métricas y climatológicas en los sectores Alto, Medio y Bajo Caroní en los cuales se cuenta, en algunos casos, con registros históricos de más de cincuenta años. Sin embargo, las mediciones en el Bajo y Alto Paragua, resultan insuficientes debido a la baja cobertura de la red y al corto periodo de registros disponibles. La red de medición limnológica se encuentra fuertemente concentrada en el Bajo Caroní, mientras que existen importantes vacíos de información en el resto de la Cuenca, en particular, en el Bajo y Alto Paragua. Por último, en todo el ámbito de la Cuenca es necesario ampliar y sistematizar la recolección de información del contenido de mercurio y de la producción de sedimentos, dentro de una estrategia de muestreo eficiente.







Los parámetros climáticos como la temperatura del aire, precipitación, evaporación, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, insolación, radiación solar y presión atmosférica en los diferentes periodos de tiempo que se requieren, se registran en 18 estaciones climatológicas (Mapa 2.1). Adicionalmente, CVG-EDIELCA dispone de 40 estaciones limnológicas, que proveen información sobre las condiciones físico-químicas y biológicas que permite caracterizar las aguas del Caroní, incluyendo las de los lagos Guri, Macagua y Canuchi. De estas estaciones, 30 se localizan en el Bajo Caroní y las otras 10 en el resto de la Cuenca, mayormente en los sectores Alto y Medio Caroní (Mapa 2.3).

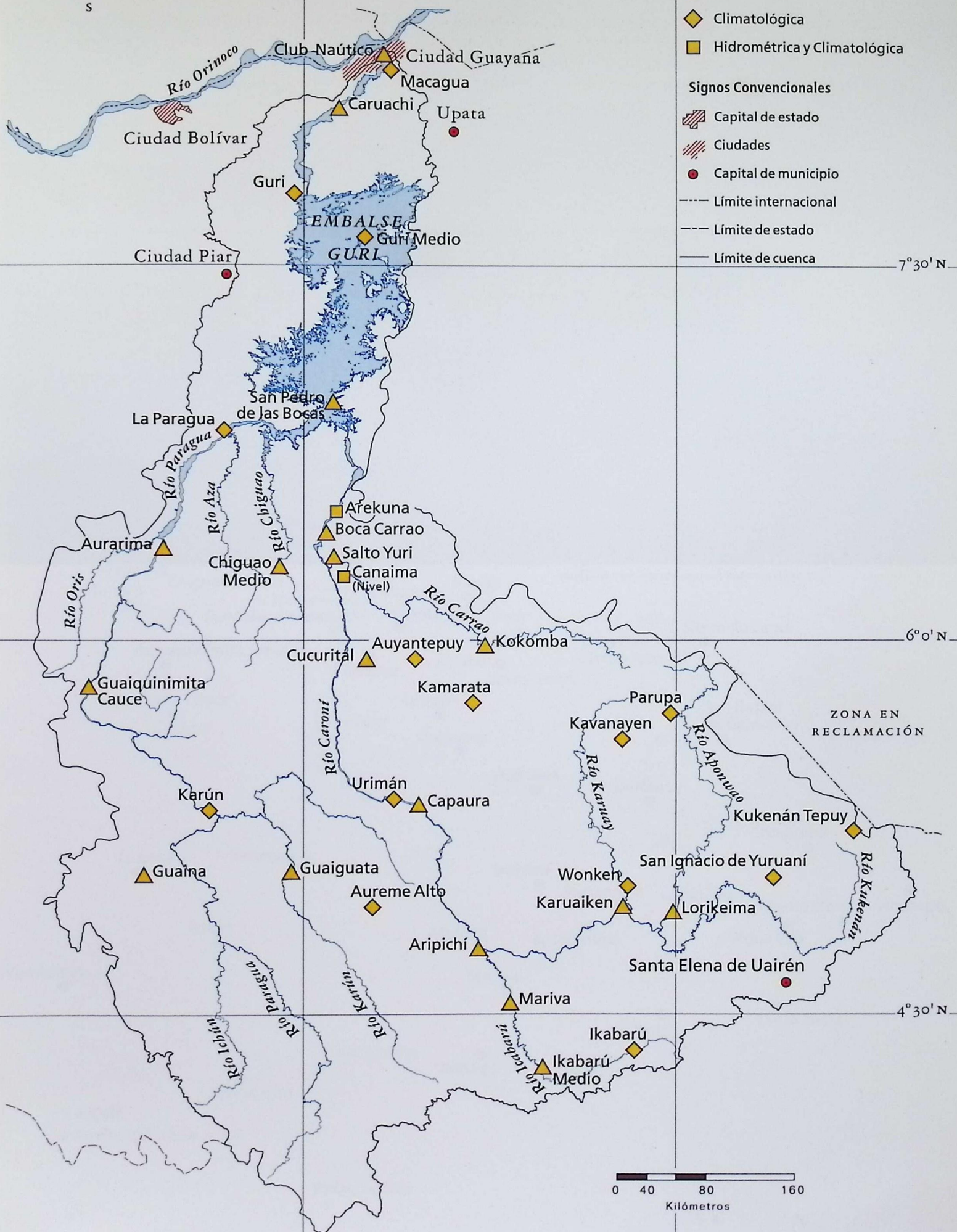


### Estaciones

-  Hidrométrica
-  Climatológica
-  Hidrométrica y Climatológica

### Signos Convencionales

-  Capital de estado
-  Ciudades
-  Capital de municipio
-  Límite internacional
-  Límite de estado
-  Límite de cuenca



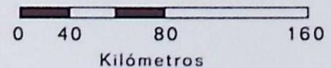
7° 30' N

6° 0' N

4° 30' N

63° 0' W

61° 30' W

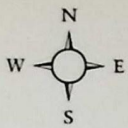


ZONA EN RECLAMACIÓN

Mapa 2.2  
Red de medición pluviométrica

Las nubes arropam las cumbres del Auyán-Tepuy.





### Estación

● Pluviométrica

### Signos Convencionales

▨ Capital de estado

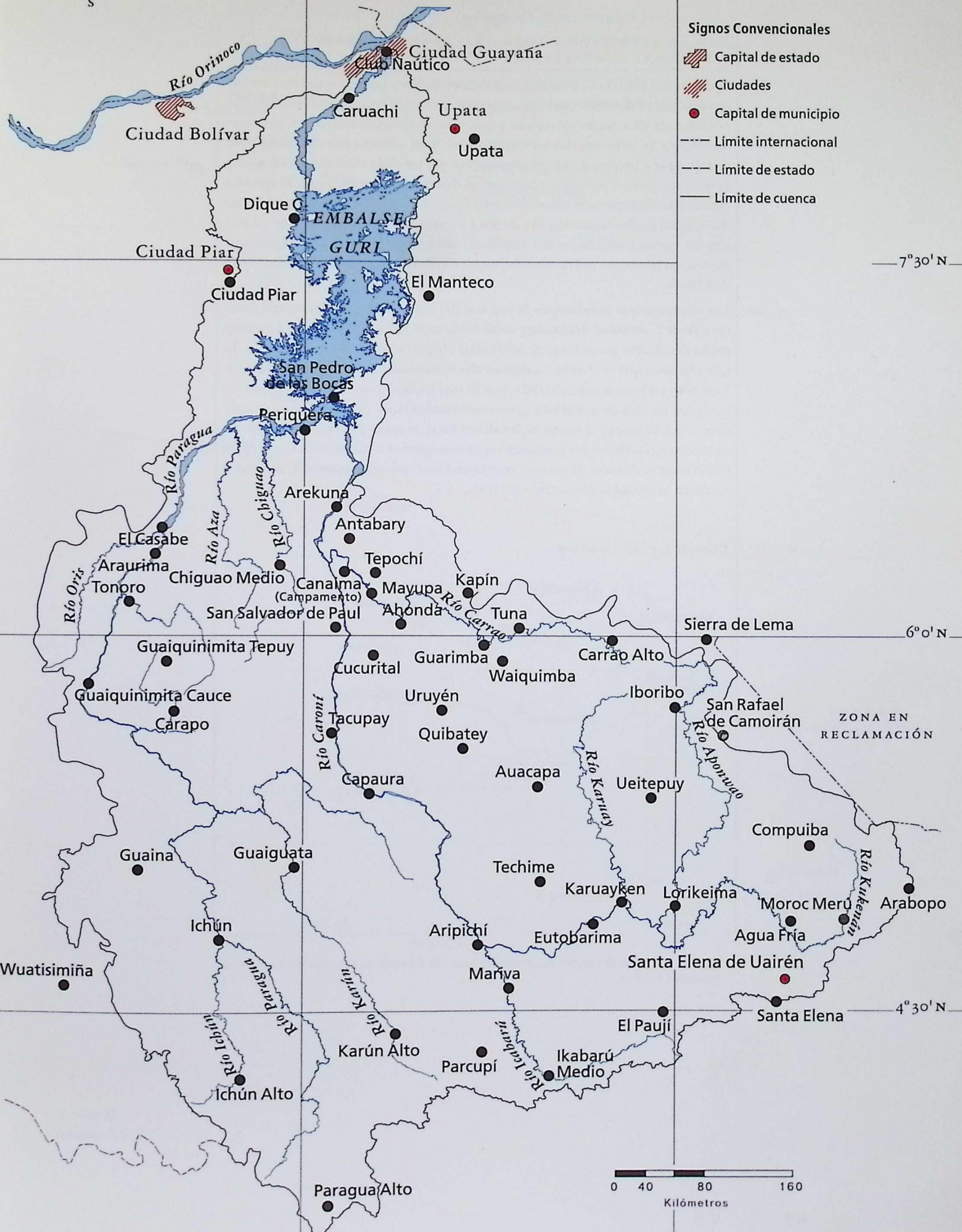
▨ Ciudades

● Capital de municipio

--- Límite internacional

--- Límite de estado

— Límite de cuenca

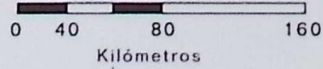


7°30' N

6°0' N

4°30' N

ZONA EN RECLAMACIÓN



63°0' W

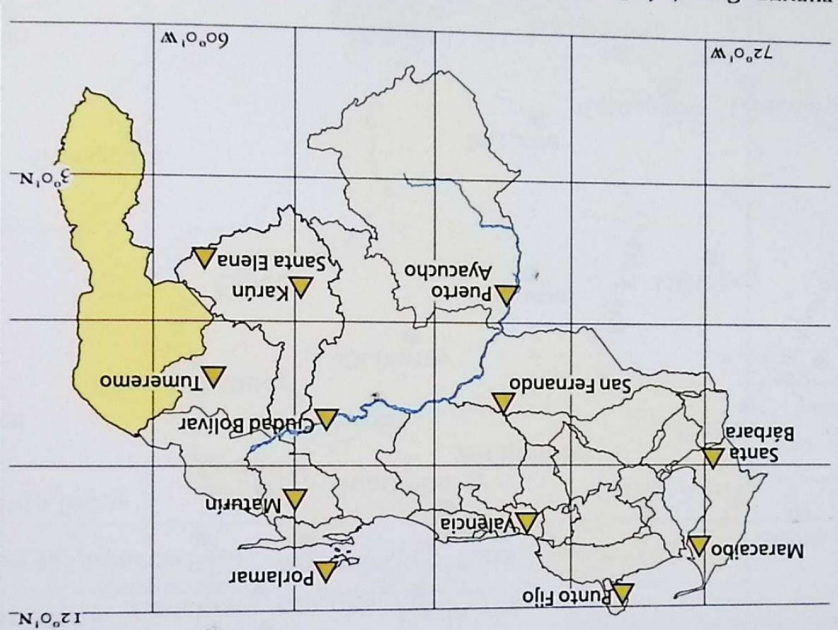
61°30' W

RED DE DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS

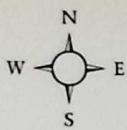
CVG-EDBELCA cuenta con un Sistema de Detección y Localización de Descargas Eléctricas Atmosféricas (SDLDEA) que evalúa el comportamiento del fenómeno de descargas eléctricas y permite el almacenamiento y procesamiento de la información en tiempo real. Este sistema fue diseñado para monitorear y proteger el funcionamiento del Sistema Interconectado Nacional y apoyar en el diseño de nuevas líneas. El SDLDEA comenzó a detectar actividad eléctrica a partir de noviembre de 1999, cuando se llevó a cabo la instalación de los 12 sensores que se encuentran ubicados en varias localidades del territorio nacional (Figura 2.1) y específicamente, en la cuenca del río Caroní, en las localidades de Karún y Santa Elena de Uaiarén.

Los sensores que constituyen la red son del tipo IMPACT-ES (*Improved Accuracy from Combined Technology with Enhanced Sensitivity*). Estos sensores están diseñados para detectar actividad eléctrica del tipo NUBE-TIERRA, lo que significa que rechazan cualquier electrometeoro que no sea de este tipo. Trabajan en forma sincronizada, por lo que cada uno está equipado con un receptor de información GPS (geoposicionador) que permite saber en qué dirección, respecto al norte, se localizan las descargas y el tiempo exacto de su ocurrencia. Todos los sensores están conectados al Centro de Control de CVG-EDBELCA, dotado de cuatro computadores que procesan, transmiten y analizan la información en tiempo real.

Figura 2.1 Red de sensores.



FUENTE: Gerencia de Gestión Ambiental, Unidad de Sistemas de Información Ambiental. CVG-EDBELCA, 2003.



### Estación

▲ Limnológica

### Signos Convencionales

▨ Capital de estado

▨ Ciudades

● Capital de municipio

--- Límite internacional

--- Límite de estado

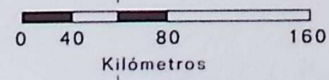
— Límite de cuenca

7° 30' N

6° 0' N

ZONA EN RECLAMACIÓN

4° 30' N



63° 0' W

61° 30' W

La Cuenca, en términos de precipitación,

muestra características notables al registrarse al menos cuatro núcleos con valores de precipitación anual, igual o superior a 4.000 mm.

Los primeros tres núcleos se ubican alrededor de las estaciones Waiquiniñita-Tepuy, Guai-

na y Ahonda donde la precipitación alcanza una lámina anual de 4.285 mm, 4.030 mm y 5.430 mm, respectivamente. Las elevadas lá-

minas registradas en la estación Ahonda y, en general, en la subcuenca del río Carrao, con va-

lores superiores a los 3.000 mm, explican el mayor rendimiento unitario en este espacio.

El cuarto núcleo de precipitación, registrado por las estaciones Urimán, Techime y Aurre-

me, es el de mayor extensión en la Cuenca y presenta valores medios anuales de 4.160 mm,

4.930 mm y 4.330 mm en cada una de las estaciones mencionadas (Mapa 2.4).

Adicionalmente, datos recientes permiten inferir la existencia de dos nuevos núcleos superiores a 4.000 mm en el área de Sierra de Lema

y en las cercanías del Kukenán-Tepuy. Sin embargo, se requieren períodos de medición más

largos para confirmar la existencia de dichos núcleos. El núcleo de Sierra de Lema, contri-

buye a la escorrenria de los ríos Carrao, Karuay y Aponwao y el núcleo del Kukenán-Tepuy

influye en los aportes a las nacientes del río Carrao (Mapa 2.4).

**Evaporación:** la evaporación media anual es de 1.830 mm, con períodos máximos y mínimos asociados al régimen de precipitación.

Con respecto a los sectores, la evaporación media anual más alta es de 2.250 mm y se registra en el Bajo Caroní, como producto de sus ma-

yores temperaturas. En las cimas de los tepuyes se presentan los centros de depresión de la evaporación anual, con valores mínimos que en promedio alcanzan los 1.000 mm anuales (Mapa 2.5).

## VARIABLES CLIMÁTICAS

El desplazamiento anual del frente intertropical de convergencia de los vientos alisios de-

termina, en gran medida, la actividad meco-

rológica y las características climáticas de la Cuenca. Estas características se ven diferen-

ciadas espacialmente por los efectos

orográficos relacionados con la existencia de un gran número de elevaciones que modifican

la dirección de los vientos, ocasionan el ascen-

so de masas de aire que causan la condensación de la humedad transportada, permiten la for-

mación de nubosidad e inciden sobre la radiación recibida. A continuación se presentan los

valores de las principales variables climáticas registradas en la Cuenca a través de la red de

medición de CVG-EDBELCA.

**Precipitación:** el régimen de precipitación anual en la Cuenca es unimodal, con un período lluvioso entre mayo y noviembre y otro

seco entre diciembre y abril. La temporada de lluvia se inicia primero en la parte sur de la

Cuenca, sectores Alto Caroní y Alto Paragua, y aproximadamente un mes más tarde en la

parte norte, sector Bajo Caroní. La precipitación media anual es de 2.900 mm, con varia-

ciones importantes en los cinco sectores. Los sectores Medio Caroní y Alto Paragua presen-

tan los valores más elevados de precipitación media anual y el sector Bajo Caroní, los menos

elevados (Cuadro 2.1).

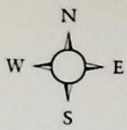
3 Para obtener la información de precipitación, se utilizó un período base de medición de 20 años (1980-2000), sectores Medio Caroní y Alto Paragua comple-

mentario de estaciones con períodos más cortos.

Cuadro 2.1 Precipitación media por sectores (1980-2000).

Precipitación Media Anual		(mm)	
		Período lluvioso	Período seco
SECTORES			
CUENCA	2.900	630	2.270
ALTO CARONÍ	2.670	460	2.210
MEDIO CARONÍ	3.560	1.390	2.170
BAJO CARONÍ	1.430	200	1.230
ALTO PARAGUA	3.440	690	2.750
BAJO PARAGUA	2.920	240	2.680

FUENTE: Gerencia de Gestión Ambiental, Unidad de Sistemas de Información Ambiental, CVG-EDBELCA, 2003.



### Precipitación Media Anual (mm)

- 1000–2000
- 2000–3000
- 3000–4000
- 4000–5000
- > 5000

— Isoyetas medias anuales

▲ Estaciones con mayor precipitación

### Signos Convencionales

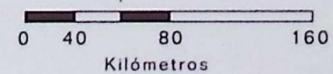
- ▨ Capital de estado
- ▨ Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca

—7°30' N

6°0' N

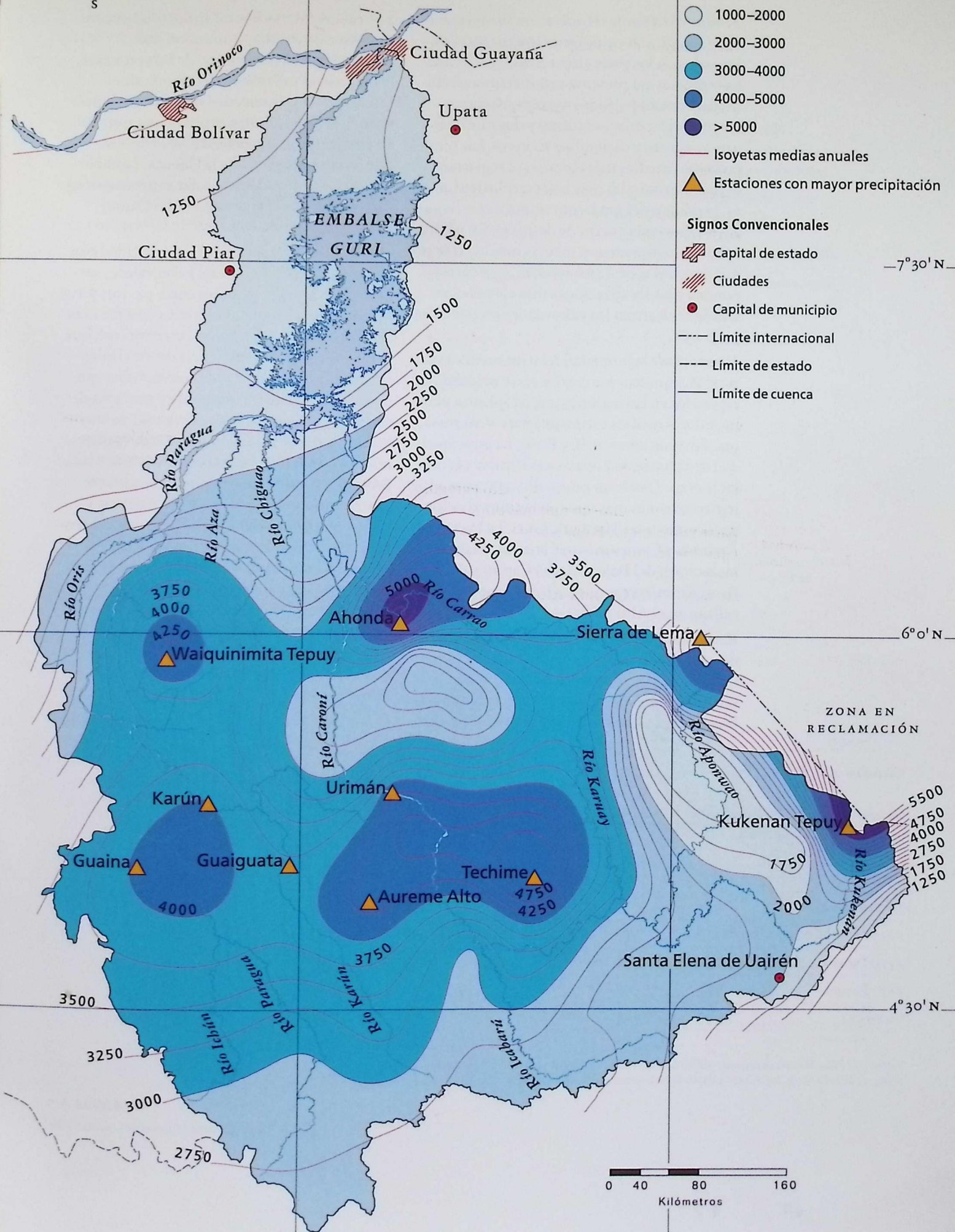
4°30' N

ZONA EN RECLAMACIÓN



63°0' W

61°30' W



Mapas 2.5  
Evaporación media anual (mm)

Sectores	Evaporación mm	Temperatura °C	Humedad relativa %	Radiación cal/cm <sup>2</sup> /día	Velocidad viento m/s
ALTO Caroní	1.690	22,1	78	406	1,6
MEDIO Caroní	1.804	23,7	78	435	2,2
BAJO Caroní	2.250	26,5	78	408	3,1
ALTO Paragua	1.700	24,7	84	433	0,5
BAJO Paragua	1.920	25,8	77	453	1,9
CUENCA	1.830	24,3	77	426	1,7

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t.3: Caracterización de los elementos atmosféricos. CVG-EDIELCA, 2003.

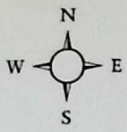
Cuadro 2.2 Principales variables climatológicas (valores medios anuales).

**Temperatura:** la temperatura media anual es de 24,3°C con variaciones importantes de acuerdo con los pisos altitudinales existentes. La temperatura presenta una distribución bimodal con dos períodos máximos (marzo-mayo y septiembre-octubre) y dos mínimos (junio-agosto y diciembre-febrero). Las temperaturas medias más elevadas se registran en el Bajo Caroní y las más bajas en el Alto Caroní, producto del gradiente térmico que llega a 0,55°C por cada 100 m de desnivel. En particular, las temperaturas medias más bajas se registran en el tope de los tepuyes, que corresponden a las localizaciones más elevadas, en donde se alcanzan los valores medios por debajo de 15°C.

**Humedad:** la humedad relativa media anual es 77%, consecuente con los altos promedios esperados en las regiones intertropicales y con los valores medios estimados para Venezuela, que fluctúan entre 70% y 80%. La estacionalidad de la humedad relativa es similar a la de las lluvias. Desde un punto de vista espacial, se registran zonas más secas en las inmediaciones de las estaciones Macagua, Guri, La Paragua, Arekuna y Campamento Canaima; es decir, los sectores del Bajo y Medio Caroní y del Bajo Paragua; mientras que las más húmedas se localizan en el Alto Paragua.

**Radiación:** la radiación solar media anual es de 426 cal/cm<sup>2</sup>/día y oscila, durante el año, entre 392 y 453 cal/cm<sup>2</sup>/día. Se comprueba la ocurrencia durante el año, de dos máximos (febrero, con 453 cal/cm<sup>2</sup>/día y septiembre, con 449 cal/cm<sup>2</sup>/día) y dos mínimos (diciembre, con 392 cal/cm<sup>2</sup>/día, y junio con 398 cal/cm<sup>2</sup>/día). La orientación de las vertientes, la nubosidad y el relieve tienen una alta influencia en la intensidad de radiación solar en toda la Cuenca y dan origen a una zona de alta radiación que atraviesa el área de oeste a este en la zona central de la Cuenca. Los niveles máximos de radiación solar se presentan en los sectores Bajo Paragua y Medio Caroní (Mapa 2.6).

**Viento:** los vientos son de baja velocidad con una media anual de 1,7 m/s y con valores medios extremos que alcanzan entre 3,0 m/s y 1,5 m/s. Estas bajas velocidades son consecuencia de la Zona de Convergencia Intertropical, que se caracteriza por la existencia de movimientos ascendentes de aire o de convección y que determina un tiempo inestable y períodos de calma frecuentes. La variación anual de la velocidad del viento está en función de la distribución y actividad de los centros de alta y baja presión, ubicados tanto sobre el continente americano como sobre el océano Atlántico. Adicionalmente, la velocidad del viento se encuentra afectada por las características orográficas locales y por la sucesión de estrechamientos y ensanchamientos dentro de los valles, ocasionados por la presencia de los tepuyes. La mayor velocidad de los vientos se registra en los sectores Bajo y Medio Caroní, mientras que la menor velocidad se registra en el Alto Paragua.



### Evaporación Media Anual (mm)

- 900–1200
- 1200–1500
- 1500–1800
- 1800–2100
- 2100–2400

### Signos Convencionales

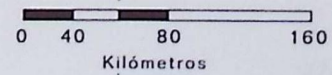
- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca

7°30' N

6° 0' N

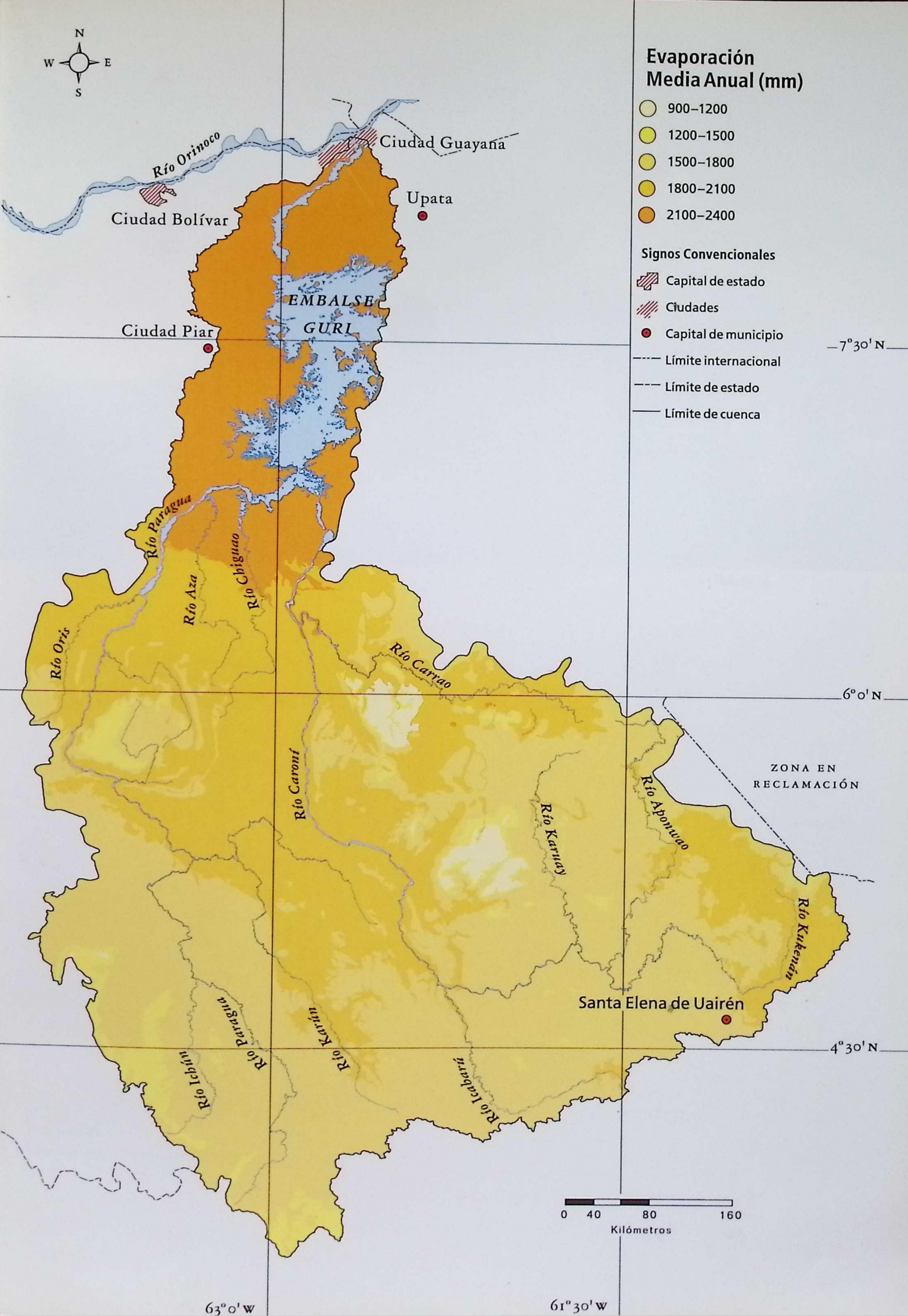
ZONA EN RECLAMACIÓN

4° 30' N



63° 0' W

61° 30' W

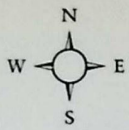


Mapa 2.6  
Isolneas de radiación solar media anual

Radiación Solar:

ORLANDO PEÑA





### Radiación Solar Media Anual (cal/cm<sup>2</sup>/día)

- 350-400
- 400-450
- 450-500

— Isolíneas de radiación solar

#### Signos Convencionales

- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio

--- Limite internacional

--- Limite de estado

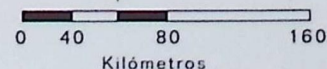
— Limite de cuenca

7°30' N

6°0' N

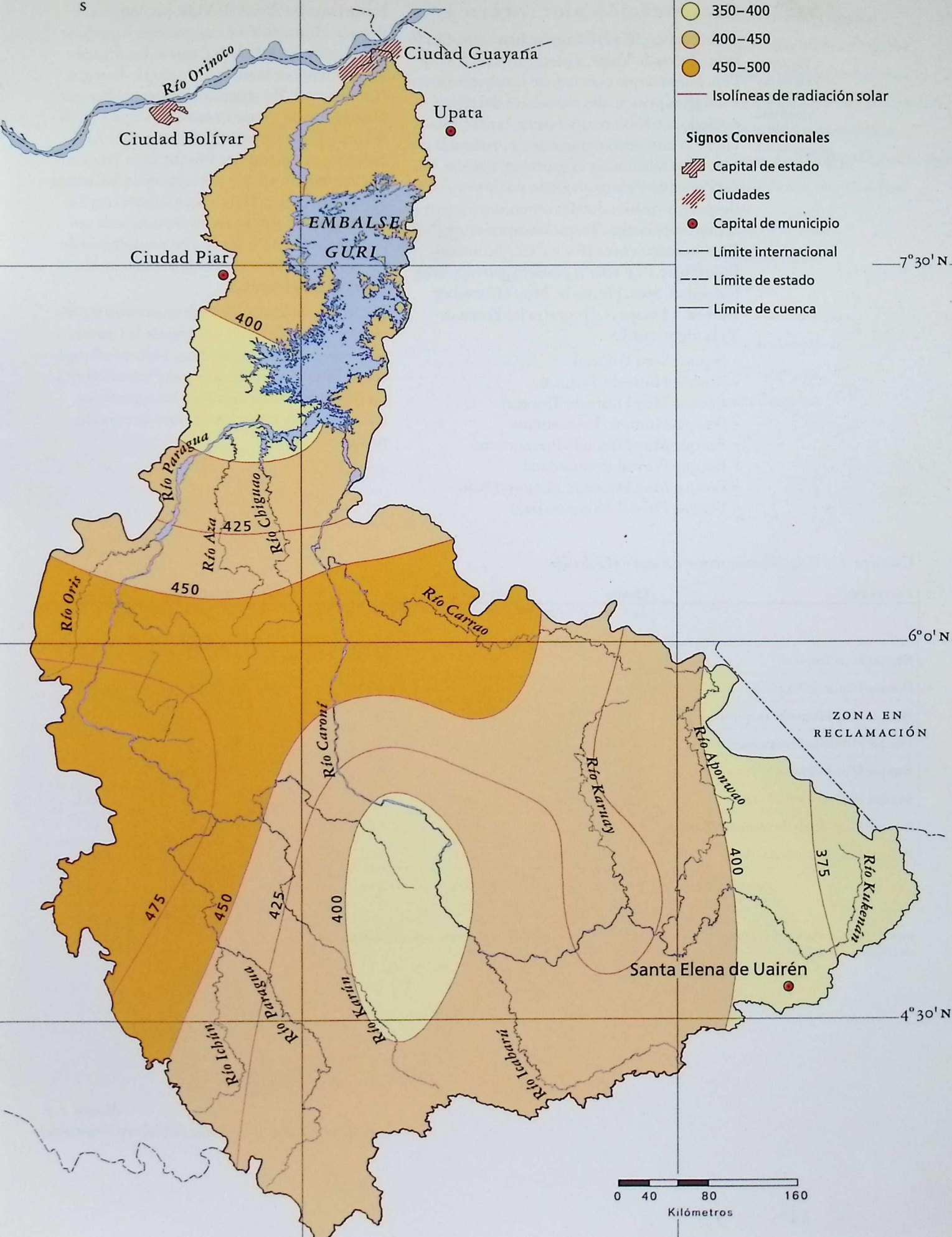
ZONA EN RECLAMACIÓN

4°30' N



63°0' W

61°30' W



Mapa 2.7 Clasificación climática (Zonas de Vida de Holdridge)

Zona de vida	Cuenca	Alto Caroni	Medio Caroni	Bajo Caroni	Alto Paragua	Bajo Paragua
Bosque Seco Tropical	14,465	0	0	12,523	0	1,942
Bosque Húmedo Tropical	39,455	4,748	6,690	637	16,009	11,371
Bosque Muy Húmedo Tropical	6,235	6,8	170	2,679	3,101	285
Bosque Húmedo Premontano	9,084	9,9	4,492	4,592	0	0
Bosque Muy Húmedo Premontano	16,341	17,7	12,406	0	3,034	901
Bosque Pluvial Premontano	4,467	4,8	2,050	1,991	11	415
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo	1,125	1,2	240	885	0	0
Bosque Pluvial Montano Bajo	998	1,1	401	597	0	0
Superficie total	92,170	100,0	24,507	17,434	13,160	14,914
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroni, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 4: Caracterización de los elementos climáticos. CVG-EDHCA, 2003.

Cuadro 2.3 Clasificación climática según Holdridge.

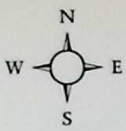
Entre las ocho Zonas de Vida, predomina el Bosque Húmedo Tropical, con una superficie que alcanza 42,8% de la Cuenca, localizado mayormente en la subcuenca del río Paragua (Cuadro 2.3). En segundo término, el Bosque Muy Húmedo Premontano que ocupa 17,7% del área, presente principalmente en el Alto Caroni y, por último, el Bosque Seco Tropical que representa 15,7% del espacio de la Cuenca y predomina en el Bajo Caroni. Estas tres Zonas de Vida se ubican en los sectores más uniformes topográficamente, con predominio de los paisajes de lomeríos, peniplanicies y altiplanicies intermedias. El resto de las Zonas de Vida existentes representan menos del 24% del área de la Cuenca. En el caso de los bosques Muy Húmedo Tropical, el Pluvial Premontano y el Pluvial Montano Bajo, éstos se localizan en las superficies donde se encuentran los núcleos de más alta precipitación.

CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

En la cuenca del río Caroni se han identificado ocho Zonas de Vida<sup>4</sup>, a partir de la relación y dependencia que existe entre la vegetación y los principales elementos del clima cultural y los principales elementos del clima como lo son la biotemperatura, la precipitación y la humedad del ambiente, estimada con base en la relación de evaporanspiración. Estas Zonas de Vida se originan por la presencia de tres pisos altitudinales obtenidos a partir de la biotemperatura: Tropical (superior a 24°C), Premontano (entre 18 y 24°C) y Montano Bajo (entre 12 y 18°C); y cuatro provincias de humedad: Seca, Húmeda, Muy Húmeda y Pluvial. El mapa 2.7 muestra las Zonas de Vida identificadas:

- Bosque Seco Tropical
- Bosque Húmedo Tropical
- Bosque Muy Húmedo Tropical
- Bosque Húmedo Premontano
- Bosque Muy Húmedo Premontano
- Bosque Pluvial Premontano
- Bosque Muy Húmedo Montano Bajo
- Bosque Pluvial Montano Bajo

<sup>4</sup> Las Zonas de Vida fueron identificadas siguiendo la metodología propuesta por L.R. Holdridge.

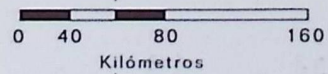
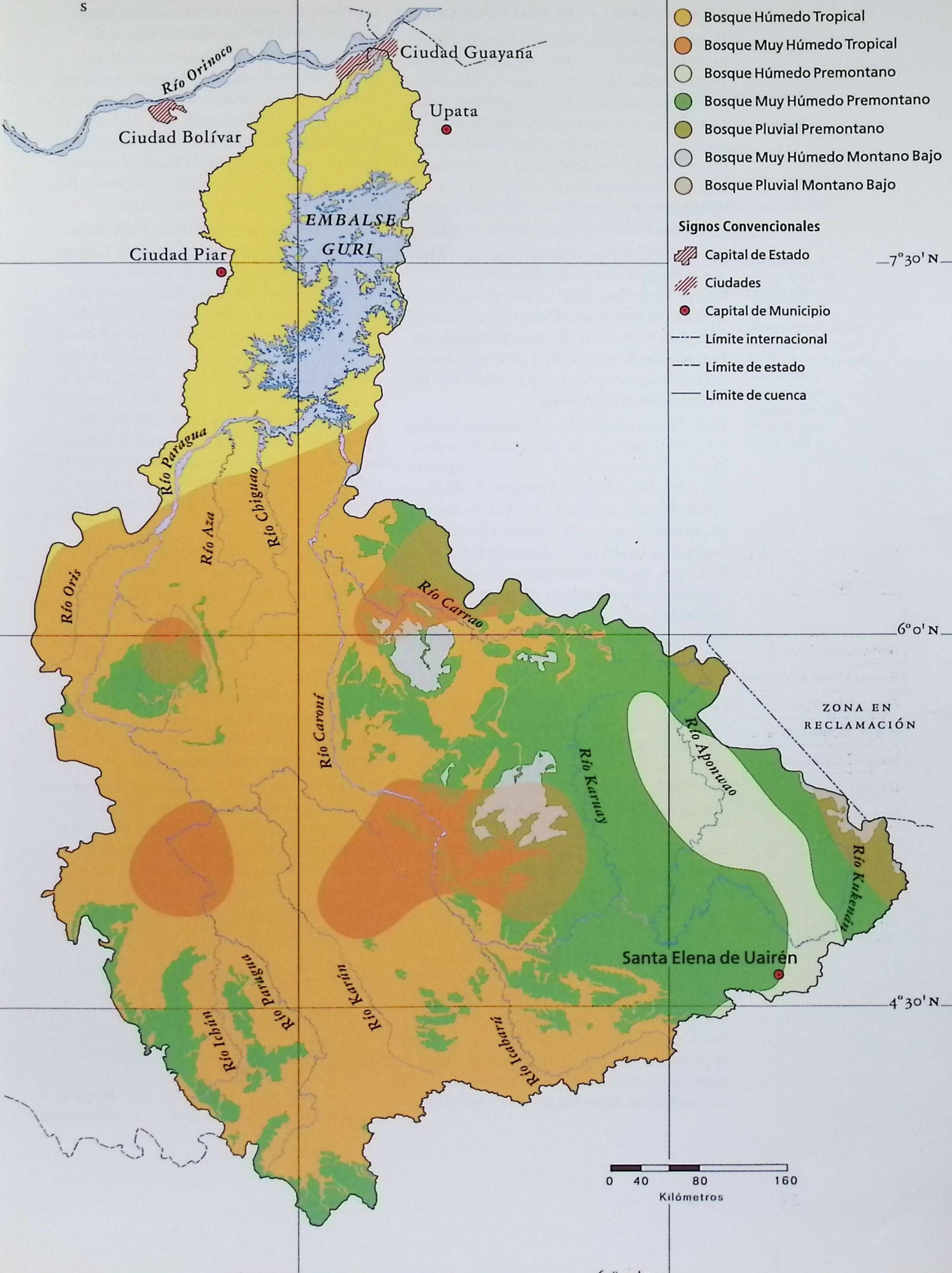


### Clasificación Bioclimática

- Bosque Seco Tropical
- Bosque Húmedo Tropical
- Bosque Muy Húmedo Tropical
- Bosque Húmedo Premontano
- Bosque Muy Húmedo Premontano
- Bosque Pluvial Premontano
- Bosque Muy Húmedo Montano Bajo
- Bosque Pluvial Montano Bajo

### Signos Convencionales

- Capital de Estado
- Ciudades
- Capital de Municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca



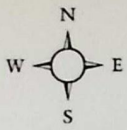
**CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS**

mantiene, en forma general, hasta su desembocadura en el Embalse Guri (Mapa 2.8). Cerca del 80% del territorio tributario del Alto Caroní es drenado por las subcuencas que recibe en su margen derecha. El primer curso de cabecera, el más oriental, es el río Arabopó, que nace en el flanco S-E del Roraima. A continuación, se encuentra el río Yuruaní, cuya nacación se ubica en los flancos orientales del Kukenán y de las mesetas subsiguientes. El río Aponwao nace en el borde norte de La Gran Sabana, en las inmediaciones de Luepa, y su curso se prolonga cerca de 200 km en dirección general N-S. En su sección superior recibe, por su margen derecha, el río Parupa. El Aponwao presenta variaciones locales hasta el sitio donde se desprende de su cauce un imprevisionante salto de unos 60 m de altura, conocido como Chinak-merú o Aponwao, a partir del cual su cauce se encaja entre relieves de cuestras. Su principal afluente es el río Kamá, que también presenta una abrupta caída como cida como salto Kamá, ubicado en las inmediaciones de la carretera a Santa Elena de Uai-rén. Más al oeste del río Aponwao discurre el río Karuay, cuyas nacientes se ubican en los flancos meridionales del Sororopán-Tepuy y Parati-Tepuy; su curso recorre cerca de 140 km con un rumbo general N-S y un declive promedio de 1.1 m/km. Al oeste del río Karuay, el Caroní recibe los ríos Tamupe, Urcara y Tebas, que nacen en las vertientes basales de los flancos meridionales del Angasima y Upiigma-Tepuy y cuyos cursos tienen recorridos menores de 40 km, con perfiles pronunciados. Los ríos Uai-rén, Surtucún e Ikabartú representan los principales tributarios meridionales del tramo E-O del Alto Caroní; sus nacientes se ubican en la divisoria frontalizada por la sierra Pacaraima. En el valle bajo del río Uai-rén se emplaza la población frontalizada más importante del sureste del país, Santa Elena de Uai-rén.

La cuenca del río Caroní dreña sus aguas en la hoya del río Orinoco, por lo que pertenece a la vertiente del océano Atlántico. Se caracteriza por una inmensa riqueza hidrográfica representada por 245 subcuencas tributarias, de las cuales 107 corresponden a ríos de orden UNO; 77 a orden DOS; 35 a orden TRES; 21 a ríos de orden CUATRO; 4 a ríos de orden CINCO; y 1 río de orden SEIS, que es el curso del río Caroní, identificado sobre planos a escala 1:250.000. Los ríos principales de la Cuenca son el Caroní y el Paragua, los cuales discurren casi paralelos de sur a norte hasta la desembocadura del segundo en el río Caroní, en el sitio conocido como San Pedro de las Bocas, a la entrada del Embalse Guri. La superficie de la subcuenca del río Paragua representa 40,2% del área total de la cuenca del Caroní. El río Caroní, desde su nacimiento en los flancos meridionales de los macizos de Roraima-Tepuy y Kukenán-Tepuy, discurre siguiendo una dirección E-O bajo el nombre de río Kukenán, hasta su confluencia con el río Arabopó, en donde cambia de nombre a Caroní. La longitud total del río, incluyendo el tramo del Kukenán, hasta su desembocadura en el río Orinoco, es de 957,9 km con una pendiente media de 4,1%.

Durante el tramo que va desde la confluencia de los ríos Kukenán y Arabopó hasta la desembocadura de los ríos Aponwao y Karuay, el río Caroní sigue un trazado sinuoso, acompañado de madres viejas cercanas a su cauce de lecho arenoso. Sus principales tributarios son los ríos Yuruaní, Aponwao y Karuay por la margen derecha, y los ríos Uai-rén y Surtucún por la izquierda. A partir de la confluencia del río Karuay, el Caroní presenta un cauce de trazados rectos que se alternan con amplios arcos determinados por controles litológicos y estructuras. En este tramo su perfil es abruptamente interrumpido por el impresionante salto Burobarima, que alcanza unos 60 m de caída. Aguas abajo de éste, el curso del Caroní sigue en dirección E-O y su cauce discurre sobre un lecho de roca dominado, en su ribera derecha, por frentes de cuestras, rocosos y escarpados. Cerca de su confluencia con el río Ikabartú se presentan los raudales de Aripíchi, aguas abajo de los cuales cambia el curso del Caroní a un rumbo con dirección general S-NNO que se

5 La descripción de la hidrografía fue tomada del documento elaborado por Hermann Roo: *Desarrollo Hidroeléctrico del Río Caroní*. Proyecto Guri, Memoria Técnica, cap.1. (Mimico, abril 2003).

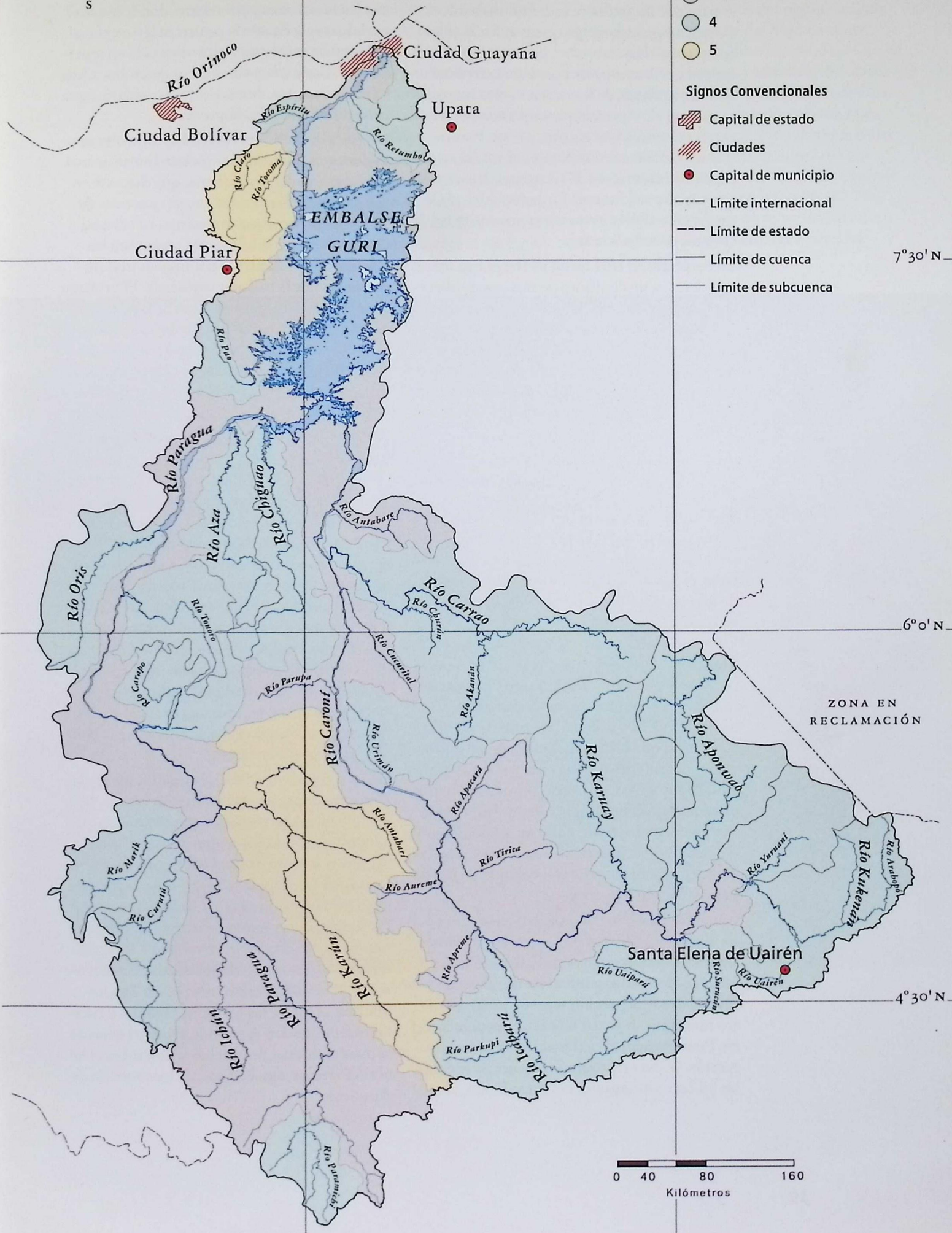


### Orden de la Subcuenca

- ≤ 3
- 4
- 5

### Signos Convencionales

- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca
- Límite de subcuenca

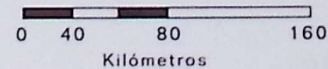


7° 30' N

6° 0' N

4° 30' N

ZONA EN RECLAMACIÓN



63° 0' W

61° 30' W

bordea hasta su extremo norte, donde le cae el río Ichún que recoge la escorrentía superficial del tope de la meseta y está orientado en sentido S-N. Unos 3 km antes de su desembocadura en el río Paragua, se encuentra la caída de agua conocida como salto Espuma.

Después de recibir el río Ichún, controles geológicos y estructurales imponen lineamientos en el trazado del río Paragua, que discurre en tramos rectilíneos en los que su cauce encaja en lechos rocosos que se alternan con raudales de longitud variable. En este tramo son los ríos Curutú y Marik sus tributarios más importantes por la margen izquierda. El primero nace entre las mesetas de Ichún y Guanacoco, de las cuales recibe los aportes de sus vertientes basales; sus cabeceras se ubican en las cercanías de la divisoria que separa las cuencas altas de los ríos Caura y Caroní. El segundo nace en la porción norte de la meseta Guanacoco, y sus afluentes tributarios por la margen izquierda provienen de las vertientes orientales de la misma divisoria.

El río Paragua, desde sus nacientes hasta la desembocadura del río Marik, mantiene un rumbo general SE-NO y precisamente allí su curso cambia en 90°, adoptando una dirección SOO-NBE durante un tramo rectilíneo de unos 20 km, después del cual continúa mediante un semiarco hasta retomar su dirección norte. Al final de este tramo, recibe el mayor tributario de su vertiente oriental, representado por el río Karún, el cual, desde sus nacientes en la sierra Pacaraima, se prolonga hacia N-O, manteniendo un trazado general paralelo al río Paragua a unos 50 km al este.

En las cercanías del Waikikinima-Tepuy, el río Paragua adopta un trazado hacia el oeste, bordeando las faldas meridionales del macizo, y adosado a sus faldas occidentales, se dirige progresivamente hacia el NBE. En este tramo recibe sus principales afluentes por la margen derecha, entre ellos, el río Carapo, que recoge los cursos provenientes del tope norte de la meseta, y aquellos que, huyendo en la misma dirección, drenan a lo largo de sus cuevas basales, en las faldas orientales. El río Tonoro discurre al pie de las vertientes basales y cuevas que circundan la porción septentrional de la meseta, la cual bordea hasta desembocar en el río Paragua, aguas arriba de los raudales de Auraima.

A partir de la confluencia del río Ikabartú, el Caroní adopta un rumbo general hacia el norte, en cuyo trazado recibe, por su margen izquierda, tributarios menores de corto desarrollo, de los cuales el más importante es el río Apreme que nace en la divisoria con la cuenca del río Karún; y el río Parupa, que nace en las cuevas basales ubicadas en el borde suroriental del Waikikinima. A partir de este último río, hasta el Embalse Guri, el Caroní recibe afluentes menores provenientes de cuencas de reducida área.

En contraste, el río Caroní recibe por su margen derecha un conjunto de ríos cuyas cabeceras surcan valles encañonados en los macizos de Chimantá y Acopán, como son los ríos Tirica, Apacará, Chimantá, Aprada y Urimán. Aguas abajo de la confluencia de este último, el Caroní recibe tributarios menores de corto desarrollo, hasta la desembocadura del río Curutú, cuyas cabeceras se ubican en las imbardaciones de las vertientes basales y platófor-mas estructurales localizadas entre el Uipán y el Auyán-Tepuy. Los afluentes subsiguientes del Caroní por la margen derecha son los ríos Carrao y Antabares. El primero nace en el extremo nororiental de la región de La Gran Sabana, en las inmediaciones de las nacientes de los ríos Karunay y Aponwao. Su curso, de unos 200 km, sigue un rumbo general E-O y desemboca en el Caroní, aguas abajo del sitio Canaima. Los tributarios que el Carrao recibe por su margen izquierda recogen los aportes provenientes de las mesetas dominantes al norte de La Gran Sabana, y el principal es el río Acacán, al que le caen los cursos de agua provenientes del flanco noroccidental del Acopán-Tepuy y del Chimantá-Tepuy; entre ellos destaca el río Cuana, que le desemboca por la margen derecha. El río Churún, de excepcional belleza, discurre encañonado en el Auyán-Tepuy y es otro afluente importante del Carrao por su margen izquierda.

Con relación al río Paragua, sus nacientes se localizan en la divisoria suroccidental frontalizada por la serranía de Pacaraima, y están conformadas por los ríos de cabecera que drenan desde la porción septentrional del Cerro Marutani. A partir de su confluencia con el río Puaemurán, el río Paragua sigue una dirección SE-NO y, progresivamente, se acerca a las faldas nororientales del cerro Ichún, al cual

Después de su cambio de dirección hacia el NNE, en el extremo suroeste del Waikinima, toda el área tributaria del río Paragua por la margen izquierda, desde la divisoria occidental de la Cuenca, es drenada por el río Oris, su principal y último afluente importante antes de llegar al Embalse Guri.

A partir del extremo septentrional del Waikinima-Tepuy, toda el área comprendida entre los ríos Paragua y Caroní es drenada por los ríos Aza y Chiguao, que son los últimos afluentes importantes que recibe el río Paragua por su margen derecha.

A partir de la confluencia del río Caroní con el río Paragua en la cola del Embalse Guri, se inicia el denominado sector del Bajo Caroní que se caracteriza por la existencia de los desarrollos hidroeléctricos en operación de Guri, Caruachi, Macagua y Tocoma que inició su construcción en mayo de 2003. En este tramo del río, antes de la desembocadura del río Caroní en el Orinoco, los principales afluentes por la margen izquierda son los ríos Pao, Santa Bárbara y Claro con su principal afluente el río Tocoma y por la margen derecha, el río Retumbo.



*El Salto Tebime se encuentra en uno de los núcleos de mayor precipitación en la Cuenca.*



*Salto Entobariima, Alto Caroni.*

## CAUDALES

La hidrología de la Cuenca es excepcional en términos de su escorrentía anual, debido fundamentalmente a su régimen de precipitación. De acuerdo con los registros disponibles, la contribución hídrica hasta la estación Caruachi, cercana a la confluencia del río Caroní

con el Orinoco, es de 4.869 m<sup>3</sup>/s, es decir, 153.614 millones de metros cúbicos medios anuales, lo que representa 13% de la escorrentía media anual del país. El rendimiento medio de la Cuenca se eleva a 53,6 l/s/km<sup>2</sup>, uno de los mayores del país y el doble del promedio nacional (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.4 Rendimiento medio anual de los principales ríos venezolanos.

Río	Área km <sup>2</sup>	Caudal medio anual m <sup>3</sup> /s	Volumen medio anual Hm <sup>3</sup>	Rendimiento l/s/km <sup>2</sup>
Orinoco	1.086.000	29.000	914.544	26,7
Caroní	90.759	4.869	153.614	53,6
Caura	51.942	2.742	86.464	52,8
Ventuari	36.082	2.007	63.295	55,6
Apure	150.000	1.903	60.000	12,7
Santa Ana	6.235	107	3.359	17,2
Guasare	3.436	90	2.833	26,2
Tuy	6.594	80	2.510	12,1
Unare	22.295	56	1.776	2,5
Escalante	3.904	49	1.556	12,6
Tocuyo	17.773	42	1.318	2,4
Motatán	5.047	37	1.153	7,3

FUENTE: datos de medición de CVG-EDELCA, del río Caroní en el sitio de medición Caruachi (1965-1984) y datos del *Inventario nacional de aguas superficiales*, vol. I, COPLANARH, 1969.

Si se compara el rendimiento medio anual del río Caroní con el de los ocho ríos más caudalosos del mundo, se encuentra que el Caroní, a pesar de presentar un caudal medio anual muy inferior, supera ampliamente los valores indicados en materia de rendimiento. (Cuadro 2.5).

En cuanto al aporte por sectores al caudal medio del río Caroní en la estación Caruachi, cercana a su desembocadura en el río Orinoco, el Alto Paragua contribuye con la mayor escorrentía (33,6%), seguido por el Medio Caroní (28,8%), el Alto Caroní (21,1%), el Bajo Paragua (10,5%) y, por último, el Bajo Caroní (6,0%). Por otra parte, el sector con mayor rendimiento unitario es el Medio Caroní con 79,2 l/s/km<sup>2</sup>, debido a la contribución de la subcuenca del río Carrao; mientras que el sector Alto Paragua muestra un rendimiento unitario muy cercano al anterior, de 73,4 l/s/km<sup>2</sup>. Los ríos Caroní y Paragua contribuyen con caudales similares al Embalse Guri: 2.428 m<sup>3</sup>/s y 2.149 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. (Cuadro 2.6).

Cuadro 2.5 Rendimiento medio anual de los ríos más caudalosos del mundo.

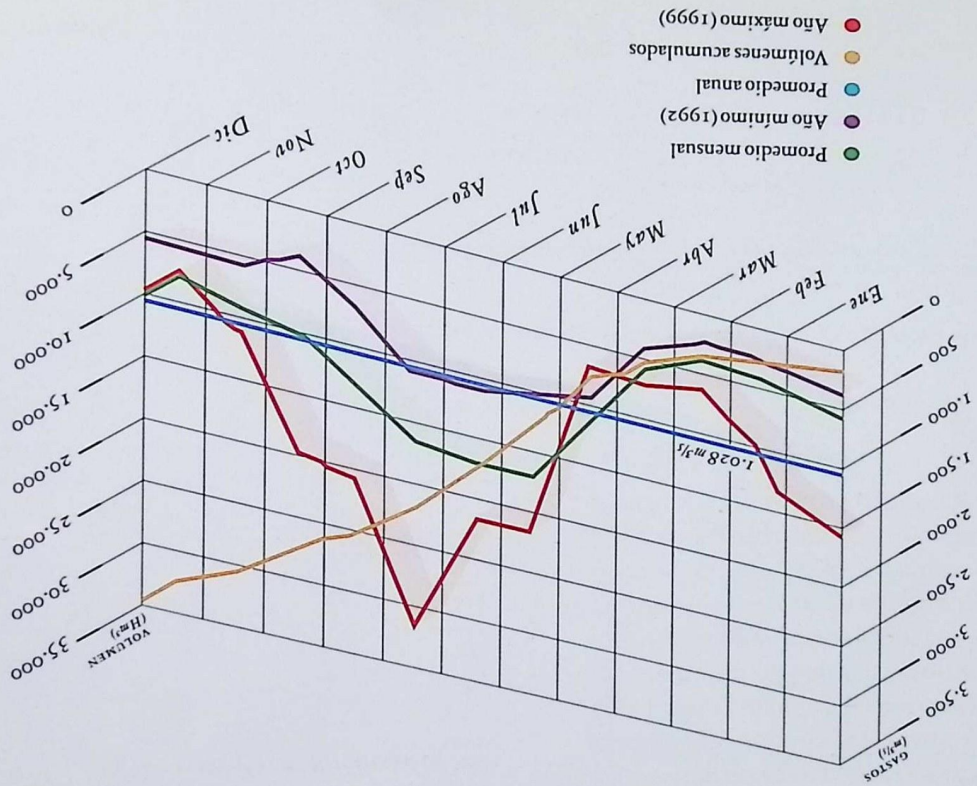
Río	Área km <sup>2</sup>	Caudal medio anual m <sup>3</sup> /s	Volumen medio anual Hm <sup>3</sup>	Rendimiento l/s/km <sup>2</sup>
Amazonas	7.180.000	190.000	5.991.840	26,5
Congo	3.828.000	42.000	1.324.512	11,0
Yanisei	1.970.000	35.000	1.103.760	17,8
Orinoco	1.086.000	29.000	914.544	26,7
Brahmaputra	589.000	20.000	630.720	34,0
Plata	2.650.000	19.500	614.952	7,4
Yenisei	2.599.000	17.800	561.341	6,8
Mississippi	3.224.000	17.700	558.187	5,5
Caroní *	90.759	4.869	153.614	53,6

(\*) Datos de medición de CVG-EDELCA, del río Caroní en el sitio de medición Caruachi (1965-1984).  
FUENTE: datos de la publicación *Physical Hydrology*, S. Lawrence Dingman, 1994.

Sector
ALTO Caroni
MEDIO Caroni
ALTO Paragua
BAJO Paragua
BAJO Caroni

Las estadísticas hidrológicas que se muestran en los hidrogramas medios mensuales (Gráfico 2.1 al 2.5) presentan el comportamiento histórico de la Cuenca en estaciones seleccionadas y representativas de los sectores de estudio, e indican que el río Caroni registra a lo largo de toda su trayectoria un comportamiento unimodal con picos de gasto máximo, ubicados entre los meses de junio a agosto. Los registros disponibles permiten identificar los meses de enero a abril como los de menor escorrentía; el mes de mayo como de transición; el período junio a septiembre como el de mayores aportes; octubre como un mes de transición; y noviembre y diciembre con gastos menores a los anteriores, aunque superiores a la media del período enero-abril.

Gráfico 2.1 Hidrogramas medios mensuales en la estación Aripichí (período 1980-1999).

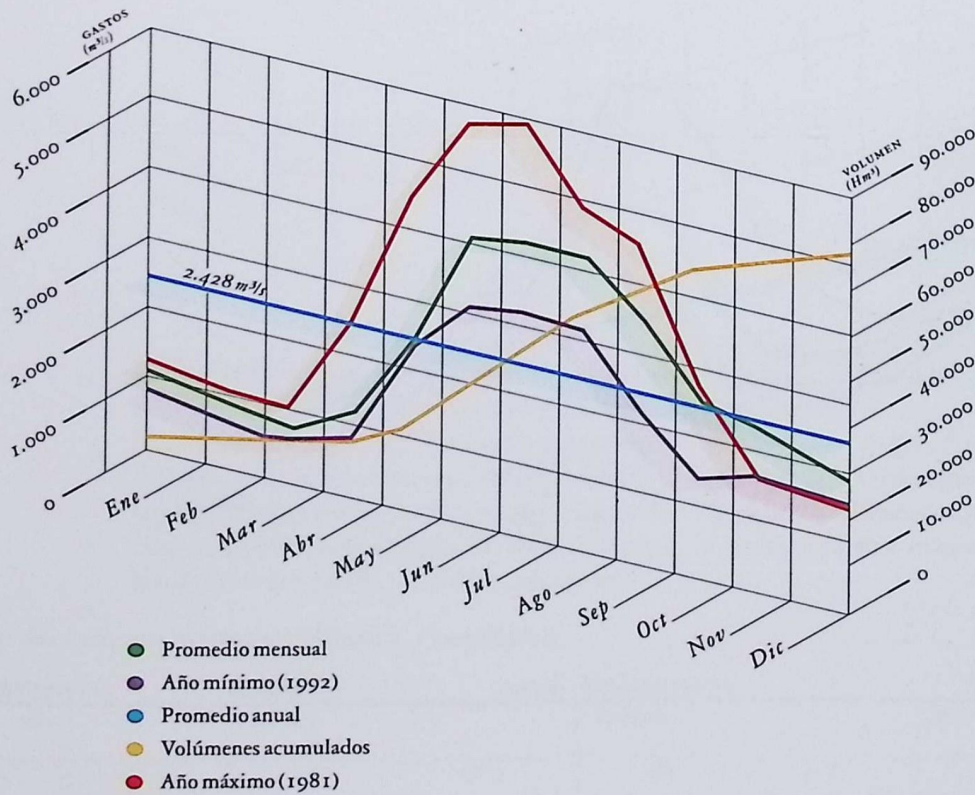


Caudales medios anuales en estaciones seleccionadas.

Estación	Período años	Área hasta estación de medición km <sup>2</sup>	Área entre las estaciones km <sup>2</sup>	Caudal medio anual m <sup>3</sup> /s	Volumen medio anual Hm <sup>3</sup>	Rendimiento	
						hasta estación de medición	área entre las estaciones
Aripichí	1980-1999	23.901	23.901	1.028	32.772	43,0	43,0
Arekuna	1966-1999	41.570	17.669	2.428	76.641	58,4	79,2
Karún	1980-1999	22.291	22.291	1.636	51.773	73,4	73,4
La Paragua	1960-1986	34.369	12.078	2.149	67.759	62,5	42,5
Caruachi	1965-1984	90.759	14.820	4.869	153.614	53,6	19,7

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 5: Caracterización de los elementos hídricos, cap. 3: Caudales, CVG-EDELCA, 2003.

Gráfico 2.2 Hidrogramas medios mensuales en la estación Arekuna (período 1966-1999).



Sector	Estación	Periodo años
ALTO Caroni	Aripichi	1980-1999
MEDIO Caroni	Arekuna	1966-1999
ALTO Paragua	Karún	1980-1999
BAJO Paragua	La Paragua	1960-1986
BAJO Caroni	Caruachi	1965-1984

Cuadro 2.7 Caudales extremos en estaciones seleccionadas.

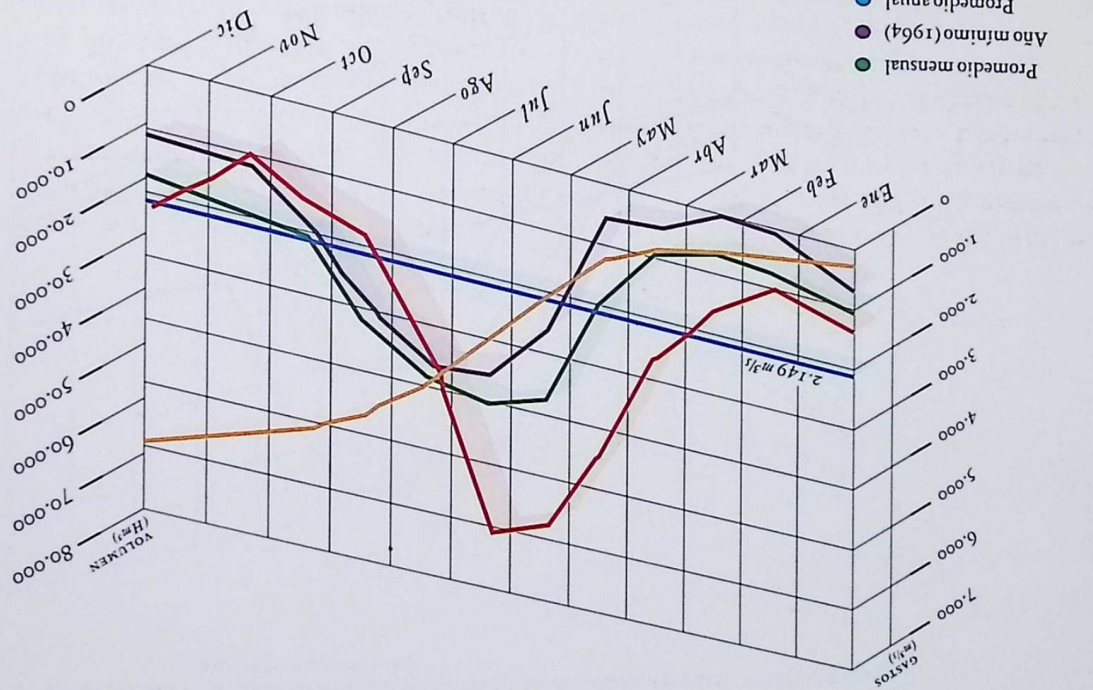


Gráfico 2.4 Hidrogramas medios mensuales en la estación La Paragua (período 1960-1986).

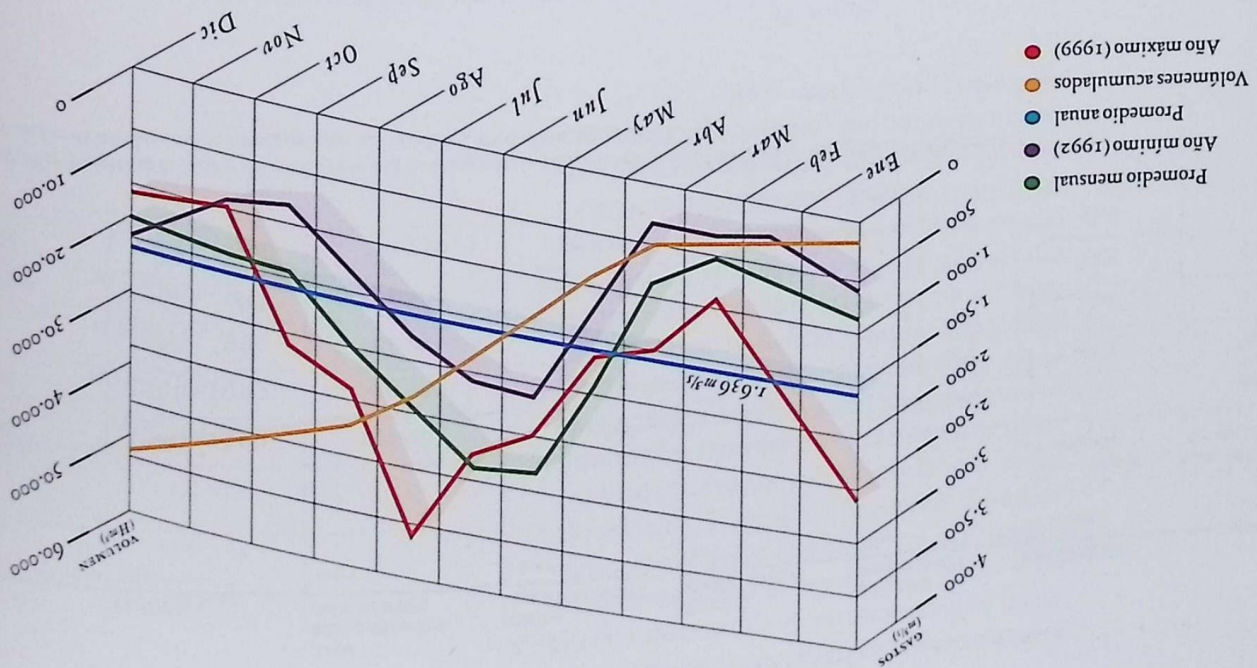
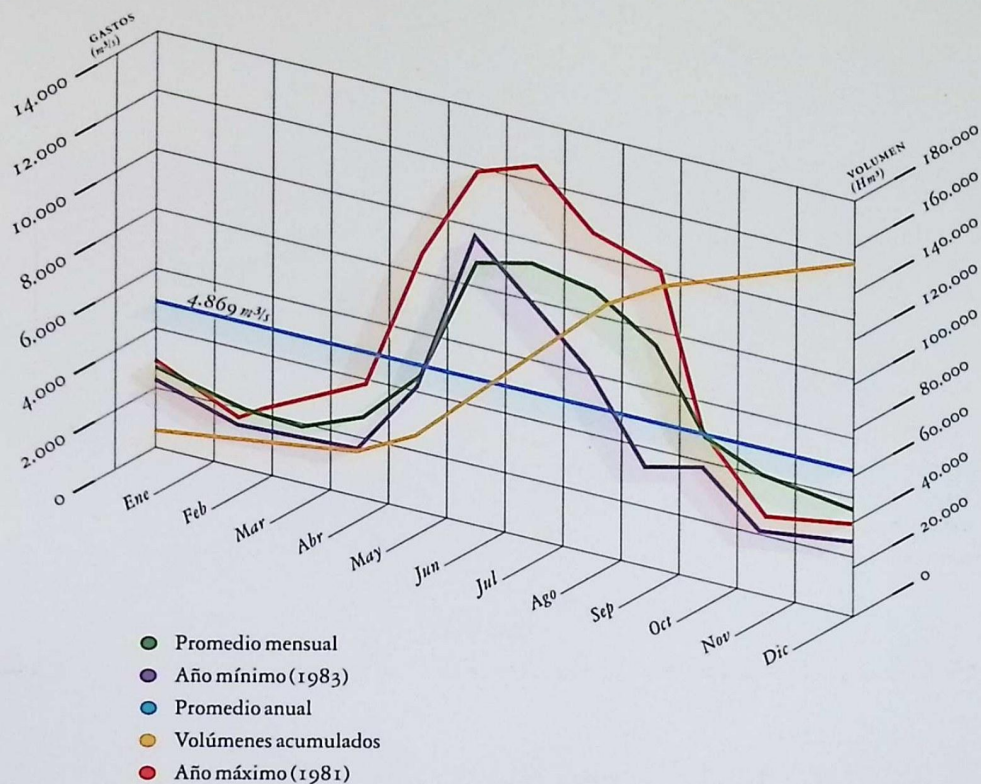


Gráfico 2.3 Hidrogramas medios mensuales en la estación Karún (período 1980-1999).

Gráfico 2.5 Hidrogramas medios mensuales en la estación Caruachi (período 1965-1984).



En el cuadro 2.7 se presentan los valores de los caudales medios anuales extremos y los caudales máximos y mínimos diarios, registrados en las estaciones seleccionadas. Los períodos de retorno de las crecientes observadas, determinados con base en el análisis de frecuencia realizado para los gastos máximos, permiten

concluir que la creciente registrada en la estación Caruachi tiene un período de recurrencia cercano a los 30 años, mientras que, para la máxima creciente registrada en las estaciones Arekuna y La Paragua, este período es cercano a los 23 y 32 años respectivamente.

Caudales medios anuales				Caudales diarios			
Máximos		Mínimos		Máximos		Mínimos	
año	m <sup>3</sup> /s	año	m <sup>3</sup> /s	año	m <sup>3</sup> /s	año	m <sup>3</sup> /s
1999	1.493	1992	599	1981	4.523	1998	45
1981	3.079	1992	1.748	1979	8.882	1998	158
1999	1.997	1992	1.107	1996	4.906	1998	89
1976	2.713	1964	1.585	1976	7.327	1998	89
1981	6.363	1983	3.839	1976	19.239	1966	239

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 5: Caracterización de los elementos hídricos, cap. 3: Caudales, CVG-EDELCA, 2003.



## CALIDAD DEL AGUA

La calidad de las aguas de la cuenca del río Caroní fue evaluada atendiendo a criterios que incorporan tanto las condiciones ambientales como los grados y diversidad de la intervención antrópica actual y potencial. Atendiendo a estos criterios se establecieron tres zonas de análisis.

**ZONA 1**, ubicada aguas arriba del principal cuerpo de agua, el Embalse Guri, e incluye los sectores Alto y Medio Caroní y Alto y Bajo Paragua. La evaluación del sistema está dirigida hacia la identificación de alteraciones que potencialmente puedan afectar la calidad del agua de los represamientos para uso hidroeléctrico.

**ZONA 2**, constituida por el Embalse Guri, se evalúa la calidad del agua en función de los usos actuales (reservorio de agua para la generación de energía hidroeléctrica, fuente de abastecimiento humano, potencial ictícola y recreación) y se analiza la dinámica de ese particular ecosistema acuático con el fin de establecer sus características ecológicas desde el punto de vista limnológico. Esta zona se caracteriza por áreas con cobertura vegetal densa y otras con predominio de sabanas. La densidad poblacional es baja, constituida fundamentalmente por asentamientos indígenas y actividad minera dispersa, formal e informal.

**ZONA 3**, localizada aguas abajo del Embalse Guri, es donde se combina la mayor intensidad y variedad de usos, con la consecuente afectación potencial de la calidad del agua. Cabe resaltar que esta zona incluye los embalses de Macagua y Caruachi, así como futuros desarrollos de infraestructura hidroeléctrica, pero que por sus características hidráulicas (tiempo de retención y velocidad), se analizan como sistemas en régimen intermedio.

Con base en la información disponible, las características limnológicas (*Cuadro 2.8*) identificadas en cada una de estas zonas, son las siguientes:

**Zona 1:** En términos generales, los cuerpos de agua de esta zona presentan baja concentración de materiales disueltos, baja conductividad, potenciales de oxidación positivos, bajos pH asociados a la presencia de ácidos húmicos y fúlvicos y predominio del sodio respecto a los otros cationes mayoritarios. El mayor transporte de materiales disueltos está constituido por sílice y carbono orgánico. Se observa una diferencia significativa en la calidad de agua entre los ríos que drenan por los sectores boscosos y aquellos que drenan por sabanas; estos últimos presentan mayores concentraciones de sólidos suspendidos, favorecidas por el proceso de erosión, y menores concentraciones de sólidos disueltos. También se reflejan en las características del agua, el efecto de dilución de los materiales disueltos y el incremento de los sólidos suspendidos en época de lluvia con respecto a la de sequía. Al comparar los ríos Caroní y Paragua, este último registra concentraciones de materiales disueltos ligeramente superiores al primero debido, fundamentalmente, a las diferencias litológicas de las cuencas.

**Zona 2:** Las aguas del embalse muestran alto contenido de sustancias húmicas que le confieren un color negruzco. En su estrato superior, se mantienen temporal y espacialmente con características similares a las indicadas para la zona 1 pero con una ligera amortiguación. De acuerdo con su ubicación geográfica y siguiendo los criterios de Hutchinson, los gradientes de temperatura indican que el embalse se clasifica como lago cálido y monomítico. Así mismo, el embalse es oligotrófico debido a los bajos niveles de nutrientes, cationes y aniones. La data sobre clorofila, fitoplancton y otros parámetros físico-químicos y biológicos, confirman esta característica. La transparencia de las aguas varía a lo largo del eje longitudinal, desde la cola del embalse hacia el sitio de presa, con tendencia a aumentar en las zonas más profundas.

En general y para todas las zonas, los valores obtenidos, con excepción del pH, se encuentran muy por debajo de los establecidos en la normativa ambiental venezolana como referenciales para los usos consuntivos. Con relación a otros parámetros de importan- cia como es el caso del contenido de mercurio en las aguas, en los sedimentos de los ríos y en la fauna íctica, hasta ahora no se ha realizado una evaluación exhaustiva y sistemática. Los estudios efectuados casi todos ellos en el Bajo Caroni, arrojan resultados descriptivos y poco concluyentes que impiden un diagnóstico apropiado sobre el tema.

**Zona 3:** Las aguas continúan presentando baja mineralización, baja conductividad y pH ligeramente ácido. Sin embargo, a diferencia de las zonas 1 y 2, en algunos tramos se registran mayores niveles de sólidos suspendidos y material disuelto debido a la influencia del alivio del Embalse Guri y a las actividades antropicas, los cuales disminuyen por deposición a la entrada del embalse de Macagua. Los valores de los parámetros evaluados son sustancialmente mayores en el río Rucumbó, debido a la influencia de la actividad agropecuaria. En esta ZONA se puede notar la influencia de la mayor actividad antropica, y se detectan valores significativos para indicadores de contaminación, tales como contenido de materia orgánica en términos de DBO y DCO, coliformes totales y fecales e igualmente para las relaciones de carbono, nitrógeno y fósforo.

**Parámetros**

Período de análisis
Sitio de muestreo
Conductividad específica (uS/cm)
pH
Silice reactiva al molibdato (mg/l)
Cloruros (mg/l)
Nitratos (mg/l)
Sulfatos (mg/l)
Fósforo soluble total (mg/l)
Oxígeno disuelto (mg/l)
Carbono orgánico total (mg/l)
Transparencia (m)
Sólidos suspendidos totales (mg/l)
Materia orgánica particulada (mg/l)
Sólidos disueltos totales (mg/l)
Materia disuelta volátil (mg/l)

## TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

En la Cuenca existe una amplia y extensa historia de muestreo de sedimentos en suspensión. Esta información ha sido registrada en 55 estaciones de monitoreo de transporte de sedimentos, algunas de las cuales cuentan con 20 años de registros. A partir de estos registros, fueron seleccionadas 21 estaciones que caracterizan la situación del transporte de sedimentos en suspensión en diversos sectores de la Cuenca. El análisis realizado con base en la información disponible, permite concluir que en general las aguas del río Caroní son extremadamente limpias, comparadas con otras corrientes localizadas en zonas tropicales. Sin embargo, los registros de sedimentos en las estaciones de medición seleccionadas muestran variaciones importantes a lo largo de los cursos de agua y en algunos casos arrojan valores muy altos, incluso superiores a las 100 ton/km<sup>2</sup>/año (Cuadro 2.9).

Al contrastar la ubicación de dichas estaciones de medición con los sitios en donde se desarrolla la actividad minera, es posible inferir una

influencia determinante de dicha actividad sobre los resultados obtenidos.

En efecto, las tasas de producción de sedimentos más altas se registran en los sectores del Alto Caroní y Bajo Paragua, específicamente en las zonas cercanas a los sitios de producción minera. En particular, se verifican en las estaciones de: El Mosquito (251 ton/km<sup>2</sup>/año), Marivá (148 ton/km<sup>2</sup>/año) y Moroc-merú (107 ton/km<sup>2</sup>/año), ubicadas en el Alto Caroní y La Cotúa (86 ton/km<sup>2</sup>/año), y La Laja (88 ton/km<sup>2</sup>/año) en el Bajo Paragua.

Es importante destacar que en las estaciones de medición situadas aguas abajo de las ubicadas en zonas mineras, se aprecia una drástica reducción de la tasa de transporte de sedimentos, la cual es más notoria mientras mayor sea la distancia de la explotación minera. Esto es debido a que la estructura de la red de drenaje de la Cuenca propicia formaciones sedimentarias y reduce considerablemente los registros de sedimentos aguas abajo.

Zona 1		Zona 2		Zona 3	
2001-2002		1992-2002	2002	1998-2002	
Longitudinal	Afluentes	Longitudinal	Marginales	Longitudinal	Marginales
4,7-9,9	6,0-19,3	6,2-12,1	9,2-104,0	6,8-10,3	7,1-16,2
5,0-6,7	4,1-6,7	4,8-6,8	5,6-7,6	5,5-6,7	5,5-7,5
1,88-4,80	1,30-5,80	1,96-5,13	2,62-7,40	1,70-3,00	1,72-3,95
0,20-2,10	0,27-2,10	0,21-1,86	0,46-9,71	0,15-1,25	0,17-5,05
ND-0,50	ND-0,65	0,10-0,66	0,16-1,63	0,34-0,62	1,10-1,00
ND-0,25	ND-0,26	ND-0,25	0,13-1,94	0,10-0,19	ND-1,00
0,004-0,033	0,004-0,022	0,002-0,036	0,004-0,017	0,006-0,019	0,001-0,136
6,7-9,0 (Sat.)	5,6-09 (Sat.)	4,5-8,3 (*)	1,9-7,5 (*)	6,7-7,9	4,6-7,9
2,50-8,43	2,64-12,80	3,00-7,97	-	3,14-4,87	2,98-4,40
0,37-0,83	0,67-2,00	0,70-2,60	0,30-2,90	1,3-2,7	1,5-2,7
3,1-70,0	1,0-32,0 (**)	1,0-31,0	1,1-44,8	0,62-5,73	0,36-20,00
1,00-13,0	0,44-4,27 (**)	0,54-6,39	0,76-7,82	0,43-2,00	0,45-15,56
23,0-123,0	21,0-144,0	23,2-49,6	26,9-131,0	17,7-59,5	17,7-59,0
9,0-63,0	9,5-119,0	9,7-31,8	11,7-91,5	7,5-28,0	5,0-7,5

ND: no detectable, nivel traza.

Sat.: saturado, valores mayores de 8,0 mg/l a.

(\*) Los valores de oxígeno disuelto en el eje longitudinal corresponden al estrato superior (0 a 20 m aproximadamente), a niveles inferiores próximos al fondo llega a anoxia total en la época de estratificación.

En la zona litoral este, cuando comienza a subir el embalse después de una prolongada sequía, se ha detectado 0 mg/l.

(\*\*) Los valores máximos corresponden al río Paragua.

FUENTE: Gerencia de Gestión Ambiental. CVG-EDELCA, 2003.

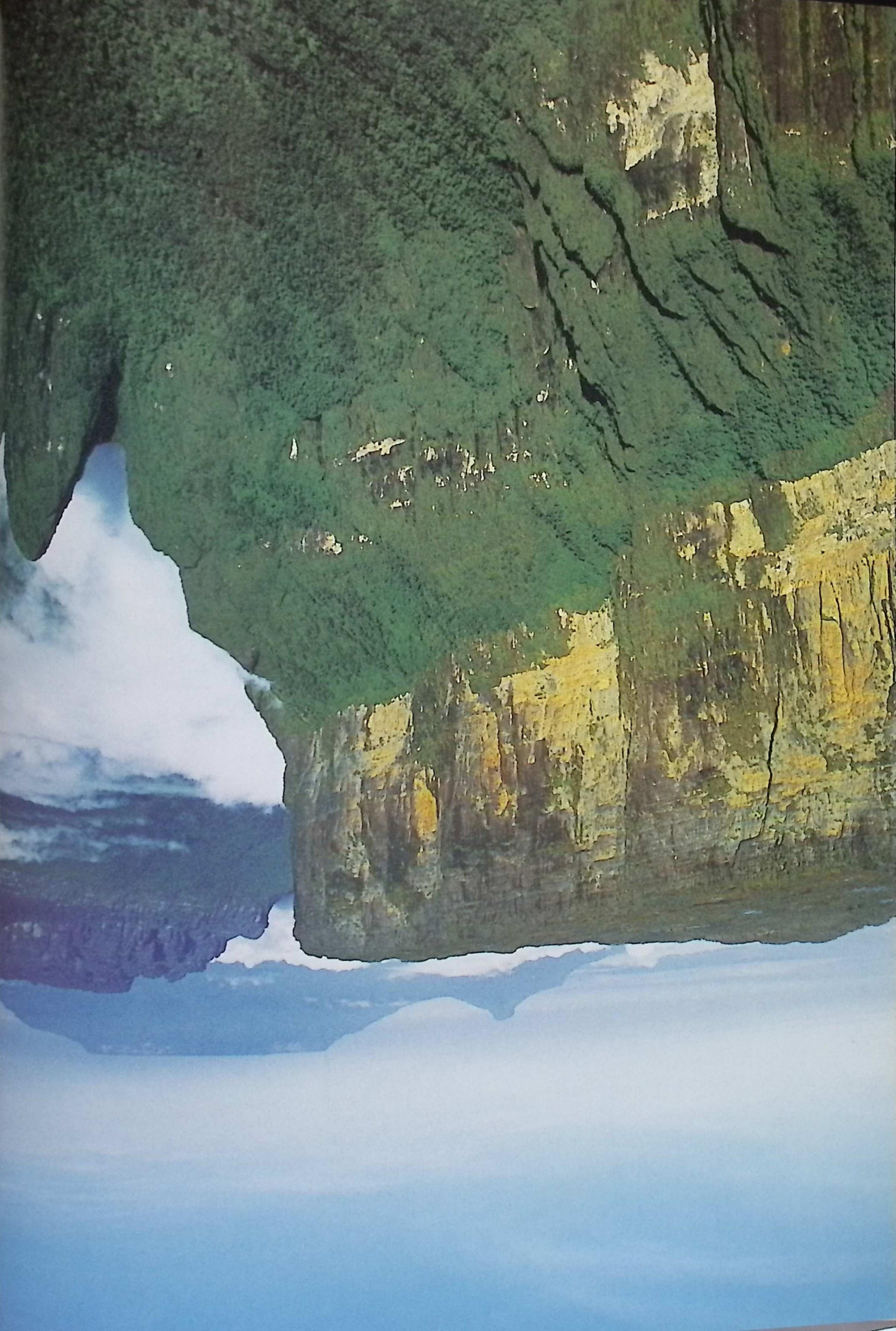
Cuadro 2.9 Tasas de producción de sedimentos en estaciones seleccionadas.

Sector	Estación	Río	Área Tributaria km <sup>2</sup>	Caudal medio m <sup>3</sup> /s	Tasa de producción de sedimentos* ton / km <sup>2</sup> /año
BAJO CARONI	Caruachi	Caroni	90.759	4.869	18
	<b>MEDIO CARONI</b>				
	Arekuna	Caroni	41.570	2.428	43
	Capaura	Caroni	30.760	1.554	36
	Canaima (aguas abajo)	Carrao	6.890	575	39
	Amaruay	Acanán	2.159	177	34
	<b>ALTO CARONI</b>				
	Atipichi	Caroni	23.901	1.028	38
	Karuaken	Caroni	15.725	667	48
	El Mosquito	Kukenán	3.389	263	251
San Ignacio de Yuruaní	Yuruaní	1.279	112	96	
Marivá	Ikabará	5.284	388	148	
Peika	Uaiparú	1.052	94	83	
Unken	Karuay	7.236	511	16	
Mauroken	Karuay	3.088	243	39	
Lorikima	Aponwao	3.739	287	75	
Iboribó	Aponwao	712	45	40	
Moroc-merú	Kukenán	596	57	107	
<b>ALTO PARAGUA</b>					
Karún	Paragua	22.291	1.636	61	
Abasaka	Marik	1.566	134	35	
<b>BAJO PARAGUA</b>					
Auraima	Paragua	29.095	2.105	53	
La Corta	Aza	1.734	146	86	
La Laja	Chiguao	2.018	167	88	

(\*) La tasa de producción de sedimentos incluye un incremento del 30%, con el fin de considerar el transporte de sedimento en la zona no muestreada (material de lecho en suspensión y transporte de fondo).

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroni, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t.5: Caracterización de los elementos hídricos, cap. 4: Transporte de sedimentos, pág. 418, CVG-EDIELCA, 2003.





# Geología y suelos

*Formaciones geológicas*

*Sismicidad*

*Geomorfología*

*Características generales de los suelos*

FORMACIONES GEOLÓGICAS

La Cuenca se ha desarrollado a partir de un basamento geológico perteneciente a la parte norte del Escudo Guayanés, el cual comprende de la provincia fisiográfica más antigua del territorio venezolano, constituida por un conjunto de rocas, arqueanas y proterozoicas, con edades radiométricas que oscilan entre más de 3.500 y 900 millones de años. Todas estas rocas pertenecen al sistema Precámbrico y constituyen junto con el escudo brasilero, las principales manifestaciones de este Sistema en Suramérica.

La geotectónica de los terrenos de la Cuenca está dominada por fallas, algunas de carácter regional, entre las que se destacan las fallas Gurí y Santa Bárbara, así como por pliegues anticlinales y sinclinales, amplios y de gran desarrollo. Como estructuras menores se presentan foliaciones, diaclasas y pliegues de poco desarrollo.

Con base en las características petrológicas y tectónicas, el Escudo Guayanés ha sido dividido en cuatro Provincias Geológicas conocidas, en orden de la más antigua a la más joven, como: Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima. Además de las rocas que caracterizan a las provincias mencionadas, se presentan rocas ígneas del Mesozoico de diferente composición que intruyen a las anteriores, y rocas sedimentarias y sedimentos no consolidados del Cenozoico. A continuación se describen las características de cada una de estas formaciones.

**Provincia Imataca:** la Provincia Imataca es la más antigua de todas las provincias antes en la Cuenca, constituida por rocas del Complejo de Imataca, con edades superiores a los 3.500 millones de años. Las principales rocas de este complejo son metasedimentos y gneis graníticos completamente foliados, y granitos gneisicos. Otras rocas asociadas son las granulitas intermedias, gneis máficos, dolomíticos.

Esta Provincia se extiende en forma de franja con dirección general NB, con una longitud de 510 km y un ancho variable entre 30 y 135 km, limitada al sur por las fallas regionales Gurí y Santa Bárbara. A esta Provincia pertenecen los terrenos del norte de la Cuenca correspondientes al Bajo Caroni, desde las fallas mencionadas hasta cerca de la desembor-

cadura del río Caroní en el Orinoco. Dentro de la Provincia Imataca, se encuentran las unidades litoestratigráficas del Complejo de Imataca, la Migmatita de La Ceiba y los Intrusivos Jóvenes (*post* Imataca).

**Provincia Pastora:** la Provincia Pastora está constituida por rocas con edades radiométricas entre 2.700 y 2.000 millones de años; principalmente rocas verdes (anfíbolita, lava espilitica, metalava, metarenisca y metaconglomerado), posiblemente pertenecientes a un basamento oceánico de composición máfica, intrusionado por granitos sódicos y diques de gabro y diabasa. Esta Provincia se extiende al sur de la Provincia Imataca; limitada al norte por las fallas Guri y Santa Bárbara, y al sur por las Provincias de Roraima y Cuchivero. A ella pertenecen parte de los terrenos de la zona central de la Cuenca, ubicados en el Bajo Caroní y Bajo Paragua, desde las fallas citadas, hasta las inmediaciones del Waikini-ma-Tepuy. En el área de estudio, la Provincia Pastora consta de las siguientes unidades, desde base a techo: Super Grupo Pastora, Complejo Botanamo, Complejo de Supamo e Intrusivos Jóvenes.

**Provincia Cuchivero:** la Provincia Cuchivero está constituida por grandes extensiones de rocas ígneas plutónicas y rocas metavolcánicas. Las rocas plutónicas están representadas por granitos alcalinos y cuarzomonzoníticos, granodioritas, tonalitas y dioritas. Las rocas metavolcánicas son principalmente depósitos de flujo de cenizas y tobas, y lavas, con composición riolítica. El contacto basal es desconocido, parcialmente cubierto por rocas del Grupo Roraima. Adicionalmente, se encuentran diques de rocas básicas con dirección preferencial NO y, a menor escala, en sentido NE. A esta Provincia pertenece una parte importante de los terrenos del Alto Paragua que se extiende hacia el Medio Caroní; un tercio de los terrenos del Bajo Paragua, y una pequeña porción del Alto Caroní, ubicada en las inmediaciones de las nacientes del río Ikabarú.

**Provincia Roraima:** la Provincia Roraima se refiere a la cobertura de plataformas con estratos de buzamiento horizontal dominante, constituidas principalmente por rocas sedimentarias y, en menor proporción, por ígneas intrusivas. Esta Provincia tiene un área de afloramiento de aproximadamente 450.000 km<sup>2</sup>, desde Tafaberg (Surinam) hasta la sierra de la Macarena (Colombia) y desde el SSE del Escudo Guayanés hasta Río Branco en Brasil. A ella pertenecen los terrenos de la zona oriental de la Cuenca, Alto y Medio Caroní, el cerro Ichún y sus inmediaciones y los del Waikini-ma-Tepuy y sus alrededores. Dentro del área de la Cuenca, la Provincia Roraima consta de la Formación Ichún y del Grupo Roraima.

**Mesozoico y Cenozoico:** el Mesozoico en la Cuenca está constituido por rocas intrusivas máficas y ultramáficas, diques diabásicos y rocas intrusivas ácidas de carácter granítico. Por su parte, el Cenozoico incluye sedimentos continentales del Terciario Superior correspondientes a la Formación Mesa y aluviones del período Cuaternario.

- **Rocas Intrusivas Ácidas:** corresponde a granitos alcalinos de grano medio con pronunciada orientación hacia los bordes de contacto con las rocas que los rodean. Por su parte, las rocas básicas representan las rocas ígneas más jóvenes de toda la región, las cuales se presentan en forma de diques que varían entre 1 y 300 metros de ancho. Las muestras de esta unidad corresponden a dia-



*Cumbres del Roraima-Tepuy: sombras chinescas recortadas contra el cielo.*

Cuadro 3.1 Composición geológica de los sectores.

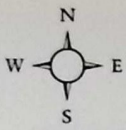
Sector	Geología
ALTO y MEDIO Caroni	Alta proporción (más de 70%), de areniscas, conglomerados, lutitas, limolitas y rocas ígneas intrusivas de la Provincia Koraima. En menor proporción: intrusivas, granitos alcalinos, cuarzomonzonitas, granodioritas, tonalitas, dioritas y metavolcánicas de la Provincia Cuchivero, Rocas Intrusivas Máficas y Ultramáficas, y Aluviones.
BAJO Caroni	Proporciones similares de rocas de la Provincia Pastora, anfibolitas lavas espiliticas, meta-lavas, meta-areniscas y meta-conglomerados y rocas metasedimentarias, gneis graníticos, granitos y granulitas de la Provincia Imaraca. Se presentan en muy baja proporción, Rocas Intrusivas Básicas y afloramientos de la Formación Mesa.
ALTO Paragua	Alrededor del 60% del sector tiene una composición litológica de granitos alcalinos, cuarzomonzonitas, granodioritas, tonalitas, dioritas y metavolcánicas de la Provincia Cuchivero; 35% está constituido por areniscas, conglomerados, lutitas, limolitas y rocas ígneas intrusivas de la Provincia Koraima; y en menor proporción existen rocas intrusivas ácidas, máficas y ultramáficas, así como aluviones.
BAJO Paragua	Alrededor del 40% del sector, tiene una composición litológica de areniscas, conglomerados, lutitas, limolitas y rocas ígneas intrusivas de la Provincia Koraima; 31% de granitos alcalinos, cuarzomonzonitas, granodioritas, tonalitas, dioritas y metavolcánicas de la Provincia Cuchivero; 12% de anfibolitas lavas espiliticas, meta lavas, meta areniscas y meta conglomerados de la Provincia Pastora; y rocas intrusivas básicas y ácidas.

FUENTE: Plan Maestro de la Cuenca del río Caroni, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 2: Caracterización de los elementos geosféricos, cap. 2: Descripción de la geología. CVG-EDELCA, 2003.

La Formación Mesa, con materiales de color generalmente rojizo en superficie, comprende una secuencia de arcillas, limolitas y arenas limolíticas bien estratificadas. Se interpreta como un relleno de materiales fluviodeltaicos, durante una transgresión del mar hacia el sur (subsistencia del basamento erosionado, formando «islas» de sedimentos y aislado las partes más altas del basamento Pleistoceno. Se asigna a la Formación Mesa una edad que va del Plioceno al Pleistoceno.

- **Aluviones:** esta unidad se encuentra principalmente bordeando la margen de las corrientes, constituyendo aportes recientes (holoceno) de los diferentes ríos y quebradas. Es una zona sometida a inundaciones periódicas en las épocas de lluvia, formando sedimentos constituidos por arenas y arcillas que dan lugar a suelos arenosos y, en algunos casos, bien evolucionados.

En el Mapa 3.1, se muestran las formaciones geológicas presentes en la Cuenca, donde resalta que las provincias geológicas Koraima y Cuchivero ocupan alrededor del 75% de la superficie de la Cuenca. En el Cuadro 3.1, se describe la composición geológica de los diferentes sectores de la Cuenca.



### Geología

- Aluviones (Cuaternario)
- Formación Mesa (Terciario)
- Intrusivos Máficos y Ultramáficos
- Intrusivos Ácidos
- Provincia Cuchivero
- Provincia Imataca
- Provincia Pastora
- Provincia Roraima
- Zona de Fallas

### Signos Convencionales

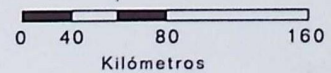
- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca

-7°30' N

6°0' N

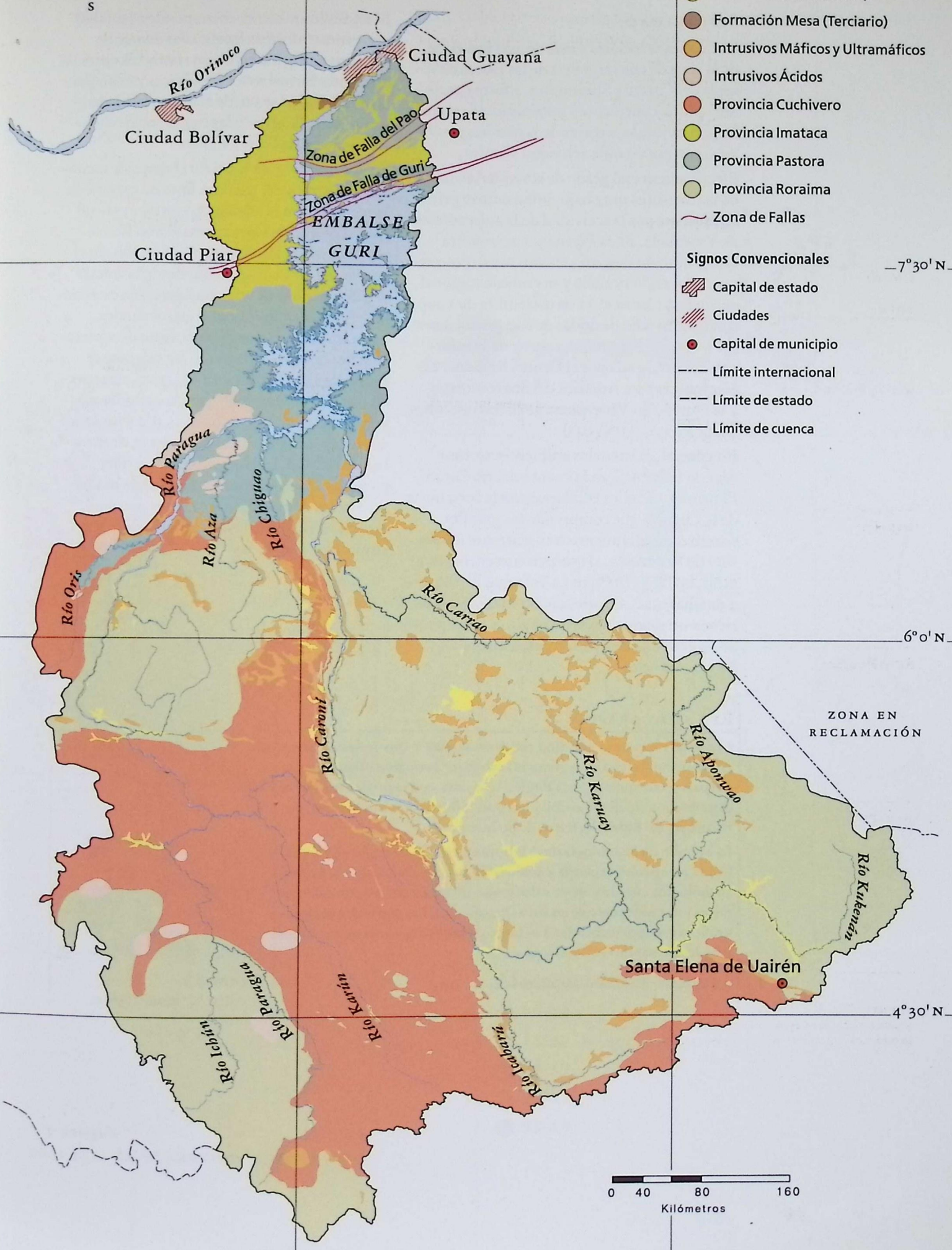
ZONA EN RECLAMACIÓN

4°30' N



63°0' W

61°30' W



El segundo ambiente corresponde a las fallas o fracturas mínimas localizadas dentro de la Cuenca, originadas en los contactos entre las diferentes formaciones geológicas y cuyo grado de actividad se puede clasificar como bajo a muy bajo, dentro de las cuales son de menor las fallas Guri y El Pao.

En la *Figura 3.2*, se muestra el mapa de zonificación sísmica del país con fines de ingeniería especificado en la norma COVENIN 1756-98 para el diseño de Estructuras Sismo Resistentes. En función de esta clasificación, en el país se registran ocho zonas: desde la zona 0 donde no se requiere la consideración de acciones sísmicas en los cálculos estructurales, hasta la zona 7 donde el coeficiente de aceleración horizontal utilizado en los cálculos se hace máximo. La cuenca del Caroní, de acuerdo con esta zonificación, queda incluida mayormente en las zonas sísmicas 1, 2 y un área menor en la zona sísmica 3; es decir, de muy baja actividad. La Norma establece que, en regiones adyacentes a embalses de más de 80 metros de altura, se requieran estudios especiales debido a los eventuales efectos de sismicidad inducida.

### SISMICIDAD

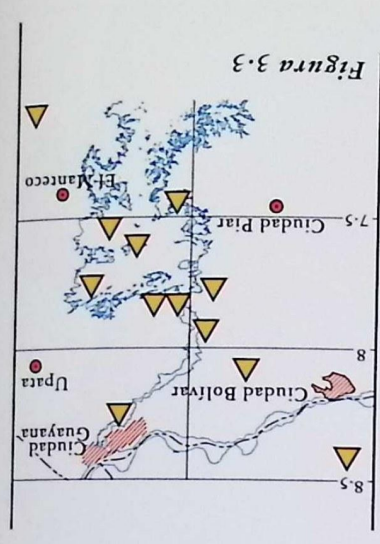
La Cuenca se localiza a más de 300 km al sur de la zona de convergencia de las placas tectónicas del Caribe y Suramericana, y forma parte del «proto-continente» suramericano, el cual ha permanecido, a través de la historia geológica, con poca o nula actividad sísmica. Efectivamente, el grado de actividad sísmica en la Cuenca es muy bajo, influenciado principalmente por la actividad de la zona noreste de Venezuela. En la *Figura 3.1* se muestra la localización de 4.163 sismos ocurridos y registrados en Venezuela y su entorno regional, desde 1534 hasta el 31 de diciembre de 1999, con magnitudes de ondas de cuerpo  $m_b$  desde 0,2 hasta 9,4; obtenidos a partir de la información publicada por el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS) y la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS).

En general, existen dos ambientes tectónicos con influencia en la cuenca del río Caroní. El primero de ellos corresponde a la zona norte de la Cuenca, que comprende los grandes sistemas de fallamiento transcurrente (*strike slip*) de Venezuela, al que pertenecen, entre otras, las fallas El Pilar, La Toruga, El Yaqué y muchas otras, de orientación EO. Estas fallas tienen un grado de actividad alto y se les puede asignar una tasa de actividad media de 1,0 mm/año.

### RED SISMOGRÁFICA

CVG-EDIELCA cuenta con una red sísmológica y dos redes acelerográficas, con las cuales registra la actividad sísmica en el sur-oriente del país y, en especial, en la Región Guayana, con el fin de estudiar la distribución de dicha sismicidad y su influencia sobre los diferentes proyectos hidroeléctricos de la Cuenca. La Sección de Sismología de la Empresa, creada en el año 1976, realiza la recepción, registro y análisis de la actividad sísmica. La red sísmológica cuenta con 12 estaciones, de las cuales 10 son telemétricas y 2 son de registro en sitio (*Figura 3.3*). Las dos redes acelerográficas están distribuidas a lo largo de las estructuras que conforman las presas de Guri y Macagua.

FUENTE: Sección de Sismología. CVG-EDIELCA. 2003.



*Figura 3.3*

*Figura 3.1* Sismos ocurridos y registrados, período 1534-1999

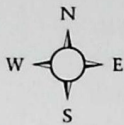
72° 0' W

69° 0' W

66° 0' W

63° 0' W

60° 0' W

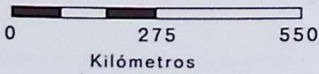


12° 0' N

9° 0' N

6° 0' N

3° 0' N



### Magnitud de los Sismos ( $m_b$ )

- 0,2-1,8
- 1,9-2,8
- 2,9-3,7
- 3,8-5,2
- 5,3-9,0

72° 0' W

69° 0' W

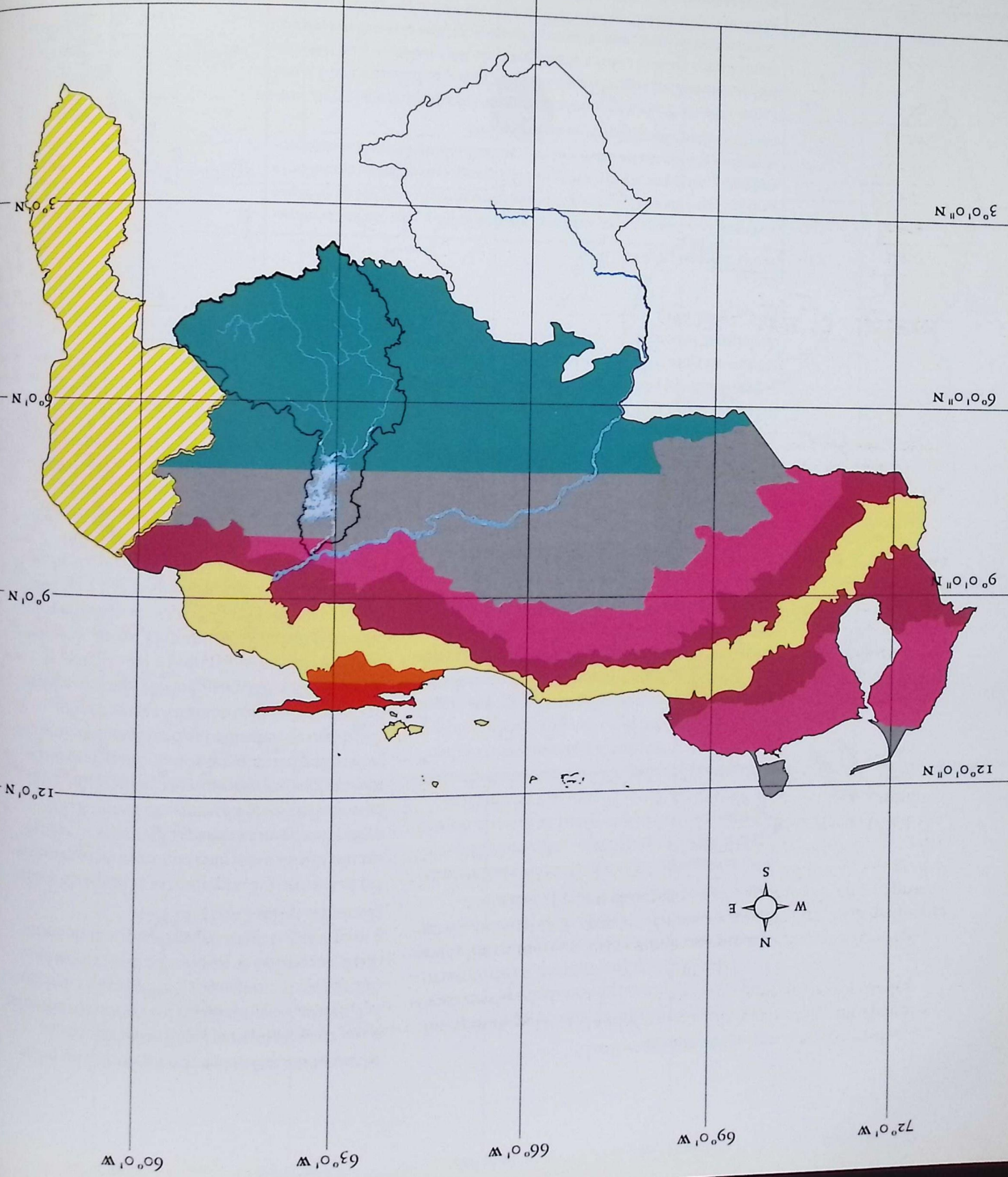
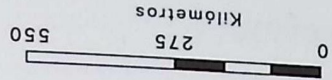
66° 0' W

63° 0' W

60° 0' W

Zonas Sísmicas

- Zona 7 ●
- Zona 6 ●
- Zona 5 ●
- Zona 4 ●
- Zona 3 ●
- Zona 2 ●
- Zona 1 ●
- Zona 0 ○



## GEOMORFOLOGÍA

En la Cuenca se presentan ocho tipos de paisajes que en orden de importancia por la superficie que cubren son: Lomerío, Altiplanicie, Peniplanicie, Piedemonte, Valle, Montaña, Planicie y Altiplanicie de Mesa. Los paisajes predominantes son los lomeríos y las altiplanicies que ocupan 33% y 32%, respectivamente. Siguen en orden de extensión, las peniplanicies con aproximadamente 10%, los piedemontes con 9%, los valles con 6% y las montañas con 4%. Por su parte, las planicies y altiplanicies de mesa se encuentran presentes en menos del 1% de la superficie total de la Cuenca (*Mapa 3.2 y Cuadro 3.2*).

**Lomerío:** es un paisaje transicional en cuanto a su altura relativa y grado de disección, el cual se ubica entre los paisajes más conservados como son las montañas y aquellos cuyo relieve ha sido reducido a formas aplanadas con poco desnivel, como sería el caso de las peniplanicies y los valles. El tipo de relieve predominante en este paisaje, son las lomas disimétricas con pendientes que oscilan entre 8 y 60% lo cual indica que los procesos moldeadores han seguido, preferentemente, los *trends* estructurales regionales. Aunque el origen de

los lomeríos es mayoritariamente erosivo, también es posible localizar algunos paisajes identificados como lomeríos estructurales, de carácter intrusivo.

Este paisaje está presente en todos los sectores de la Cuenca y se concentra principalmente en el sector Alto Paragua donde cubre aproximadamente 63% del área. En este caso, el tipo de relieve predominante es de lomas muy quebradas y escarpadas de altura relativa mediana. En el Bajo Paragua y al sur del Bajo Caroní, se encuentran paisajes de lomeríos de mayor altura que representan 36% y 29% de la superficie sectorial, respectivamente.

**Altiplanicie:** este paisaje se caracteriza por presentar una configuración tabular como consecuencia de su moldeado sobre estratos rocosos de gran dureza y de poca o ninguna inclinación. Cuando la inclinación es inferior a 4%, la tendencia general es a la formación de mesas planas; pero si esta inclinación aumenta hasta 8-10%, comienzan a aparecer los relieves de cuevas en forma generalizada. Localmente, pueden existir algunas áreas donde los estratos han sido fuertemente basculados por la tectónica local, cuyas pendientes superan el 60% de inclinación.

*Cuadro 3.2 Distribución de los paisajes.*

Paisaje	Cuenca		Alto Caroní km <sup>2</sup>	Medio Caroní km <sup>2</sup>	Bajo Caroní km <sup>2</sup>	Alto Paragua km <sup>2</sup>	Bajo Paragua km <sup>2</sup>
	km <sup>2</sup>	%					
Lomerío	30.309	32,9	4.109	2.987	3.828	13.978	5.407
Altiplanicie	29.962	32,5	13.488	7.426	9	4.686	4.353
Peniplanicie	9.440	10,2	598	595	3.937	1.073	3.237
Piedemonte	8.550	9,3	2.750	3.296	—	1.166	1.338
Valle	5.325	5,8	2.813	1.943	12	306	251
Montaña	3.604	3,9	684	794	1.173	887	67
Planicie	219	0,2	—	212	—	1	6
Altiplanicie Mesa	161	0,2	—	—	161	—	—
Embalse, Ríos e Islas	4.599	5,0	65	181	4.040	58	255
<i>Total</i>	92.170	100,0	24.507	17.434	13.160	22.155	14.914

FUENTE: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t.2: Caracterización de los elementos geosféricos, cap.3: Descripción de la geomorfología. CVG-EDELCA, 2003.

En los sectores del Alto y Bajo Paragua, existen dos áreas importantes de altiplanicies donde se identifican las elevaciones del cerro Ichún y las altiplanicies medias y bajas del Waikiniima-Tepuy. En el Bajo Caroni no se encuentra este tipo de paisaje, con excepción de una pequeña inclusión en el límite con el Bajo Paragua.

Cuadro 3.3 Tepuyes emblemáticos.

MACIZO Los Testigos:	
Kamarkawarai	2.400 msnm
Tekere-yurén	1.900 msnm
Murisipán	2.450 msnm
Aparamán	2.100 msnm
MACIZO Auyán:	
Auyán-Tepuy	2.450 msnm
Cerro la Luna	1.650 msnm
Cerro el Sol	1.750 msnm
Uaipán	1.950 msnm
MACIZO Aprada	
Aprada-Tepuy	2.500 msnm
Arapán	2.450 msnm
MACIZO Chimanta	
Murey (Eruoda)	2.650 msnm
Trepon	2.600 msnm
Apakara	2.450 msnm
Chimanta	2.550 msnm
SECTOR Oriental	
Sororopán	2.050 msnm
Ptari	2.400 msnm
Roraima	2.723 msnm

FUENTE: Proyecto Mejorando Nuestra Herencia. Parque Nacional Canaima. UNESCO, VICN, INPARQUES, VITALIS, Venezuela, julio 2002.

Otra característica importante de este paisaje es su elevación, la cual permite identificar tres tipos de altiplanicies: las bajas, con altitudes menores o iguales a 900 m; las medias, con altitud comprendida entre 900 y 1.600 m, y las altiplanicies altas cuya altitud es superior a los 1.600 m, las cuales alcanzan un máximo cercano a los 3.000 m. En la Cuenca predomina las altiplanicies bajas y medias que ocupan cerca de 32% del espacio, mientras que las altiplanicies elevadas tienen muy poca expresión y representan menos de 1% del área de la Cuenca. El paisaje de altiplanicie media y baja predomina en el Alto y Medio Caroni donde ocupa casi el 90% del área sectorial. Dentro del paisaje de altiplanicies merecen particular relevancia los tepuyes, remanentes aislados de la superficie original, bordeados por un escarpe caracterizado por una caída abrupta de la pendiente que origina paredes casi verticales. Las formaciones tepuyanas (Cuadro 3.3) están constituidas por rocas sedimentarias (areniscas cuarcitas) e ígneas cuya altitud mínima es de 800-1000 m y máxima de 3.015 m sobre el nivel del mar. Los tepuyes son unidades físico-biológicas únicas, que se presentan en la naturaleza como un conjunto de ecosistemas conocidos como la Provincia Pan-Tepuy, exclusivo de la región del Escudo Guayanes. Los tepuyes representan los elementos escénicos más emblemáticos de la Cuenca. Los más representativos se localizan en el Alto Caroni, el Roraima-Tepuy y el Kenán-Tepuy, y en el Medio Caroni donde destacan el Chimanta-Tepuy y el Auyán-Tepuy.





**Montañas:** este paisaje se caracteriza por su baja altura sobre el nivel del mar, la cual, sin embargo, es alta con relación a los niveles de otras unidades fisiográficas circunvecinas, excepto los de algunas altiplanicies. Representan, por lo general, paisajes cuya topografía es la más abrupta del área, con vertientes fuertemente inclinadas, entalles profundos y pendientes comúnmente entre 30 y 60%. Poseen una línea de cumbreras muy marcada y con topes agudos, alineados según el patrón recto-

**Peniplanicies:** es el tercer paisaje en importancia, está conformado por grandes y masivas extensiones, originadas por ablación profunda del material original debido a procesos de peneplanación. Estas peniplanicies se caracterizan por estar conformadas por una superficie plana con pendientes suaves, usualmente menores a 4%. Las peniplanicies medias con alturas relativas de 200 a 500 m, son las más extendidas en la Cuenca y se encuentran en todos los sectores aunque ocupan mayores extensiones en el Bajo Caroní y Bajo Paragua.

**Piedemonte:** este paisaje se encuentra asociado a las altiplanicies y montañas a las cuales, por lo general, circunda. Se trata de un paisaje de topografía bastante accidentada, producto de la discción y la acumulación de material detrítico. En la Cuenca se identificaron dos tipos de piedemonte, el inclinado y el muy inclinado, con dos grados de discción que son el dissectado y el muy dissectado. El piedemonte inclinado muy dissectado se encuentra solamente en el Alto Caroní. Por su parte, el piedemonte muy inclinado, con pendientes superiores al 60%, predomina en el Medio Caroní, donde también se localiza el piedemonte inclinado con pendientes entre 30% y 60%. El paisaje de piedemonte abarca cerca del 9% de la superficie total de la Cuenca.

**Valles:** ocupan los espacios geográficos más deprimidos y bajos, frecuentemente asociados a cursos de agua que actúan como eje, lo que les confiere una forma alargada y relativamente plana. Una característica importante de estas áreas marginales de origen residual, es su escaso aporte aluvial de sedimentos, de tal forma que en tramos de recorrido de algunos ríos, el agua fluye cortando el lecho rocoso y formando numerosos rápidos y saltos. Esta situación es muy común en la zona de La Gran Sabana, en tramos de los ríos Caroní, Carrao, Churún, Ikabartí y Karunay; en los sectores Alto y Medio Caroní.

*El agua nos habla de lo que cambia.  
Los tepuyes, de lo que permanece.*

nico local. Este tipo de paisaje se restringe a 3,9% de la superficie de la Cuenca y se manifiesta con preponderancia en el sector Bajo Caroní, principalmente al norte del Embalse Guri. Igualmente, en el límite de los sectores Alto Caroní, Medio Caroní y Alto Paragua, entre los ríos Caroní y Karún, se localiza una zona importante de paisaje de montaña.

**Planicie:** es un paisaje que tiene muy poca figuración en la Cuenca. Las planicies se encuentran solamente en el Medio Caroní, en

una zona entre el Waikinima-Tepuy y el río Caroní, formando parte de la planicie aluvial del río Parupa.

**Altiplanicie de Mesa:** se corresponde con una planicie deposicional conformada por los sedimentos no consolidados de la Formación Mesa. Este paisaje se encuentra únicamente en el Bajo Caroní donde ocupa alrededor del 1% del sector.



**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS**

En la amplia gama de paisajes presentes en la cuenca del río Caroni, se han desarrollado diferentes tipos de suelos que responden a la diversidad existente de materiales litológicos, tipos de relieve, clima y cobertura vegetal. Sin embargo, debido a un largo período de desarrollo pedogenético convergente se ha producido un proceso de homogeneización conducente al predominio de dos tipos de órdenes de suelos: los Ultisoles, que ocupan 57% del área total de la Cuenca; y los Entisoles, con 21%. Los otros órdenes de suelos existentes, si bien variados, representan porcentajes pequeños de dicha superficie. Entre ellos se incluyen: Inceptisoles, Histosoles, Alfisoles y Oxisoles. Todos ocupan menos del 3% de la superficie total de la Cuenca. Adicionalmente, 23 de las 61 unidades cartográficas de suelos identificadas a escala 1:500.000, están asociadas a Alforamientos Rocosos que en total ocupan 15% del espacio (Cuadro 3.4 y Mapa 3.3).

**Ultisoles:** son suelos de gran evolución pedogenética que se distribuyen en la amplia gama de paisajes presente en la Cuenca, con mayor frecuencia en lomeríos. Se trata de suelos moderadamente profundos a muy profundos (50 a más de 150 cm) con texturas superficiales francosa, francoarcillosa, francoarcillosa arenosa y franco limosa, comúnmente asociada con fragmento grueso, en particular gravas, guijarros de cuarzo y nódulos de hierro. A mayor profundidad ocurre un incremento de arcillas localmente mezcladas con proporciones variables (5 a 60%) de gravas de cuarzo y nódulos de hierro. Entre los Ultisoles predominan los suelos del suborden Humults, en particular los Kanhaplobhumults, que ocupan 24,5% de la Cuenca y están caracterizados por contenidos de carbono orgánico superiores a los 12 kg/m entre la superficie del suelo y los 100 cm de profundidad. Siguen los del suborden Udults, en especial los Kanhapudults, que representan 24% del área de la Cuenca y que comprenden suelos con un régimen de humedad údico. Los Ultisoles predominan en los sectores del Alto y Bajo Paragua, así como en el Bajo Caroni, donde alcanzan a cubrir más del 65% de estos sectores, con clara predominancia de suelos Humults; ocupan 52% del sector Alto Caroni y 44% del Medio Caroni.

**Cuadro 3.4 Distribución de los suelos.**

Orden de Suelos		Cuenca	km <sup>2</sup>	%
Ultisoles		52.141	56,6	20,7
Entisoles		19.057	1,7	0,4
Inceptisoles		1.543	0,3	0,3
Histosoles		383	0,3	0,3
Alfisoles		291	0,3	0,3
Oxisoles		236	0,3	0,3
Alforamientos Rocosos		13.920	15,1	95,0
<b>Total</b>		<b>87.571</b>	<b>4,1</b>	<b>0,9</b>
Embalse Guri		3.744		
Cursos permanentes		855		
<b>Total</b>		<b>92.170</b>		

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroni, vol. 1. Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 2: Caracterización de los elementos geosféricos, cap. 4: Descripción de los suelos. CVG-EDRCA, 2003.



## EROSIÓN Y BALANCE MORFODINÁMICO

La erosión es un proceso de degradación del suelo que tiene como resultado la producción de sedimentos y la disminución de las cualidades necesarias para producir bienes y servicios. La producción de sedimentos, con sus diferentes consecuencias y efectos aguas abajo del sitio donde el fenómeno se produce, es de particular importancia en el contexto del manejo de cuencas hidrográficas con fines de producción hidroeléctrica. Los factores que determinan la erosión son el clima, el suelo, la topografía, la cobertura vegetal y la acción del hombre. Por su parte, el balance morfo-dinámico permite tener una estimación de las pérdidas y/o ganancias de materiales asociados a procesos de erosión, sedimentación y transformación, que determinan el equilibrio y estabilidad de las superficies que conforman la cuenca.

### EROSIÓN ACTUAL

La erosión actual en la cuenca del río Caroní, corresponde al estado del proceso de degradación por erosión del suelo identificado por su efecto en el mismo (erosión laminar, surcos, cárcavas, etc.) y ha sido valorada en términos cualitativos, a partir de las evidencias aportadas por la inspección u observación directa en campo realizada por CVG-TRCMIIN (1987), así como por la interpretación de imágenes satelitales recientes (septiembre 1999 y marzo 2000).

La erosión actual descrita en campo, a escala 1:250.000, en términos de tipo, distribución y grado, se clasificó en imperceptible (0), ligera (1), moderada (2), fuerte (3) o severa (4), aplicando los criterios de interpretación que se incluyen en el Cuadro 3.5. La clase Severa «4» no se incluyó debido a que presentó una distribución muy localizada, no cartografía-ble a la escala de estudio.

De acuerdo con los resultados del análisis de la erosión actual en la Cuenca, se observa que casi el 80% de su superficie presenta muy bajos niveles de erosión, lo cual es una consecuencia de la baja intervención a la cual ha estado sometida. Aproximadamente 42% de la superficie de ella, presenta niveles de erosión actual imperceptible y ligera. En particular, en los sectores Alto y Bajo Paragua, más del 5% de los suelos presentan estos bajos niveles de erosión (Cuadro 3.6).

**Entisoles:** son suelos de poca a ninguna evidencia de desarrollo pedogenético, ampliamente distribuidos en toda la Cuenca. Se encuentran principalmente en los paisajes de altiplanicie y en menor proporción en los paisajes de piedemonte, lomerío y valle. Se trata, en general, de suelos muy superficiales a moderadamente profundos (menos de 50 cm), con excepción de los localizados en valles donde pueden alcanzar mayor profundidad. Predominan las texturas arenosas y arenofrancoas con proporciones variables de gravas, guijaros de cuarzo y nódulos de hierro. Los grandes grupos del orden Entisoles presentes en el área de la Cuenca son los Trophotrents y, en menor proporción, los Quartzipsammens. Los Entisoles tienen su mayor expresión en los sectores Medio y Alto Caroní, donde alcanzan a cubrir casi el 60% del área.

La preeminencia de suelos de órdenes Ultisoles y Entisoles y la alta presencia de afloramientos rocosos limitan las potencialidades de la Cuenca para su explotación agrícola. En efecto, independientemente de su variedad morfológica, los suelos de la Cuenca comparan varias características importantes. En su mayoría, se trata de suelos muy evolucionados, donde predominan las texturas medias y gruesas, con arcillas de baja actividad que afectan sus características físicas y químicas y, por lo general, son de baja capacidad de retención de humedad, bien estructurados, permeabilidad de moderada a alta, drenaje bueno a algo excesivo, PH fuerte a extremadamente ácido, moderada a baja capacidad de intercambio catiónico y baja a muy baja saturación con bases; características que les confieren una baja fertilidad y, en consecuencia, poca aptitud para el desarrollo de actividades agrícolas productivas convencionales. Algunos suelos tienen, además, una alta saturación con aluminio intercambiable, por lo que es muy probable la existencia de problemas de toxicidad.

Cuadro 3.5 Erosión actual.

Clase	Valor	Descripción	Cuenca	
			km <sup>2</sup>	%
IMPERCEPTIBLE	0	Áreas con buena cobertura de suelos o con afloramientos rocosos, sin erosión visible	12.686	13,76
LIGERA	1	Áreas con erosión laminar ligera y localizada, que ha producido la pérdida de hasta la mitad del espesor original del epipedón	25.844	28,04
MODERADA	2	Áreas con erosión laminar que ha producido la pérdida de más de la mitad del espesor original del epipedón, pero donde todavía existen vestigios de éste en más del 50% de la superficie. Ha sido descrita como erosión ligera generalizada, o erosión fuerte localizada.	33.852	36,73
FUERTE	3	Áreas con erosión laminar severa y generalizada, que ha producido la pérdida de más de la mitad del espesor original del epipedón, en más del 50% de la superficie, o áreas donde se presenta erosión concentrada (surcos o cárcavas) que requieren trabajos intensos para su corrección	15.189	16,48
SEVERA	4	Áreas con movimientos en masa (derrumbes, deslizamientos, reptación o coladas) que requieren grandes labores de recuperación y control.	0	0
<i>Total tierra</i>			87.571	95,01
<i>Total agua e islas, sin información</i>			4.599	4,99
<i>Total</i>			92.170	100

Fuente: *Plan Maestro de la Cuenca del Río Caroní*, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, t. 1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap. 4: Clasificación de las tierras de acuerdo con la erosión actual y cap. 5: Balance morfodinámico. CVG-EDELCA, 2003.

En el Cuadro 3.6 se clasifica la erosión en los diferentes sectores de la Cuenca y en el Mapa 3.4 su distribución espacial. De estos resultados, se puede concluir:

- Las áreas con erosión imperceptible ocupan 13,76% de la superficie de la Cuenca y están asociadas a la presencia de afloramientos rocosos o suelos muy evolucionados, bajo cobertura densa y pendientes suaves. La mayor presencia de estas áreas sin erosión visible, se localiza en el sector Medio Caroní, seguida por el Bajo Paragua y Alto Caroní, principalmente asociadas a las altiplanicies de los tepuyes. En menor proporción, se encuentra en el Alto Paragua y Bajo Caroní.
- La erosión laminar localizada, representa 28,04 % de la superficie de la Cuenca y es la segunda en importancia por el área que ocupa. Su mayor proporción se encuentra en el Alto Paragua, en el borde oriental del sector; seguida por el Alto Caroní, el Bajo Paragua y el Medio Caroní y, en menor proporción, por el Bajo Caroní. Esta clase de erosión predomina en suelos Udults y Humults, de texturas finas, en paisajes de lomeríos, con litología de granito, generalmente cubiertos por bosques de mediana a alta densidad en zonas de vida de bosques secos y húmedo tropical.

(s/i) : Islas pequeñas sin información.  
 FUENTE: Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, r.1: Evaluación de los elementos geostéricos, cap. 4: Clasificación de las tierras de acuerdo a la erosión actual. CVG-EDIELCA, 2003.

Clases de Erosión		Cuenca	Alto Caroní	Medio Caroní	Bajo Caroní	Alto Paragua	Bajo Paragua
		km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Imperceptible	12.686	13,76	3.261	4.145	524	820	3.936
Ligera	25.844	28,04	4.752	3.917	863	12.157	4.155
Moderada	33.852	36,73	7.558	5.960	7.355	6.820	6.159
Fuerte	15.189	16,48	8.871	3.231	378	2.300	409
Islas (s/i)	70	0,08	-	4	53	-	13
Total tierra	87.641	95,09	24.442	17.257	9.173	22.097	14.672
Total agua	4.529	4,91	65	177	3.987	58	242
Total	92.170	100,00	24.507	17.434	13.160	22.155	14.914

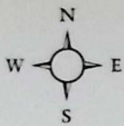
Cuadro 3.6 Erosión actual por sectores.

EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL

La susceptibilidad a la erosión hídrica en la Cuenca se determinó mediante un modelo matemático, adaptado a las condiciones actuales de la misma, que toma en cuenta la precipitación, el tipo de suelo, los paisajes y la cobertura vegetal. Atendiendo a estos factores y al criterio de los especialistas, se determinaron cinco clases de susceptibilidad a la erosión hídrica. (Cuadro 3.7). Más de 80% de la superficie de la Cuenca (Clases II y III), corresponde a áreas con baja a moderada susceptibilidad a la erosión hídrica y con una capacidad de recuperación de media a alta.

Los niveles moderados de erosión ocupan la mayor área y representan 36,7% de la Cuenca. En términos generales, esta categoría se encuentra estrechamente relacionada con las zonas menos húmedas y con moderada densidad de cobertura vegetal. Está distribuida en todos los sectores con superficies de magnitud similar. Es particularmente notoria en el Bajo Caroní donde se eleva al 56% del territorio de este sector y en el Bajo Paragua, representa 41% de su superficie. En ambos casos, tales niveles de erosión se encuentran asociados, fundamentalmente, a las zonas de mayor intervención agrícola y ganadera. En los otros tres sectores, este tipo de erosión obedece tanto a factores naturales como de naturaleza antrópica.

Las áreas sometidas a procesos de erosión fuerte ocupan 16% del territorio de la Cuenca. Los mayores porcentajes de la superficie afectada se encuentran en el Alto Caroní con 58% (36% de la superficie del sector); en el Medio Caroní con el 21% (19% de la superficie del sector); y en el Alto Paragua con 15% (10% de la superficie del sector). Esta categoría de erosión fuerte está estrechamente relacionada con el factor precipitación, pendientes y cobertura vegetal, sin que se descarte un efecto importante derivado de las actividades de minería y de quemadas asociadas a la agricultura de subsistencia. Este proceso de erosión, originado por acciones antrópicas, es particularmente intenso al borde del eje vial Luepa-Santa Elena de Uairén, en el Alto Caroní.

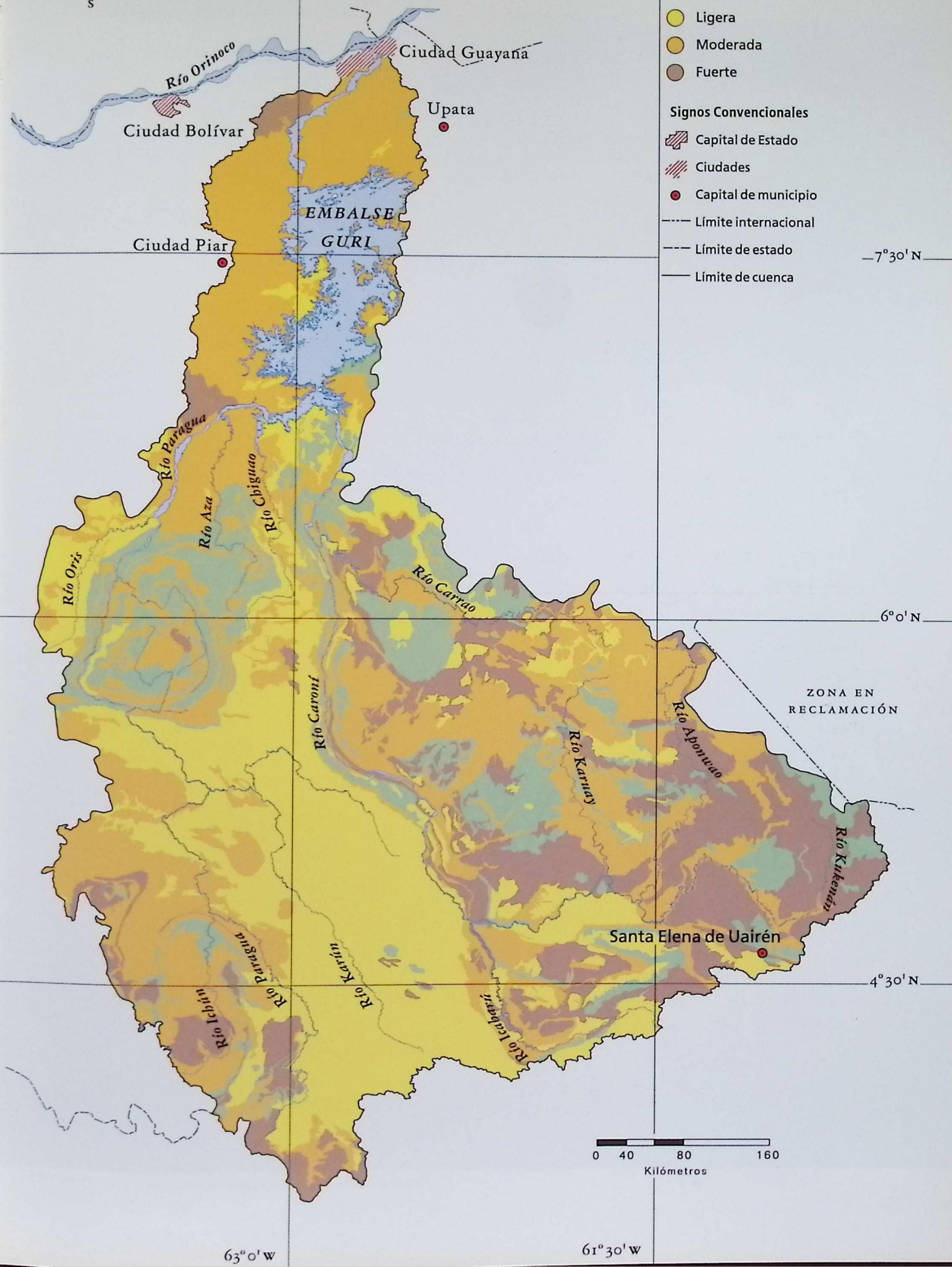


### Erosión Actual

- Imperceptible
- Ligera
- Moderada
- Fuerte

### Signos Convencionales

- Capital de Estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca





Cuadro 3.7 Erosión hídrica potencial.

Clase	Descripción	Área	
		km <sup>2</sup>	%
I	Áreas con muy baja susceptibilidad a la erosión hídrica y con una capacidad de recuperación muy alta	3.418	3,71
II	Áreas con baja susceptibilidad a la erosión hídrica y con una capacidad de recuperación media a alta	36.158	39,23
III	Áreas con moderada susceptibilidad a la erosión hídrica y con una capacidad de recuperación media	39.165	42,49
IV	Áreas con alta susceptibilidad a la erosión hídrica y con una capacidad de recuperación media a baja	5.963	6,47
V	Áreas con alta susceptibilidad a la erosión hídrica y con una baja capacidad de recuperación	2.867	3,11
Cuerpos de agua e islas sin información		4.599	4,99
<i>Total</i>		92.170	100,00

FUENTE: *Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní*, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, t. 1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap. 5: Balance morfodinámico. pág. 5.27. CVG-EDELCA, 2003.

#### BALANCE MORFODINÁMICO

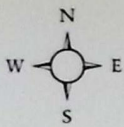
El balance morfodinámico de la Cuenca se determinó a partir del conocimiento de la erosión actual y de la susceptibilidad a la erosión hídrica. La combinación de ambos criterios da lugar a once clases de balance morfodinámico; pero en la cuenca del río Caroní sólo se identificaron nueve categorías ya que la erosión actual severa no registró valores (*Cuadro 3.8*). La Cuenca presenta cuatro clases de balances morfodinámicos predominantes por la extensión que ocupan. Dos de ellos, que abarcan una extensión del 41,15% de la superficie, corresponden a medios morfodinámicamente inactivos, con diferentes grados de susceptibilidad a la erosión hídrica (balances morfodinámicos estables o casi estables, de clase 1 y 2). Los otros dos tipos de balance, que suman 42,45% del área, son medios activos que sufren erosión moderada o severa, con moderada susceptibilidad a la erosión hídrica (clases morfodinámicas 5 y 8). El resto de los balances morfodinámicos posibles se presentan en extensiones pequeñas, que sólo suman el 11,40% de toda la Cuenca.

La distribución espacial de las clases de balance morfodinámico no es homogénea en la Cuenca, tal como se muestra en el *Mapa 3.5*. Es notoria la ubicación de las áreas con balance inactivo estable (clase 1) en los paisajes de altiplanicie elevadas, es decir asociadas a los tepuyes y al cerro Ichún. Por su parte, las áreas con balance inactivo casi estables en equilibrio (clase 2) se ubican en los sectores del Alto Paragua, con excepción del área del cerro Ichún y sus alrededores, y del Bajo Paragua. Finalmente, las áreas con balance activo con erosión fuerte y erosión potencial media y alta (clase 8 y 9) se encuentran localizadas fundamentalmente en el Alto Caroní y en menor proporción en el Medio Caroní asociadas a los efectos de la actividad antrópica sobre terrenos de alta fragilidad natural. En el Alto Paragua, en las cercanías del cerro Ichún, la presencia de estas clases de balance responde a razones de índole natural. El desarrollo de actividades antrópicas en las áreas con balance morfodinámico clase 8 y 9, requiere especial atención ya que podrían desencadenar una ruptura del balance actual de los procesos.

Cuadro 3.8 Balance morfodinámico.

Clase	Definición	Área km <sup>2</sup>	%
1	Inactivo estable sin erosión actual y con cualquier clase de erosión potencial, o con erosión actual ligera y con erosión potencial baja (clase I)	12.826	13,92
2	Inactivo casi estable en equilibrio, sin erosión actual y erosión potencial III a V, o erosión actual ligera y potencial clase II o III	25.096	27,23
3	Inactivo en equilibrio precario, con erosión actual ligera y potencial clase IV o V	659	0,71
4	Activo, con erosión actual moderada y erosión potencial baja (clase I o II)	1.320	1,43
5	Activo, con erosión actual moderada y erosión potencial media (clase III)	26.635	28,90
6	Activo, con erosión actual moderada y erosión potencial alta (clase IV y V)	5.820	6,31
7	Activo, con erosión actual fuerte y erosión potencial baja (clase I o II)	555	0,60
8	Activo, con erosión actual fuerte y erosión potencial media (clase III)	12.491	13,55
9	Activo, con erosión actual fuerte y erosión potencial alta (clase IV y V)	2.173	2,36
Superficie ocupada por islas sin información		70	0,08
Superficie ocupada por Embalse Guri		3.744	4,06
Superficie ocupada por cauces permanentes		785	0,85
<b>Total</b>		<b>92.170</b>	<b>100</b>

FUENTE: Plan Maestro de la Cuenca del río Caroni, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, r. 1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap. 5: Balance morfodinámico, pág. 5.31. CVG-EDLCA, 2003.

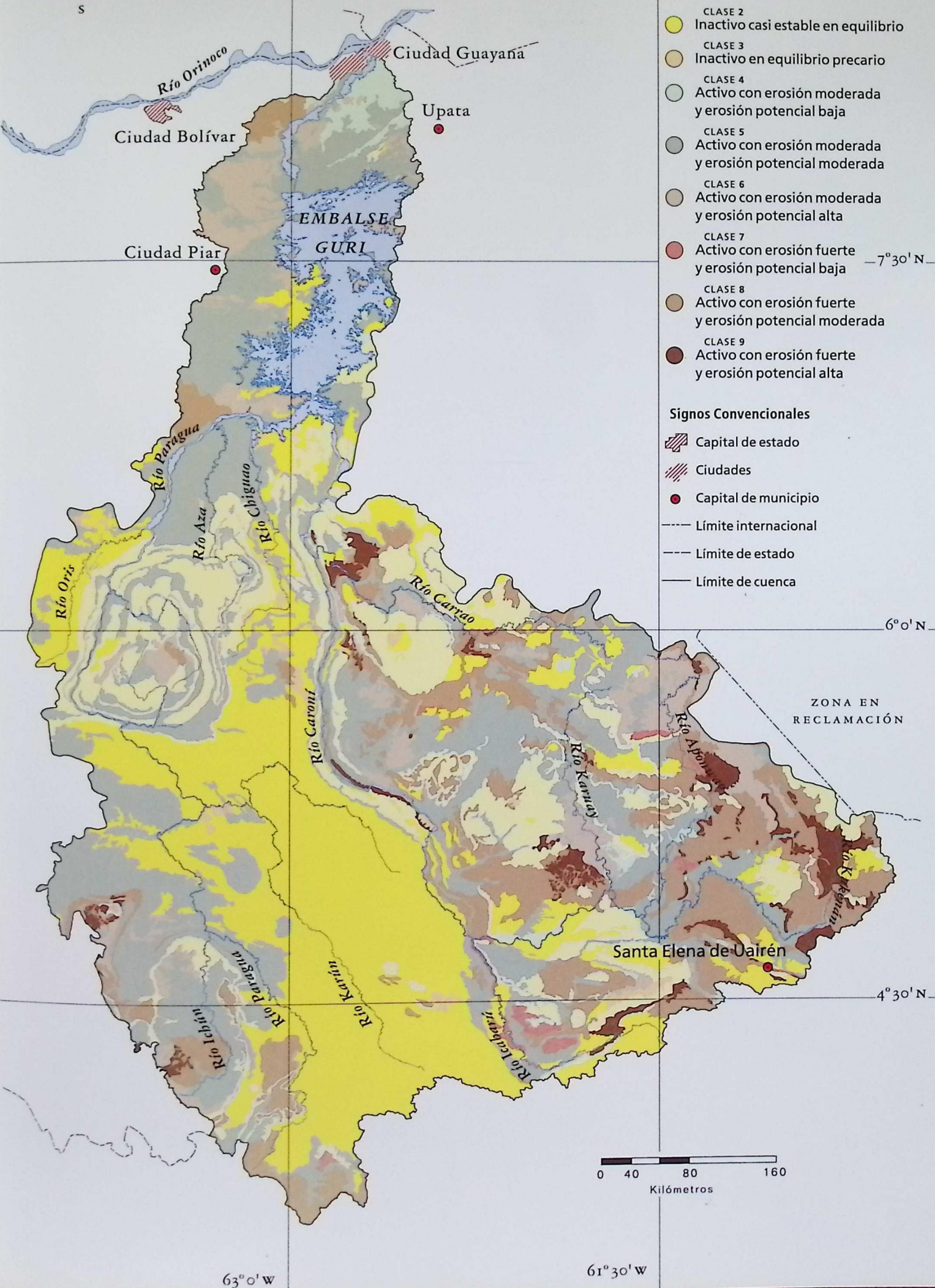


### Balance morfodinámico

- CLASE 1  
 Inactivo estable
- CLASE 2  
 Inactivo casi estable en equilibrio
- CLASE 3  
 Inactivo en equilibrio precario
- CLASE 4  
 Activo con erosión moderada y erosión potencial baja
- CLASE 5  
 Activo con erosión moderada y erosión potencial moderada
- CLASE 6  
 Activo con erosión moderada y erosión potencial alta
- CLASE 7  
 Activo con erosión fuerte y erosión potencial baja
- CLASE 8  
 Activo con erosión fuerte y erosión potencial moderada
- CLASE 9  
 Activo con erosión fuerte y erosión potencial alta

### Signos Convencionales

- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca



0 40 80 160  
Kilómetros



# Flora y fauna

*Bioclima y formaciones vegetales*

*Cobertura vegetal*

*Riesgo de incendio*

*Fauna Silvestre*

*Ictiofauna*

## BIOClima y FORMACIONES VEGETALES

El bioclima predominante en la Cuenca es el Ombrofilo Macrotérmico, caracterizado por presentar una temperatura media anual alta y uniforme, superior a los 24°C, abundante precipitación distribuida durante todo el año y un rango altitudinal que va desde los 300 hasta los 600/700 msnm. Estas condiciones de humedad, balance hídrico favorable y elevadas temperaturas, son propias de las tierras bajas tropicales y corresponden, según clasificación de Holdridge, a las Zonas de Vida Bosque Húmedo y Muy Húmedo Tropical. Cubre 50% del espacio de la Cuenca y contiene diversos tipos de formaciones boscosas, arbustivas y herbáceas. Entre estas, la más extendida es el Bosque Siempreverde, estructural y florísticamente muy heterogéneo, con alturas comprendidas entre 15 y 25 m, en asociación con bosques bajos (menores de 15 m) y árboles emergentes que sobrepasan los 30 m. Estas formaciones, comúnmente conocidas como bosques de tierras bajas, ocupan diferentes tipos de paisajes entre los 300 y 700 msnm, tales como planicies, peniplanicies, sistemas de lomeríos y colinas.

El segundo bioclima en importancia es el Ombrofilo Submesotérmico presente en 32,4% del área de la Cuenca, se caracteriza por su condición eminentemente húmeda y temperaturas moderadas (18-24°C). Esta región climática se corresponde con las Zonas de Vida Bosques Húmedo, Muy Húmedo y Pluvial Pre-montano. En el área cubierta por este bioclima existen altas precipitaciones durante todo el año, lo que confiere a la vegetación la apariencia siempreverde, con gran desarrollo de las densidades de copas y del epifitismo. Sobre los paisajes de lomerío, piedemonte y montaña, la mayor superficie está cubierta por bosques de altura media (15-25 m) con cobertura densa (75%). En menor extensión, se encuentran formaciones herbáceas y formaciones arbustivas. Las formaciones vegetales características de este bioclima son los bosques muy húmedos y los bosques nublados.

En tercer lugar, está el Bioclima Tropófilo Macrotérmico, que cubre 15,7% de área de la Cuenca y equivale a la Zona de Vida Bosque Seco Tropical. Se caracteriza por presentar un promedio anual de precipitación entre



*La peonía se ofrece para  
adorno del indígena.*

700/1000 y 1800/2000 mm y una temperatura media anual mayor a 24°C, propia de las tierras bajas tropicales, en un rango altitudinal entre 0 y 400/700 msnm. Ocupa las partes más bajas de la cuenca del Río Caroní en una amplia franja con sentido norte-sur, desde su desembocadura en el río Orinoco hasta la desembocadura del Paragua en el Embalse Guri. Presenta, además, una marcada biestacionalidad en cuanto al régimen de humedad, con una clara estación seca a principios del año y otra de abundante precipitación entre mayo y agosto. La característica más resaltante en cuanto a la vegetación, es el carácter decídúo a semidecídúo, aunque es posible encontrar formaciones siempreverdes relacionadas con la disponibilidad de humedad edáfica, relativamente independiente de los períodos secos. En general, los tipos de vegetación arbórea más extendidos corresponden a asociaciones de bosques medio densos con bosques bajo densos y bajo medios. En las posiciones depre-

sionales con inundación temporal, se desarrollan bosques más bajos con abundantes bejucos y sotobosque denso compuesto por hierbas, arbustos, lianas y palmas.

Por último, el Bioclima Ombrófilo Mesotérmico, a pesar del poco espacio que representa en la Cuenca (menos de 2,5% de la superficie total), debido al alto grado de endemismo que alberga, tiene una importancia biológica enorme. Corresponde a las Zonas de Vida Bosque Muy Húmedo y Bosque Pluvial Montano Bajo, caracterizados por presentar una temperatura media anual relativamente baja, entre 12-18°C y precipitación superior a 2000 mm. Se extiende principalmente sobre la cima de los tepuyes, cuyas altitudes están entre los 1.600 y los 2.600 msnm. En estas altitudes, debido a la abundante pluviosidad, fuertes vientos, irradiación y bajas temperaturas, la vegetación adopta formas especiales y está compuesta por plantas que sólo allí se desarrollan. Se ha reportado que en estos ambientes, conocidos como la Provincia Fitogeográfica Pan-Tepuy, crecen 2.322 especies de plantas superiores, de las cuales al menos 33% es endémico, uno de los niveles más alto de todo el Neotrópico.

De acuerdo con la cobertura vegetal predominante, se pueden considerar cuatro categorías de cumbres tepuyanas: las rocosas con vegetación litófila pionera, las boscosas, las herbáceas y las mixtas. En suelos poco profundos o donde los mismos no existen, se encuentra una vegetación muy peculiar y diversificada con árboles de porte bajo, denominada Bosque Tepuyano, que crece cerca de los caños y en depresiones húmedas. En sectores dominados por afloramientos rocosos muy extensos, la vegetación alterna con los afloramientos en sitios donde existe acumulación de suelo, conformando pequeñas islas entre las áreas descubiertas.

En algunos sectores de las cumbres tepuyanas, existen intrusiones de rocas ígneas (diabasas), que en conjunto con efectos del relieve, condiciones de drenaje, exposición a la radiación solar y vientos, le confieren a los bosques tepuyanos variaciones en su estructura y en la distribución de las especies dominantes.

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 6: Caracterización de los elementos bióticos, CVG-EDBLCA, 2003.

Cobertura Vegetal		Cuenca		Alto Caroní		Medio Caroní		Bajo Caroní		Alto Paragua		Bajo Paragua	
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
BOSQUE MEDIO y Asociaciones de BOSQUE MEDIO	47.645	51,69	10.698	7.837	3.699	16.639	8.772	2.446	18	272	0,30	—	—
BOSQUE BAJO y Asociaciones de BOSQUE BAJO	16.170	17,54	3.437	5.952	397	3.938	—	—	—	213	0,23	18	—
BOSQUE ALTO y Asociaciones de BOSQUE ALTO	272	0,30	—	138	116	18	—	—	—	18	0,02	—	—
BOSQUE DE GALERÍA	213	0,23	213	—	—	—	—	—	—	18	0,02	—	—
MORICHAL	18	0,02	18	—	—	—	—	—	—	18	0,02	—	—
BOSQUE TEPUYANO	169	0,18	—	169	—	—	—	—	—	169	0,18	—	—
ARBUSTIVAS y MIXTAS ARBUSTIVAS	5.506	5,97	499	1.506	90	1.434	1.977	—	—	169	0,18	—	—
HERBÁCEAS y MIXTAS HERBÁCEAS	17.379	18,86	9.577	1.651	4.636	68	1.447	—	—	182	0,22	—	—
COBERTURA Antropica	199	0,22	—	—	182	—	17	—	—	182	0,22	—	—
Embalse Guri	3.744	4,06	—	—	3.744	—	—	—	—	3.744	4,06	—	—
Ríos permanentes e Islas	855	0,93	65	181	296	58	255	—	—	296	0,32	—	—
<b>Total</b>	<b>92.170</b>	<b>100,00</b>	<b>24.507</b>	<b>17.434</b>	<b>13.160</b>	<b>22.155</b>	<b>14.914</b>						

Cuadro 4.1 Cobertura Vegetal.

COBERTURA VEGETAL

Como consecuencia de las condiciones bioclimáticas presentes en la Cuenca, 70% de su superficie se encuentra cubierta de bosques, asociaciones de bosques y formaciones mixtas arbóreas que cumplen una importante función en el ciclo hidrológico, especialmente en la regulación de la escorrentía y protección de ecosistemas. En segundo lugar, se encuen-

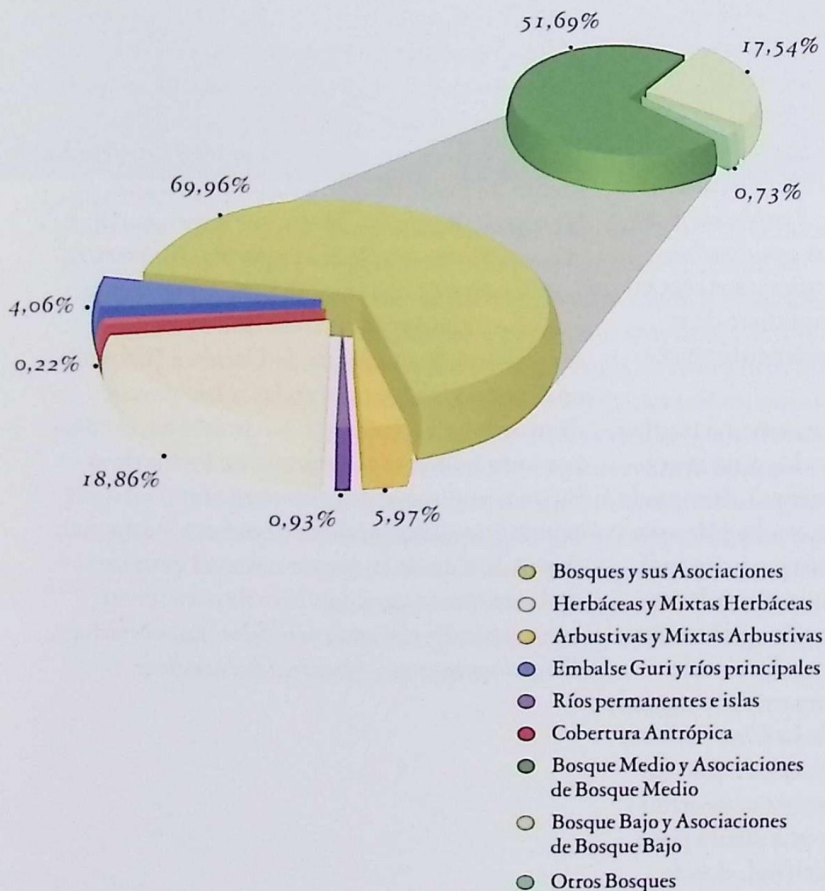
tra la vegetación herbácea que, incluyendo las formaciones mixtas herbáceas, cubre 19% de la superficie y por último, las arbustivas y mixtas arbustivas que representan 6% del área. El restante 5% de la superficie no dispone de cobertura vegetal y se refiere a afloramientos rocosos, cobertura antropica y cuerpos de agua (Cuadro 4.1, Figura 4.1 y Gráfico 4.1).

**Formaciones Arbóreas:** en cuanto a la distribución de bosques por sectores, el Alto Paragua es el sector de mayor cobertura con 93% de su superficie o 32% del total de los bosques de la Cuenca. Siguen en importancia en cuanto a la cobertura boscosa, los sectores Alto Caroní y Medio Caroní, cada uno de ellos con 22% del total de bosques. Por su parte, el Bajo Paragua contribuye con 17% y el Bajo Caroní con sólo 7% de toda la superficie de bosques. Lo extenso de los bosques se debe a las condiciones de humedad permanente, característica del piso bioclimático ombrófilo macrotérmico, y a la casi inexistente intervención humana, por lo que, en particular en el Alto Paragua, se ha mantenido la vegetación original conformada por el bosque siempreverde, estructuralmente muy heterogéneo y florísticamente muy diverso.

**Bosques medios:** de las formaciones arbóreas, esta es la de mayor abundancia, con altura comprendida entre 15 y 25 m, y densidad de cobertura densa a medio densa. Ocupan una superficie equivalente al 51,7% de toda la Cuenca y son más abundantes en los sectores Alto y Bajo Paragua, en donde cubren 75% y 59% de la superficie, respectivamente. Son bosques florísticamente muy diversos y estructuralmente pluriestratificados. Entre los árboles más comunes están *Protium araucou-chini*, *Couma macrocarpa*, *Irianthera hostmannii* y *Brosimum* sp., además de las palmas *Oenocarpus bacaba*, *Euterpe precatoria* y *Attalea maripa*. Por su parte, en el sector Alto Caroní, en la confluencia del río Karuay con el Caroní y a lo largo del cauce del Caroní, aguas arriba de dicha confluencia, se localizan asociaciones de bosques medios y de bosques bajos. *Alexa canaraunensis*, *Dimorphandra davisii*, *Goupia glabra* y *Parkia pendula* son algunos árboles frecuentes.

**Bosques bajos:** son bosques con altura comprendida entre 8 y 15 m, cubren 17,5% de la superficie de la Cuenca y se localizan principalmente en el sector Medio Caroní, representan 34,1% del sector y ocupan extensas porciones montañosas al este del salto Aripichí en el extremo sur del área. En el estrato arbóreo destacan *Ocotea* sp., *Leonia cymosa*, *Caryocar glabrum*, *Brounea coccinea* y *Licania discolor*. Otro 40% de este tipo de bosques se localiza en los sectores Alto y Bajo Paragua, entre el cerro Ichún y el río Paragua, a la altura del raudal Uoro; en el Waikinima y en una porción al sur del río Agua Linda, afluente del medio río Karún por su margen derecha. Son bosques compuestos por *Ficus* spp., *Mabea montana*, *Aldina latifolia*, además de la hierba gigante *Phenakospermum guyannense*. Las lianas son abundantes, entre ellas *Dolioscarpus dentatus*, *Prionostemma aspera* y *Paragonia pyramidata*.

Figura 4.1 Composición de la cobertura vegetal.



Los bosques tepuyanos son comunidades

siempreverdes y cubren una superficie de 0,18%. El porte de los árboles es bajo, no mayor de 10 m de altura, de cobertura densa, copas de forma globosa y se localizan en la cima de las altiplanicies más elevadas. Entre las especies comunes están *Martia* sp., *Rhododendron* sp., *Schefflera* sp., *temonodabne steyermarkiana*, *Ilex* sp., *Spathelia neli*. Los bosques más extensos son los del Chimanta-Tepuy, Auyán-Tepuy, así como en los piedemontes inclinados de los tepuyes Kukenán y Roraima, en donde existen vastos espacios de estos bosques asociados con herbazal tepuyano.

**Formaciones Herbáceas:** en segundo orden

de importancia, se encuentra la formación herbácea y sus asociaciones que cubre 19% de la superficie de la Cuenca e incluye, fundamentalmente, la vegetación de sabana. Este tipo de vegetación se localiza en una amplia extensión de los sectores Alto y Bajo Caroní. En el Alto Caroní las formaciones herbáceas y sus asociaciones ocupan 39% de la superficie del sector y pueden diferenciarse en dos tipos, de acuerdo con las formas de vida presentes en las mismas. Por una parte, están las sabanas herbáceas abiertras que ocupan paisajes de altiplanicie, piedemonte, lomerío y ocasionalmente de peniplanicie y valle, localizadas en Uonken y Pampará-Merú, con especies como *Axonopus canescens*, *Scleria cyperina*, *Bulbosylis junctiformis* y varias eriocauláceas. Por la otra, están las sabanas arbustivas que bordean la carretera de Santa Elena de Uairén a Ikkabartí, en el sureste del sector, todas sobre paisaje de altiplanicie. En este tipo de sabana, el componente leñoso está presente en forma de arbustos, por lo que se presentan como sabanas arbustivas o asociaciones de sabana y arbustal, dependiendo de la menor o mayor proximidad con que se agrupan los arbustos; entre estos están *Byrsonima crassifolia*, *Euphorbia* sp., *Roupala montana* y *Humiria balsamifera*.

**Bosques altos:** estos bosques son muy escasos. Se encuentran casi exclusivamente en el extremo sureste del sector Bajo Caroní, y en el límite de este con el sector Medio Caroní.

Se trata de bosques altos y sus asociaciones con bosques medios que crecen en lomeríos escarpados a muy quebrados. Los árboles alcanzan alturas de 25 a 35 m y contienen tres o cuatro estratos verticales, bien diferenciados entre sí. Se distinguen en el estrato superior, árboles dominantes de copas frondosas y amplias, como *Aniba excelsa*, *Caryocar nuciferum*, *Aspidosperma margravianum*, *Inga* sp. y *Parrinari excelsa*, que constituyen los individuos de mayor importancia dentro de la estructura de la masa forestal y presentan una variada y rica complejidad florística.

Adicionalmente, en la Cuenca se localizan tres formaciones arbóreas especializadas: los bosques de galería, los morichales y los bosques tepuyanos que, a pesar de cubrir muy pequeñas áreas, revisiten particularmente importante desde el punto de vista biológico y de la conservación. El *bosque de galería* es una unidad que conforma una asociación edáfica-hídrica. Esta formación boscosa es baja, la altura del dosel varía entre 5 y 6 m y su densidad es variable. Los árboles más comunes de estos bosques son *Vochysia* sp., *Protium berybium*, *Virola swinamensis*, *Sympbonia globulifera* y las palmas *Astrocaryum gynaecanthum* e *Iriartella setigera*. Estos bosques y sus asociaciones cubren 0,23% de la superficie de la Cuenca y se localizan principalmente en el sector Alto Caroní.

En el paisaje de valle, se encuentra una unidad de vegetación especial conocida como *morichal* (0,02% del área de la Cuenca), dominada por individuos de la palma moriche (*Mauritia flexuosa*), como elemento florístico principal y distintivo del paisaje. Estas comunidades se instalan a lo largo de cursos de agua, en las depresiones del terreno. Los suelos donde prosperan son ácidos y ricos en materia orgánica. En el sector meridional de La Gran Sabana desatacan algunos morichales, tales como los del valle del río Kukenán que se encuentran entre los 600 y 900 msnm, a una altura poco común para la formación morichal, donde forman grandes colonias en las densas sabanas húmedas. Además de la palma moriche son comunes *Miconia prasina*, *Tratinnickia burserifolia*, *Vismia swinamensis* y *Licania betromorpha*.



La palma moriche como vigía del agua.

Las sabanas sobre lomerío que se encuentran en el sector Alto Caroní pertenecen todas a la llamada Gran Sabana, cuyas formaciones herbáceas son, en su gran mayoría, completamente abiertas, carentes de elementos leñosos conspicuos y conformadas por un estrato herbáceo continuo de densidad y altura variables, ocasionalmente interrumpido por pequeñas formaciones de bosques siempreverdes, bosques de galería o morichales, o por arbustales desarrollados, generalmente, sobre un sustrato rocoso. Dominan hierbas de las familias *cyperácea*, *poácea*, *eriocaulácea*, *polygalácea*, y *xyridácea*.

Por su parte, en el sector Bajo Caroní, la cobertura herbácea cubre 35,2% de su superficie (50% si se excluye el área cubierta por el Embalse Guri). Las sabanas arbustivas se localizan en la vertiente izquierda del embalse, ocupando diversos tipos de paisajes y asociadas a bosques de galería y morichales. Estos ecosistemas ribereños son hábitat, canal de dispersión y refugio para especies de fauna y flora, y cumplen una importante función en la estabilización de los ambientes terrestres, así como en la captación de nutrientes y material sedimentario proveniente de los relieves dominantes. Por su parte, las sabanas gramíneas del sector Bajo Caroní presentan formaciones herbáceas, asociadas a matorrales o bosques más o menos extensos, remanentes de comunidades boscosas en franco proceso de desaparición, en general producto de la quema y la tala asociada a actividades agrícolas. Domina la hierba *Trachypogon* sp., acompañada de *Bulbostylis capillaris*, *Andropogon*, sp., algunos frútiles de las familias melastomatácea, fabácea y caesalpiniácea, con especies leñosas como los charros *Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia* y *Boudichia virgilioides*.

**Formaciones Arbustivas:** en términos de cobertura vegetal, las formaciones arbustivas y sus asociaciones cubren 6% de la superficie de la Cuenca. Se trata de formaciones en las que la altura que alcanza el componente leñoso está entre 2 y 8 m, con una densidad de cobertura muy diversa. Se encuentran fuertemente concentradas en los sectores Bajo Paragua, Medio Caroní y Alto Paragua.

En el Bajo Paragua, las comunidades de arbustales ocupan amplias áreas (13% del sector) sobre los relieves de dorsos de cuestras, poco inclinados de la serranía Arutani y altiplanicies aledañas a los ríos Trueno, Aza y Tonoro, pertenecientes al macizo Waikinima-Tepuy. Los arbustales son de carácter siempreverde, el dosel está entre 1 y 6 m de alto, con árboles ocasionales que sobresalen del estrato arbustivo. En el Waikinima-Tepuy los arbustales se encuentran intercalados con bosques y sabanas, formando parches de arbustales con bosques bajos, de arbustales con sabanas arbustivas y arbustales puros. Entre las especies más importantes están *Blepharandra fimbriata*, *Clusia* spp., *Sacoglottis guianensis*, *Marcetia taxifolia*, *Bonyunia minor*, y *Cybiathus fulvopulverulentus*.

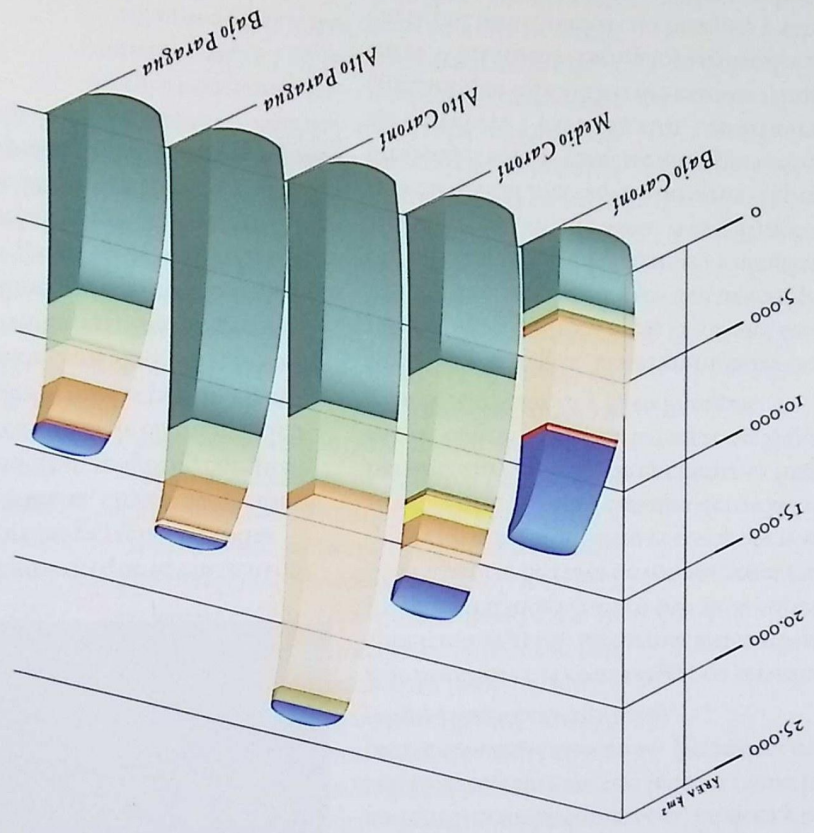
En el sector Medio Caroní las comunidades de arbustales ocupan el 9% del área, las de mayor extensión están asociadas a *Spartobelia nilei*, *Tribaudia nutans*, *Raveniopsis* y en Ichún; se encuentran aquí *Tyleria floribunda*, *Encræta nitida* y *Micrandra sibbontii-janaensis*. En menor medida aparecen en asociación con bosques medios en estas mismas localidades, mientras que comunidades exclusivasmente arbustivas crecen en el lado occidental del Ichún y en las altiplanicies, entre éstas las nacientes del río Paragua.

En el Mapa 4.1 se aprecia la distribución espacial de la cobertura vegetal de la Cuenca.

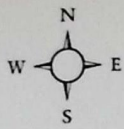
En el sector Medio Caroní las comunidades de arbustales ocupan el 9% del área, las de mayor extensión están asociadas a *Spartobelia nilei*, *Tribaudia nutans*, *Raveniopsis* y en Ichún; se encuentran aquí *Tyleria floribunda*, *Encræta nitida* y *Micrandra sibbontii-janaensis*. En menor medida aparecen en asociación con bosques medios en estas mismas localidades, mientras que comunidades exclusivasmente arbustivas crecen en el lado occidental del Ichún y en las altiplanicies, entre éstas las nacientes del río Paragua.

En el Mapa 4.1 se aprecia la distribución espacial de la cobertura vegetal de la Cuenca.

Gráfico 4.1 Distribución de la cobertura vegetal por sectores.



- Embalse Guri y ríos principales
- Cobertura Antrópica
- Bosque de Galería y Mortichal
- Herbáceas y Mixtas Herbáceas
- Arbustivas y Mixtas Arbustivas
- Bosque Medio y Asociaciones de Bosque Bajo
- Bosque Alto y Asociaciones de Bosque Tepuano



## Cobertura Vegetal

- Bosque alto y sus asociaciones
- Bosque medio y sus asociaciones
- Bosque bajo y sus asociaciones
- Bosque tepuyano
- Arbustivas y mixtas arbustivas
- Herbáceas y mixtas herbáceas
- Afloramientos rocosos y vegetación tepuyana
- Cobertura Antrópica

## Signos Convencionales

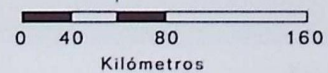
- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca

—7°30' N—

—6°0' N—

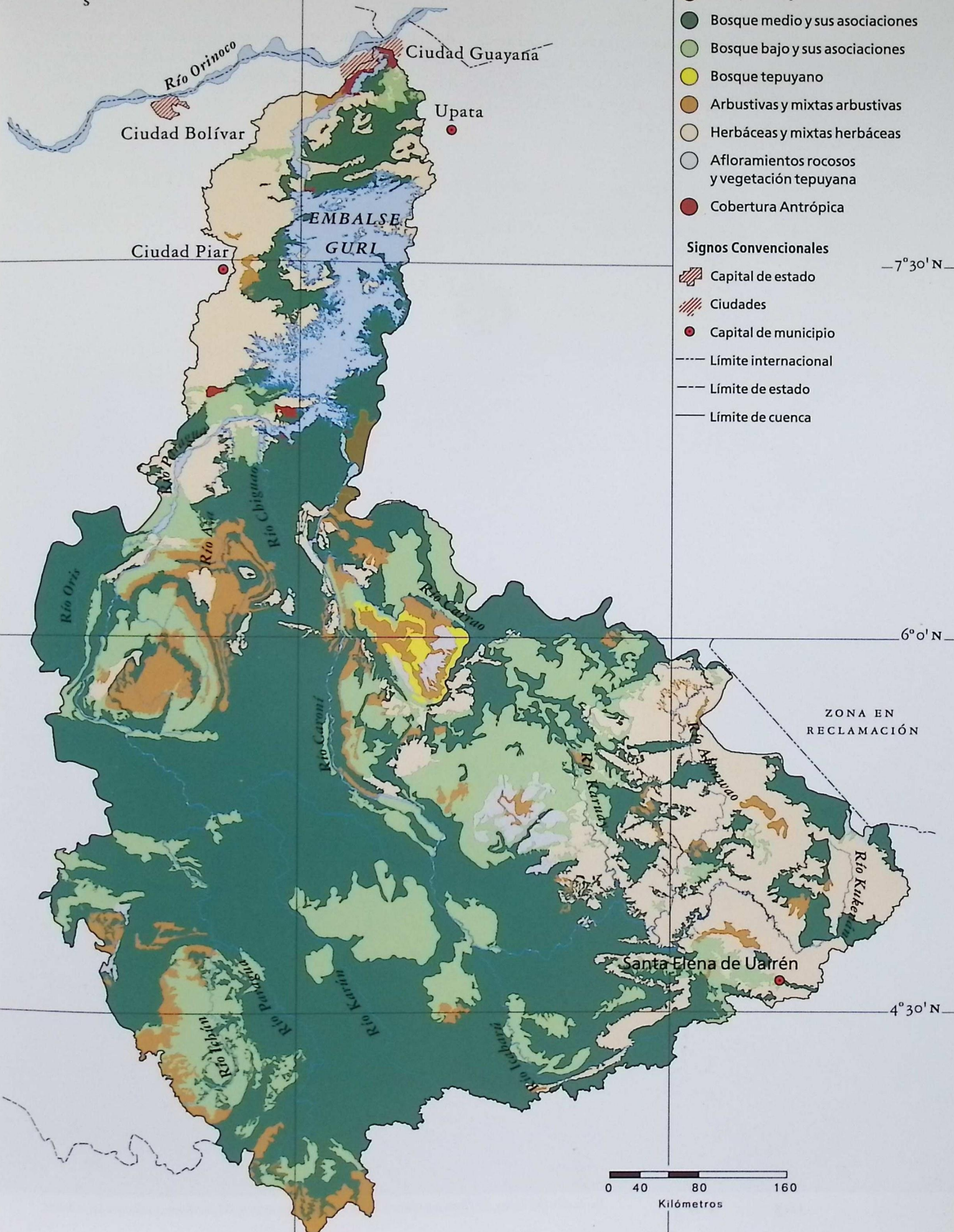
ZONA EN RECLAMACIÓN

—4°30' N—



63°0' W

61°30' W





## DIVERSIDAD Y ENDEMISMO

Las formaciones vegetales presentes en la Cuenca son de gran importancia biológica y ecológica y se caracterizan por su unicidad, diversidad de especies, endemismo y fragilidad. La variedad de formaciones vegetales es muy amplia: se han identificado entre 3.000 y 3.500 especies vegetales, lo cual representa cerca del 20% de la flora del país. De estas especies, casi 600 se encuentran exclusivamente en la Cuenca.

Los sectores del Medio y Alto Caroní muestran la mayor diversidad de Zonas de Vida. También presentan el mayor índice de endemismo vegetal, lo cual podría asociarse a la mayor diversidad de pisos altitudinales, de unidades litológicas, de paisaje y de suelos. Por otra parte, los bosques mejor estructurados y más desarrollados (en términos de biomasa expresada en área basal y volumen de fuste) están ubicados sobre los lomeríos de granito de las subcuencas de los ríos Paragua y Karún. Le siguen algunos bosques del sector Alto Caroní, ubicados fuera del Parque Nacional Canaima y de la Sierra de Lema.

En la Cuenca se han desarrollado extensos bosques y sabanas, así como comunidades herbáceas y arbustivas de estructura particular y composición florística única, no existente en otras regiones del país. En particular, se puede reseñar la vegetación tepuyana de la cual se han reportado 2.322 especies de plantas superiores, al menos 33% de ellas con carácter endémico o restringidas a otros tepuyes de los estados Bolívar y Amazonas. Este porcentaje representa uno de los niveles de endemismo más altos de todo el Neotrópico y es producto de la larga evolución sobre ambientes geológicos muy antiguos, algunos de ellos aislados como los tepuyes, y con fuertes restricciones edáficas por acidez, nutrientes y la presencia de afloramientos rocosos.

## VULNERABILIDAD

Un porcentaje importante de las formaciones vegetales presentes en la Cuenca son altamente sensibles a la intervención humana. Entre ellas, cabe mencionar los arbustales meso y macrotérmicos, los herbazales tepuyanos, los bosques tepuyanos, los morichales y los bosques de galería.

Con relación a los bosques y sus asociaciones, los cuales cubren un alto porcentaje de la superficie de la Cuenca, su grado de conservación es variable de un sector a otro. De acuerdo con el análisis de áreas cubiertas de bosques, los sectores más intervenidos, en orden de importancia, son el Bajo Caroní, el Bajo Paragua, el Alto Caroní y el Medio Caroní. El menos intervenido es el sector Alto Paragua.

El cambio de bosques a sabanas o matorrales ha sido particularmente intenso en los bordes norte y sur de La Gran Sabana, en el valle de los ríos Karuay y Uaiparú, en las peniplanicies y lomeríos bajos al norte del Waikinima-Tepuy, en los alrededores del poblado La Paragua y en todo el sector del Bajo Caroní, entre Ciudad Guayana y la sierra de Necuima.

Las formaciones vegetales mayormente amenazadas son los bosques y arbustales de La Gran Sabana, los bosques de los ríos Oris, Aza y Chiguao, los bosques decíduos que bordean el Embalse Guri y los arbustales que flanquean el Caroní, desde Urimán hasta Arekuna. El impacto negativo es producto del incremento de la acción combinada del fuego, la tala, la pérdida de suelos por la actividad minera y el aumento de la frontera agrícola. Este tipo de vegetación, de alta combustibilidad durante el período seco, favorece la propagación de incendios que se extienden considerablemente, y dan origen a etapas de degradación en las que los bosques y arbustales pasan a sabanas y estas a áreas desprovistas de vegetación. En el sector Bajo Caroní, algunos bosques medios densos están tan intervenidos que comunidades de sabana secundaria aparecen cubriendo superficies apreciables y dan lugar a unidades mixtas de bosques y sabanas difíciles de separar cartográficamente. Este tipo de formación se encuentra localizada en áreas donde las actividades humanas han degradado la vegetación original, al extremo que bosques y matorrales secundarios han desaparecido, para dejar extensas sabanas con arbustos. Por su parte, la explotación maderera de estos bosques ha ocasionado no sólo el empobrecimiento florístico de los mismos, sino también cambios estructurales, al extraer individuos con el consiguiente descenso de los valores de densidad de cobertura.





*En la Gran Sabana, los bosques ribereños muestran la alianza del agua con la vegetación.*

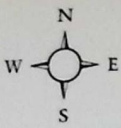
## RIESGO DE INCENDIO

En el Bajo Caroni y parte del Bajo Paragua, el fuego ha sido usado tradicionalmente por ganaderos y agricultores para renovar pastos y ampliar la frontera agrícola. En el Medio y Alto Caroni, el fuego representa una herramienta muy importante en la cultura de los indígenas Pemón, provocando incendios en las sabanas para cazar, limpiar caminos, eliminar animales dañinos (culebras, insectos) e incluso como medio de comunicación visual. Este señalamiento es corroborado por los datos del Programa de Control de Incendios, los cuales indican que 80% de los incendios combatidos en la Cuenca alta por CVG-EDIELCA (2002) tienen como causa el uso tradicional del fuego por las comunidades indígenas. El riesgo de ocurrencia de incendios está asociado a la existencia de condiciones de vulnerabilidad que, ante la presencia de una amenaza, favorecen que la vegetación se inflame y permitan que la combustión se propague. Tales condiciones de vulnerabilidad se refieren a la combustibilidad de la vegetación presente en el sitio, la temperatura del aire y la precipitación. Por su parte, la amenaza se corresponde con la fuente de ignición, representada por cigarrillos encendidos, fosforos, fogatas y, en general, cualquier actividad antrópica que pueda iniciar el fuego. La acumulación de materia seca se constituye en el principal combustible para el fuego. Con base en la ponderación de estas condiciones se estableció una clasificación de riesgos de ocurrencia de incendios calificadas como: Muy Bajo, Bajo, Moderado, Alto y Muy Alto. En el Mapa 4.2 y Cuadro 4.2, se muestra la distribución de las áreas con diferentes grados de riesgos de incendio en la Cuenca.

Cuadro 4.2 Distribución de las categorías de riesgo de incendio.

Riesgo de incendio		Cuenca		Alto Caroni		Medio Caroni		Bajo Caroni		Alto Paragua		Bajo Paragua	
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
MUY BAJO	44.493	48,27	9.391	9.572	-	18.896	6.634	2.554	3.733	1.409	3.29	13	-
BAJO	13.161	14,28	4.570	3.086	631	2.060	2.554	3.733	1.409	3.29	13	-	-
MODERADO	14.451	15,68	4.966	3.980	615	1.141	3.733	1.409	3.29	13	-	-	-
ALTO	9.288	10,08	4.409	615	2.855	-	1.409	3.29	13	-	-	-	-
MUY ALTO	6.178	6,70	1.106	-	4.743	-	1.409	3.29	13	-	-	-	-
Islas	70	0,08	-	4	-	-	13	-	-	-	-	-	-
Embalse Guri	3.744	4,06	-	-	3.744	-	-	-	-	-	-	-	-
Ríos permanentes	785	0,85	65	177	243	58	242	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>92.170</b>	<b>100</b>	<b>24.507</b>	<b>17.434</b>	<b>13.160</b>	<b>22.155</b>	<b>14.914</b>						

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroni, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, cap. 2: Riesgo de incendio, CVG-EDIELCA 2003.



### Riesgo de Incendio

- Muy bajo
- Bajo
- Moderado
- Alto
- Muy alto

### Signos Convencionales

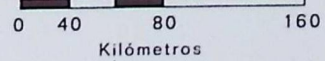
- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca

-7°30' N

6°0' N

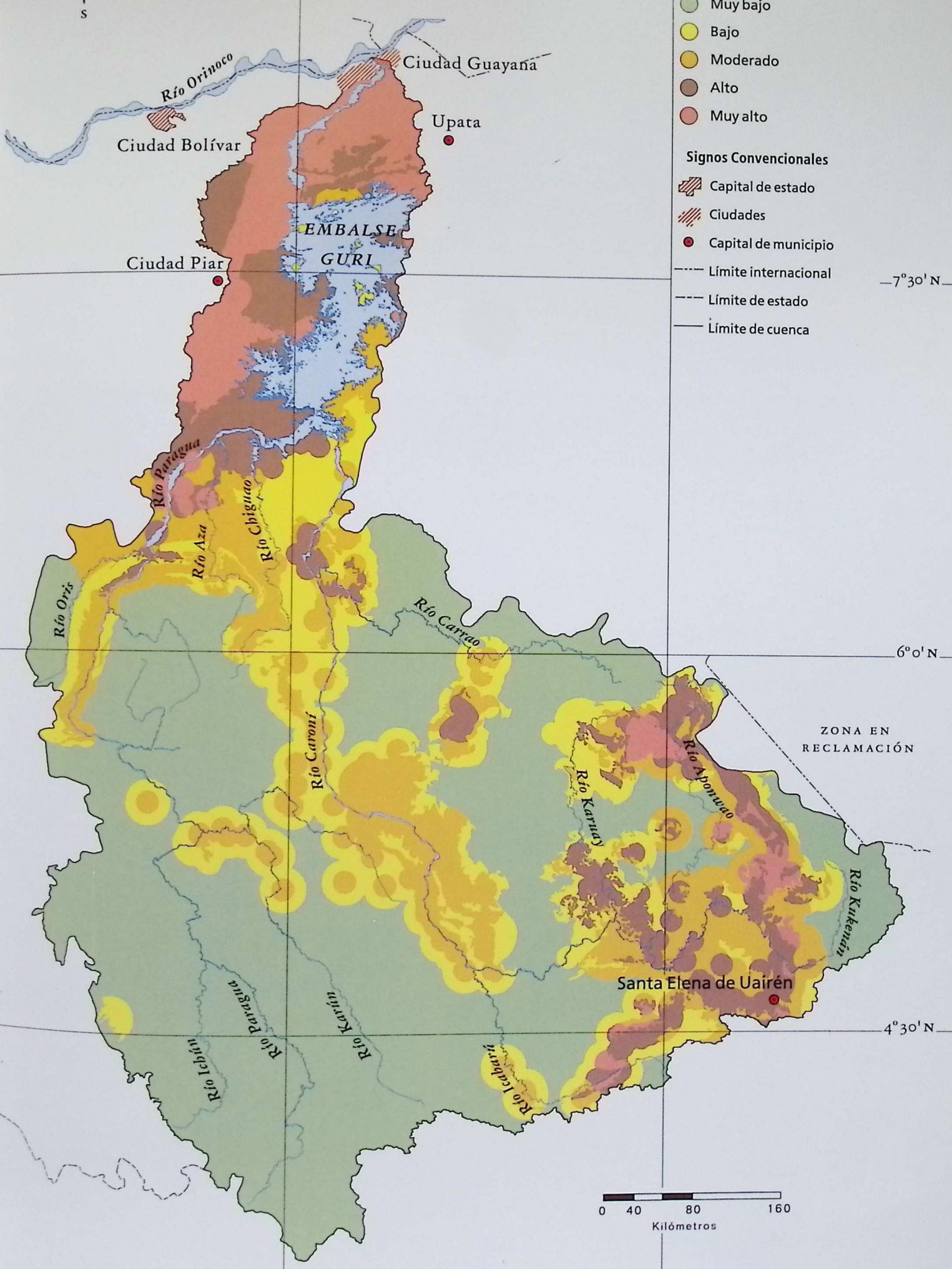
ZONA EN RECLAMACIÓN

4°30' N



63°0' W

61°30' W



Combate de incendio en la Gran Sabana.



Las áreas de Muy Alto riesgo de ocurrencia de incendios de vegetación representan 6,7% de toda la Cuenca, se localizan fundamentalmente en el Bajo Caroní, en menor extensión, en el Alto Caroní. Estas áreas están relacionadas con la presencia de sabanas en zonas de actividad agropecuaria, donde se utiliza el fuego como práctica tradicional, y en las adyacencias de vías de penetración, principalmente las del eje Luepa-Santa Elena de Uairén. La categoría de Alto riesgo representa 10,1% de la superficie de la Cuenca y se localiza fundamentalmente en el Alto Caroní y, en menor proporción, en el Bajo Caroní, seguido del Bajo Paragua. Las causas que originan este alto nivel de riesgo, son similares a las anteriores, a las cuales debe agregarse el impacto de la actividad minera. Estas áreas de Muy Alto y Alto riesgo de incendios se encuentran asociadas fundamentalmente, a las Zonas de Vida de Bosque Seco Tropical.

Las categorías de Muy Bajo y Bajo riesgo de incendio representan 62,6% de la Cuenca y se refieren a áreas con pocos y muy pocos usos, y áreas sin actividad antrópica donde predominan la vegetación boscosa. De acuerdo con los resultados obtenidos, los sectores del Alto Paragua y del Medio Caroní son los que muestran un menor riesgo de incendio.

Gradación de verdes y amarillos son el bosque y la sabana en eterna conversión.



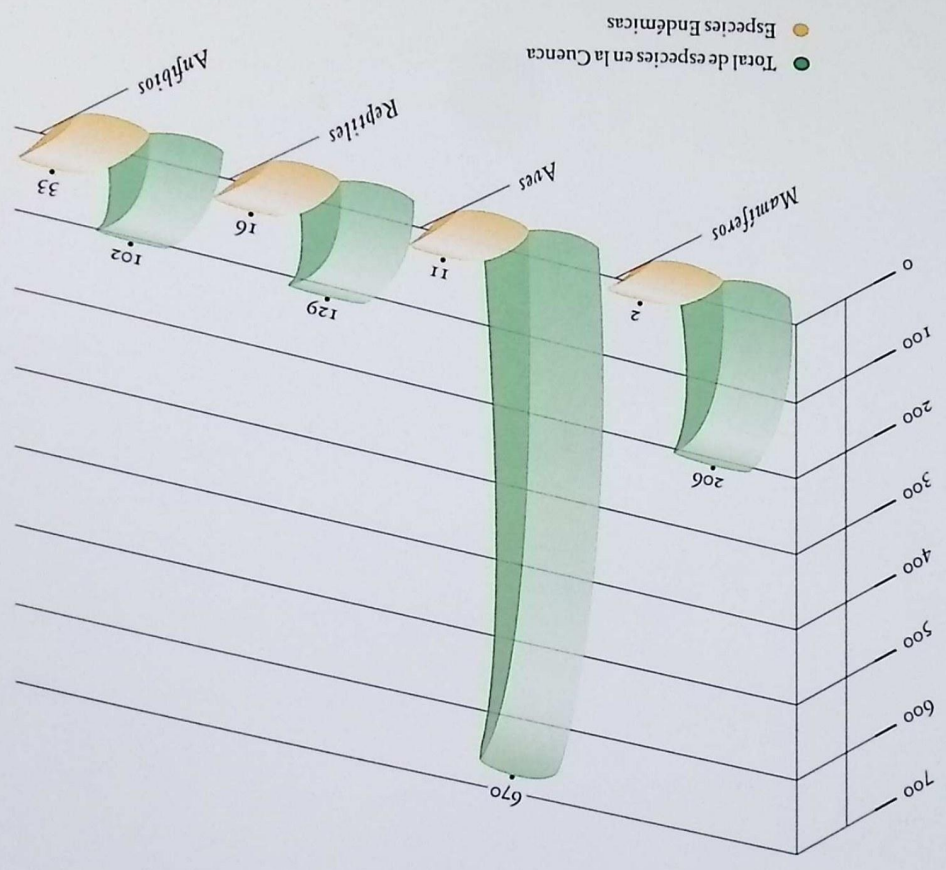


Gráfico 4.2 Especies de fauna silvestre.

FAUNA SILVESTRE

La Cuenca, con sólo 10% de la superficie del territorio venezolano, posee casi la mitad (49%) de la diversidad nacional de especies de fauna silvestre. El número de especies de vertebrados terrestres hasta ahora registradas es de 1.107, con 206 de mamíferos, 670 de aves, 129 de reptiles y 102 de anfibios (Cuadro 4.3). De este total, 62 especies han sido identificadas como endémicas, dentro de las cuales se incluyen 2 mamíferos, 11 aves, 16 reptiles y 33 anfibios (Gráfico 4.2); además existen 22 especies de aves de distribución restringida. Este importante número de especies endémicas y de distribución restringida tiene un gran significado biológico, indicativo de la riqueza biogenética existente y de su largo proceso de evolución. Las especies endémicas generalmente se encuentran confinadas a zonas geográficas muy localizadas y fragmentadas, por lo que sus hábitats son más sensibles a los cambios o afectaciones de toda índole. En este sentido, el más alto número de endemismos se concentra en los bosques altimontanos y tepuyanos, en particular en el Auyan-Tepuy, Chimanta-Tepuy, Koraima-Tepuy, Waikinitima-Tepuy y Sierra de Lema. Igualmente, dos áreas montañosas como el cerro Ichún y el cerro Marutani en el Alto Paragua, a pesar de haber sido muy poco exploradas, están incluidas en esta lista de lugares de alto endemismo.

Las especies de la fauna silvestre de la Cuenca pertenecen a la Bioregión del Sur del Orinoco y, en su mayoría, forman parte de la Región Biogeográfica Guayanesa, en particular de las provincias Guayanesa Baja y Guayanesa del Pan-Tepuy.

En total, han sido reconocidos 12 hábitats (lugar donde viven las especies) y 7 macrohábitats (posición general de la especie en su medio) de fauna silvestre en la Cuenca, los cuales

se listan en el Cuadro 4.4 y se muestran en el Mapa 4.3. Adicionalmente, en el Gráfico 4.3 se muestra la riqueza de especies de la fauna silvestre en cada una de los hábitats identificados. El bosque siempreverde es el que posee la mayor riqueza de especies de mamíferos (150) y aves (426); la sabana, el mayor número de reptiles (57); y el bosque montano, el mayor número de anfibios (44).

Cuadro 4.3 Distribución de especies de fauna silvestre.

Especies	Cuenca del Caroní	Venezuela	Total nacional
	núm. de especies	núm. total de especies	%
Mamíferos	206	327	63,0
Aves	670	1.370	48,9
Reptiles	129	292	44,2
Anfibios	102	275	37,1
<i>Total</i>	<b>1.107</b>	<b>2.264</b>	<b>48,9</b>

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol.1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t.6: Caracterización de los elementos bióticos, CVG-EDELCA, 2003.

Cuadro 4.4 Hábitats de fauna silvestre.

Hábitats de Fauna		Cuenca	
		km <sup>2</sup>	%
1	Saxícola (Sax)	0*	0
2	Arbustal (Arb)	4.767	5,17
3	Sabana (Saba)	16.509	17,91
4	Matorrales (Mat)	778	0,84
5	Bosque Semideciduo (Sede)	3.165	3,43
6	Bosque Ribereño (Ribe)	225	0,24
7	Bosque Siempreverde (Siem)	19.230	20,86
8	Bosque Submontano (Subm)	26.456	28,70
9	Bosque Montano (Mont)	14.024	15,22
10	Bosque Altimontano (Altm)	1.588	1,72
11	Herbazal Tepuyano (Tepu)	679	0,74
12	Áreas bajo intervención (Abi)	150	0,16
Superficie ocupada por Embalse Guri		3.744	4,06
Superficie ocupada por cursos permanentes e islas		855	0,93
<i>Total</i>		<b>92.170</b>	<b>100</b>

(\*) El hábitat Saxícola no registra valores porque presenta una distribución muy localizada, no cartografiable a la escala del estudio.

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol.1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t.6: Caracterización de los elementos bióticos, CVG-EDELCA, 2003.

Mapa 4.3  
Habitats de la fauna silvestre

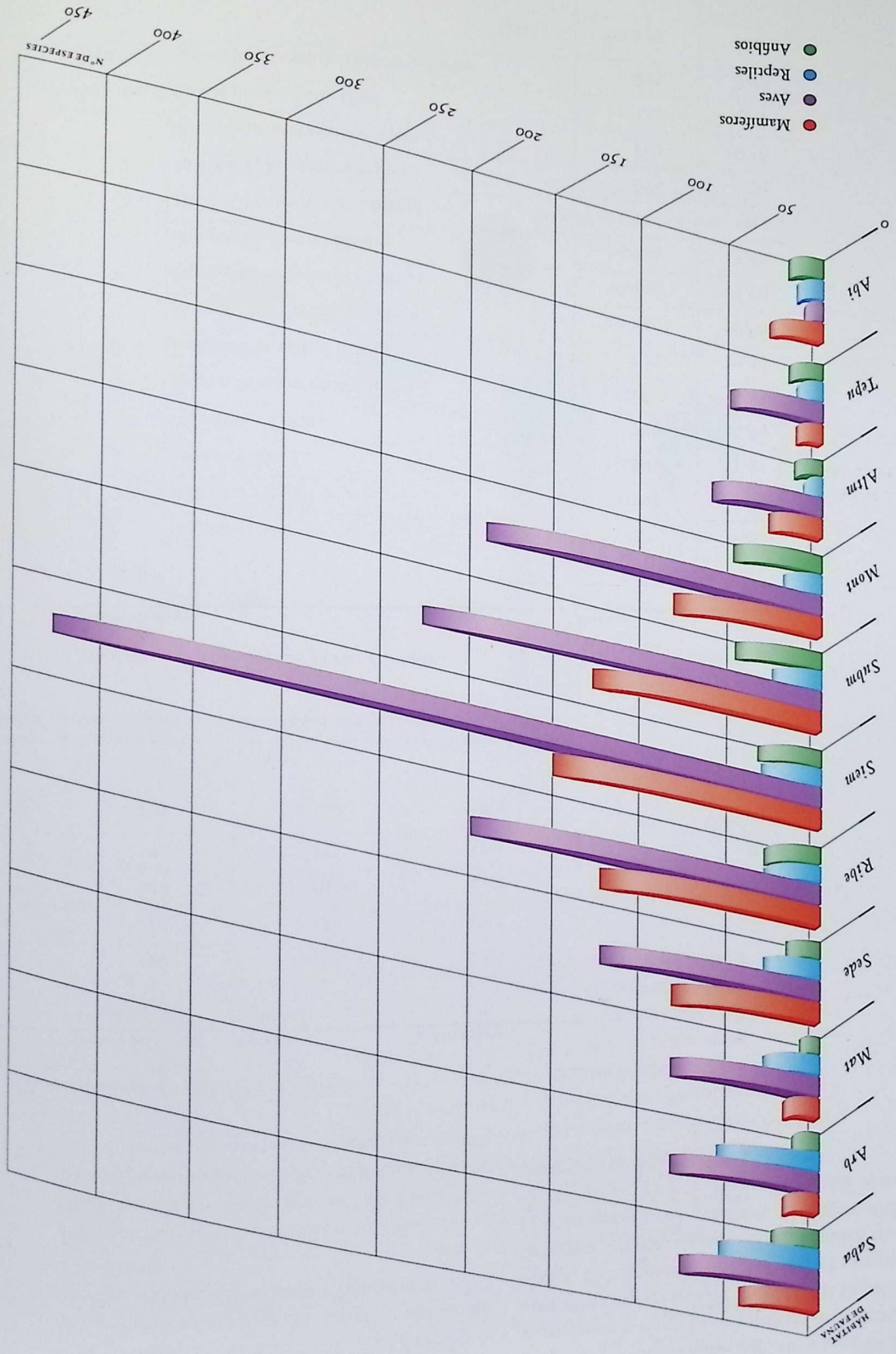


Gráfico 4.3 Riqueza de especies de fauna silvestre por unidad de habitat.



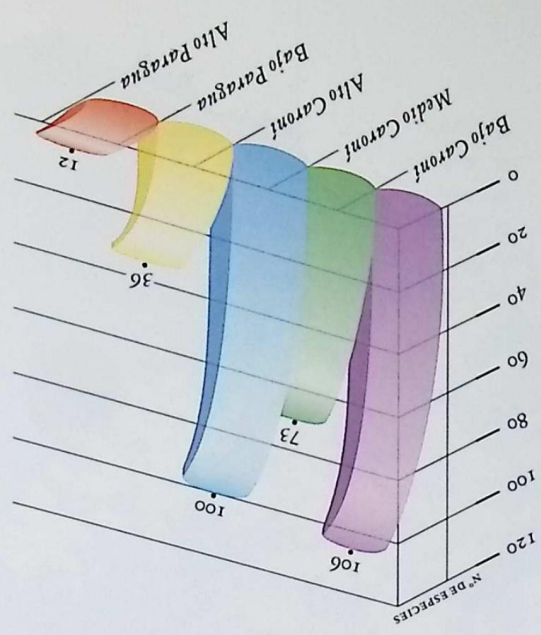


Gráfico 4.4. Especies de mamíferos colectados.

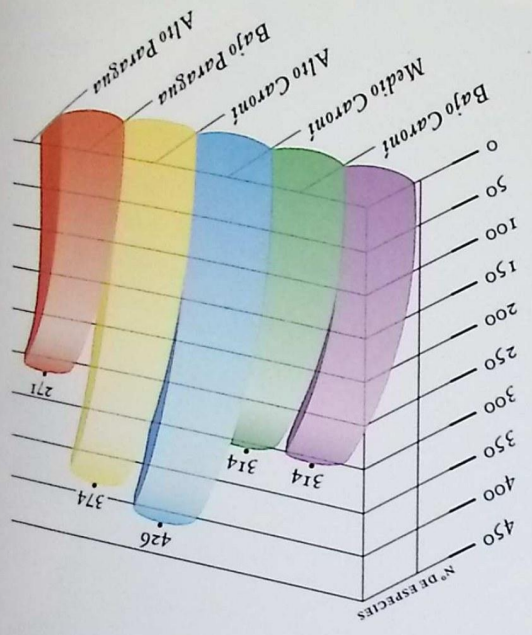


Gráfico 4.5. Riqueza de especies de aves.

DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE POR SECTORES

Resulta sumamente difícil el análisis de la distribución de la fauna silvestre por sectores de la Cuenca. Las estimaciones hasta ahora disponibles muestran una riqueza y composición de especies muy heterogénea y desigual que depende más de las facilidades de acceso y, por tanto, de la intensidad de los muestreos, que de la riqueza real que ellos poseen. Esta situación podría conducir a conclusiones inexactas desde el punto de vista estrictamente biológico.



Oso Melero.

De acuerdo con la información disponible, el mayor número de especies colectadas de fauna silvestre se concentra en el sector Bajo Caroni con 106 especies de mamíferos y 71 especies de reptiles; mientras que en el caso de los anfibios, el mayor número de especies (52) se concentra en el Medio Caroni. Los sectores más retirados y de más difícil acceso, como el Alto Paragua, prácticamente no tienen registros, a pesar de poseer las mayores extensiones de bosque siempreverde de toda la Cuenca que permitiría inferir la mayor diversidad de fauna.

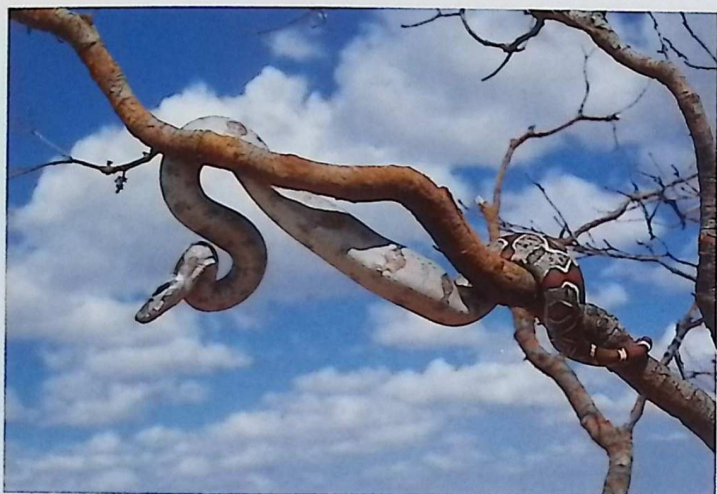
En los Gráficos 4.4, 4.5, 4.6, y 4.7 se muestra la riqueza de especies con la información disponible para cada uno de los sectores de la Cuenca.



Halcón Primito.



Rescate de fauna durante el llenado del Embalse Guri, 1968. (ARCHIVO DE CVG-EDELCA).



Tragavenado o macanarel.



Tortugas de agua dulce.

Gráfico 4.6 Especies de reptiles colectados.

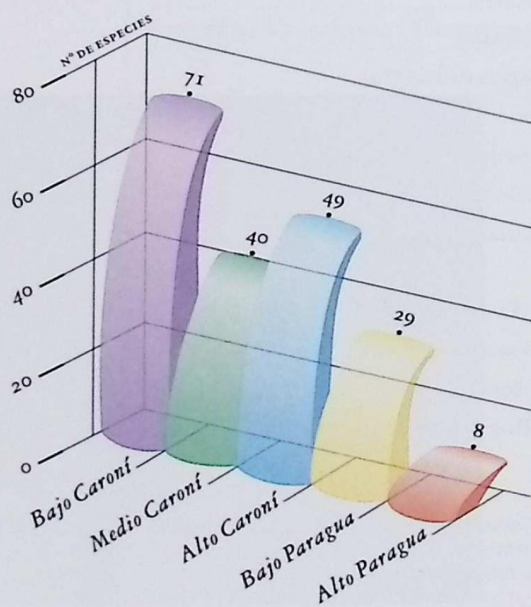
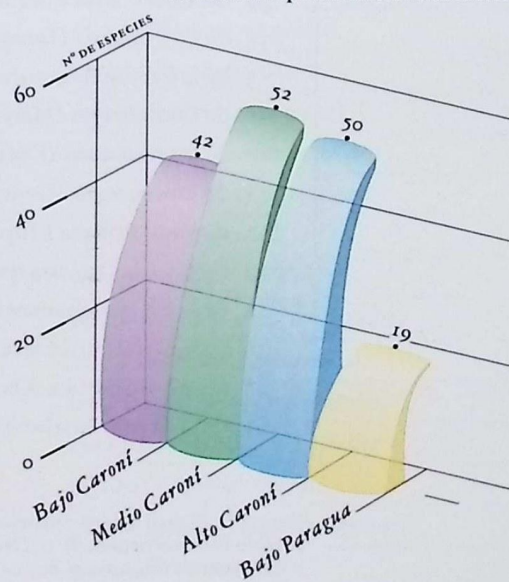


Gráfico 4.7 Especies de anfibios colectados.

Nota: no se dispone de información en el Alto Paragua.



El desarrollo hidroeléctrico del Caroní, iniciado hace más de cincuenta años, ha escrito interesantes páginas en la historia de las labores de investigación y rescate de animales y otros recursos naturales. Desde 1969 hasta mediados de los años ochenta, prestigiosas instituciones tales como la Fundación La Salle, la Universidad de los Andes y la Universidad Central de Venezuela, entre otras, han colaborado con CVG-EDFCA en el inventario, recolección, seguimiento y evaluación de la fauna silvestre en las áreas afectadas por las obras hidroeléctricas.

Durante el proceso de inundación de la primera etapa de Guri, se realizó una gran «Operación Rescate» en la cual fueron salvados miles de animales para alejarlos de las áreas de peligro. Igualmente, durante la realización del proyecto Macagua, se efectuó un inventario de la fauna existente en el área afectada por el proyecto. Más recientemente, durante la ejecución del proyecto Caruachi, se adelantó un Programa de Manejo y Rescate de Fauna. El programa de fauna silvestre asociado al proyecto hidroeléctrico Caruachi, incluyó un estudio detallado de la fauna silvestre y la fragmentación de los hábitats boscosos insulares, previos al llenado del embalse, y una Operación de Rescate de Fauna durante el proceso de inundación.

El diagnóstico de fauna silvestre realizado arrojó resultados inesperados acerca de los elementos zoológicos silvestres del Bajo Caroní, tales como el hallazgo de una especie autóctona de ave, hasta ahora desconocida para la ciencia: el Azullillo del Caroní (*Amauropsiza Carrizalensis*, n.sp.); la recolección de una especie de Mapanare (*Forthidium Lansbergii*) reportada hasta ahora en nuestro país sólo al norte del Orinoco; y la confirmación de la presencia de mamíferos grandes y medianos, como el Danto (*Tapirus Terres-tris*), el Venado Locho (*Mazama gouazoubira*) y el Mono Viudo (*Pithecia Pithecia*), los cuales parecían virtualmente ausentes en este sector de la Cuenca.

El Programa de Rescate de Fauna se llevó a cabo en los meses de enero a abril del 2003, durante el proceso de llenado del Embalse Caruachi. Este programa permitió el rescate de 9.150 ejemplares, los cuales fueron devueltos a sus hábitats. Dentro de las especies rescatadas, destacan:

- 482 de Mono araguato (*Alouatta seniculus*)
- 49 de Mono viudo (*Pithecia pithecia*)
- 59 de Mono capuchino (*Cebus olivaceus*)
- 155 de Oso melero (*Tamandua tetradactyla*)
- 3 de la Perea de dos dedos (*Choloepus didactylus*)
- 100 de Comadrejas (*Marmosa murina*)
- 512 de Puercoespín (*Coendou prehensilis*)
- 1712 de Morrocoyes (*Geochelone carbonaria*)
- 132 de Mato Pollero (*Tupinambis teguixin*)
- 1622 de Iguana (*Iguana iguana*)
- 322 de la Falsa mapanare dormilona (*Corallus hortulanus*)
- 30 de la Coral verdadera (*Micrurus isozonus*)
- 53 de la Lora bejuca (*Oxybelis fulgidus*)
- 362 de la Tragavenados o Macaurel (*Boa constrictor*)

## AMENAZAS A LA FAUNA SILVESTRE

La abundancia, diversidad y endemismo de la fauna silvestre en la Cuenca constituye una riqueza de primer orden que debe ser objeto de medidas acertadas de protección y estudio. Actualmente, el estado de conservación de la fauna es relativamente estable; sin embargo, existen un conjunto de actividades que, en determinadas áreas y de manera puntual, constituyen verdaderas amenazas.

La estabilidad de la fauna en la Cuenca obedece, en gran medida, a la existencia de extensas zonas con cobertura vegetal dominadas por bosques no intervenidos, poco accesibles y que funcionan como hábitats en estado prístino; a la alta pluviosidad que garantiza la existencia de los bosques siempreverdes; y a la permanencia de innumerables cuerpos de agua, necesarios para el sustento de la fauna. Adicionalmente, el bajo poblamiento humano y las pocas vías de acceso que caracterizan vastos

espacios de la Cuenca, disminuyen la presión sobre la fauna y sus hábitats. Por otro lado, las amenazas presentes se relacionan con los procesos de deforestación y quemadas extensivas con fines agrícolas, forestales y mineros, que degradan los hábitats, generan su pérdida y ocasionan la fragmentación de los bosques.

Existen en la Cuenca 30 especies bajo la categoría de amenazadas o vulnerables, de acuerdo con lo establecido en el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 1988), la Lista de Especies Nativas de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES, 1991), y la Lista de Especies Amenazadas de la Región del Gran Caribe, Protocolo Spaw del Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 1995). En su gran mayoría, estas especies están sometidas a una cierta presión de caza por la población que habita en la Cuenca.

### Aves

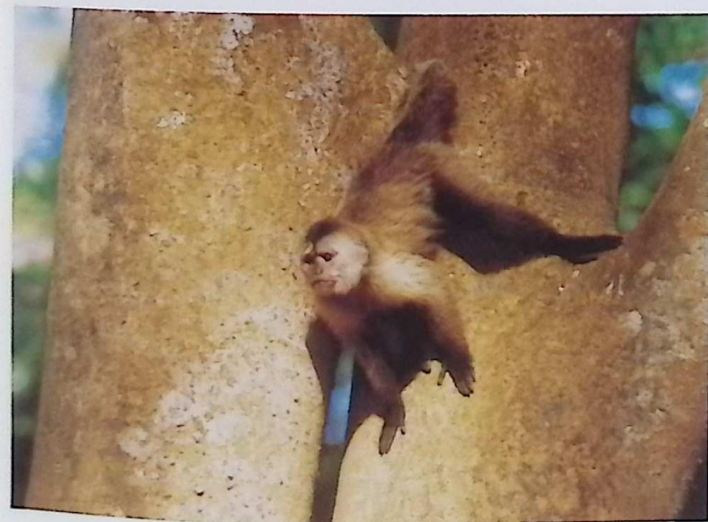
águila arpía (*Harpia harpyja*)  
loro cariazul (*Amazona dusfresnaia*)  
vencejo cuatroojos (*Cypseloides cherriei*)  
atrapamoscas piojito (*Polystrietus pectoralis*)  
candelita de Cardona (*Myioborus cardonai*).

### Reptiles

iguana (*Iguana iguana*)  
tragavenados (*Boa constrictor*)  
tortuga del Orinoco (*Podocnemys spansa*)  
tortuga pecho quebrado (*Kinosternon scorpioides*).

### Mamíferos

oso melero común (*Tamandua tetradactyla*)  
oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*)  
cuspón (*Priodontes maximus*)  
mono de noche (*Aotus trivirgatus*)  
mono viudita (*Callicebus torquatus*)  
mono capuchino común (*Cebus olivaceus*)  
mono viudo (*Pithecia pithecia*)  
mono barbudo (*Chiropotes satanas*)  
mono araguato (*Alouatta seniculus*)  
mono araña negro (*Ateles paniscus*)  
olingo (*Bassaricyon gabbii*)  
cuchicuchi (*Potos flavus*)  
coatí común (*Nasua nasua*)  
zorro común (*Cerdocyon thous*)  
zorro perro (*Speothos venaticus*)  
hurón (*Eira barbara*)  
huroncito (*Galictis vittata*)  
perro de agua (*Lontra longicaudis*)  
nutria (*Pteronura brasiliensis*)  
onza (*Herpailurus yaguaroundi*)  
cunaguaro (*Leopardus pardalis*)  
tigrillo (*Leopardus wieddi*)  
gato de monte (*Leopardus tigrinus*)  
puma (*Puma concolor*)  
jaguar (*Panthera onca*)  
danta (*Tapirus terrestris*).



Mono Capuchino común.

Cuadro 4.5 Peces en los principales ríos de Venezuela.

Nombre del río	Peces	Fuente
Orinoco	> 1.000	MACHADO Y FINK, 1996
Apure	380	TAPHORN, 1997
Caura	378	RODRÍGUEZ <i>et al.</i> , en prensa
Caroní	288	LASSO <i>et al.</i> , en preparación
	<i>núm. total de especies</i>	

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 6: Caracterización de los elementos bióticos, cap. 5: Fauna ictica, CVG-EDIELCA, 2003.

IGTIOTAVUNA  
 La biodiversidad hasta ahora registrada de especies de peces en la Cuenca es, en general, relativamente baja al compararla con el número total de especies de peces presentes en otros ríos del país (Cuadro 4.5), lo cual es característico de los ríos procedentes del Escudo Guayanés que atraviesan suelos anti-guos, lavados y muy pobres en nutrientes; con trayectos accidentados, muy escalonados, venciendo grandes desniveles, se convierten en ríos caudalosos y turbulentos de reducidas áreas sujetas a inundación.

El número total de especies de peces hasta ahora identificados se eleva a 288, con una distribución de 191 especies en el Bajo Caroní, 75 especies en el Alto Caroní, 106 especies en el Bajo Paragua. Esta distribución se muestra en el Gráfico 4.8. El porcentaje de especies de peces en el Bajo Caroní alcanza 66% del total de las reportadas en la Cuenca. Este alto porcentaje es producto del intenso intercambio que se opera con el río Orinoco y que se evidencia en la existencia de un elevado número de especies comunes para ambos ríos. Por su parte, el Embalse Guri se considera un caso particular de análisis por la siembra de algunas especies en el lago y por el efecto favorable a la ictiofauna que, durante los primeros años de operación del embalse, trajo el represamiento y la fertilización natural de las aguas.

Aguas arriba del embalse, el número de especies disminuye drásticamente debido al efecto de la represa del Guri que interrumpió los movimientos migratorios de numerosas especies, actualmente ausentes en el lago. Esta disminución, además, es una consecuencia previsible cuando se avanza hacia las proximidades de las cabeceras de los ríos, ya que disminuye tanto el tamaño del curso fluvial como el número de nichos ecológicos, y aumenta la rapidez de las aguas debido a lo abrupto del lecho en este sector del río.

De las 288 especies identificadas, 177 se consideran raras porque tienen una distribución espacial restringida y se localizan únicamente en uno de los sectores de la Cuenca, mientras que sólo 18 son considerados como frecuentes por encontrarse en casi todos los sectores. El número de especies endémicas identificadas es de 29, la mayoría de ellas (19) presentes en el sector Alto Caroní. En particular, llama la atención el alto endemismo registrado en los ríos de La Gran Sabana, donde 14 de las 50 especies registradas son endémicas.

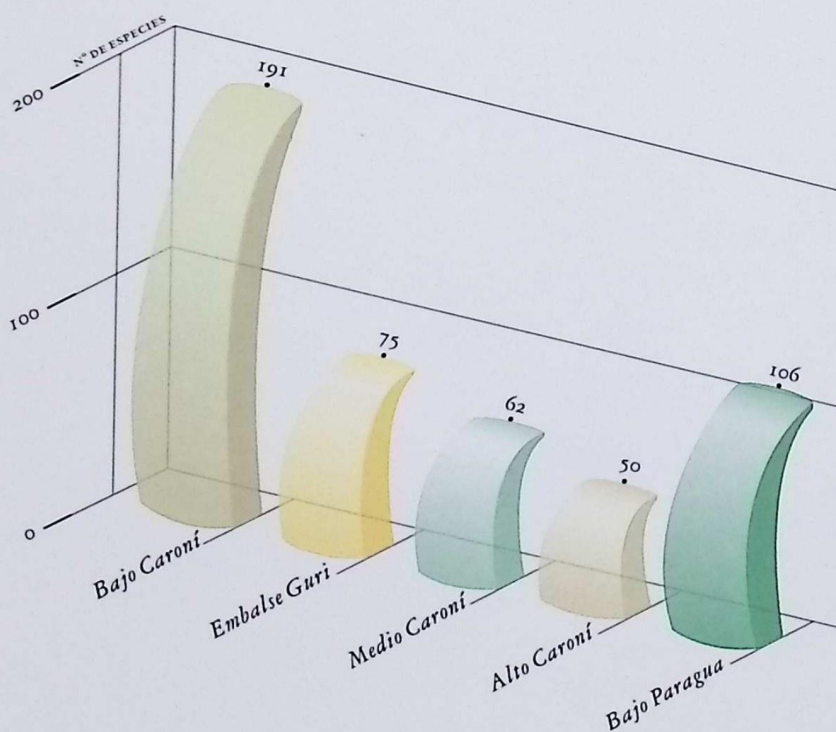
Los esfuerzos de investigación por conocer la composición de la ictiofauna de la Cuenca han sido escasos y fragmentados. Existen notables vacíos de información, especialmente respecto a la parte alta de la Cuenca, donde se conoce poco de la ictiofauna y, en particular, sobre los ciclos de vida de las especies más representativas. En términos generales y con base en la

información disponible, se concluye que la biodiversidad íctica en la Cuenca es de moderada a baja, comparada con el número total de especies de peces presentes en otros ríos del país; la biomasa íctica es pobre en la mayor parte del curso del río Caroní, excepto en el Embalse Guri donde el represamiento y la fertilización natural de las aguas produjo un efecto favorable a la ictiofauna. Por este mismo proceso, es posible que los nuevos represamientos de Macagua, Caruachi y Tocoma, provoquen efectos favorables para algunas especies de peces.

En el Bajo Paragua la biomasa alcanza niveles mayores a los que se reportan en los otros sectores del río Caroní, sin llegar a niveles importantes, pero donde podrían dar lugar a una posible explotación comercial controlada y a otras actividades de pesca y piscicultura.

Gráfico 4.8 Riqueza íctica por sectores.

Nota: no se dispone de información en el Alto Paragua.





# La Población

*Proceso de ocupación*

*Patrón de asentamiento de la población*

*Aspectos demográficos*

*Población indígena*

*Infraestructura y servicios*

Las investigaciones arqueológicas realizadas revelan la presencia de poblaciones recolectoras, cazadoras y pescadoras, desde finales del Pleistoceno. El material encontrado en estos sitios ha sido asociado a grupos tempranos de cazadores y recolectores, cronológicamente ubicados alrededor de los 7.000 a 5.000 a.C. Las colecciones arqueológicas permiten discernir dos tradiciones líticas: la Caroní y la Guayana. La Tradición Caroní podría haber dado lugar a las migraciones a las Antillas y constituir el sustrato a partir del cual se generó la etnia Warao. La Tradición Guayana corresponde a grupos humanos que ocuparon los mismos espacios, pero en épocas diferentes y con una dispersión que se prolonga a las cercanías de los rápidos de Atures y Caruachi. Posteriormente, el Bajo Caroní comenzó a ser ocupado por grupos agro-alfareros de las tradiciones cerámicas orinoquenses: Macapalma, Barrancas y Ronquin, desarrolladas a partir del 300 a.C, las que al fusionarse dieron origen a la tradición cerámica Cachamay, de desarrollo local, ubicada temporalmente entre el 1.000-1.600 d.C. La forma de vida de las etnias que habitaron las márgenes del Caroní se correspondía con una economía de subsistencia, autónoma e igualitaria. Desde principios de la era cristiana se fue configurando el patrón de asentamiento y formas de relación con su entorno inmediato que mantienen, incluso hoy día, los grupos indígenas menos intervenidos. Durante este período hubo una estrecha relación entre el paisaje, la intensidad y naturaleza de las actividades productivas y la complejidad de las relaciones sociales.

#### PERÍODO COLONIAL

(siglos XVI – XVIII)

El Período Colonial refiere las modalidades de ocupación de las distintas órdenes misioneras durante los siglos XVI, XVII y XVIII, se destaca su legado para la conformación del espacio que hoy en día corresponde al estado Bolívar.

En este período, tuvo lugar un patrón de asentamiento diferente al que originalmente tenía la población indígena y fue la resultante de una labor de civiles, militares y, sobre todo, de las órdenes de misioneros pertenecientes a la Compañía de Jesús, Franciscanos Observantes y Capuchinos Catalanes. Los misioneros elegían, como punto de partida para el emplazamiento de sus poblados, los sitios donde ya existían asentamientos indígenas.

El poblamiento de Guayana, por parte de la Corona española, se produjo a lo largo de tres siglos, en forma escalonada y tardía, por incursiones organizadas fundamentalmente desde seis puntos geográficos distintos. En el siglo XVI, desde Margarita, Paria y Trinidad, por Caño Mánamo hasta Barrancas. En el siglo XVII, incursiones por el Atlántico efectuadas por Holanda, Inglaterra y Francia. Los Capuchinos Catalanes, desde Trinidad por el Caño Mánamo al Orinoco; los Capuchinos Aragoneses, desde la Provincia de Barinas por el río Santo Domingo hasta el Apure y el Orinoco; la Compañía de Jesús, desde el Nuevo Reino de Granada, por el río Meta hasta el Apure y el Orinoco; y los Franciscanos Observantes, desde la Provincia de Nueva Andalucía, por Unare y Mánamo.

Durante este período comienza la fundación de los primeros pueblos de misión, con todos los contratiempos que imponían las dificultades de acceso a la zona y la oposición de los grupos indígenas. Otra acción la constituyó la construcción de fortificaciones para la defensa de la ruta frente a las constantes incursiones de ingleses, holandeses y franceses, tratando de buscar la ruta hacia El Dorado y controlar el comercio de toda el área. En el siglo XVIII se definen los centros de poder, el ámbito geográfico y se organiza realmente el espacio económico por parte de los Capuchinos Catalanes.

Los pueblos que se fundaron tenían las características propias del modelo de los municipios españoles, cuya distribución evidenciaba relaciones de desequilibrio social al diferenciar el espacio urbano, asiento de los poderes, del espacio rural destinado a la producción agrícola y pecuaria. Los misioneros introdujeron el ganado como fuente de alimento hacia 1725, con lo cual se fueron organizando los hatos en tierras de Guayana. La relación de misiones de finales del siglo XVIII describe la existencia de treinta y un poblados e idéntica, al menos, ocho grupos indígenas diferentes, de los cuales destacan los Caribes, Guayanos y Barinagotos. Las causas de desaparición de algunos pueblos de misión fueron de diversa índole, entre ellas se encuentran los ataques de los Caribes y de los ingleses y la fuga o sublevación de sus propios encomendados.

El proceso de integración de Guayana a la nación venezolana abarca desde los años treinta hasta los años setenta del siglo xx. A principios de este período, el espacio sur del estado Bolívar estaba ocupado exclusivamente por la población indígena que históricamente se había mantenido asociada al medio natural. El Estado venezolano, consciente del vacío poblacional y de las dificultades que se sentían para lograr el poblamiento de la zona sur, decidió en 1915 readoptar el sistema misionero. Sin embargo, no es sino hasta 1922 cuando se firma un convenio entre el Superior de la Orden de los Capuchinos y el Ministerio de Relaciones Interiores. Por su parte, en 1955 se otorgó permiso para la presencia de misioneros evangélicos en zonas indígenas. La población criolla comenzó a migrar a la región a partir de 1931, época en la que se descubrieron yacimientos de oro y diamantes en el cerro Parai-Tepuy, cerca de Santa Elena de Uaietén. Los núcleos de población fundados durante esta primera etapa fueron: Santa Elena de Uaietén (1931), Luepa (1933), Santa Teresita de Kavanayén (1942), Ikarbaru (1947), Nuestra Señora de Kamarara (1954), Santa María de Uonken (1957), La Paragua (1959) y Urimán (1961). La explotación minera de El Callao que había comenzado a mediados del siglo xix y la explotación sistemática de los yacimientos de hierro ubicados en los cerros Bolívar, San Isidro, El Pao y El Trueno, iniciada en los años cuarenta, unidas a la certeza de la existencia de otras riquezas minerales, energéticas y forestales, llevaron al Ejecutivo Nacional a implementar una estrategia de desarrollo coherente para Guayana. En tal sentido, a partir de los años cincuenta, se dio inicio a una serie de acciones planificadas, entre las cuales destacan: la creación del Instituto Autónomo Corporación Venezolana de Guayana, CVG (1960) y de EDELCA (1963); la construcción de la Central Hidroeléctrica «Raúl Leóni» (1959-1984); el cierre de caño Mánamo para regular el caudal del Orinoco, facilitar su navegación y controlar las inundaciones (1960-1964); el decreto de creación de Ciudad Guayana como «Santo Tomé de Guayana», formado por la zona industrial de Matanzas y los centros poblados de Puerto Ordaz y San Félix (1961); la construc-

El Período Republicano reseña los principales cambios ocurridos desde la gesta libertadora hasta los primeros años del siglo xx. Al momento de firmarse el Acta de Independencia en Caracas en 1811, el Cabildo de Guayana se declaró fiel a la Regencia; se cree que en parte fue por influencia de los misioneros, quienes para aquel entonces habían alcanzado un excelente desarrollo económico, fundamentado en la ganadería.

En 1817, Manuel Piar y Manuel Cedeño tomaron Caruachi y Upara y con ello iniciaron la persecución de los misioneros por parte de los patriotas, lo que se tradujo en la desarticulación de la organización social y económica que Guayana había alcanzado bajo la orden capuchina. Durante buena parte del siglo xix, el Gobierno británico y el venezolano discutieron la posesión del territorio de Guayana. Los ingleses habían comprado las posesiones holandesas desde 1814 y alegaban la propiedad de un área que incluía parte del Delta y de Guayana. Igualmente se discutían los límites con Brasil. Después de varios cambios de nombre y de jurisdicción durante los últimos treinta años del siglo xix, en 1901 se decretó el Estado Bolívar. Finalmente en 1909, Venezuela quedó conformada por 20 estados, 2 territorios y 1 Distrito Federal. El estado Bolívar, conformado por los distritos Cedeño, Heres, Roscio, Sucre y Piar quedó separado de los territorios Amazonas y Delta Amacuro. El siglo xix culmina con la destrucción de la base agropedecuaría de la Región y un desgastado y del ordenamiento político territorial. No obstante, durante ese período se va conformando la idea de una nueva estrategia económica para aprovechar los recursos de ese espacio, a partir de las reseñas de viaje de Agustín Codazzi y del descubrimiento del aluvión aurífero de El Callao en 1842.

ción del Puente Angostura para facilitar la integración por vía terrestre con el resto del país (1967); el desarrollo de la industria básica del hierro y el aluminio, industrias metalme-cánica, de productos químicos y de procesa-miento forestal, durante las décadas 60 y 70; la construcción de la carretera km 88 – Santa Elena de Uairén, que culmina en 1972; la declaratoria de Áreas Bajo Régimen de Admi-nistración Especial (ABRAE) que abarca el Par-que Nacional Canaima (1962), la Reserva Fo-forestal La Paragua (1968), y la Zona Protectora Sur del Estado Bolívar (1975); y el desarrollo del enorme potencial hidroenergético de la Cuenca como motor esencial del desarrollo regional, a través de la empresa CVG-EDELCA, el cual se inicia a fines de la década de los cin-cuenta y continúa hasta nuestros días.

En el espacio rural, ocupado fundamen-talmente por población indígena, las acciones emprendidas por el Estado estuvieron dirigi-das a extender los programas nacionales de políticas públicas en salud, educación, vivien-da y agricultura. Es sólo con la aprobación de la nueva Carta Constitucional de 1999 como se reconocen derechos constitucionales a los pueblos indígenas, su organización social, po-lítica y económica, su cultura, usos y costum-bres, idiomas y religiones, así como su hábitat y derechos originarios sobre las tierras que ocupan y que son necesarias para desarrollar y garantizar sus formas de vida. El desarrollo legislativo de tales principios constitucionales está aún en una fase incipiente y requerirá un enorme esfuerzo de concertación y redefini-ción del uso y ocupación de los espacios.



*Comunidad indígena a orillas del Caroní.*

## PATRÓN DE ASENTAMIENTO DE LA POBLACIÓN

El proceso de ocupación de la Cuenca ha dado como resultado la coexistencia de tres patrones diferenciados de asentamiento de la población con características culturales, socioeconómicas y de ocupación del territorio claramente diferenciados. Tales patrones se refieren a los asentamientos de carácter urbano<sup>6</sup>; asentamientos de carácter rural<sup>7</sup> que incluye dos modalidades: rurales tradicionales (criollo) y rurales mineros; y las comunidades indígenas<sup>8</sup>.

En el Cuadro 5.1 se muestra la distribución de la población para el 2001 por patrones de asentamiento en las áreas de los diferentes municipios que integran la Cuenca (Gráficos 5.1 y 5.2).

**Patrón urbano:** para el 2001, el patrón urbano agrupó un poco más del 90% de la población que habita en la Cuenca, casi toda concentrada en Ciudad Guayana (628.955 hab.). Los otros centros urbanos son Santa Elena de Uairén (9.220 hab.)<sup>9</sup> y Guri (4.334 hab.). Adicionalmente, se puede considerar como población urbana de la Cuenca a la establecida en Ciudad Piar (8.708 hab.) y San Francisco (3.225 hab) las cuales, a pesar de estar fuera del área de la Cuenca, se encuentran tan cerca que interactúan de manera integral en la misma.

**CARACTERÍSTICAS:**

- Población mayoritariamente criolla.
- Alta densidad poblacional, fuertemente concentrada en el Bajo Caroni, y en particular, en Ciudad Guayana.
- Actividades económicas predominantes: industrias básicas de generación eléctrica, hierro y aluminio, servicios y comercio.
- Concentra las funciones administrativas del Estado y los servicios financieros, de salud, de educación y las principales actividades comerciales.

**Patrón rural:** en el 2001 este patrón agrupó alrededor del 6% de la población de la Cuenca, distribuida en proporciones similares en los municipios Caroni (2,4%), Raúl Leóni (1,9%) y Piar (1,8%). Se reconocen alrededor de 120 centros poblados de alta dispersión en el área y bajas densidades poblacionales, con la siguiente distribución de acuerdo con el número de habitantes:

<sup>9</sup> El censo 2001 no incluye las Comunidades Indígenas Estadísticas (INE).

(Instituto Nacional de otros asentamientos. permite distinguirlos de particulares, lo que caracteriza al asentamiento propio que imprimen expresiones culturales y organización social y consecuencia formas de Indígenas y poseen en uno o más Pueblos miembros pertenecen a declarado indígena. Sus mayoría se ha cuya población el cual se le reconoce, nombre particular por de ocupación con un generalmente ubicado es todo asentamiento indígena:

<sup>8</sup> Comunidad indígena: es todo asentamiento ubicado en sus áreas tradicionales de ocupación con un nombre particular por el cual se le reconoce, cuya población mayoritaria se ha declarado indígena. Sus miembros pertenecen a uno o más Pueblos Indígenas y poseen en consecuencia formas de organización social y expresiones culturales propias que imprimen características al asentamiento de particulares, lo que permite distinguirlos de otros asentamientos. Estadística INE).

<sup>7</sup> Área rural: Comprende los centros poblados con menos de 2.500 habitantes, definida en cualquier nivel de la división Político-Territorial del país. (Instituto Nacional de Estadística INE).

<sup>6</sup> Área urbana: comprende las localidades o poblados con 2.500 y más habitantes, definida en cualquier nivel de la división Político-Territorial del país. (Instituto Nacional de Estadística INE).

Gráfico 5.1 Distribución de la población por municipio en la Cuenca. Año 2001.

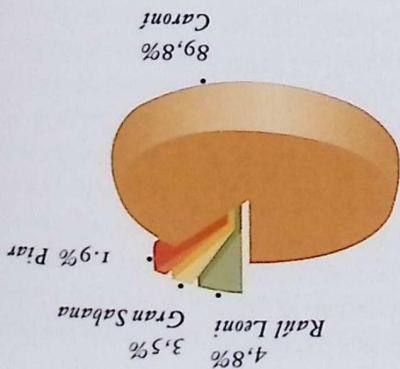
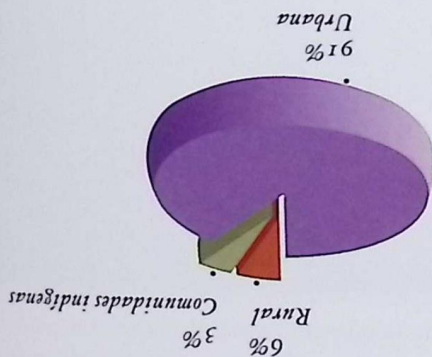


Gráfico 5.2 Distribución de la población por tipo de asentamiento en la Cuenca. Año 2001.



Cuadro 5.1 Población en la Cuenca 2001.

Municipio	Porcentaje
Caroni	(4)
HERES	(5)
RAÚL LEÓNI	(4)
GRAN SABANA	(4)
SIFONTES	(5)
PIAR	(6)

- 56% con menos de 100 habitantes
- 29% entre 100 y 350 habitantes
- 12,5% entre 350 y 1000 habitantes
- 2,5% entre 1000 y 2300 habitantes

Dentro del patrón rural de asentamiento, se diferencian dos modalidades en función de la actividad económica realizada.

*Asentamientos rurales tradicionales:* dedicados a actividades agropecuarias de subsistencia, semicomercial y, en algunos casos, comerciales. Las poblaciones de mayor tamaño son La Paragua (2.297 hab.), El Cristo (1.464 hab.), Santa Bárbara (1.134 hab.) y Periquera (861 hab.), ubicados principalmente en los sectores Bajo Caroní y Bajo Paragua.

*Asentamientos rurales mineros:* dedicados a la actividad minera formal e informal de aluvión, a lo largo de los cauces de los ríos Caroní, Paragua, Oris, Karún e Ikabarú, entre otros. Las poblaciones de mayor tamaño son San Salvador de Paúl (1.043 hab.) y Urimán<sup>10</sup> (504 hab.), ubicados principalmente en los sectores Alto Caroní y Bajo Paragua. En estos asentamientos existen una presencia de mano de obra extranjera (garimpeiros) y una creciente participación de población indígena.

<sup>10</sup> Un alto porcentaje de su población es indígena, cuya actividad fundamental es la minería.

*Patrón comunidades indígenas:* en el 2001 este patrón agrupó 3% de la población en la Cuenca, localizado fundamentalmente en el municipio Gran Sabana. Se identificaron 342 comunidades indígenas, de las cuales las de mayor tamaño son: Mana-Krü (1.346 hab.), Canaima (935 hab.), Kavanayén (837 hab.), San Francisco de Yuruaní (716 hab.) y Maurak (837 hab.). De acuerdo con el número de habitantes, las comunidades se distribuyen de la siguiente manera:

- 85,7 % con menos de 100 habitantes
- 11,4 % entre 100 y 350 habitantes
- 2,6 % entre 350 y 1000 habitantes
- 0,3 % entre 1000 y 1350 habitantes

#### CARACTERÍSTICAS:

- Alta dispersión espacial y bajas densidades poblacionales.
- Prevalcen tamaños poblacionales menores a 100 habitantes, con cierta tendencia a la concentración.
- Principalmente ubicadas en el Alto y Medio Caroní.
- Actividades económicas dirigidas a la subsistencia del grupo familiar, prevalecen las actividades tradicionales como el conuco indígena y la caza en menor cuantía.
- Incorporación progresiva a otras actividades económicas como son la minería y el turismo.

Área Total Municipio km <sup>2</sup>	Porcentaje del Municipio en la Cuenca %	Población Municipio <sup>(1)</sup> hab	Población en la Cuenca (hab)			Total 2001
			Urbana <sup>(2)</sup>	Rural <sup>(2)</sup>	Comunidades Indígenas <sup>(3)</sup>	
1.612	84	646.541	628.955	17.586	—	646.541
585	3	292.833	—	—	—	—
54.386	94	30.062	16.267	13.795	4.773	34.835
32.088	97	9.220	9.220	—	16.147	25.367
24.392	4	26.947	—	—	—	—
15.988	46	89.410	—	13.100	464	13.564
		<i>Total Cuenca</i>	654.442	44.481	21.384	720.307
			90,9%	6,2%	3,0%	100,0%

(1) No incluye la población empadronada en el Censo de Comunidades Indígenas.

(2) Se utilizó la misma proporción de población urbana y rural del Censo OCEI 1990, a excepción del Municipio Gran Sabana, donde se consideró que la población rural pertenece a Comunidades Indígenas.

(3) Se estimó basándose a los resultados preliminares del Censo 2001 de las Comunidades Indígenas.

(4) Se consideró que el 100% de la población del Municipio está incluida en la Cuenca.

(5) Se consideró que el 100% de la población urbana del Municipio está fuera de la Cuenca.

(6) Se consideró que el 100% de la población urbana del Municipio está fuera de la Cuenca y sólo está incluida la cuota parte de la población rural proporcional al porcentaje del área del Municipio en la Cuenca.

**ASPECTOS DEMOGRÁFICOS**

La población que habita en la Cuenca ha ido en aumento continuo y sostenido desde la década de los sesenta. Este crecimiento ha sido superior al registrado en el estado Bolívar y al de la Cuenca, para 1990, representaron 3,2% del total de la población del país, cifra esta que se eleva a 3,95% para el Censo del 2001.

(Gráficos 5.3 y 5.4)

Con base en los resultados del XIII Censo General de Población y Vivienda (2001)<sup>11</sup>, se estima que el incremento de la población en la Cuenca fue de 207.568 personas (40,5%) con respecto al Censo de 1990, lo cual corresponde a un crecimiento promedio anual de 3,5 habitanes por cada 100, índice superior al registrado a nivel nacional de 2,3% y en el estado Bolívar de 2,8% para el mismo período.

Las tasas de crecimiento de la población de los municipios ubicados dentro de los límites de la Cuenca, muestran tendencias similares. Durante el período 1971-1980, los municipios Gran Sabana y Caroní presentaron las más altas tasas de crecimiento del país: 100% y 113%, respectivamente. Durante el período 1990-2001, el crecimiento continúa siendo alto aunque inferior a las elevadísimas tasas del período anterior. Los municipios, Caroní, Raúl Leoni, Gran Sabana y Piar

mostraron, en esta década, tasas de crecimiento de 38,8%; 63,7%; 56,2% y 39,7%, respectivamente. De acuerdo con las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística, se espera que para la década 2000-2010, la tasa de crecimiento poblacional en la Cuenca se modere, descendiendo desde 40,4% (1990-2001) a 29,6% (2000-2010).

La Cuenca se caracteriza por una marcada diferencia en la densidad de ocupación del territorio (Cuadro 5.2), específicamente entre la zona norte, municipio Caroní, en la cual se concentra la mayor parte de la población, y el resto de la Cuenca que incluye el Medio y Alto Caroní y el Bajo y Alto Paragua. Estos últimos, debido a una serie de factores socio-culturales, económicos y biofísicos, tales como las patrones tradicionales de asentamiento indígena, la falta de infraestructura y la baja fertilidad de los suelos, han presentado históricamente bajos niveles de ocupación. En efecto, si bien la densidad poblacional ha venido aumentando en los últimos años, continúa siendo muy baja. La densidad para toda la Cuenca en el 2001, se sitúa en 7,8 habitantes por kilómetros cuadrados. En el caso del Municipio Caroní es de 477,8 hab/km<sup>2</sup>, escasamente de 1,8 hab/km<sup>2</sup> en el Municipio Piar, de 0,8 hab/km<sup>2</sup> en el Municipio Raúl Leoni y de 0,7 hab/km<sup>2</sup> en el Municipio Gran Sabana.

**ASPECTOS DEMOGRÁFICOS**

La Cuenca se caracteriza por una marcada diferencia en la densidad de ocupación del territorio (Cuadro 5.2), específicamente entre la zona norte, municipio Caroní, en la cual se concentra la mayor parte de la población, y el resto de la Cuenca que incluye el Medio y Alto Caroní y el Bajo y Alto Paragua. Estos últimos, debido a una serie de factores socio-culturales, económicos y biofísicos, tales como las patrones tradicionales de asentamiento indígena, la falta de infraestructura y la baja fertilidad de los suelos, han presentado históricamente bajos niveles de ocupación. En efecto, si bien la densidad poblacional ha venido aumentando en los últimos años, continúa siendo muy baja. La densidad para toda la Cuenca en el 2001, se sitúa en 7,8 habitantes por kilómetros cuadrados. En el caso del Municipio Caroní es de 477,8 hab/km<sup>2</sup>, escasamente de 1,8 hab/km<sup>2</sup> en el Municipio Piar, de 0,8 hab/km<sup>2</sup> en el Municipio Raúl Leoni y de 0,7 hab/km<sup>2</sup> en el Municipio Gran Sabana.

11 El XIII Censo General de Población y Vivienda incluye dos operativos, el Censo General y el Censo de las Comunidades Indígenas.

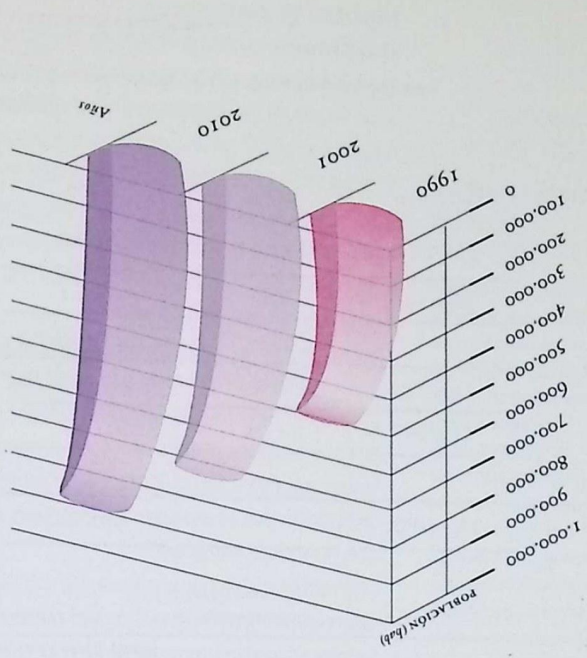


Gráfico 5.3 Población en la Cuenca.

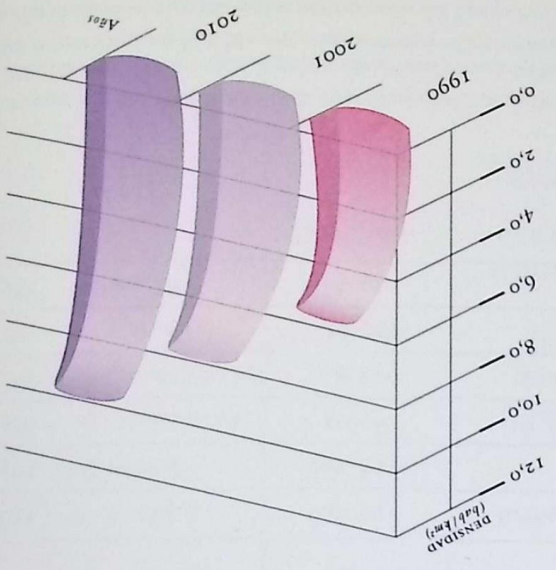


Gráfico 5.4 Densidad de población (total Cuenca).

De los seis municipios cuyas jurisdicciones participan en el área de la Cuenca, es en los municipios Caroní, Raúl Leoni y Gran Sabana donde fundamentalmente se ubica la población (98,1% del total). La población de los municipios Caroní y Raúl Leoni es, en su mayoría, de origen criollo; en contraposición con la del Municipio Gran Sabana, que es predo-

minantemente indígena. Las estimaciones realizadas dan cuenta de una población en la Cuenca extremadamente joven, donde 48% tiene edad comprendida entre 0 y 19 años y sólo 2,6% se encuentra por encima de los sesenta años. Al analizar la pirámide de población de estos municipios (Gráfico 5.5, 5.6 y 5.7), se aprecian los siguientes elementos:

Cuadro 5.2 Aspectos demográficos.

Municipio	Población en la Cuenca			Tasa crecimiento	Densidad en la Cuenca		
	bab				%	bab / km <sup>2</sup>	
	1990	2001	2010	1990-2001	1990	2001	2010
CARONÍ	465.738	646.541	796.480	38,8	344,2	477,8	588,6
RAÚL LEONI	21.280	34.835	42.808	63,7	0,4	0,7	0,8
GRAN SABANA	16.235	25.367	30.894	56,2	0,5	0,8	1,0
PIAR	9.712	13.564	16.699	39,7	1,3	1,8	2,3
<i>Total</i>	512.965	720.307	886.881	40,4	5,6	7,8	9,6

FUENTE: Censo INE 2001, Censo Indígena 1992 y Censo OCEI 1990.



La Nueva Periquera pone junto a la selva, el orden de la civilización no agresiva. Bajo Paragua.

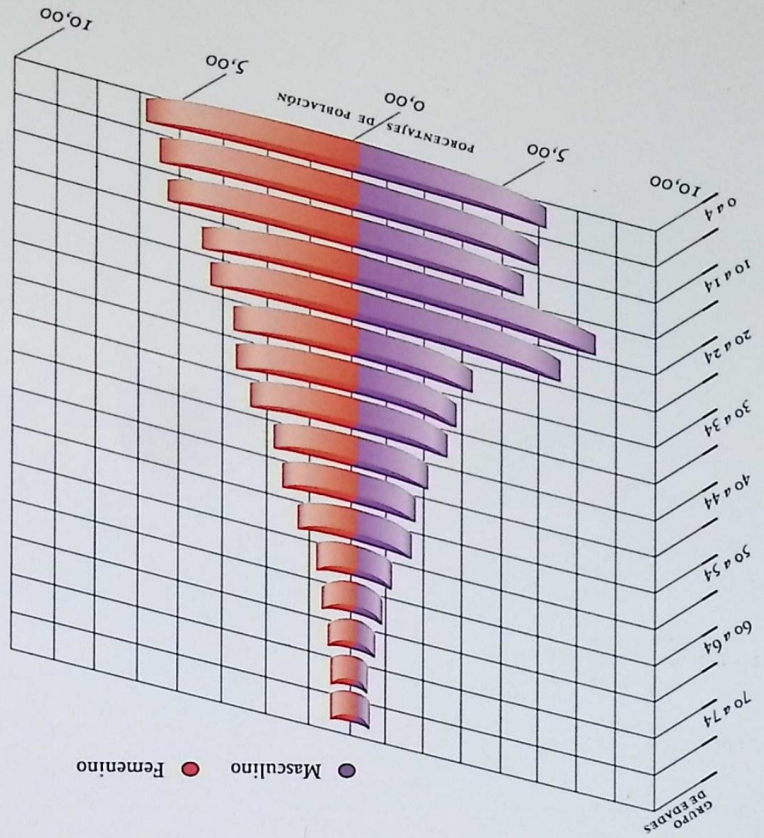


Gráfico 5.6 Pirámide de población del Municipio Raúl Leoni.

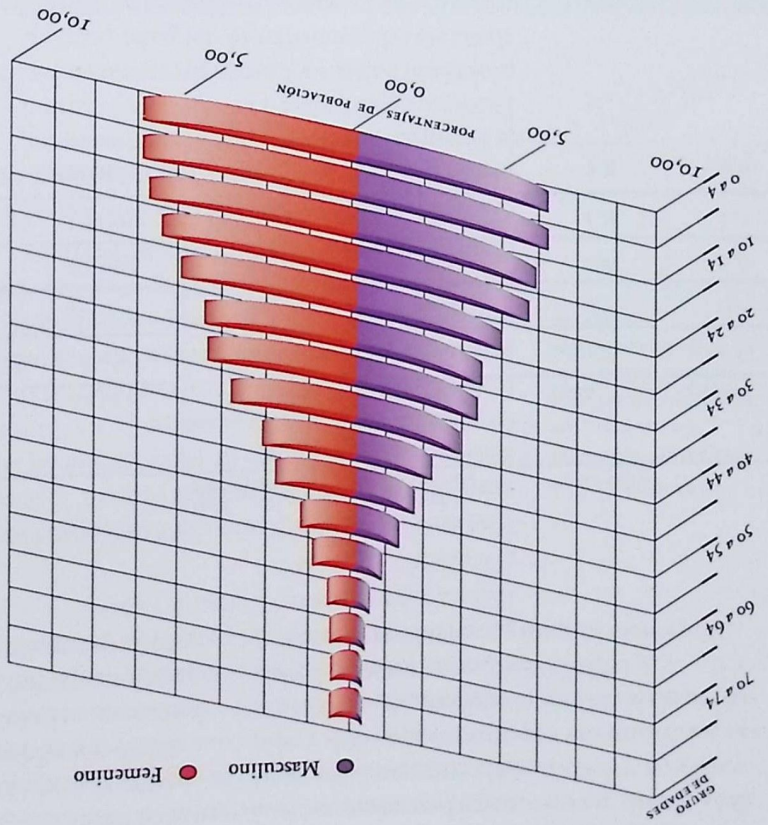


Gráfico 5.5 Pirámide de población del Municipio Caroni.

12 La información de indicadores básicos socioeconómicos del Censo INE 2001, se dispone sólo a nivel de estado y no de municipio. Considerando que la población que vivía en la Cuenca para el 2001, representaba 57,5% de la población del estado Bolívar, se ha incluido la información correspondiente a dicho estado, con el fin de presentar una aproximación a lo que podría ser la situación en la Cuenca.

ción masculina.

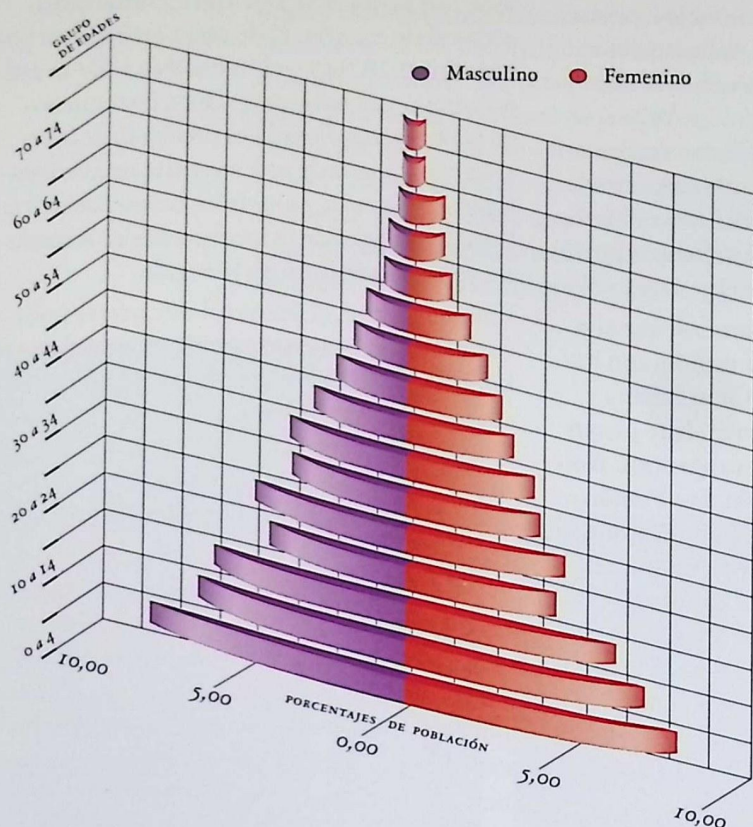
- La esperanza de vida es mayor para la población del estrato entre 15 y 19 años.
- La población femenina, se nota una disminución de la actividad minera y agrícola-comercial que productiva, atraídos muy posiblemente por el ingreso de hombres en edad adulta.
- En el rango entre 15 a 29 años, la población masculina casi duplica a la femenina, produciendo un exceso de hombres en edad adulta.
- 55,4% de la población es masculina.
- 47,7% de la población es menor de 19 años.
- La tasa de natalidad en los últimos 10 años ha sido creciente, dentro de rangos controlados y cercana al promedio nacional y se sitúa en 28,4 nacimientos por cada mil habitantes.

**Municipio Raúl Leoni:**

- La población femenina.
- La esperanza de vida es mayor para la población femenina.
- La tasa de natalidad se ha ido reduciendo, está en el orden del promedio nacional y se sitúa en 25,4 nacimientos por cada mil habitantes.
- En el rango de 25 a 29 años se observa una marcada en los hombres que en las mujeres, lo cual puede deberse al éxodo a otras regiones en busca de mejores oportunidades de trabajo.
- La tasa de natalidad es menor de 19 años.
- 50,4% de la población es masculina.
- 48% de la población es menor de 19 años.

**Municipio Caroni:**

Gráfico 5.7 Pirámide de población del Municipio Gran Sabana.



**Municipio Gran Sabana:**

- 52,1% de la población es masculina.
- 50,7% de la población es menor de 19 años.
- La tasa de natalidad duplica la media nacional al situarse en 57,8 nacimientos por cada mil habitantes y ha mostrado una tendencia creciente en los últimos 10 años.
- Un porcentaje de la población del estrato entre los 15 y 19 años sale del Municipio; es más marcado el éxodo de la población femenina que de la masculina.
- En el rango de 25 a 29 años, se observa otra contracción de la población, un poco más marcada en los hombres que en las mujeres.
- La esperanza de vida es mayor para la población masculina.

Cuadro 5.3 Aspectos socio-demográficos.<sup>12</sup>

Denominación del Indicador	Estado Bolívar		Venezuela	
	1990	2001	1990	2001
<b>ENTORNO FÍSICO Y SOCIAL</b>				
Total de viviendas	193.060	315.594	4.110.019	6.242.621
<b>CONDICIÓN DE LA VIVIENDA:</b>				
Ocupadas (%)	87,2	84,4	86,1	83,4
Desocupadas, uso ocasional y en construcción (%)	12,8	15,6	13,9	16,6
Número de personas por vivienda ocupada	5,3	4,5	5,1	4,4
Viviendas familiares ocupadas dotadas de servicio eléctrico (%)	89,2	95,2	90,3	96,8
Viviendas familiares ocupadas dotadas de servicio de agua potable (%)	91,4	93,1	91,4	90,7
Viviendas familiares ocupadas dotadas de servicio de eliminación de excretas (%)	50,1	58,2	65,2	68,1
Viviendas familiares ocupadas dotadas de servicio telefónico fijo (%)	23,1	30,8	31,9	35,6

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística Censo 2001. INE.

## POBLACIÓN INDÍGENA

De acuerdo con el Censo INE 2001, el total de la población indígena asentada en la Cuenca alcanza a 21.384 habitantes, de los cuales el 97% (20.743) pertenecen al pueblo Pemón y el 3% restante a los grupos étnicos Ye'kuana, Sanema y Uruak. Esta población se agrupa en 342 comunidades indígenas, ubicadas fundamentalmente en los sectores del Alto y Medio Caroní, en los municipios Gran Sabana (70%) y Raúl Leóni (29%) (*Mapa 5.1*).

Los Pemón, una autodenominación que significa «ser con pensamiento propio», son los habitantes autóctonos de La Gran Sabana y áreas vecinas de Guyana y Brasil. Este grupo de habla Caribe, incluye tres subgrupos: Arekuna, Kamarakoto y Taurapán. Los Pemón ocupan toda la cuenca del río Caroní, aguas arriba de San Pedro de las Bocas, incluidos los siguientes afluentes: Carrao, Urimán, Tirika, Ikkabarú y su afluente Uaiparú; Karuay, Aponwao y sus afluentes; Surukún, Kukenán (nombre Pemón del Alto Caroní) y sus afluentes Yuruaní, Uaitén y Arabapo. También habitan la cuenca del río Karún y su afluente Antabari, el valle del Paragua, las riberas del río Oris y el mismo río Paragua, más abajo del salto Auraima. Al este, a lo largo de la frontera venezolano-guyanesa, los Pemón ocupan algunos asentamientos en la cuenca del río Cuyuní, cerca de la población de El Dorado.

No es posible dar una fecha precisa sobre la ocupación inicial de las diversas partes del territorio Pemón; sin embargo, la extensa ocupación de los ríos Oris y el Bajo Paragua, especialmentemente aguas arriba de los ríos Chiguayo y Asa, se estima ocurrió en la primera parte del siglo XX. La ocupación de los ríos Karún y Antabari se presume que se efectuó, cuando menos, durante el siglo XVIII. Los asentamientos tribales del río Paragua nunca se extendieron más allá de la boca del Karún, aunque los Pemón se aventuraron en viajes comerciales Paragua arriba, hasta alcanzar el río Caura y puntos aún más distantes.

La población Pemón ha venido experimentando un rápido incremento durante los últimos cincuenta años, con marcado énfasis a partir de los años setenta. De acuerdo con algunos autores, una estimación razonable para la población Pemón en 1937 (Marallana, 1937) sería de 1.600, mientras que para 1970 la población

se estimó en 4.000 (Thomas 1971). Por su parte, el Censo Indígena de Venezuela, realizado por primera vez en 1982, contó esta población en 18.847 y el Censo INE 2001 la estimó en 23.300 habitantes. Este crecimiento de la población Pemón es producto de la acción combinada de una muy alta tasa de natalidad con la reducción de los niveles de mortalidad, producto de la incorporación de mayores recursos sanitarios a la región.

Prácticamente, el único rol de carácter político que existe en la sociedad Pemón es el de líder o «capitán» de la comunidad indígena, el cual es seleccionado por consenso, en función de atributos personales y reputación, entre los que se valora la rectitud de proceder, carácter, generosidad y dotes de buen orador.

De acuerdo con la información proporcionada por la Federación de Indígenas del Estado Bolívar, además de la figura del capitán de cada comunidad, se han organizado Capitanías Generales que agrupan las comunidades por sector, y que son ejercidas por uno de los capitanes, elegido entre las personas que tienen esta responsabilidad social.

Niñas Pemón.



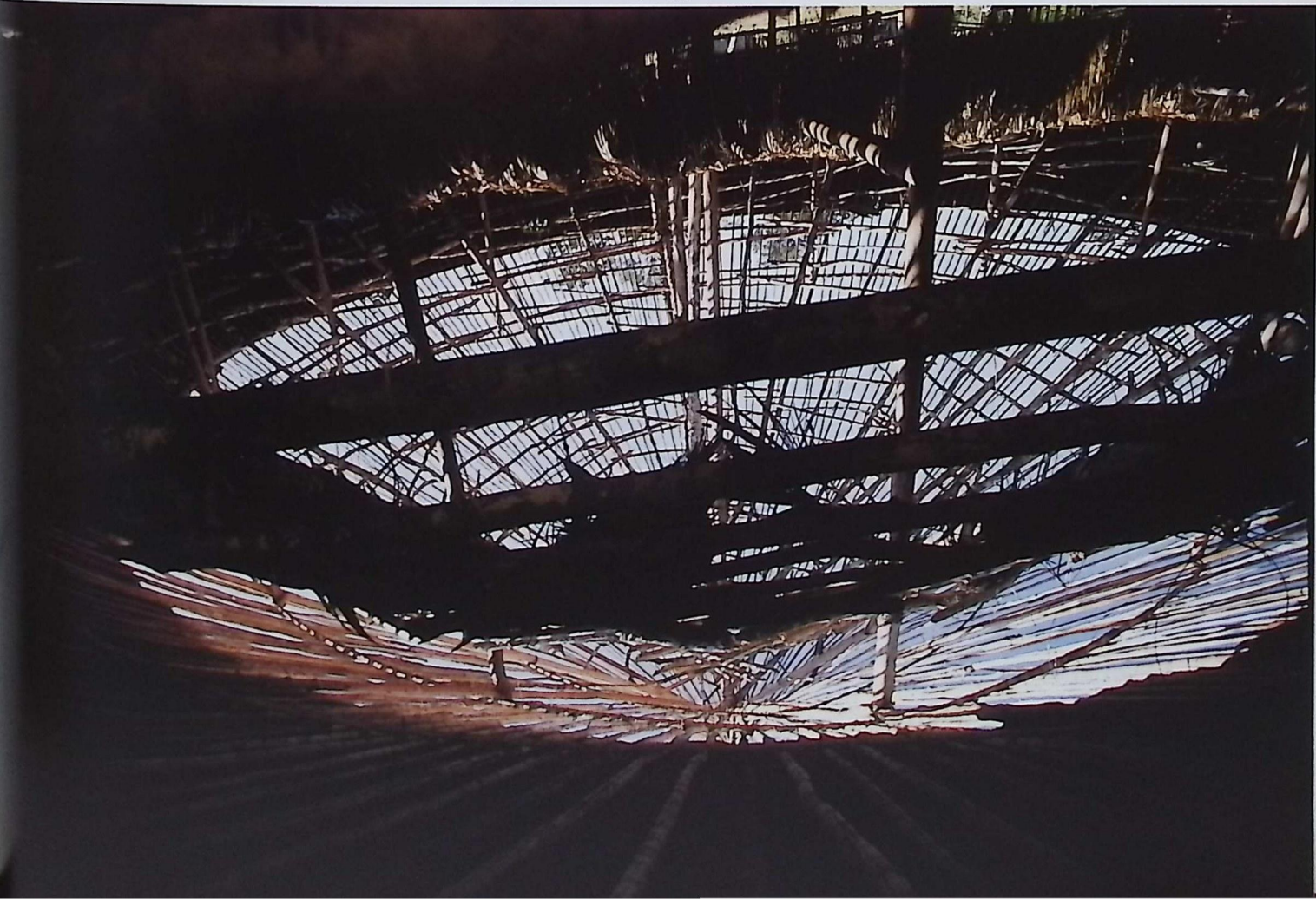
El Capitán General representa al colectivo ante la Federación Indígena, las autoridades y organizaciones gubernamentales; somete a consideración de los capitanes los planteamientos que ameriten una toma de decisión y éstos, a su vez, se encargan de transmitir a la población tales asuntos a fin de que sean discutidos y considerados abiertamente por el colectivo. Esta forma de organización política pone de manifiesto el arraigo que tiene, en la sociedad Pemón, la concepción participativa y

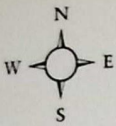
comunitaria como mecanismo de gestión social y política, al tiempo que otorga a sus líderes la legitimidad necesaria para interactuar con la sociedad nacional.

El municipio Gran Sabana cuenta con cuatro Capitanías Generales y los municipios Raúl Leoni y Sifontes con una Capitanía cada uno. En el *Mapa 5.1* y en el *Cuadro 5.4*, se observa la distribución de las Capitanías Generales por entidad municipal, por sector y agrupación de las comunidades indígenas.



*Lenta, cuidadosamente, como quien teje una manta, el Remón construye la churrata.*





### Comunidades Indígenas

- Pemón
- Sanema
- Uruak
- Ye'kuana

### Signos Convencionales

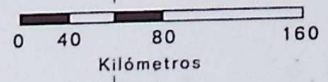
- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca

7°30' N

6°0' N

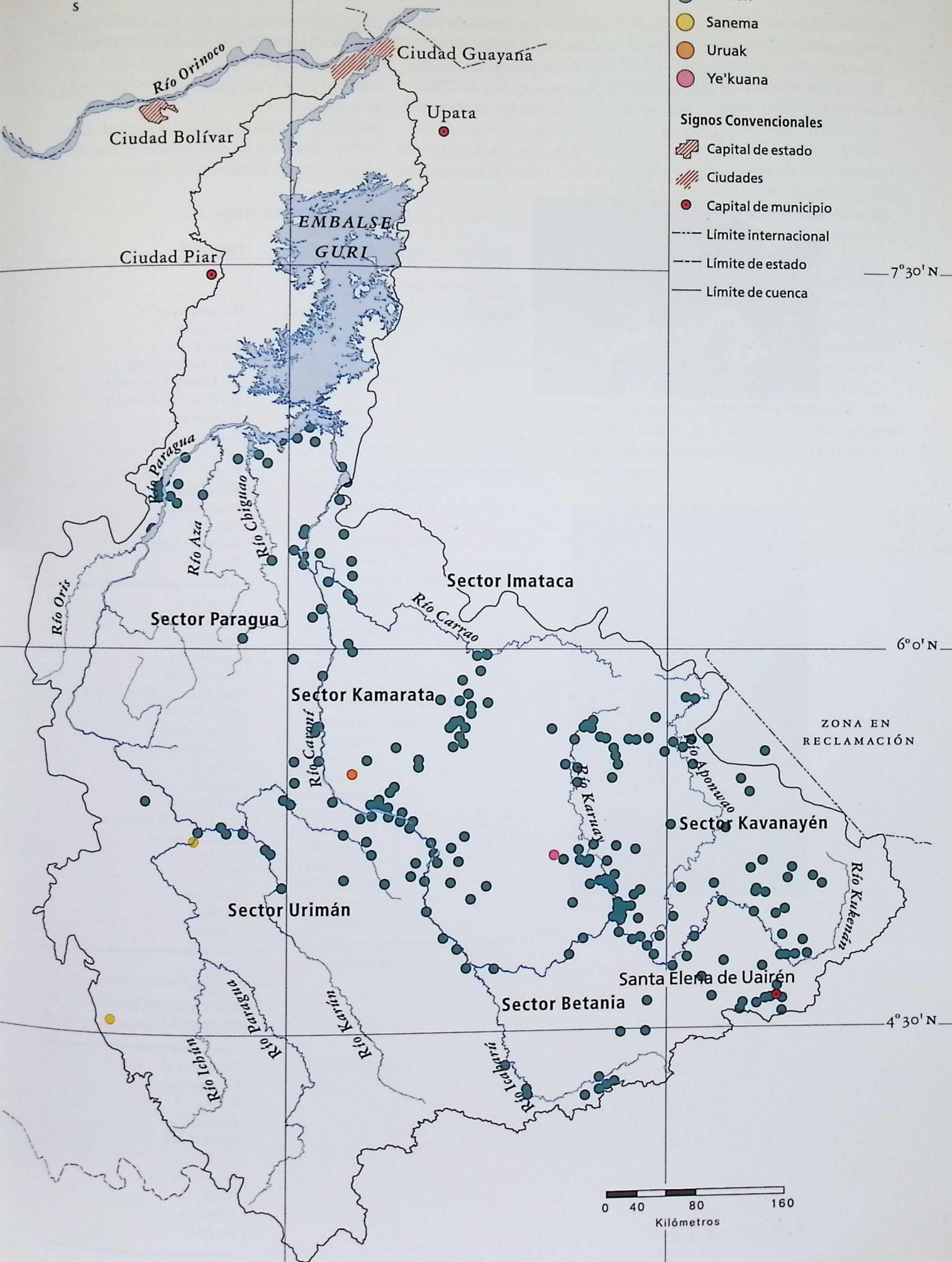
4°30' N

ZONA EN RECLAMACIÓN



63°0' W

61°30' W



No se cuenta con información detallada y reciente sobre las características demográficas e indicadores sociales de esta población. La única información disponible se refiere al Censo Indígena del año 1992 para el Estado Bolívar, a partir de la cual podría suponerse que la situación para toda la Cuenca es similar a la de la población indígena del estado. De acuerdo con dicha información, 95,5% de la población indígena reside en comunidades autóctonas de muy baja densidad poblacional. Los niveles educativos de la población continúan siendo muy bajos. En efecto, 45% de la población mayor de 10 años es analfabeta y más de la mitad de los niños y jóvenes en edad escolar no asiste a ningún centro de enseñanza.

Cuadro 5.3 *Capitanías Generales Indígenas.*

Municipio	Capitanía General	Comunidad
GRAN SABANA	Sector Kavanayén	Kumarakapay 1/ Kavanayén Riwo-Riwo San Luis de Avakapai San Juan de Kamotrán San Rafael de Kamotrán Marparuta Warpata Uroy-Uaray Kama Vista Alegre Parai-Tepuy Mapauri Kumarakapay Tuaukén
	Sector Betanía	Betania 1/ Manak-krtü Agua Fria San Camilo Kanauycuta San Antonio del Morichal Waramasen Campo Alegre Chirikayén El Paují Uaiparü San Jerónimo San José de Wadamapa salto de Hacha Apipó Wara Parkupit Uonken Canaima
	Sector Urimán	Urimán 1/ Capauré San Miguel de Caroni Sabanita de Anabari
	Sector Kamarara	Kamarara 1/ Campo Carrao Kuana Awapartü Santa Marta San José Sarauraiipa Peipa Awarayey San Pedro



ARCHIVO DE CVG-EDBLCA

Municipio	Capitanía General	Comunidad
RAÚL LEONI	Sector Paragua	San Mateo <sup>1/</sup> El Mery Las Bonitas Ereukörimö Chiguaito El Casabe El Tigrito La Periguera Nueva Jerusalén Parupa del Paragua Taraipa San Francisco de las Babas El Plomo Campo Grande Bethel Surama Kumarakpay El Perro Playa Linda San Mateo Pozo El Danto
SIFONTES	Sector Imataca <sup>2/</sup>	San Miguel de Betania <sup>1/</sup> Santa María del Vapor Kamania San Luis de Morichal San José- km 16 San Antonio de Roscio Araimötüpö Apanau San Flaviano Paruruaka Warumapatte Santa Lucía de Inaway San Martín de Turumbán San Juan de Venamu Patawaparu Joboshirima Sector Kariña Botanamo El Préstamo Cafetal Waicas Pozo Oscuro Kilómetro 50 Matupo I Matupo II

El 42% de las viviendas en las cuales habita la población indígena del estado Bolívar corresponde al tipo tradicional; 50,5% son casas o viviendas rurales; 6,6% son ranchos; y 0,9% son lugares improvisados. Los servicios con los que cuentan son muy precarios, en términos de abastecimiento de agua (65,8% de las viviendas se abastecen de agua de ríos, cañadas y quebradas); eliminación de excretas (73,6% de las viviendas no disponen de ningún sistema de eliminación de excretas); y el servicio de suministro de energía es precario.

Los Pemón viven de la horticultura de tala y quema, la pesca, la caza y, en menor grado, de la recolección de frutos silvestres e insectos. Mas del 90% de la población indígena activa se dedica a actividades de la subsistencia y el 10% restante son asalariados de la minería, comercio, turismo y servicios comunales. Por último, cerca de 30% de la población indígena se encuentra fuera del registro de identificación nacional.



ARCHIVO DE CVG-EDELCA

(1) Lugar donde reside el Capitán General.

(2) Comunidades fuera del ámbito de la Cuenca.

FUENTE: Federación de Indígenas del Estado Bolívar, 2001.

FUENTE: POTER, Elaborado por la subcomisión Urbano-Industrial del Plan de Ordenación del Estado Bolívar, 1998.

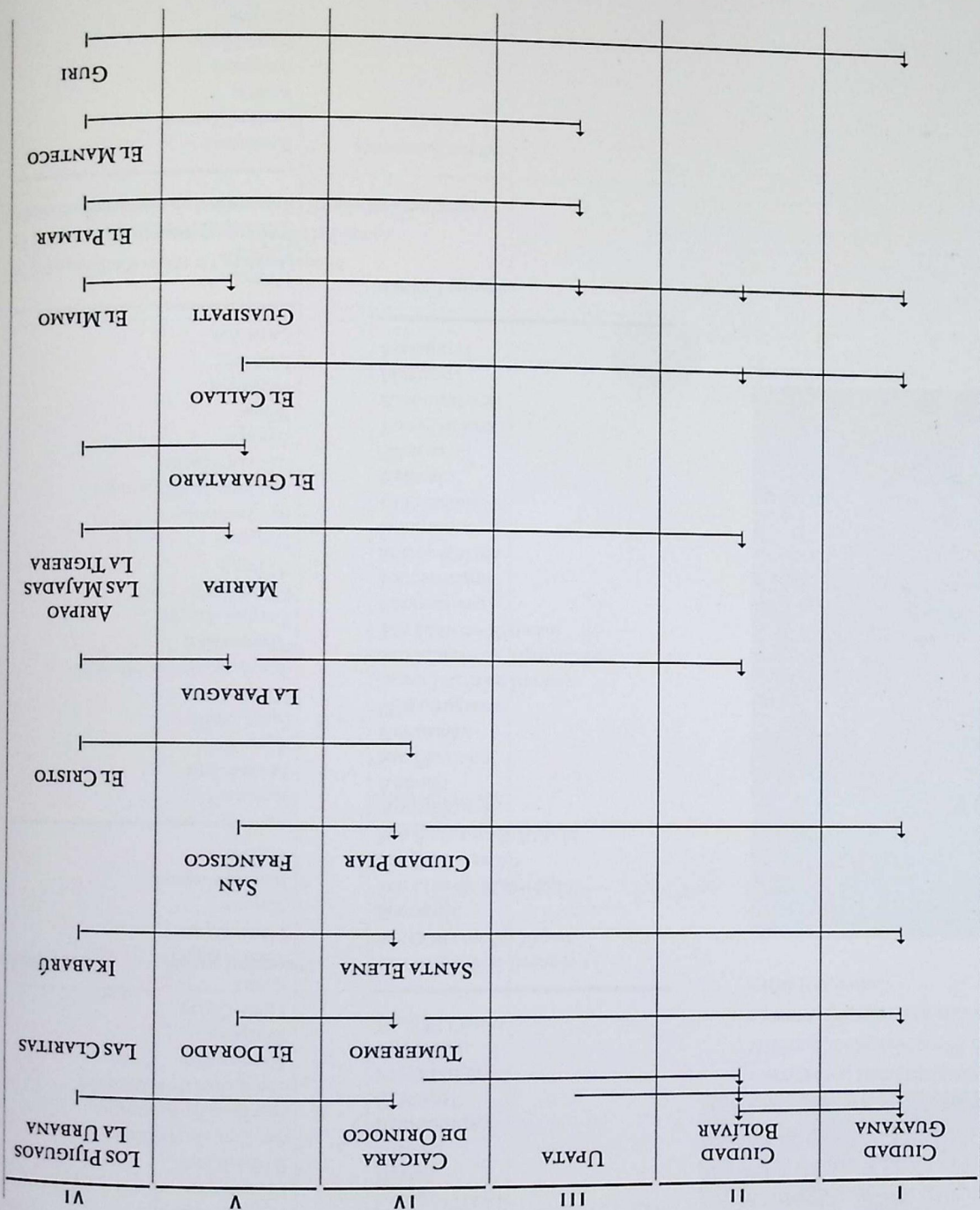


Figura 5.1 Esquema de interrelaciones funcionales, Estado Bolívar.

**INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS**  
 En el espacio de la Cuenca, la dotación de infraestructura y servicios públicos muestra marcadas diferencias regionales que generan grandes desequilibrios jerárquicos entre los centros urbanos y poblaciones existentes (Figura 5.1). Tales desequilibrios se expresan en la concentración de las actividades económicas, comerciales y de servicios en sólo dos ciudades: Ciudad Bolívar, capital del estado localizada fuera del ámbito geográfico de la

tucional.

Cuenca, y Ciudad Guayana, desarrollada a partir de la integración de Puerto Ordaz y San Félix. Los centros urbanos intermedios y, en particular las capitales de los municipios, llamas a servir de centro inicial de recepción de las demandas de la población, muestran muy bajo nivel de desarrollo económico y de servicios y fundamentan su economía en una sola actividad, generalmente la público-administrativa, dependiente del situado constitucional.

## VIALIDAD Y COMUNICACIONES

*Red terrestre:* es probable que una de las razones que originan el bajo nivel de integración funcional entre los centros poblados, obedezca al deficiente nivel de integración física entre los diversos sectores de la Cuenca. En efecto, la infraestructura vial de la Cuenca se encuentra, en gran medida, reducida a dos ejes: el Este-Oeste en el sector norte del Bajo Caroní, que une Ciudad Guayana-Ciudad Bolívar-Caicara del Orinoco; y el eje Sur o Troncal 10 que une Ciudad Guayana-Upata-Santa Elena de Uai-rén, en el territorio de La Gran Sabana, Medio y Alto Caroní. A través de la Troncal 10, el espacio de la Cuenca se integra a la red vial del país, a través de los estados Monagas, Anzoátegui y Sucre. Fuera de estas dos vías de comunicación terrestre, la vialidad en el espacio de la Cuenca es sumamente precaria y dificulta

la comunicación entre las poblaciones. Las rutas secundarias más importantes son: las vías locales que comunican Ciudad Guayana con Ciudad Piar y La Paragua, los ramales Troncal 10- Kavanayén, Santa Elena de Uai-rén-El Paují-Ikabarú, y San Francisco de Yuruaní-Paray-Tepuy del Roraima.

La baja densidad y, en algunos casos, precariedad de las rutas que cruzan el ámbito de la Cuenca dificulta enormemente el intercambio de bienes, personas y servicios y crea barreras naturales al proceso de intervención de la misma. Si bien esta condición es un freno al desarrollo económico de la Cuenca, también es cierto que se convierte en una aliada para la preservación de importantes áreas de bosques, contribuyendo a la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.



*Ciudad Guayana.*

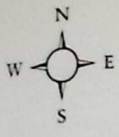
**Red ferroviaria:** se limita al servicio de la explotación minera y de las industrias básicas, fundamentalmente transporta el mineral de hierro desde la mina de Cerro Bolívar hasta Ciudad Guayana, a través de una vía férrea de 420 km.

**Rutas aéreas y su respectiva infraestructura:** en la Región Guayana se cuenta con 16 aeropuertos, de los cuales el Manuel Carlos Piar, localizado en Puerto Ordaz, es el más importante y de carácter internacional. Adicionalmente, en la cuenca del río Caroní, se registran tres aeropuertos nacionales que son los de Santa Elena de Uairén, Ikabaru y Canaima. Las ciudades de Ciudad Piar, La Paragua, Luepa, Parai-Tepuy, Kavac, Kamarata, Uonken, San Miguel, Parupa, Kavanayén, Ikabaru, San Ignacio (Municipio Gran Sabana), El Paují, Puerto Bello y Urimán, cuentan también con pistas de aterrizaje, generalmente utilizadas para transporte de personal de la CVG y sus empresas filiales y por empresas aeronáuticas privadas que se dedican al transporte de turistas.

**Puertos:** la Cuenca dispone de un puerto de acceso al público ubicado en San Félix y múltiples puertos privados de apoyo a la gestión de las empresas que funcionan en la región (9 en total); además del muelle minero de la empresa Ferrominera C.A., que se ubica en la margen izquierda de la desembocadura del río Caroní. Existe igualmente, un Terminal de Chalanas que permite la comunicación con los estados Anzoátegui y Monagas.

En el sector Medio y Alto Caroní, a falta de una oferta organizada de servicio de transporte fluvial, existe una importante disponibilidad de curtiaras, la mayor parte ofrecida por comunidades indígenas, las cuales prestan servicios a diferentes sitios turísticos de difícil acceso. **Telecomunicaciones:** existe conexión entre todas las capitales municipales, además del servicio en numerosos pequeños centros poblados y en el campamento turístico y comunidad indígena de Canaima. La central de CVG-EDUCA brinda apoyo en servicios de telefonía a las poblaciones de Kavanayén, Parupa y Aponwao I.

En el *Mapa 5.2* se indica la infraestructura de comunicación existente en el ámbito de la Cuenca.



### Infraestructura de Transporte

- Aeropuerto Internacional
- Aeropuerto Nacional
- Pista de Aterrizaje
- Puentes
- Autopista
- Carretera pavimentada
- Carretera engrazonada
- Carretera de tierra
- Vía férrea

### Signos Convencionales

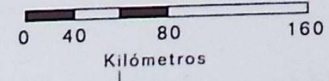
- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Centros poblados
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca

-7°30' N

6°0' N

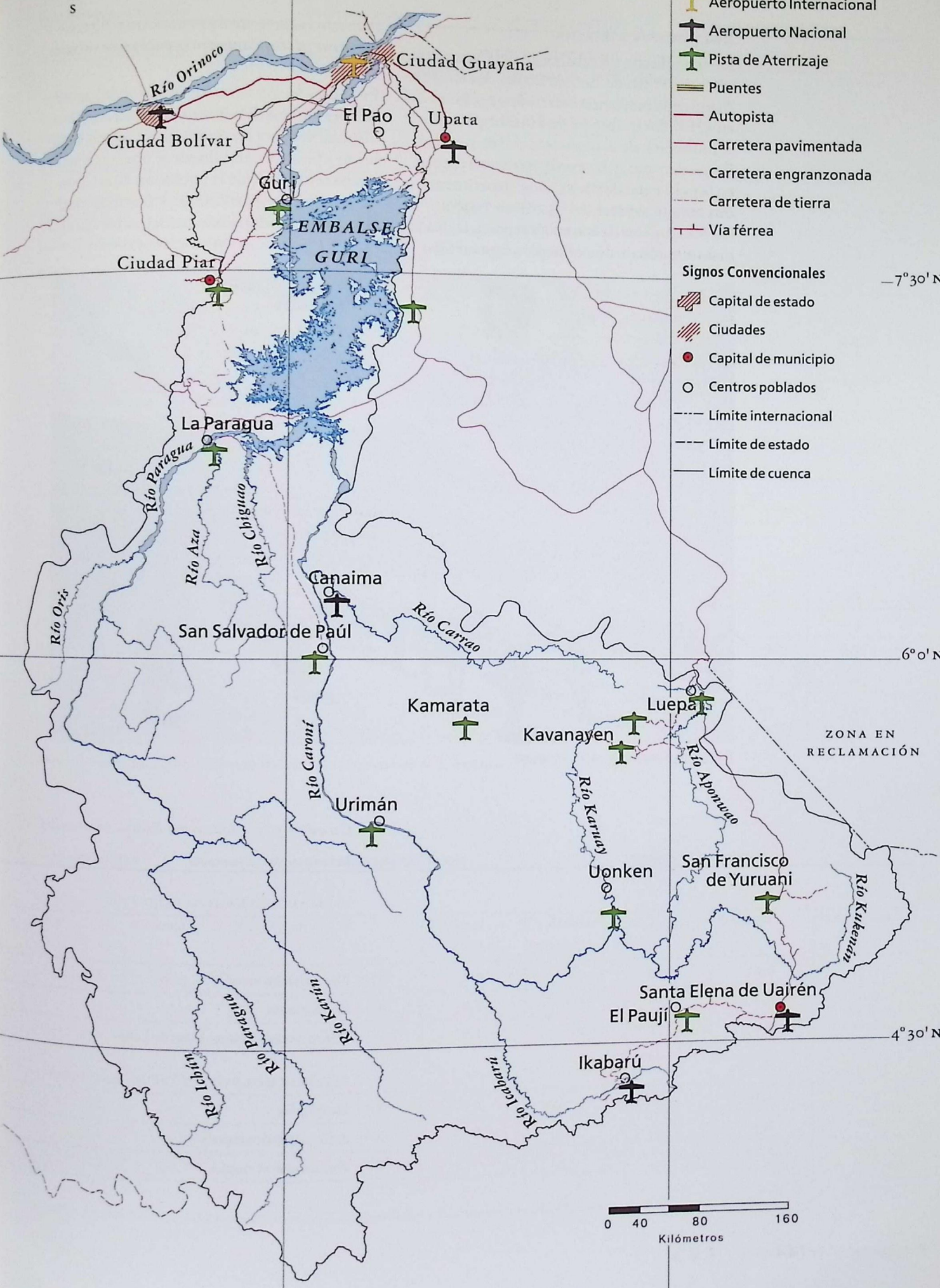
ZONA EN RECLAMACIÓN

4°30' N



63°0' W

61°30' W



EDUCACIÓN Y SALUD  
 De acuerdo con los resultados del Censo INE 2001, en el estado Bolívar la tasa de analfabetismo en la población de 10 años y más se situó en 4,7%, lo cual representa una importante disminución de 2,10 puntos con respecto al Censo de 1990; y la tasa de asistencia escolar en la población de 7 a 24 años, experimenta una mejora al pasar del 65,0% en 1990 a 66,6%. A pesar de la mejora reportada, los índices son aún insuficiente para superar las

deficiencias presentes y enmascarar diferencias muy profundas entre la población urbana y la rural.  
 En el Cuadro 5.5 se incluyen varios de los indicadores básicos del año escolar 1998-1999, Ratil Leoní y Gran Sabana, donde se ubica aproximadamente 98% de la población de la Cuenca. Igualmente en el Cuadro 5.6 se muestran algunos indicadores básicos del sector salud.



Escuela de Kavanayén. Medio Caroní.

Cuadro 5.6 Indicadores básicos, sector salud.

Denominación del Indicador
INDICADORES BÁSICOS (AÑO 2002)
Nacimientos vivos
Defunciones
Defunciones niños menores de 1 año
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD (AÑO 1999)
Hospitales
Ambulatorios urbanos
Ambulatorios rurales

Cuadro 5.5 Indicadores básicos, año escolar 1998-1999.

Denominación del Indicador	Municipio Caroní		Municipio Raúl Leoni		Municipio Gran Sabana	
	Alumnos	% del Estado	Alumnos	% del Estado	Alumnos	% del Estado
<b>Educación</b>						
ALUMNOS MATRICULADOS TOTALES	140.827	48,0%	6.380	2,2%	6.734	2,3%
<i>Alumnos matriculados</i>						
Preescolar	16.184	90,8	705	4,0	933	5,2
Básica I y II etapa: primer a sexto	84.151	90,5	4.308	4,6	4.538	4,9
Básica II etapa: séptimo a noveno	218.756	93,9	932	3,0	949	3,1
Diversificado y profesional	11.736	94,0	435	3,5	314	2,5
<i>Total</i>	140.827	91,5%	6.380	4,15%	6.734	4,4%
% de deserción escolar	3,7%		6,6%		1,4%	
	Nº	% del Estado	Nº	% del Estado	Nº	% del Estado
PLANTELES EDUCATIVOS TOTALES	585	33,0%	70	3,9%	97	5,5%
<i>Planteles educativos</i>						
Preescolar	193	81,8	15	6,4	28	11,9
Básica I y II etapa: primero a sexto	219	68,2	46	14,3	56	17,4
Básica II etapa: séptimo a noveno	111	89,5	5	4,0	8	6,5
Diversificado y profesional	62	87,3	4	5,6	5	7,05
<i>Planteles educativos totales</i>	585	78%	70	9%	97	13%

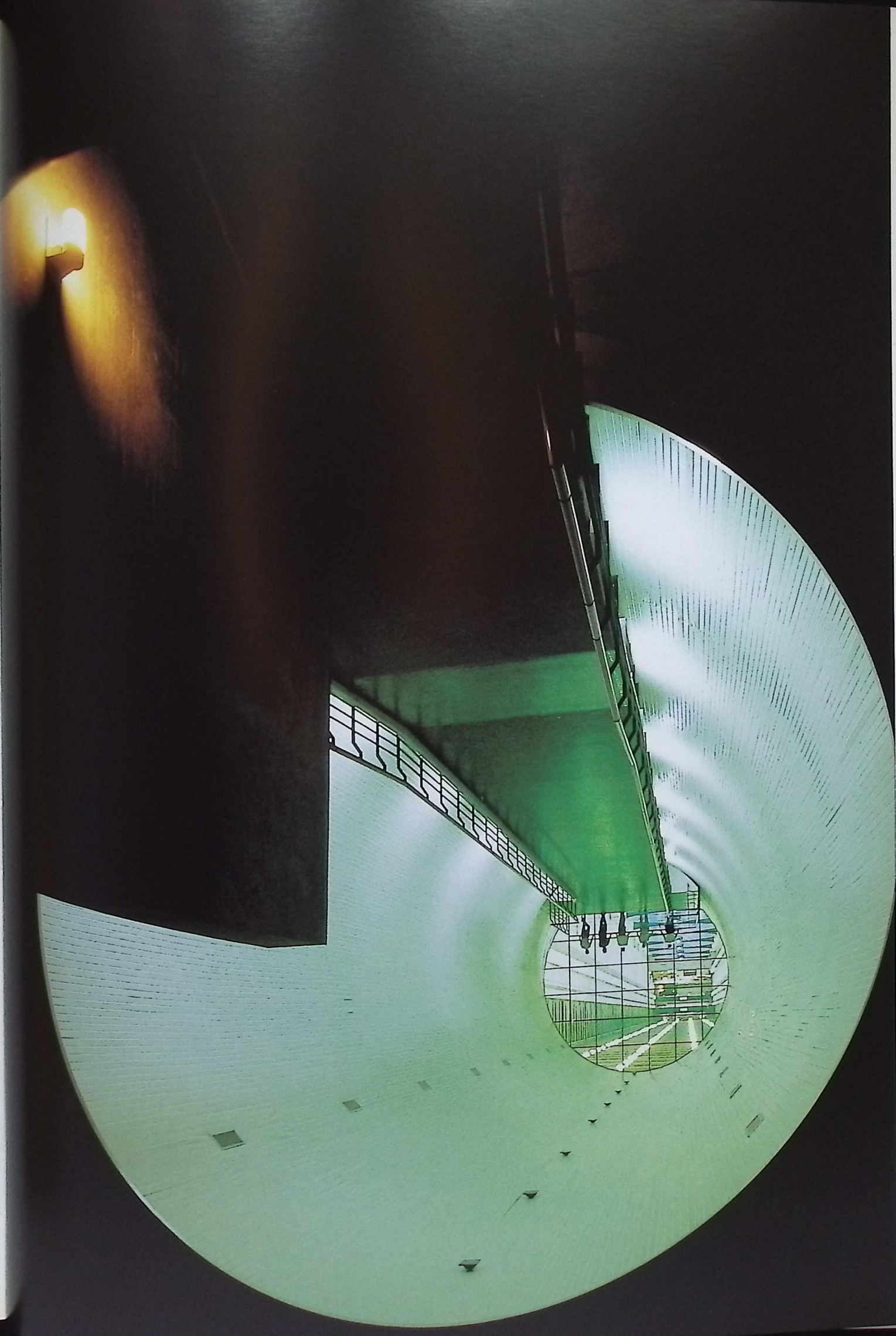
FUENTE: Síntesis Estadística del Estado Bolívar 2001, Proyecto SIGEL, Instituto Nacional de Estadística INE. 2002.

Municipio Caroní			Municipio Raúl Leoni			Municipio Gran Sabana		
Nº	% Cuenca	% del Estado	Nº	% Cuenca	% del Estado	Nº	% Cuenca	% del Estado
14.246	80,5	43,9	970	5,5	3,0	2.472	14,0	7,6
3.001	95,9	52,1	79	2,5	1,4	50	1,6	0,9
434	95,2	52,5	14	3,1	1,7	8	1,8	1,0
2	66,7	28,6	ND	-	-	1	33,3	14,3
23	100,0	39,7	ND	-	-	0	0,0	0,0
19	48,7	9,9	ND	-	-	20	51,3	10,5

FUENTE: Síntesis Estadística del Estado Bolívar 2001, Proyecto SIGEL, Instituto Nacional de Estadística INE. 2002.







# Actividad económica

*Uso actual*

*Dinámica económica*

*Dinámica espacial*

*Por el túnel del tiempo los hombres avizoran el futuro cercano.*

## USO ACTUAL

La cuenca del Caroni es un espacio de enorme riqueza natural. A los cuantiosos recursos hidroenergéticos en proceso de aprovechamiento, se debe agregar una importante disponibilidad de minerales entre los que destacan el hierro, oro y diamante; y su indiscutible aptitud para el turismo y la recreación, ahanzado en maravillosas y únicas bellezas escénicas y en su diversidad cultural. Igualmente, es de señalar la enorme riqueza y diversidad biológica, aún en fase de reconocimiento y aunque en menor grado, la existencia de espacios que pueden ser utilizados para la actividad agrícola y para el desarrollo forestal planificado. Ante esta importante base de recursos naturales el desarrollo armónico del espacio de la Cuenca continúa siendo una tarea pendiente. Se estima que de manera directa<sup>13</sup>, sólo cerca de un 8,2% de la superficie de la Cuenca es actualmente asiento de diversas actividades económicas y, entre ellas, la que demanda mayor espacio es la de generación de energía hidroeléctrica (4,1%), seguida por las actividades agroforestales y mineras que ocupan escasamente el 2,2% y 0,9%, respectivamente (Cuadro 6.1 y Gráfico 6.1).

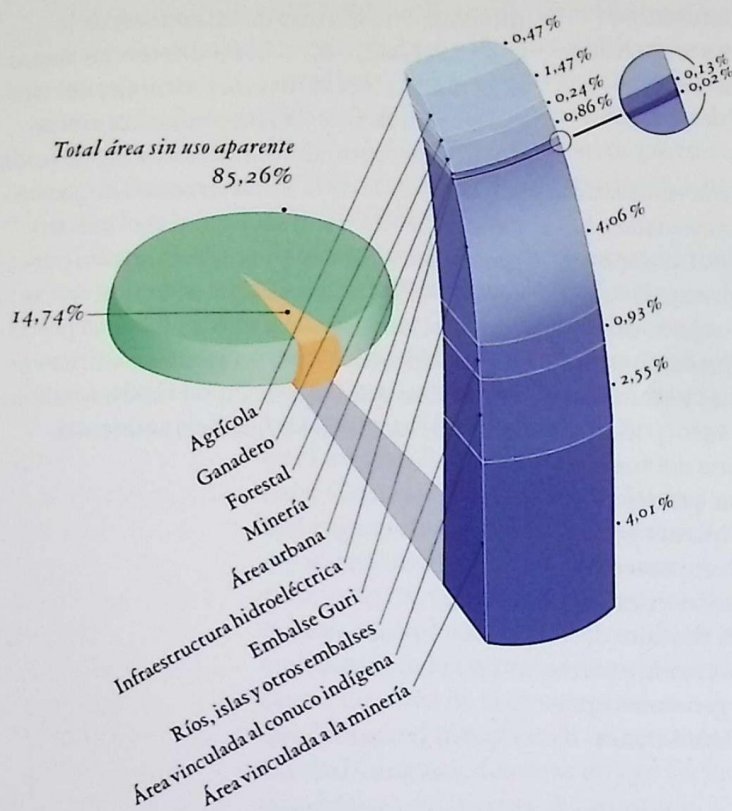
13 El «área bajo uso directo» se refiere a aquella área de la Cuenca en la cual ha sido posible identificar y cartografiar a escala 1:250.000 actividades de carácter antropológico.

Este bajo nivel en el uso del espacio de la

Cuenca podría conducir a falsas conclusiones si no se consideran otros factores. En efecto, el área actual bajo uso directo podría estar subestimada, producto, en primer lugar, de la existencia de usos de poca extensión, no cartografiables a la escala actual de la información. En segundo lugar, las áreas no cuantificadas relacionadas con las zonas de influencia de las actividades agrícolas y minera; las relacionadas con las vías de penetración o los espacios de asentamientos humanos, y con las áreas que podrían estar sometidas a los efectos adversos de algunas de las tecnologías de explotación utilizadas. En tal sentido, la presión directa e indirecta sobre la Cuenca es significativa y se puede inferir un área superior a la estimada que podría situarse entre 15 y 20% del espacio total, se encuentra sometido a una presión de uso cada vez mayor.

Es importante señalar que buena parte del área bajo uso minero y agrícola se localiza en Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) planteándose evidentes conflictos de uso si se atiende a las restricciones decretadas en dichas ABRAE.

Gráfico 6.1 Actividad económica, 2001.



## DINÁMICA ECONÓMICA

Las actividades económicas que se realizan en la Cuenca muestran dos patrones de comportamiento claramente diferenciados. Por una parte, la economía moderna, vinculada al desarrollo de la industria básica de transformación energética y minera, motorizado mediante las inversiones realizadas por el Estado venezolano, a través de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y sus empresas filiales. Estas inversiones fueron orientadas al aprovechamiento, en gran escala, de los yacimientos de mineral de hierro y bauxita, algunos de los cuales están ubicados fuera de la Cuenca y a la instalación de plantas productoras de acero, alúmina y aluminio en la zona industrial de Matanzas, situada en las cercanías de la confluencia del río Caroní en el Orinoco. Estas industrias son alimentadas con la energía eléctrica generada en los complejos que aprovechan el potencial hidroenergético del río Caroní. Asociado a este desarrollo de empresas propiedad del Estado Nacional, se fomentó la inversión privada en empresas de transformación metalmeccánica, aguas abajo de las industrias básicas.

Cuadro 6.1 Actividad económica: área bajo uso, 2001.

Usos	Cuenca		Alto Caroní km <sup>2</sup>	Medio Caroní km <sup>2</sup>	Bajo Caroní km <sup>2</sup>	Alto Paragua km <sup>2</sup>	Bajo Paragua km <sup>2</sup>
	km <sup>2</sup>	%					
1 Agrícola	430	0,47	37	—	263	—	130
2 Ganadero	1.356	1,47	—	—	1.080	—	276
3 Forestal	219	0,24	—	38	181	—	—
4 Minería	794	0,86	245	78	13	35	423
5 Área urbana	122	0,13	—	—	122	—	—
6 Infraestructura hidroeléctrica	20	0,02	—	—	20	—	—
7 Embalse Guri	3.744	4,06	—	—	3.744	—	—
8 Ríos, islas y otros embalses	855	0,93	65	181	296	59	254
<b>Total área bajo uso directo</b>	<b>7.540</b>	<b>8,18</b>	<b>347</b>	<b>297</b>	<b>5.719</b>	<b>94</b>	<b>1.083</b>
9 Área vinculada al conuco indígena	2.350	2,55	1.080	762	27	290	191
10 Área vinculada a la minería <sup>1</sup>	3.696	4,01	1.164	230	770	337	1.195
<b>Total área bajo uso</b>	<b>13.586</b>	<b>14,74</b>	<b>2.591</b>	<b>1.289</b>	<b>6.516</b>	<b>721</b>	<b>2.469</b>
<b>Total área sin uso aparente</b>	<b>78.584</b>	<b>85,26</b>	<b>21.916</b>	<b>16.145</b>	<b>6.644</b>	<b>21.434</b>	<b>12.445</b>
<b>Total área</b>	<b>92.170</b>	<b>100,00</b>	<b>24.507</b>	<b>17.434</b>	<b>13.160</b>	<b>22.155</b>	<b>14.914</b>

(<sup>1</sup>) incluye: minería informal no identificada en imágenes del satélite Landsat 7, escala 1:250.000 y área de contratos y concesiones.

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol. 1: Diagnostico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 6: Caracterización de los elementos bióticos, CVG-EDELCA, 2003.

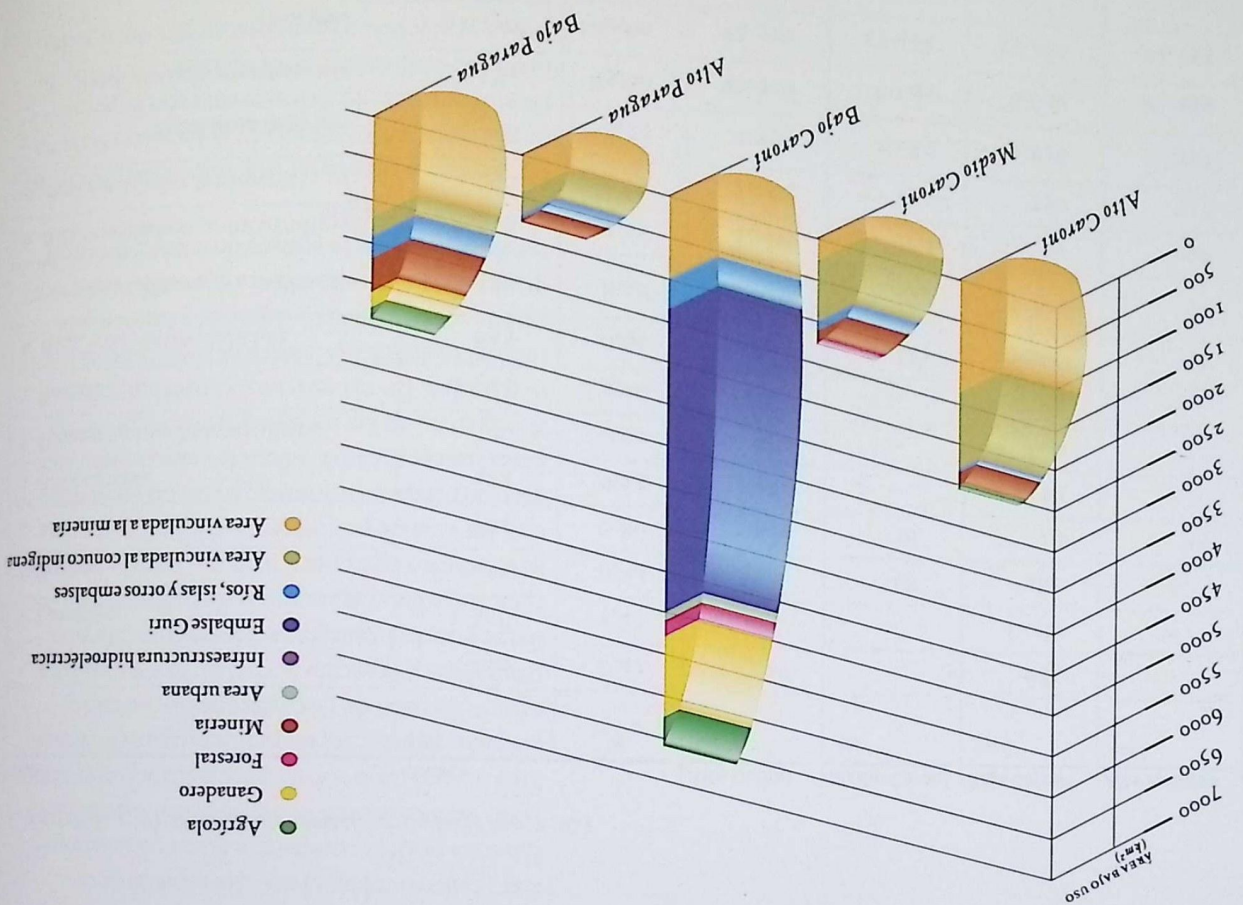
DINÁMICA ESPACIAL

Actualmente, la intensidad de uso es muy diferente en cada uno de los sectores de la Cuenca (Gráfico 6.2). Tales diferencias responden, tanto a las condiciones naturales del espacio como a factores socioeconómicos asociados al proceso de asentamiento de la población y al desarrollo de la infraestructura de producción. El sector del Bajo Caroní es el más ampliamente ocupado y concentra un alto porcentaje de las actividades económicas que se realizan, mientras que el Alto Paraguará puede ser considerado como un sector prácticamente prístino que cumple un rol fundamental en la conservación del equilibrio ambiental.

El desarrollo de la economía moderna se asentó exclusivamente en el Bajo Caroní y fue soportado por un acelerado crecimiento de la infraestructura urbana y de servicios, liderado por la construcción de Ciudad Guayana, producto de la integración de Puerto Ordaz y San Félix.

En el otro extremo, se encuentra la economía semicomercial y de subsistencia asociada a la agricultura, la explotación forestal y la minería a baja escala que se realiza, en su mayoría, bajo patrones tecnológicos poco desarrollados, con excepción de pequeñas áreas dedicadas a la agricultura comercial y mecanizada. A esta segunda categoría se incorpora el reciente crecimiento de la industria del turismo, asociado a la economía moderna, pero que se encuentra en una etapa aún incipiente y poco desarrollada tecnológicamente. A pesar de la baja intensidad en la explotación de estos recursos, la tecnología utilizada y la falta de una adecuada estrategia de prevención y mitigación de impactos negativos, generan importantes pasivos en el ambiente de la Cuenca.

Gráfico 6.2 Distribución del área bajo uso, 2001. Sectores de la Cuenca.



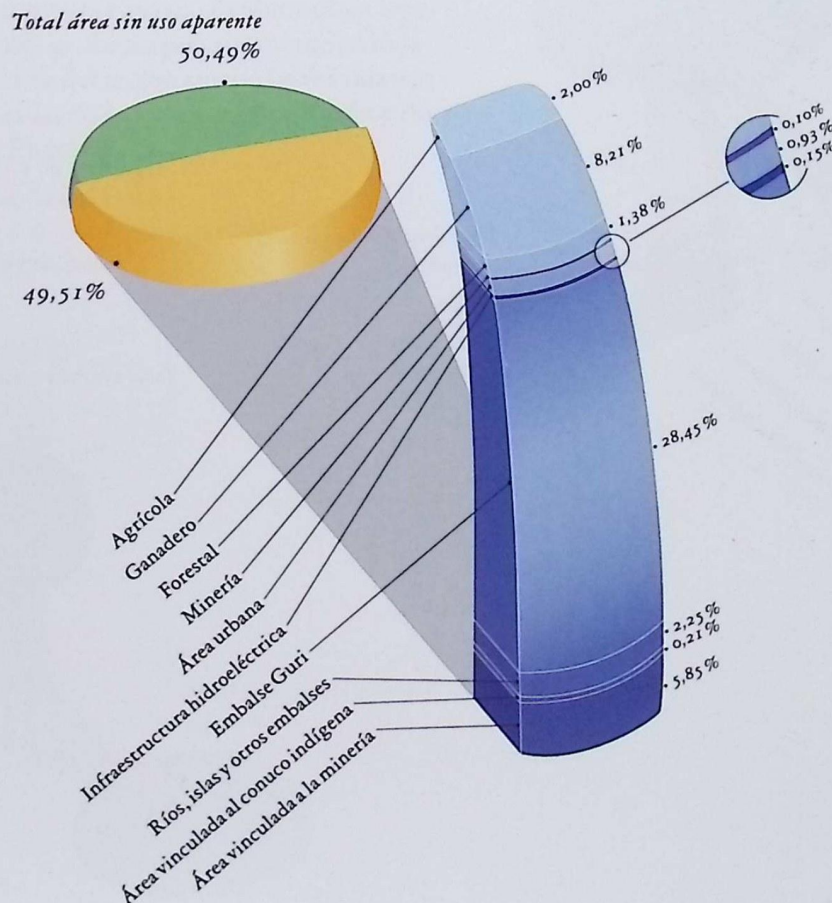
BAJO CARONÍ: este sector cuenta con la mayor diversificación de actividades productivas y el más extenso desarrollo de infraestructura (Gráfico 6.3), incluyendo un sistema multimodal de transporte que permite el acceso a prácticamente todo el espacio sectorial. En el Bajo Caroní se concentra buena parte de la inversión, la población y el empleo que se registra en toda la Cuenca.

El dinamismo económico de este sector ha estado fuertemente asociado a los desarrollos realizados por el Estado venezolano en las industrias de hidroelectricidad, hierro y aluminio, así como un intenso desarrollo urbano y vial vinculado a dichas industrias. Efectivamente, en el área del Bajo Caroní se encuentra el Embalse Guri que ocupa 28,45% del área sectorial y aguas abajo de éste, el conjunto de los otros desarrollos hidroeléctricos realizados por CVG-EDELCA. Igualmente, en este sector se localizan las explotaciones de mineral de hierro realizadas por la empresa FERROMINERA DEL ORINOCO, filial de la CVG, y es asiento del parque industrial Matanzas en las cercanías de Ciudad Guayana, donde se ubican las industrias básicas del hierro y del aluminio.

En la parte sur del sector, con extensión hacia el Bajo Paragua, se ha desarrollado una importante actividad de ganadería intensiva y de explotación agrícola. Adicionalmente, en el Bajo Caroní se encuentra el Lote Boscoso El Frío, cuyo aprovechamiento está actualmente paralizado; parte de la Reserva Forestal La Paragua, también sin actividad; y parte del Lote Boscoso San Pedro en el cual se realizan, desde la década de los ochenta, explotaciones forestales bajo planes de manejo aprobados por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales.

Cerca de la mitad del área del sector se encuentra bajo uso y se considera que prácticamente toda su extensión ha sido intervenida en diferentes grados o intensidades, originando una degradación importante de la cobertura vegetal, resultado de la implantación de una actividad agropecuaria de baja productividad y alto impacto, así como de una actividad maderera, en algunos casos, sin planes de manejo sustentable. Todas estas actividades han contribuido al proceso de deforestación y han originado la progresiva sabanización de la cobertura vegetal.

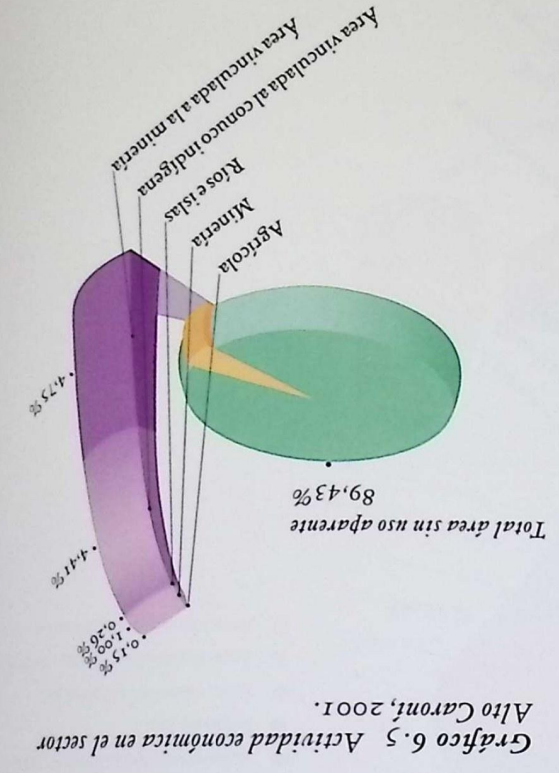
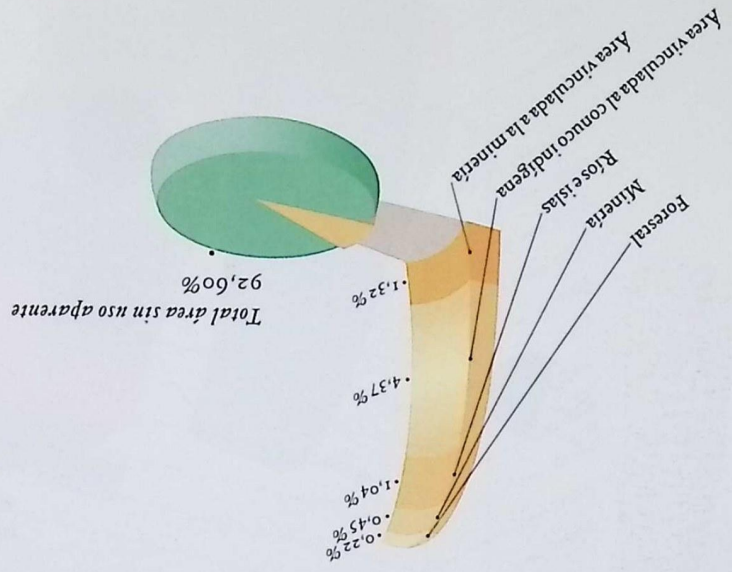
Gráfico 6.3 Actividad económica en el sector Bajo Caroní, 2001.



**MEDIO CARONI:** en este sector se presentan grandes espacios aún inalterados como consecuencia de los escasos centros poblados existentes y de su deficiente infraestructura de comunicaciones. Más de 90% del área se encuentra sometido a un régimen de administración municipal. Bajo la especial (ABRAE) de uso restrictivo, así como de un alto porcentaje de la población indígena con prácticas de agricultura extensiva y desarrollo de minería informal, permiten suponer un grado de intervención mucho mayor (10,6%). Buena parte del sector (70%) se encuentra dentro del Parque Nacional Canaima y un 1,6% forma parte de la Reserva Hidráulica Ikarbaru; en ambos espacios, se detectan importantes conflictos de uso del espacio. Predomina la actividad tradicional indígena de agricultura de conuco, el turismo y la extracción minera. El sector Alto Caroni es el mayor uso turístico, desarrollado principalmente a lo largo del eje carretero (Troncal 10), desde el Monumento al Soldado Pionero (km 136) hasta Santa Elena de Uaiarén (km 348) y desde allí, hacia Ikarbaru y El Pauji. Por su parte, la actividad minera, legal e ilegal es particularmente intensa a lo largo del río Ikarbaru y al norte de Santa Elena de Uaiarén, siguiendo el curso del río Kukenán, (Gráfico 6.5).

El nivel de uso del espacio en el Medio Caroni alcanza 7,4% del área de este sector (Gráfico 6.4) y se refiere, en su gran mayoría, a la actividad agrícola de subsistencia de la población indígena (conuco indígena) y, en menor grado, a la minería. Ambas actividades, a pesar de ocupar un área relativamente baja del sector, han ocasionado un proceso de deforestación que es particularmente notorio en los alrededores de San Salvador de Pail, Parupa y La Sabanita.

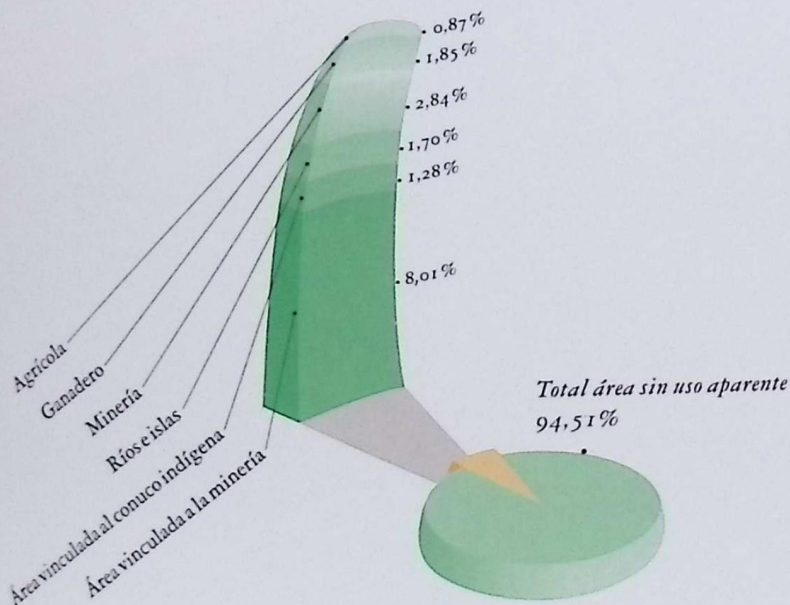
**Gráfico 6.4** Actividad económica en el sector Medio Caroni, 2001.



**Gráfico 6.5** Actividad económica en el sector Alto Caroni, 2001.

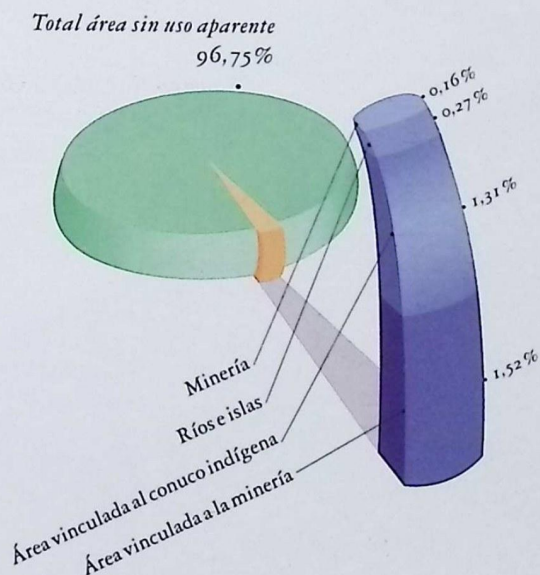
**BAJO PARAGUA:** es el segundo sector de la Cuenca en grado de intervención. En efecto, aproximadamente el 16,6% del área del Bajo Paragua se encuentra bajo uso (*Gráfico 6.6*). Sin embargo, a diferencia del Bajo Caroní, el dinamismo económico del sector es menor y se encuentra en buena medida asociado a actividades agrícolas y a la explotación minera. El 70% del área del sector está calificada como reserva forestal y como tal, sólo puede usarse para la explotación maderera bajo planes de manejo. A pesar de ello, la misma no ha sido aprovechada con este fin sino que ha sido ocupada y deforestada de manera ilegal para desarrollar actividades agrícolas y mineras. En relación con la primera, es de resaltar que una de las mayores proporciones de las tierras de la Cuenca con capacidad de uso agrícola, se encuentra ubicada en el Bajo Paragua. Efectivamente, casi 40% de las tierras Clase IV se ubican en este sector y representan alrededor del 30% de su área. Esta capacidad de uso de las tierras situadas al norte del sector y que comparte con el Bajo Caroní, ha dado lugar al más importante desarrollo agrícola comercial en la Cuenca. Destacan los cultivos anuales, especialmente el maíz, en los cuales se han logrado rendimientos de hasta 7.000 kg/ha. Por último, el Bajo Paragua concentra más del 36% del área vinculada a la actividad minera de oro y diamantes en la Cuenca. Explotaciones legales e ilegales se ubican prácticamente en toda la parte norte del sector, siendo las más activas las localizadas en La Paragua-Aza-Karún y río Oris-Los Picachos.

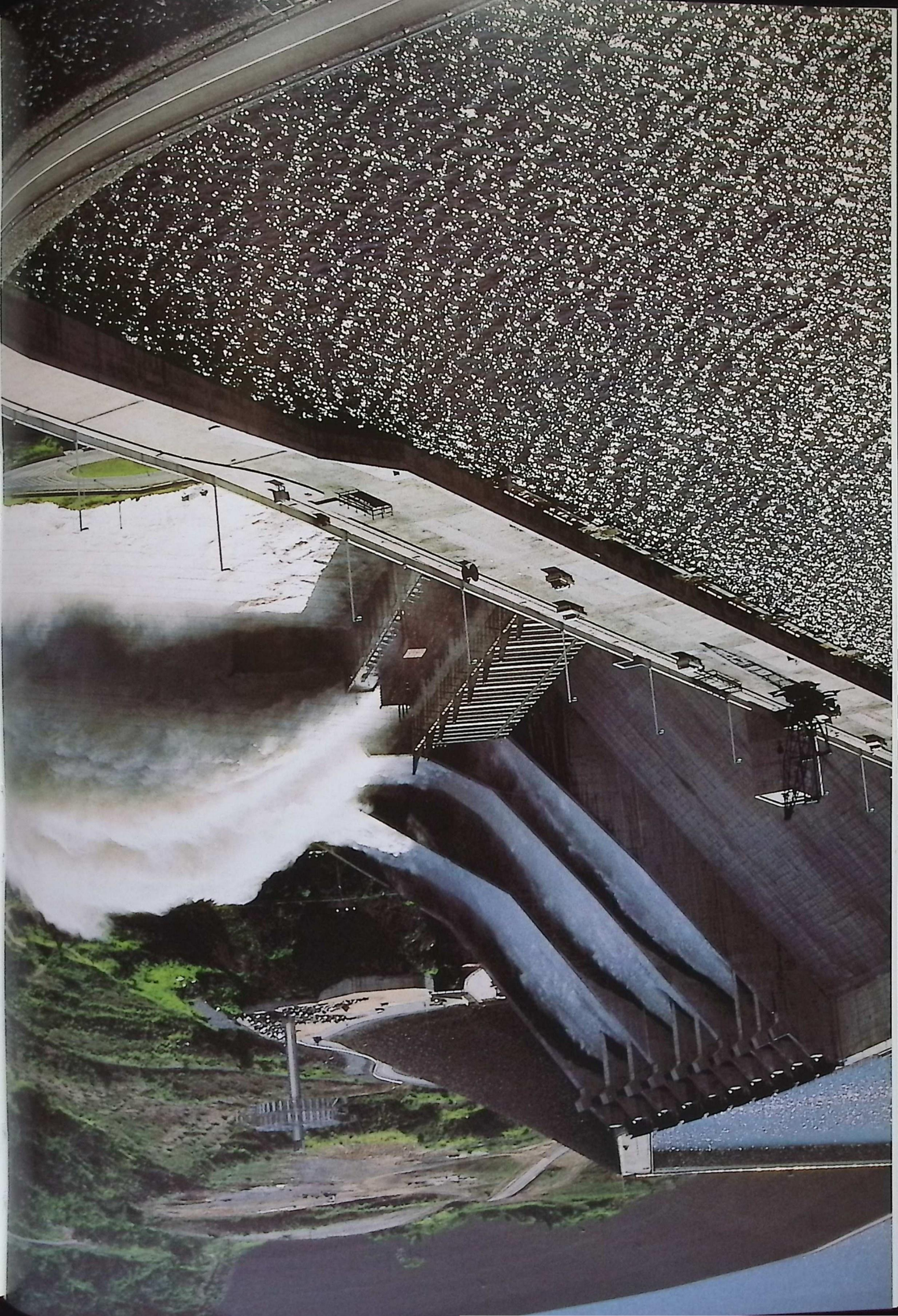
*Gráfico 6.6 Actividad económica en el sector Bajo Paragua, 2001.*



**ALTO PARAGUA:** constituye un espacio muy poco explorado, en el cual se conserva una población mayoritariamente indígena con muy baja interrelación con los otros sectores de la Cuenca, debido a la inexistencia de vías de penetración terrestre. El asentamiento de actividades antrópicas en el Alto Paragua es relativamente reciente y está asociado a la explotación minera, en gran medida de naturaleza informal y al desarrollo de conucos indígenas. Sólo una pequeña parte (3,3%) de su superficie se encuentra bajo uso (*Gráfico 6.7*); es por ello que conforma la reserva de servicios ambientales más importante de la Cuenca, cumpliendo un rol fundamental en la conservación de los recursos naturales y en la sustentabilidad de la actividad de generación hidroeléctrica.

*Gráfico 6.7 Actividad económica en el sector Alto Paragua, 2001.*





*Potencial hidroenergético*

CAPÍTULO

**7**

## **Hidroelectricidad**

*Desarrollo hidroeléctrico*

*Importancia en el mercado eléctrico nacional*

*Microcentrales hidroeléctricas*

*Central Hidroeléctrica Raúl Leoni (Guri).*

*Hidroelectricidad y ambiente*

## POTENCIAL HIDROENERGÉTICO

La cuenca del Caroní reúne condiciones excepcionales para la generación de energía hidroeléctrica, debido a sus altos niveles de energía corriente o capacidad productora de agua, resultado de la existencia de una serie de niveles de alta precipitación; de los bajos niveles de intervención humana, y de una densa cobertura vegetal que protege los suelos. La densa vegetación que cubre los sectores del Alto y Bajo Paragua, así como la vegetación existente en vastas áreas del Medio Caroní y los bosques de galería presentes a lo largo de gran parte de los cursos de agua de la zona, sirven como importantes reguladores de la escorrentía superficial. A ello se agregan sus favorables condiciones geológicas, que la hacen muy poco susceptible a deslizamientos o licuación y los importantes desniveles presentes a lo largo del río, que facilitan el aprovechamiento de su potencial energético.

El río corre, en general, sobre un lecho rocoso básicamente conformado por gneis granítico y otras rocas resistentes, lo que facilita la construcción de las estructuras necesarias para la implantación de grandes aprovechamientos hidroeléctricos. La existencia de rocas de buena calidad en el cauce del río, así como la presencia de materiales residuales en zonas aledañas a él, facilitan la consecución de los materiales para acometer la construcción de las obras.

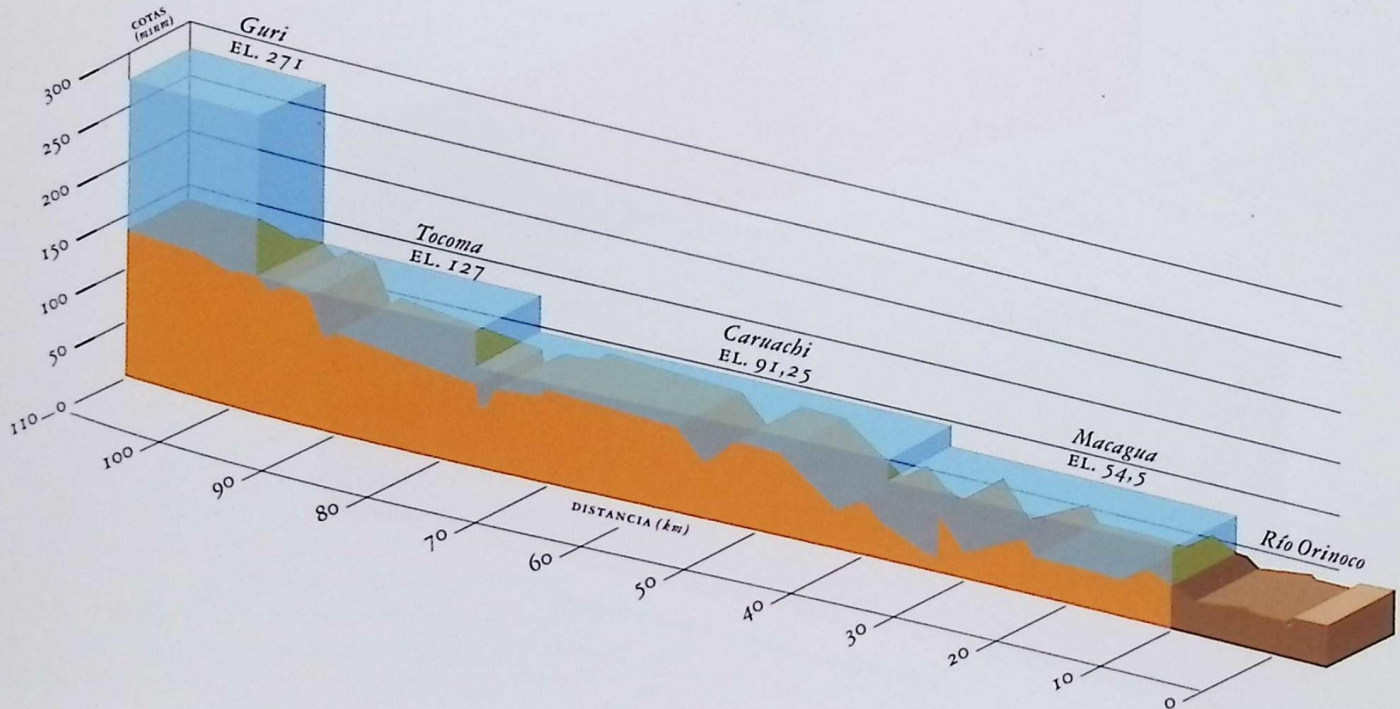
El potencial hidroenergético de la Cuenca ha sido estimado en 24.970 MW (Cuadro 7.1), de los cuales 17.670 MW corresponden al aprovechamiento del Bajo Caroní en los cuatro sitios ubicados en este sector: el Embalse Guri, es el primero en aprovechar todo el potencial medio aportado por los sectores del Alto y Medio Caroní y Bajo Paragua, y con su gran capacidad de regulación permite maximizar el aprovechamiento hidroenergético aguas abajo en los sitios de Tocoma (actualmente en construcción); Caruachi (iniciando su operación); y Macagua (en operación desde 1959). Por su parte, en el Medio y Alto Caroní, se han identificado tres sitios de aprovechamiento (Tayucay, Artipichí y Butobarima) con una potencia nominal de 6.100 MW. En el río Paragua, solamente en el Bajo Paragua se ha identificado el sitio Auraima (1.200 MW), en la confluencia con el río Carapo, con atractivo para la generación de hidroeléctricidad (Figuras 7.1, 7.2 y 7.3).

Cuadro 7.1. Potencial hidroeléctrico del río Caroní (MW) año 2002.

Plantas Hidroeléctricas	Capacidad instalada MW	Energía promedio anual GWh	Barriles de Petróleo Equiv. Día
En operación	13.140	57.428	328.485
Macagua I	372	2.688	15.375
Macagua II	2.592	12.231	69.960
Macagua III	176	163	930
Guri I	2.880	10.206	58.380
Guri II	7.120	32.140	183.840
En construcción y Proyecto	4.530	25.000	144.000
Caruachi	2.280	13.000	74.500
Tocoma	2.250	12.000	69.500
En Estudio	7.300	31.500	190.000
Tayuca	2.450	10.000	66.500
Aripichí	1.200	4.800	27.500
Eutobarima	2.450	11.300	65.000
Auraima	1.200	5.400	31.000
<i>Total</i>	24.970	113.928	662.485

FUENTE: Gerencia de Planificación CVG-EDELCA e Informe Anual 2002. CVG-EDELCA, julio, 2003.

Figura 7.1 Perfil Bajo Caroní.



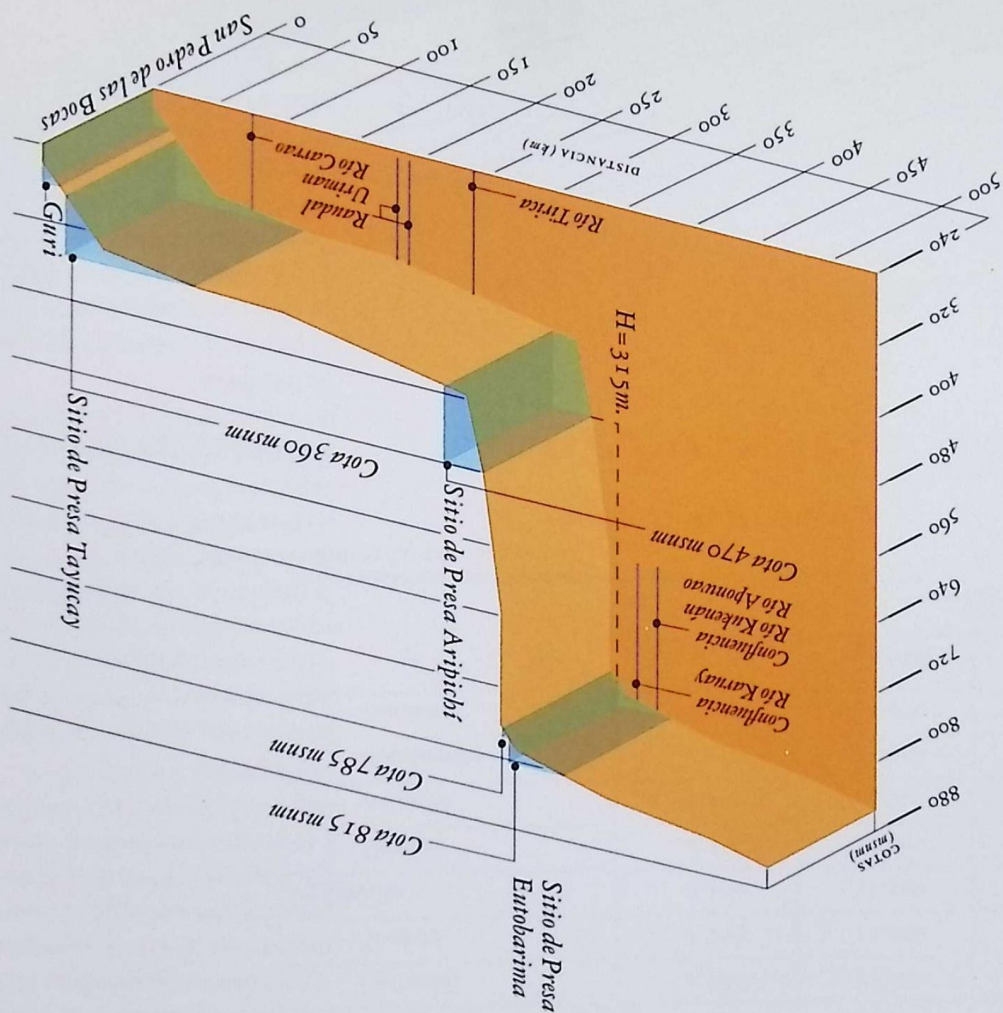


Figura 7.2 Perfil Medio y Alto Caroni.

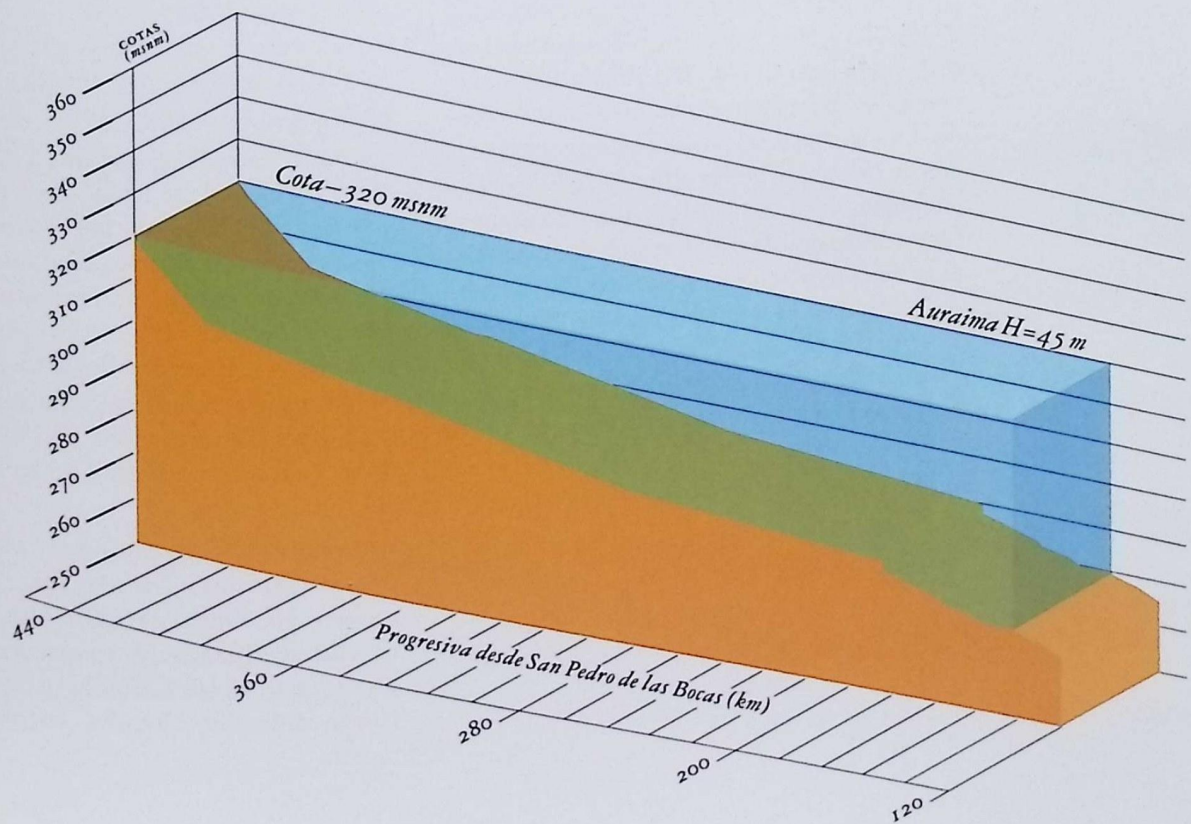
Adicionalmente, se han evaluado dos sitios en la cuenca del río Caura: Maní y el salto Para que, mediante un trasvase hacia la cuenca del Paragua, permitirían incrementar la generación en el Bajo Caroni en aproximadamente 1.900 MW y 3.900 MW, respectivamente. Este trasvase ha sido fuertemente cuestionado por su alto impacto ambiental y descartado como alternativa de incremento de la generación en la Cuenca.

El potencial hidroenergético estimado para la Cuenca, permite disponer de una energía potencial del orden de los 15.000 GWh, de los cuales 82.500 GWh corresponden al Bajo Caroni. En barriles de petróleo diarios, esta energía potencial es equivalente a una producción cercana a los 700.000 barriles diarios.



*Aliviaderos de la Central Hidroeléctrica Macagua: torrentes contruidos por el hombre.*

*Figura 7.3 Perfil Bajo Paragua.*



La primera referencia que se tiene acerca del interés en aprovechar el río Caroní con fines hidroeléctricos se remonta al año 1912, cuando Leonard Dalton publicó en Londres su libro titulado *Venezuela*, en el que describía los saltos del río y donde refería que «en vista del enorme potencial de energía hidráulica de las cataratas del Caroní, parece extraño que el Puerto de San Félix—antes Puerto de Tablas—no se haya convertido en una ciudad importante y floreciente». En 1920, John A. Bowman escribió al entonces presidente de Venezuela, Juan Vicente Gómez, recordándole su preocupación por conseguir autorización para construir un ferrocarril de San Félix al interior y «el contrato de fuerza hidroeléctrica de los

saltos del Caroní.» En 1938 se autorizó, mediante decreto, la explotación de la Guayana Venezolana, esfuerzo que se inició con un estudio preliminar de las cuencas hidrográficas de los ríos Cuyuní y Caroní. A partir de 1947, se inició el estudio específico sobre el potencial hidroeléctrico del río Caroní. En este estudio se sentaron las bases de lo que ha marcado, hasta hoy en día, el desarrollo del espacio de la Cuenca. Por una parte, se reconoció la enorme importancia del río Caroní dentro de las reservas energéticas del país y, por la otra, se resaltaron las sinergias derivadas de la explotación conjunta de los recursos minerales, al plantearse la posibilidad de instalar en Guayana una planta siderúrgica utilizando la hidroeléctricidad como fuente energética para la producción de hierro colado. En vista de la importancia del proyecto, se creó la Comisión de Estudios de la Electrificación del Caroní, con el objeto de continuar con los estudios del río e iniciar su fase de explotación. Esta etapa culmina con la construcción de Macagua I, pionera en el desarrollo hidroeléctrico del río Caroní, la cual comenzó a mediados de 1956 y cuya primera unidad generadora entró en funcionamiento en 1959 y la última, en 1961.

#### Paraguay.

Hasata ahora, todo el desarrollo hidroeléctrico de la Cuenca se ha realizado en el Bajo Caroní (*Cuadro 7.2*), sector que concentra más del 70% del total del potencial estimado. La capacidad instalada actual es de 13.140 MW, distribuida en las plantas hidroeléctricas de Guri I y II, y las de Macagua I, II y III. El proyecto Caruachi, una vez que entre totalmente en operación, agregará 2.280 MW a la capacidad instalada actual. En lo futuro, entre las presas Guri y Caruachi se construirá otra presa y casa de máquinas denominada Tocoma con fecha prevista para su entrada en operación comercial, en el 2009 y a operación plena para el 2011. El desarrollo de Tocoma, esencialmente idéntico al de Caruachi, concluirá la primera fase de explotación hidroenergética de la cuenca del río Caroní, toda ella asociada al Embalse Guri. Este enorme esfuerzo ha permitido, hasta ahora, construir una infraestructura eléctrica que incluye: tres embalses (Guri, Macagua y Caruachi); seis plantas de generación (Guri I y II, Macagua I, II y III, Caruachi) y cinco patios de transmisión asociados a las centrales de generación.

A partir de 1960, se impulsa un proceso intensivo y sostenido de explotación del potencial hidroenergético de la Cuenca, asociado al desarrollo industrial de la Región Guayana. Desde su fundación en este año, la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), tuvo a su cargo llevar adelante el programa de desarrollo de las enormes potencialidades de la Región. En particular, en materia de hidroeléctricidad, se continuaron los estudios para la implantación de una gran central hidroeléctrica en el cañón de Necuima, mediante la construcción del Embalse Guri. EDBLCA, empresa filial de la CVG, fue creada en el año 1963 con el objetivo de avanzar en la ejecución de tales proyectos que, para su época, representaban un reto de ingeniería a escala mundial.

<sup>14</sup> Tomado del documento elaborado por Hermann Roo: *Desarrollo Hidroeléctrico del Río Caroní*. Proyecto Guri, Memoria Técnica, cap. I. (Mimeo, abril 2003).



Además, la concentración geográfica de esta capacidad en el sur del país demandó para su utilización integral, la construcción de redes de transmisión que permiten transportar grandes bloques de energía eléctrica a otros centros de consumo, ubicados en la región centro-norte del país. Este Sistema Troncal de Transmisión consiste en una red de 5.825 km, la cual tiene una capacidad de transmisión de 57.000 GWh. La red incluye líneas de transmisión a 115 kV, de alta tensión a 230 kV y 400 kV y de extra-alta tensión a 765 kV, únicas en Venezuela.

Mención especial merece la construcción del Sistema de Transmisión sureste que permite el transporte de energía desde Macagua II a los centros de consumo ubicados en el sureste de la Cuenca, en particular a Santa Elena de Uairén, lo que facilita el intercambio eléctrico con la República Federativa de Brasil.

*Central Macagua I, pionera en el desarrollo hidroeléctrico del Caroní.*

*Cuadro 7.2 Aprovechamiento hidroeléctrico en el sector Bajo Caroní.*

Aprovechamiento Hidroeléctrico	Casa de Máquinas	Nivel de ejecución	Ubicación	Potencia MW
MACAGUA	Macagua I	En operación desde 1959-1961	A 10 km aguas arriba de la confluencia del río Caroní con el río Orinoco.	372
	Macagua II	En operación desde 1997		2.592
	Macagua III	En operación desde 1997		176
GURI	Guri I	En operación desde 1968-1978	Cañon de Necuima, 90 km aguas arriba de la confluencia del río Caroní con el río Orinoco	2.880
	Guri II	En operación desde 1986		7.120
CARUACHI	Caruachi	Inicio de pruebas de operación abril 2003	25 km aguas arriba de Macagua.	2.280
TOCOMA	Tocoma	Primeras etapas de construcción, finales 2002	Sitio Terecay, 18 km aguas abajo del Embalse Guri en la confluencia del río Claro con el río Caroní.	2.250

FUENTE: Gerencia de Planificación, CVG-EDELCA, 2003.

Central Hidroeléctrica Caruachi.



### IMPORTANCIA EN EL MERCADO ELÉCTRICO NACIONAL

La energía hidroeléctrica anual generada por los desarrollos del Bajo Caroní ha venido creciendo de manera sostenida desde el año 1962, cuando se generaron 564 GWh, hasta el año 2000, cuando la energía generada alcanzó 61.071 GWh para un crecimiento promedio interanual estimado de 12,8%. Una vez en-  
 tren en operación los desarrollos de Caruachi

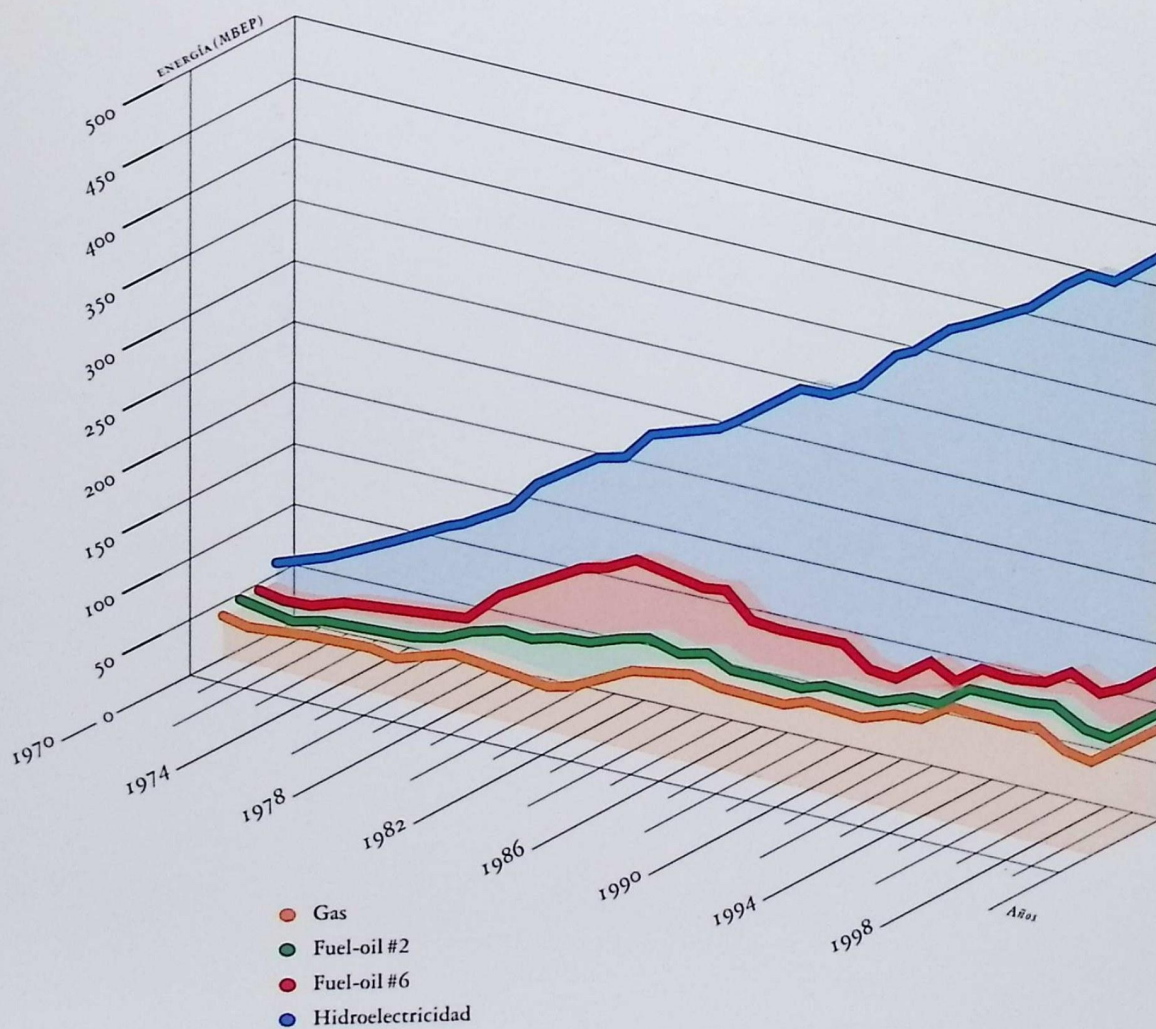
y Tocoma; la energía generada se mantendría aproximadamente constante, obediendo sus variaciones solo a efectos climáticos esta-  
 cionales. En la *Figura 7.4* y en el *Cuadro 7.3* se muestra cómo la participación de la energía  
 proveniente del Caroní en el mercado eléctrico  
 nacional, ha venido aumentando de manera  
 sostenida durante los últimos treinta años.

Cuadro 7.3 Evolución de la generación de hidroelectricidad en la Cuenca.

Año	Energía Hidroeléctrica		Generación CVG-EDELCA/ Generación Total País %
	GWh/año	Millones de barriles equivalentes de Petróleo al año	
1962	564	1,18	22,5
1972	6.028	12,59	48,9
1982	14.501	30,30	39,8
1992	45.069	94,18	70,8
2000	61.071	127,63	74,3
2002	57.427	120,01	64,5

FUENTE: CAVEINEL, septiembre, 2003.

Figura 7.4 Evolución de la energía hidroeléctrica en la oferta nacional.



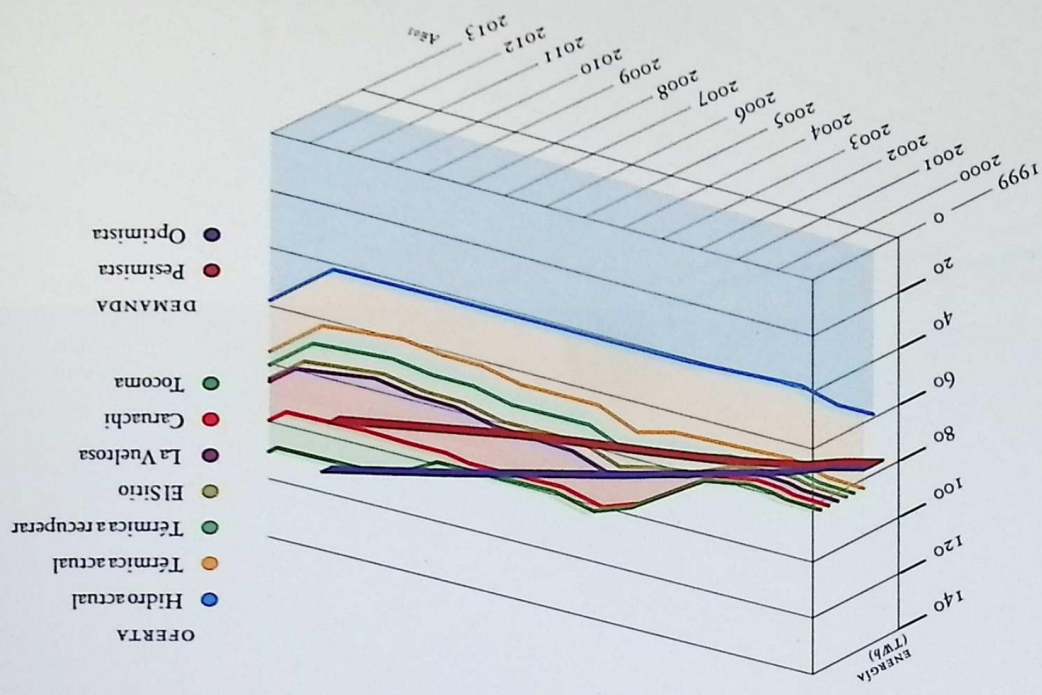


Figura 7.5 Evolución de demanda y oferta de energía eléctrica, 2003-2013.

FUENTE: Informe Anual 2002, CVG-EDELCA, ed. julio, 2003.

Activos netos en servicio	MM US\$ 9.953
Activos netos en ejecución	MM US\$ 1.958
Capacidad instalada	MW 11.958
Energía Generada	GWh/a 57.427
Petróleo equivalente	328 mil barriles diarios
Participación en el mercado	70% ventas
Ingresos por venta	MM US\$ 850
Empleos directos	3.600

Cuadro 7.4 CVG-EDELCA. Principales cifras, gestión 2002.

El aprovechamiento del potencial del río Caroní, cuyos costos de producción por kWh han estado históricamente entre los más bajos del mundo, representó para el 2002, alrededor del 65% de la generación total del país al situarse en 57.427 GWh, lo cual equivale a más de 300 mil barriles diarios de petróleo. En particular, en el ámbito de la Cuenca, el aprovechamiento del potencial hidroenergético del río Caroní

sustentó el crecimiento de las industrias del acero y del aluminio, ambas altamente consumidoras de electricidad. En el Cuadro 7.4 se muestran las principales cifras de la gestión de CVG-EDELCA en el 2002.

La importancia de la electricidad generada en la Cuenca dentro del panorama nacional, mantendrá sus actuales niveles durante los próximos quince años. En la Figura 7.5 se muestra la participación de las diversas fuentes de generación eléctrica en el abastecimiento de la demanda nacional para dos escenarios de crecimiento de esta última (pesimista y optimista). De acuerdo con tales estimaciones, la energía proveniente de la cuenca del Caroní podría elevar su participación hasta por encima del 75% de la energía eléctrica demandada. Este hecho es una indicación de la enorme importancia que tiene garantizar el suministro confiable de estos flujos de electricidad y, en consecuencia, la relevancia nacional que se le asigna al desarrollo sustentable de la Cuenca, asegurando la vocación hidroenergética de la misma.



*Microcentral Canaima, conjuga la producción de energía hidroeléctrica y la conservación del medio.*



## MICROCENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Además de los grandes proyectos de generación hidroeléctrica, CVG-EDELCA ha construido un conjunto de microcentrales, cuyo objetivo es satisfacer las demandas de energía de poblaciones aisladas, ubicadas dentro de la Cuenca o en sus alrededores, lejos de las líneas de transmisión existentes. Estas microcentrales utilizan la energía hidráulica de pequeñas caídas de agua para generar electricidad. Las mismas son diseñadas y construidas por la Empresa, utilizando una tecnología basada en mecanismos simples y conocidos que no nece-

sitan operador permanente y requieren bajo mantenimiento. A pesar de que durante la fase de la construcción de estas microcentrales, CVG-EDELCA debe realizar pequeñas deforestaciones, una vez finalizada la obra se subsanan estos daños sembrando, en el área afectada, especies propias de la región y se realizan las obras apropiadas para su integración armónica al paisaje.

Hasta los momentos, CVG-EDELCA ha construido cinco microcentrales y opera siete (Cuadro 7.5). En total, la capacidad instalada es de 1.328 KW, lo que permite suministrar energía eléctrica a una población cercana a

Cuadro 7.5 Microcentrales hidroeléctricas en operación.

Nombre	Capacidad KW	Caudal m <sup>3</sup> /s	Caída m	Poblaciones beneficiarias	Población atendida hab
Arautamerú	150	7,3	4,0	San Francisco Yuruani, San Ignacio Yuruani, Centro operaciones EDELCA.	1.100
Cuao *	30	2,6	2,5	Cuao.	200
Canaima	800	7,0	25,0	Comunidad Las Malocas, Escuela, dispensario e iglesia, Centro operaciones EDELCA, Operadoras turísticas.	1.400
La Ciudadela	120	2,0	14,0	Batallón Mariano Montilla, Centro operaciones EDELCA, Oficinas INPARQUES, Parador turístico.	580
Uonqué II	58	1,2	6,7	Escuela Granja y Comunidad Uonqué.	600
Kavanayén **	110	0,4	44,0	Misión, escuela, Comunidad Kavanayén. Centro operaciones EDELCA.	1.100
Kamarata **	60	1,5	6,0	Misión, escuela, Comunidad Kamarata.	700

(\*) Fuera del ámbito de la Cuenca.

(\*\*) Microcentral no construida por CVG-EDELCA.

FUENTE: *Microcentrales hidroeléctricas: energía vital a la medida*. Gerencia de Gestión Ambiental, CVG-EDELCA, 2003.

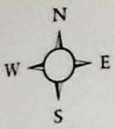
(\*) Fuera del ámbito de la Cuenca.  
FUENTE: Microcentrales hidroeléctricas: energía vital a la medida. Gerencia de Gestión Ambiental CVG-EDLCA, 2003.

Nombre	Capacidad KW	Caudal m <sup>3</sup> /s	Caida m
Caruay	250	3,0	11,4
El Paují	120	0,35	60,0
Icabarú	1.400	5,0	39,5
Imataca*	60	0,139	76,0
Kamoitán	150	0,75	45,0
La Esmeralda*	200	0,25	103,0
Santa María de Erbaro*	60	0,3	31,5

Cuadro 7.6 Microcentrales hidroeléctricas en estudio.

5.700 personas que viven en sitios aislados en la Cuenca. Igualmente, se encuentran en fase de estudio siete microcentrales adicionales (Cuadro 7.6) que permitirán ampliar la capacidad instalada en 2.240 KW y el número de beneficiarios en unas diez mil personas. (Mapa 7.1).

El uso de la energía hidráulica contribuye a disminuir la utilización de plantas diésel, reduciendo el consumo de combustibles no renovables y evitando la contaminación ambiental, así como los costos y daños asociados al transporte.



### Microcentrales (Capacidad Kw)

- En estudio
- En operación

### Signos Convencionales

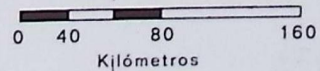
- ▨ Capital de estado
- ▨ Ciudades
- Capital de municipio
- Centros poblados
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca

7°30'N

6°0'N

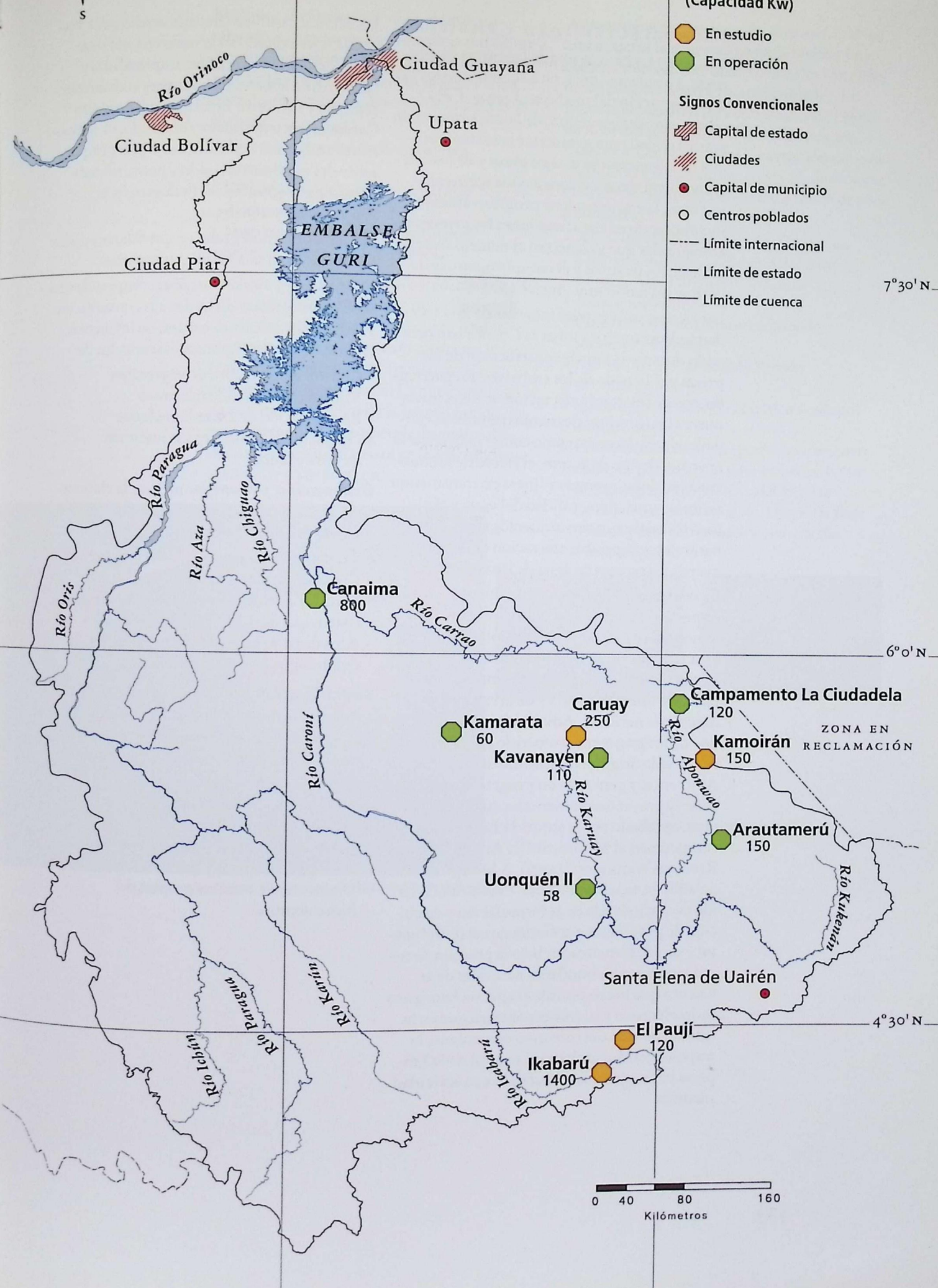
4°30'N

ZONA EN RECLAMACIÓN



63°0'W

61°30'W



**HIDROELECTRICIDAD Y AMBIENTE**

CVG-EDBELCA ha sido una de las empresas pioneras, a escala nacional, en su compromiso con la conservación del medio ambiente. Consistente, simultáneamente, de la importancia de esta actividad para garantizar la sustentabilidad de la generación a largo plazo y de los efectos ambientales asociados a estos aprovechamientos, la empresa viene progresivamente incorporando en sus actuaciones los principios ambientales que garantizan el manejo sustentable de los recursos y el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

Los efectos ambientales mayores de la actividad hidroenergética sobre la Cuenca han ocurrido durante la fase de construcción de las presas y el llenado de los embalses. En particular, son de resaltar la afectación de los ecosistemas y el estímulo al desarrollo de otras actividades de explotación como consecuencia de la apertura de vías de acceso; el efecto de la construcción de las represas y líneas de transmisión sobre la fauna, flora, calidad del agua y régimen hidráulico, sitios arqueológicos y paisajes naturales; y la posible afectación del microclima por los espejos de agua de los embalses.

Estos efectos se han visto compensados por el impacto positivo que la hidroelectricidad ha tenido sobre la economía venezolana, en términos de ahorro de combustibles fósiles para la exportación, generación de empleo, desarrollo de infraestructura y de la capacidad de ingeniería nacional. Adicionalmente, cada uno de los proyectos acometido por la empresa, ha dado origen a un Estudio de Impacto Ambiental y generado un programa de actividades y proyectos ambientales asociados a la obra, aprobado por la autoridad ambiental competente, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARN). A lo largo de sus 40 años de vida empresarial, CVG-EDBELCA ha ido evolucionando en la formulación y ejecución de programas y acciones de corte ambiental y social. Enmarcados bajo la premisa de la tribución por las bondades naturales de la Cuenca que hacen posible el aprovechamiento hidroeléctrico y su consecuente mejora en la calidad de vida del colectivo venezolano, la responsabilidad ambiental y social de la Empresa ha progresado en paralelo a su actividad medular.

Las acciones ambientales ejecutadas por CVG-EDBELCA han tenido su génesis en cada una de las grandes obras civiles emprendidas y constituyen aportes importantes al desarrollo regional y nacional. En el caso del proyecto Caruachi, recientemente concluido, el componente ambiental representa una parte importante del esfuerzo realizado y permitió redimensionar y consolidar el esfuerzo de la Empresa en esta materia.

Las acciones ambientales emprendidas pueden ser ubicadas en seis grandes categorías:

**Protección y conservación:** comprende una serie de programas dirigidos a la conservación y rescate del ambiente natural de la Cuenca. Dentro de tales programas destacan los de:

- Control de incendios de vegetación
- Vigilancia y control ambiental
- Recuperación de áreas degradadas
- Operaciones de rescate y reinserción de flora y fauna

**Ordenación y manejo:** incluye la elaboración y participación en el diseño de planes de ordenamiento y manejo de:

- Cuenca inmediata al Embalse Guri
- Cuenca inmediata al Embalse Macagua
- Parque Nacional Canaima, sector oriental (participación)
- Área de protección de obras públicas en Macagua

**Investigación aplicada:** la Empresa ha promovido, financiado y participado en la investigación de diversas variables ambientales, dentro de las cuales destacan:

- Ecología del bosque y la sabana
- Limnología de ríos y embalses
- Hidrología aplicada
- Inventarios florísticos y de fauna
- Potencial pesquero y estudios ícticos
- Desarrollo de técnicas propias de hidrosiembra

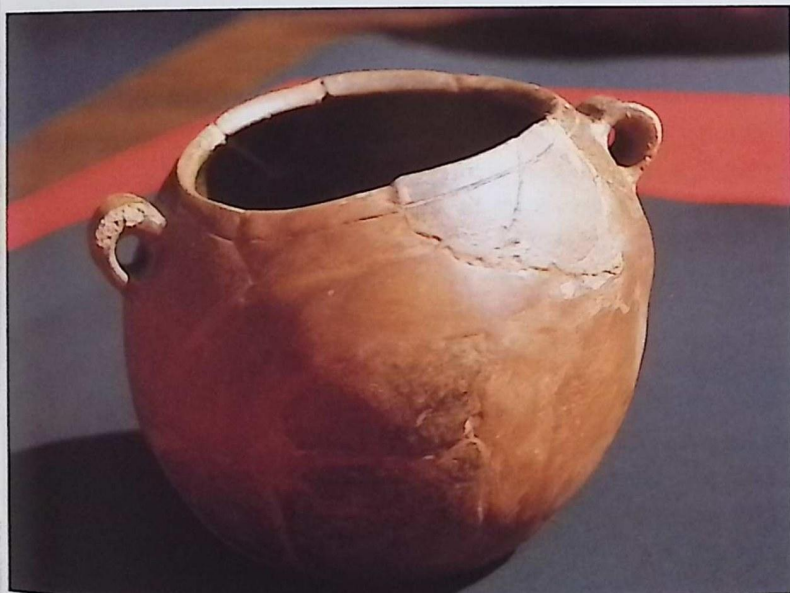
**Sistema de información:** diseño, instalación y gestión de una compleja red de medición y monitoreo de las principales variables ambientales que afectan la generación de hidroelectricidad. Dentro de la misma se incluye:

- Sistema de recepción de imágenes de satélite
- Red de estaciones hidroclimáticas y limnológicas
- Sistema de información ambiental
- Sistema de descargas eléctricas

**Rescate del patrimonio socio-cultural:** incluye el programa de rescate y documentación del patrimonio arqueológico en el área de impacto directo e indirecto de los embalses. Igualmente, la construcción y gestión del Ecomuseo del Caroní con el fin de exponer los logros de la investigación del rescate arqueológico y servir de centro de documentación básico sobre la gestión ambiental de CVG-EDELCA.

**Atención y servicios a la comunidad:** en esta materia la Empresa ha fomentado y financiado convenios interinstitucionales con el fin de brindar servicios a las comunidades. En particular, resaltan los convenios con el Ministerio de Salud, el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, y la Gobernación del estado Bolívar y las alcaldías, con el fin de mejorar el nivel de vida de la población a través de programas de:

- Atención médica preventiva y curativa a las comunidades indígenas del Alto Caroní, Alto Paragua y río Caura
- Educación ambiental
- Construcción de infraestructura de servicios y vialidad
- Apoyo integral al pueblo Pemón (Programa Mayú)
- Suministro de energía eléctrica a comunidades aisladas
- Construcción de áreas recreativas; en particular, de playas artificiales en los embalses de Macagua y Caruachi; y del Parque La Llovizna, como zona de refugio de flora y fauna y área de recreación, educación e investigación.



*Las piezas arqueológicas nos van entregando el pasado desde la edad más remota.*

Los trece programas que conforman el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Caruachi, recogen la experiencia y logros alcanzados por CVG-EDERCA en obras anteriores. Estos trece programas contemplados en el Estudio de Impacto Ambiental y los permisos correspondientes, incluyen diversas acciones que responden a medidas preventivas, mitigadoras, correctivas y compensatorias en áreas que van desde lo social y cultural, en su sentido más amplio, hasta aquellas que abarcan lo ambiental y el desarrollo científico; todo lo cual le imprime al Proyecto Caruachi un valor agregado como contribución al patrimonio nacional. Estos proyectos en su mayoría concluidos, son los siguientes:

*Manejo integral de la cuenca del río Caronti:* dirigido a elaborar una propuesta de Plan de Manejo de la Cuenca que permita planificar, zonificar y regular el uso racional y sustentable de los recursos naturales de la misma. Esta propuesta será presentada a la consideración de diversas instancias, en particular la CVG y el MARN, para su revisión y eventual tramitación.

*Relocalización de población:* dirigido a la población que se encontraba asentada en el área de influencia del desarrollo hidroeléctrico Caruachi, a través del cual se indemnizó a dicha población por los bienes afectados. La ejecución de este programa tuvo consecuencias directas en el logro de una mejor calidad de vida en los espacios de vivienda, por ellos seleccionados.

*Manejo de fauna:* este programa previó un Plan de Manejo en tres etapas:

- Estudios selectivos de la fauna silvestre
- Operación de rescate de la fauna afectada por el embalse
- Reinserción y monitoreo de especies

*Rescate arqueológico:* rescate e investigación arqueológica en una superficie de 3.500 ha, en el área de influencia del embalse.

*Sistema de información geográfica:* el cual tiene por objeto recoger toda la información sobre variables físico-naturales y socio-económicas relevantes en el área de la Cuenca y desarrollar el modelo conceptual y físico del sistema de información ambiental; así como adquirir los equipos y sistemas requeridos para su desarrollo pleno.

*Manejo de vegetación en el vaso del embalse:* caracterizar la vegetación y el sistema acuático impactado por el embalse y diseñar un Plan de Manejo que permita minimizar los riesgos de eutrofización y de accidentes.

*Manejo forestal del borde del embalse:* realización del inventario florístico detallado de los bosques rebalsados en la zona afectada, y la ejecución de un proyecto de reforestación de especies autóctonas en el borde del vaso.

*Recuperación de áreas degradadas:* recuperar aproximadamente 193 km<sup>2</sup> de áreas afectadas por la obra de Caruachi, utilizando especies de reforestación adecuadas y la tecnología de hidrosiembra.\*

*Limnología y pesquería:* avanzar en el conocimiento sistemático y predictivo de la calidad de las aguas, en particular de sus variables físico-químicas y biológicas.

\* Tecnología desarrollada por CVG-EDERCA.



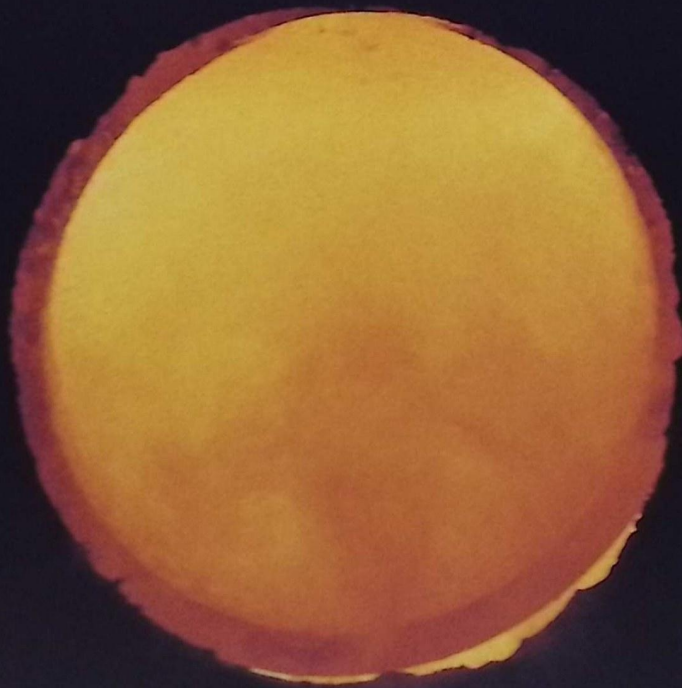
*Playa artificial de Caruachi: También se pensó en el esparcimiento.*

**Creación de playas artificiales:** se trata de la creación de tres playas artificiales en el borde izquierdo del embalse y elaboración de sus respectivos planes de uso y manejo.

**Control sanitario y vigilancia epidemiológica:** en concordancia con la Alcaldía del Municipio Caroní, se realiza un diagnóstico de la situación epidemiológica de quienes habitan en la zona afectada por las obras y, en consecuencia, un Plan de Atención Médica Primaria que incluye: asistencia, vacunación, prevención y saneamiento ambiental.

**Plan rector «Gran Parque Caroní»:** planificar y sistematizar el desarrollo del conjunto de parques urbanos integrados por los Parques La Llovizna, Löefling, Cachamay y Punta Vista que, en total, reúnen 471 ha.

**Participación y comunicación:** programa integrado por dos componentes: el primero, orientado a divulgar el Proyecto Caruachi y sus beneficios y el segundo, se refiere a un programa de educación ambiental como medio de apoyo a la ejecución de los planes de manejo y de participación de la comunidad.



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8

8

CAPÍTULO

*Colada de oro: presagio de riqueza.*

*Actividad minera*

*Mineral de hierro*

## **Minería**

*Extracción de oro y diamantes*

*Minerales no metálicos*

## ACTIVIDAD MINERA

A pesar de la prioridad otorgada por los españoles a la minería, en el caso venezolano no existen referencias importantes sobre la explotación de minerales durante el período de la Conquista y los primeros tiempos de la Colonia. La explotación del territorio fue siempre insignificante frente a la de otros centros de explotación minera que poseían los colonizadores en América.

Para el estado Bolívar, las primeras evidencias se remontan al siglo XVIII, cuando los Capuchinos Catalanes explotaron artesanalmente el mineral de hierro en Guayana y colonizadores, aventureros e incluso misioneros, llegaron a la región desde diferentes partes del mundo, en especial de Europa, atraídos por la búsqueda de oro y por la fama del Nuevo Mundo.

Un hito en el caso del mineral de hierro lo constituyó el otorgamiento por el Ejecutivo Federal de una concesión en 1883, en el antiguo Territorio Federal Delta Amacuro. Sin embargo, es sólo a partir de 1936, con la promulgación de la primera Ley de Minas, cuando se inicia la explotación formal en el país de diversos minerales. En particular, se establecen sitios dedicados a la explotación minera, especialmente de oro, en El Callao y otros sectores adyacentes a la población de El Dorado; todos ellos fuera del ámbito geográfico de la Cuenca, pero dentro de su área de influencia por estar localizados a pocos kilómetros hacia su límite noreste.

Hasta 1950 la explotación minera de oro y diamantes en el estado Bolívar se caracterizaba por el reducido número de personas dedicadas a esta actividad, la utilización de equipos y técnicas de explotación rudimentarias y las limitaciones de acceso. Hasta ese momento la actividad se encontraba localizada en la zona de El Callao, donde habían sido descubiertos importantes yacimientos de oro. A partir de esa fecha, la minería adquiere otras dimensiones. Por una parte, surgen numerosos focos de

minería aluvional de oro y diamantes dentro del ámbito de la Cuenca con una considerable dispersión territorial y la generalización del uso de maquinarias y equipos de gran poder destructivo, como los monitores hidráulicos de alta presión con los que socavan los márgenes de los cauces naturales. La mayor parte de esta pequeña minería se orienta a la extracción del oro y diamante de aluvión y se practica de manera ilegal, con un importante componente de mano de obra extranjera proveniente, en su mayoría, de Guyana, Colombia y Brasil.

Por la otra, a partir de la misma fecha, se inicia en la mina del Pao, la explotación del mineral de hierro en forma sistemática y a gran escala y posteriormente, en 1954, en el cerro Bolívar. Estos yacimientos han tenido una influencia decisiva en la dinámica económica y social que en ella se ha desarrollado. En particular, las sinergias que se establecieron entre el desarrollo de la minería y la explotación del recurso hidroenergético de la Cuenca, dieron lugar al importante desarrollo industrial y urbano de Ciudad Guayana y marcan de manera decisiva, el uso del espacio y el proceso de asentamiento de la población.

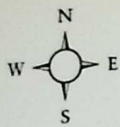
La actividad minera en la Cuenca comprende, fundamentalmente, la explotación industrial de minas de hierro, diamantes y oro de aluvión y minerales no metálicos, dentro de los cuales destacan arenas y granito. La explotación del mineral de hierro se realiza a través de tecnologías modernas y controladas y está restringida a un área pequeña de la Cuenca, ubicada en el Bajo Caroní. Mientras que la producción aluvional de oro y diamantes se realiza prácticamente en todos los sectores, se trata de pequeña minería y utiliza tecnologías de bajo nivel de productividad y de alto impacto sobre el ambiente. Por último, la minería de no metálicos es incipiente, muy localizada y en gran medida asociada al mercado local.

Las actividades vinculadas a la explotación de cada uno de estos minerales muestran características fuertemente diferenciadas en términos tanto de su intensidad de aprovechamiento como de sus impactos ambientales. Tales diferencias se reflejan en el desigual conocimiento que existe sobre los recursos mineros. En el caso del mineral de hierro se ha logrado un conocimiento exhaustivo de los recursos presentes en el Bajo Caroní que ha sustentado el desarrollo de una importante industria ferrosiderúrgica. Por el contrario, para los otros minerales, la información disponible es parcial e incompleta. Sin embargo, los rasgos geológicos de la Cuenca permiten inferir la existencia de recursos importantes (*Mapa 8.1*) que, adecuadamente explotados, podrían generar significativos beneficios económicos de manera sustentable.

Mapa 8.1  
Potencial minero

Los hombres de MINERVEN persiguen incansables el oro.





### Potencial minero

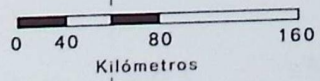
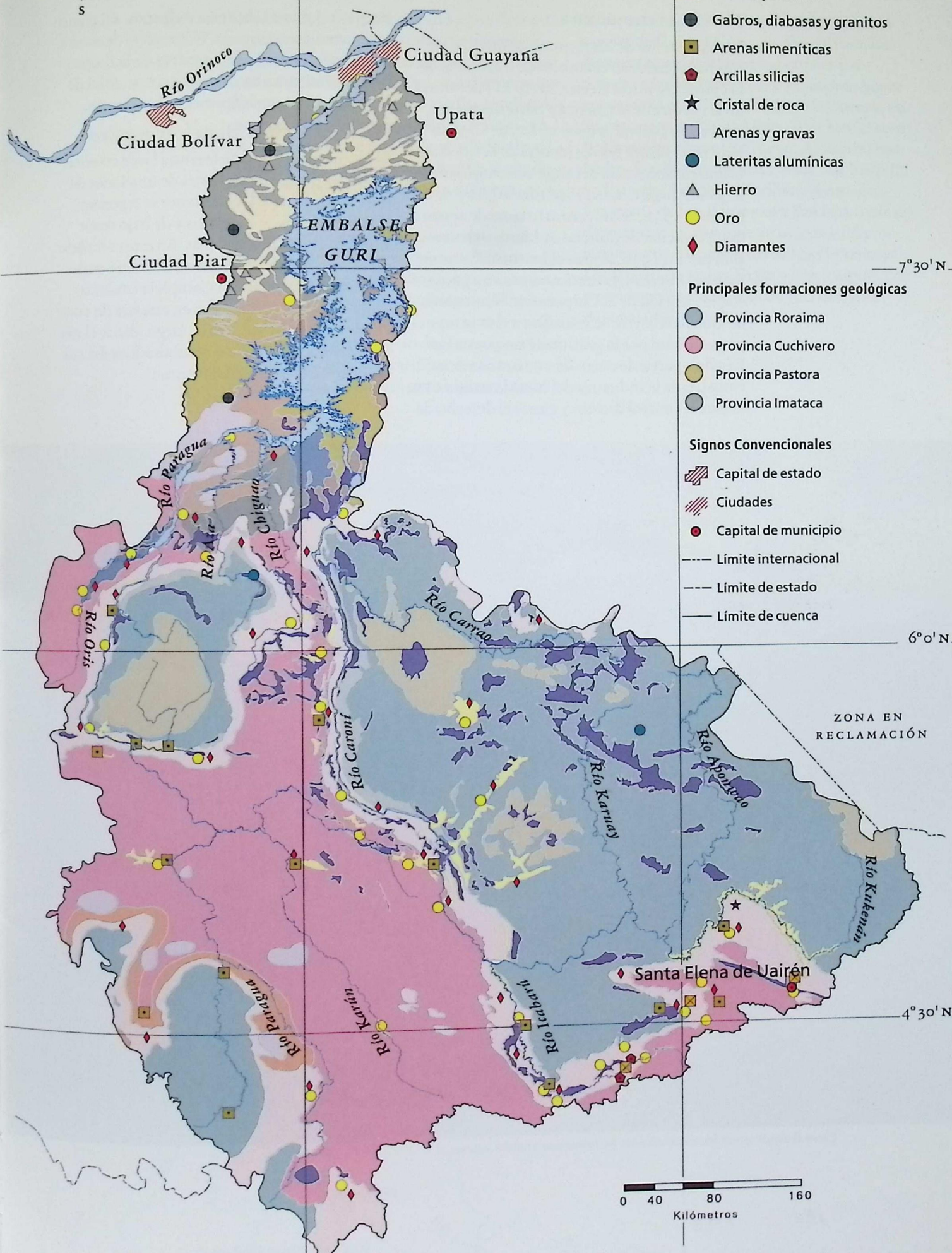
- Arcillas y caolines
- Gabros, diabasas y granitos
- Arenas limeníticas
- Arcillas silicias
- Cristal de roca
- Arenas y gravas
- Lateritas alumínicas
- Hierro
- Oro
- Diamantes

### Principales formaciones geológicas

- Provincia Roraima
- Provincia Cuchivero
- Provincia Pastora
- Provincia Imataca

### Signos Convencionales

- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca



63°0' W

61°30' W

propiedad plena sobre esta industria, así como la libertad para dirigirla. El ejercicio de estas facultades son realizadas a través de la Empresa FERROMINERA DEL ORINOCO C.A., filial de la CVG, creada específicamente con este fin.

#### POTENCIAL DE MINERAL DE HIERRO

El cinturón ferrífero de Imatara tiene reservas de toneladas por 4.184 millones de toneladas de mineral de hierro. De alto tenor se reportan 1.708 millones de toneladas y de bajo tenor 2.476 millones de toneladas. En este complejo se encuentran los yacimientos de hierro más importantes del país. El Complejo Imatara aflora al sur del río Orinoco en una faja de 100 km de ancho por 500 km de largo, desde el río Caura hasta cerca de la desembocadura del río Orinoco en el océano Atlántico.

La explotación de los recursos de mineral de hierro ubicados en el ámbito de influencia de la Cuenca se inicia en el cerro El Pao, situada al noreste de la Cuenca y posteriormente, en el cerro Bolívar, a unos 10 km de Ciudad Piar, en el límite noroccidental de la Cuenca. Como consecuencia del auge siderúrgico de la Región, surge Ciudad Piar, fundada el 9 de febrero de 1952, como centro urbano de apoyo a la explotación de mineral de hierro del cerro Bolívar. En 1958, se crea el Instituto Venezolano del Hierro y, posteriormente en 1960, con la creación de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), se transfiere a ésta la responsabilidad por la gestión de estos recursos. Es sólo a partir de enero de 1976, una vez nacionalizada la industria del hierro, cuando CVG asume el control directo y ejerce el derecho de

#### MINERAL DE HIERRO



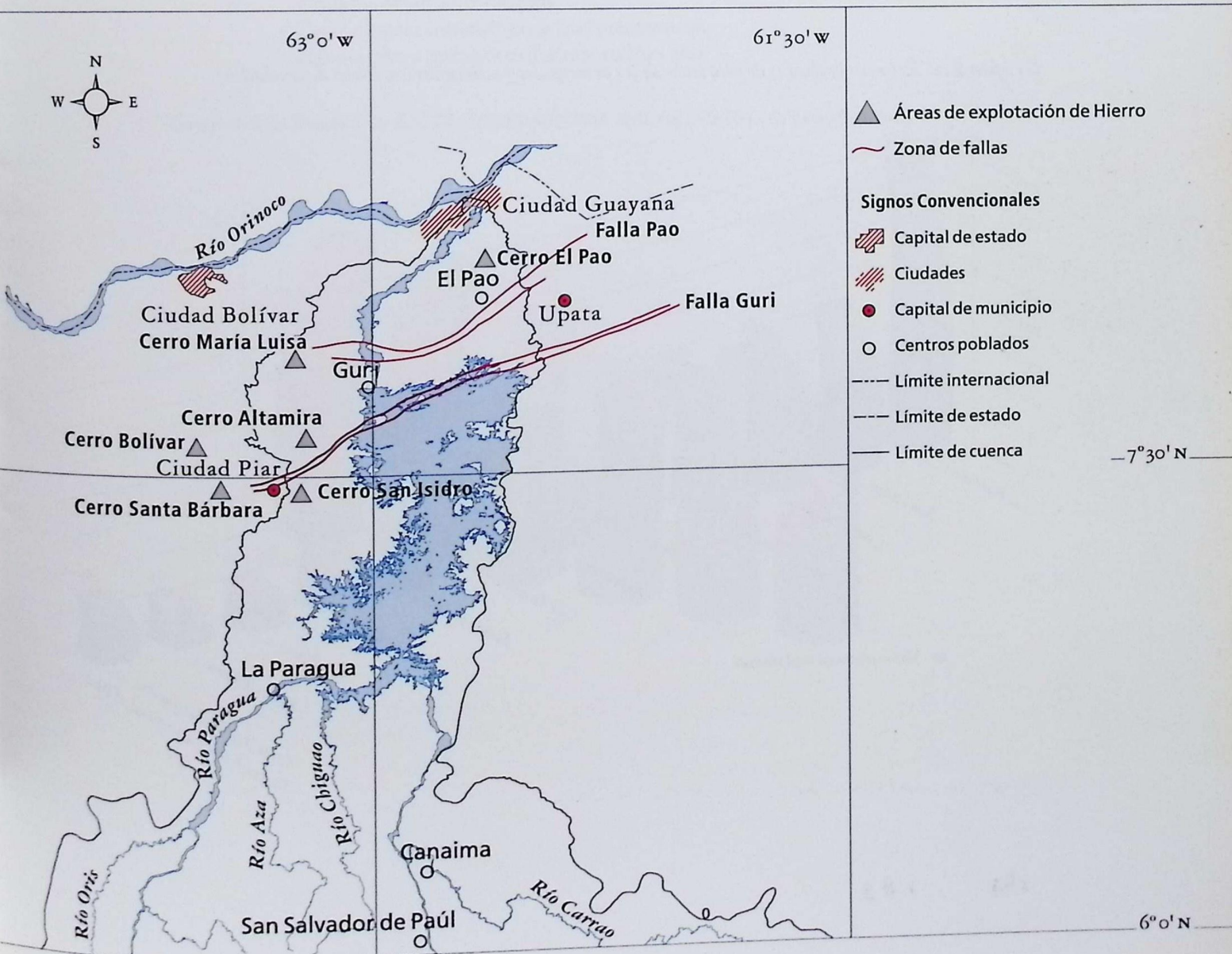
Cerro Bolívar: tanto hierro volví loco los instrumentos de los aviones.

En dicho Complejo afloran tres tipos de formación de hierro que originan yacimientos importantes: los de grano grueso, localizados al norte de la Falla de El Pao, con diámetro superior a 1 mm; los de grano medio, localizados entre la Falla de El Pao y la Falla de Guri-río Carapo, cuyo diámetro varía alrededor de 1 mm; y los de grano fino, localizados al sur de la Falla de Guri-río Carapo, cuyo diámetro es inferior a 1 mm.

Entre los principales yacimientos de grano grueso se encuentran los del cerro El Pao, uno de los primeros en descubrirse y en explotarse. Este Cerro está localizado al este de la Cuenca, a 45 km al sur de Ciudad Guayana sobre una colina de 650 m de elevación. Por su parte, los yacimientos de grano medio se localizan en el cerro María Luisa, ubicado a 5 km al oeste

de la presa «Raúl Leoni» (Guri) y a 85 km al sureste de Ciudad Guayana. Por último, las mayores reservas de mineral de hierro se refieren a los yacimientos de grano fino que se encuentran en el límite oeste de la Cuenca, en las cercanías de Ciudad Piar. Ellos son: el cerro Bolívar y los cerros El Trueno, Altamira, San Isidro, Los Barrancos, Las Pailas, San Joaquín, La Estrella, Redondo, Toribio y Arimagua. Las minas de Los Barrancos y San Isidro son las de mayor riqueza y forman un cuadrilátero ferrífero con los depósitos de Los Barrancos I, Los Barrancos II, Las Pailas y San Joaquín, con reservas probadas de más de 700 millones de toneladas. (Figura 8.1).

Figura 8.1 Sector Bajo Caroní, áreas de explotación de hierro.



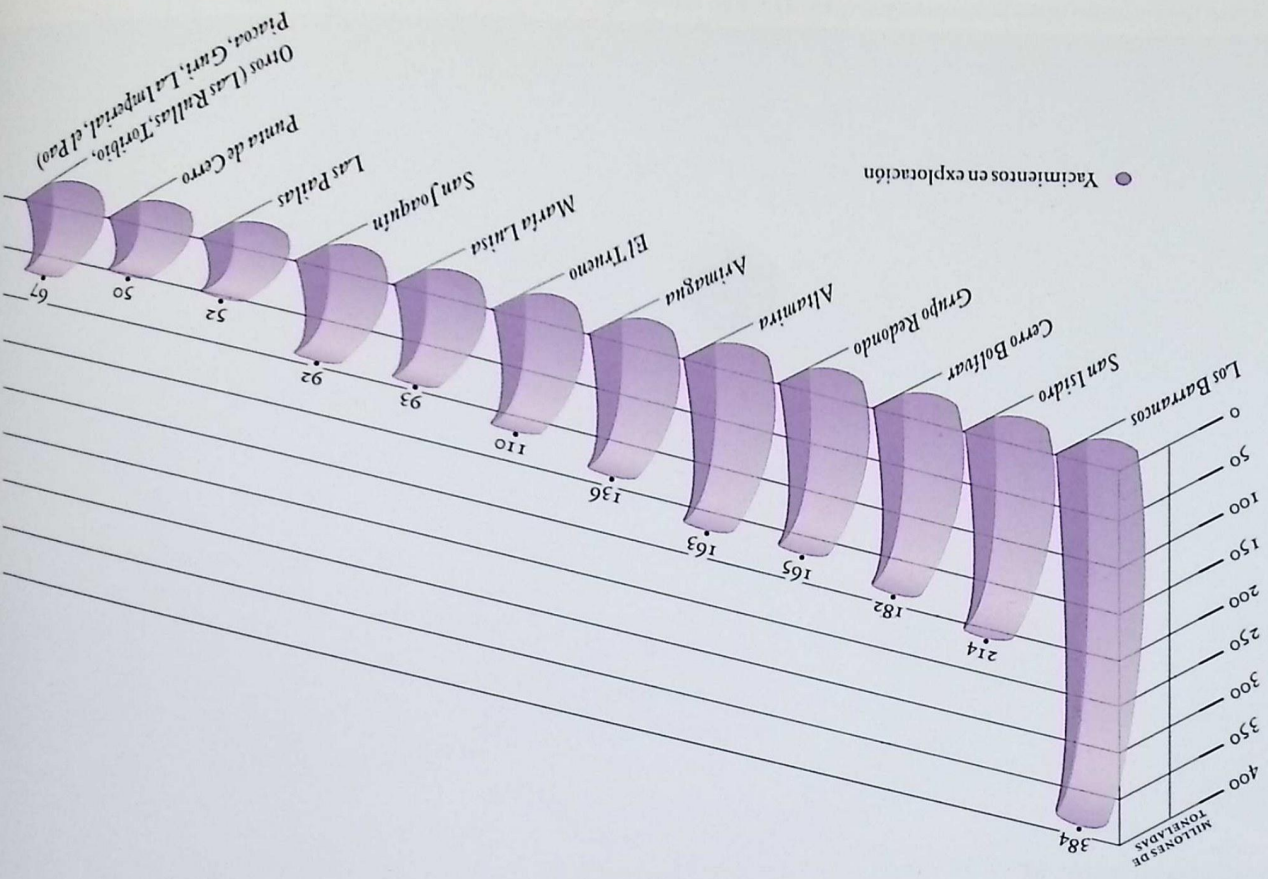


Gráfico 8.2 Reservas probadas de alto tenor de los principales yacimientos (millones de toneladas).

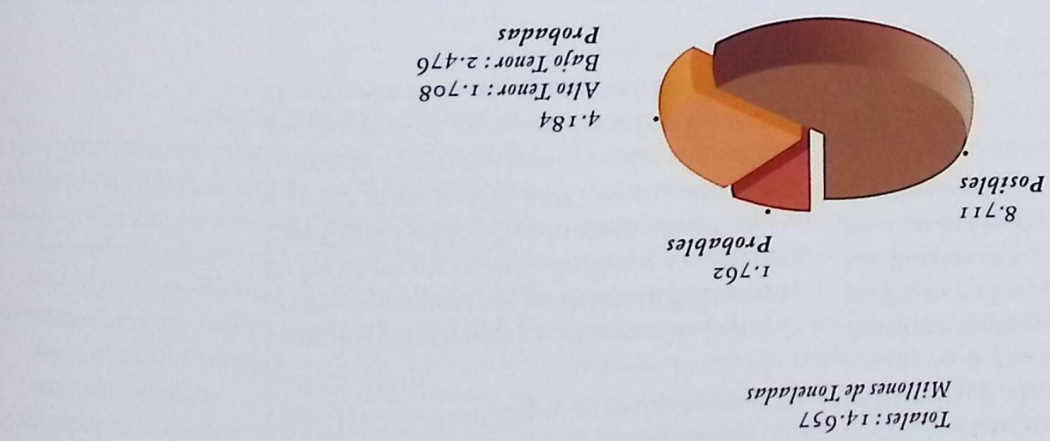


Gráfico 8.1 Reservas de mineral de hierro.

Las reservas de mineral de hierro se estiman en 14,657 millones de toneladas. En el Gráfico 8.1 se muestra la composición de estas reservas en términos de probadas, posibles y probables; y en el Gráfico 8.2 se muestran los valores de las reservas probadas de los principales yacimientos de alto tenor.

### PRODUCCIÓN DE MINERAL DE HIERRO

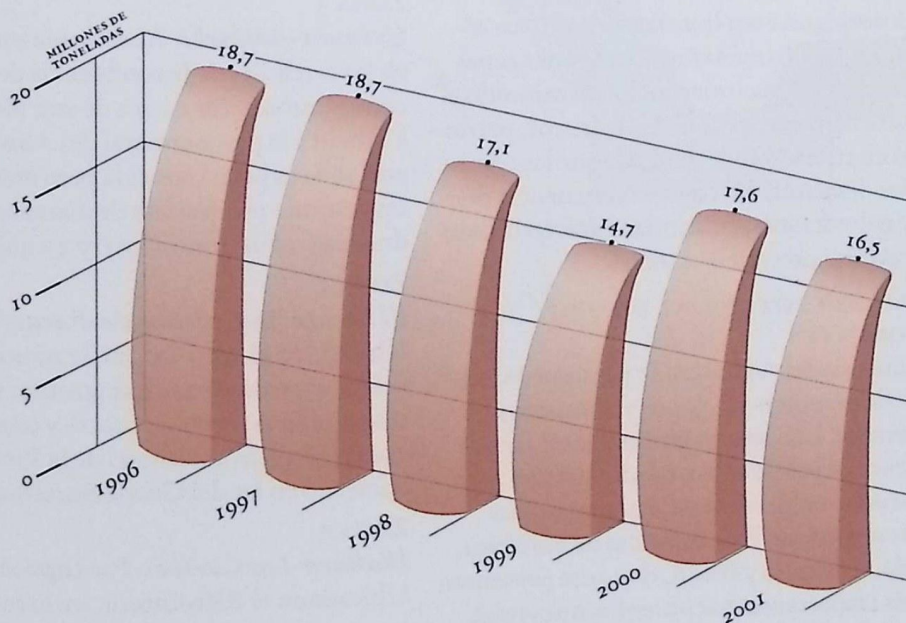
En Venezuela el mineral de hierro es extraído y comercializado exclusivamente por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) a través de su empresa filial, FERROMINERA DEL ORINOCO. La producción actual de mineral de hierro se origina en el límite oeste del Bajo Caroní y sus alrededores. Esta producción reúne condiciones muy apreciadas para su explotación, como lo son:

- Un tenor no inferior al 50%.
- Un mineral constituido principalmente por hematita con un porcentaje muy bajo de elementos indeseables (fósforo y arcillas).
- Una situación geológica que facilita su explotación a cielo abierto y facilidades de transporte por su cercanía al río Orinoco, lo que permite el desplazamiento de grandes cargueros de mineral.
- Su cercanía a la energía necesaria para el establecimiento de una industria siderúrgica. En particular, a la generación de electricidad proveniente del Caroní y de los recursos gasíferos del oriente del país.
- Condiciones climatológicas que permiten su explotación y transporte durante todo el año.

La producción de mineral de hierro se situó, para el 2001 (*Gráfico 8.3*), en 16,5 millones de toneladas provenientes, en 70%, de los yacimientos ubicados en el cerro San Isidro, 20% de los de Los Barrancos y el restante 10% del cerro Las Pailas. Estos sitios de explotación han sustituido, desde hace cinco años, la explotación proveniente de los cerros El Pao y Bolívar. En el primer caso, El Pao debió cerrarse producto del agotamiento de los recursos, mientras que la disminución de la producción en el cerro Bolívar obedece a las nuevas exigencias de los mercados, derivadas de los cambios tecnológicos que exigen menores contenidos de fósforo en el mineral vendido.

Asociado a la explotación del mineral de hierro, CVG-FERROMINERA ha desarrollado un sistema de transporte ferroviario que permite llevar sus productos hasta las zonas de procesamiento situadas en Ciudad Guayana y hasta los puertos de exportación, Puerto Ordaz y Palúa, ubicados en la confluencia de los ríos Caroní y Orinoco.

*Gráfico 8.3 Producción de CVG-FERROMINERA DEL ORINOCO C.A. (1996-2001).*



La producción de mineral de hierro de CVG-FERRONMINERA, se dirige en cerca de un 50% hacia el mercado de exportación, mientras que el resto abastece al mercado interno; en particular, a la Siderúrgica del Orinoco, SIDOR, la principal acería del país, y a las briquetadoras.

El desarrollo industrial del espacio de la Cuenca ha sido, sin lugar a dudas, el resultado de la explotación de los enormes recursos de mineral de hierro disponibles, los cuales han impulsado la generación hidroeléctrica en el río Caroní y, a partir de allí, el actual patrón de ocupación del espacio y aprovechamiento de recursos naturales.

## EXTRACCIÓN DE ORO Y DIAMANTES

A pesar de las enormes potencialidades que se cree existen en el espacio de la Cuenca, los depósitos de oro y diamante han sido descubiertos y explotados fundamentalmente por mineros artesanales. Esta actividad tiene aproximadamente unos cien años, pero es sólo a partir de 1970 cuando se intensifica y extiende a prácticamente todo el ámbito de la Cuenca. Los mineros se dedican a la explotación temporal de minas descubiertas al azar, sin que haya existido una explotación geológica previa, generando asentamientos precarios y con malas condiciones sociales, los cuales son abandonados una vez que disminuyen los recursos. En los últimos años, en algunas zonas la riqueza de los yacimientos ha disminuido el nomadismo tradicional de los mineros, permitiendo cierta estabilización, aunque las comunidades desarrolladas como consecuencia de estas explotaciones, continúan caracterizándose por su alta precariedad social.

## ÁREAS CON POTENCIAL DE ORO Y DIAMANTES

En la cuenca del río Caroní se presume la existencia de un potencial de oro y diamantes importante. Las características geológicas de la Cuenca (tipos de roca y edades) tienen gran similitud e inclusive han sido comparadas con las secuencias Precámbricas de Suráfrica, Canadá, Australia y Brasil, donde se presentan los más importantes yacimientos minerales del mundo. Tales coincidencias permiten inferir que las concentraciones de minerales en la Cuenca pueden ser importantes, lo cual si bien no ha sido objeto de un estudio sistemático

co de potencialidad minera, ha sido empíricamente comprobado por la intensa y dispersa actividad de explotación que se verifica en la Cuenca. Las posibles reservas de oro en el espacio de la Cuenca se estiman en 3,4 millones de toneladas de oro (OT) y se infleren reservas hipotéticas de oro (OT) por unos 10,3 millones de toneladas de oro (OT). En el caso los recursos de diamantes, las posibles reservas se sitúan en 18,7 millones de quilates (Q). Estos valores presentan un alto grado de incertidumbre ya que aún no se ha realizado un programa sistemático y exhaustivo de prospección que permita comprobar el importante potencial que se inflere de los estudios geológicos. Las áreas de mayor interés y prioridad para la realización de tales estudios prospectivos son las siguientes (Figura 8.2):

### ZONA 1

**Cinturón de rocas verdes.** Comprende el Bajo Caroní y parte del Bajo Paragua; puede albergar mineralizaciones de oro y sulfuros masivos de cobre, plomo y zinc, entre otros.

### ZONA 2

**Cerro Waikina y sus alrededores.** Situado en el Bajo Paragua, presenta la mayor concentración de mineros en toda la cuenca del río Caroní, de lo cual se inflere un importante potencial de oro y diamantes.

### ZONA 3

**Urtmán-Arribichi.** Abarca una zona situada en las cercanías de la confluencia del Ikabartú con el Caroní y los cursos de este último hasta Urtmán y la parte oriental del Alto Paragua; esta zona es poco conocida pero mantiene una importante producción de diamantes, con pie-dras que oscilan entre los 6 y 10 quilates.

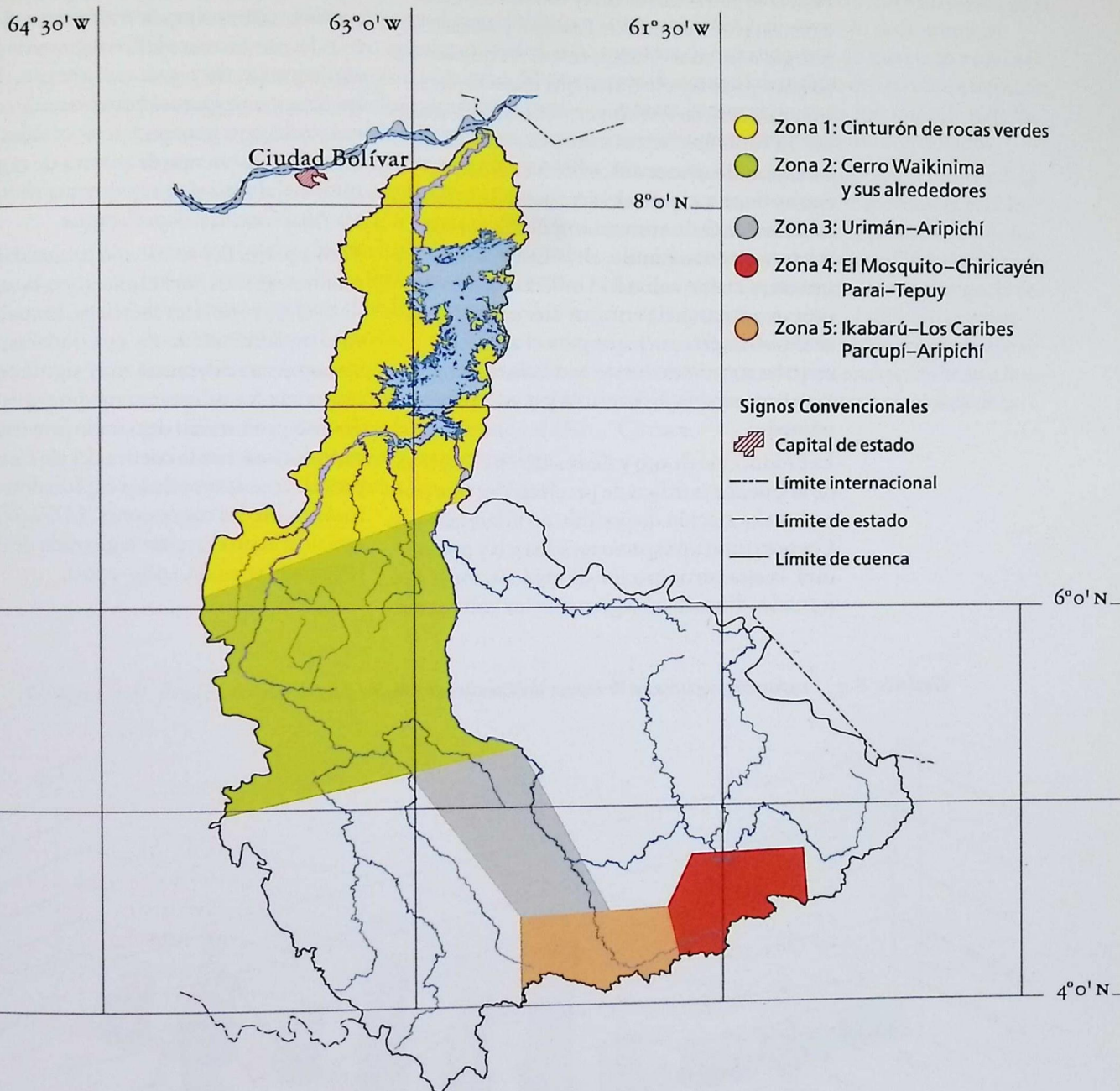
### ZONA 4

**El Mosquito-Chiricayén-Parai-Tepuy.** Ubicada en el Alto Caroní, la zona debe ser investigada para identificar posibles yacimientos primarios: vetas de cuarzo y oro, diseminados en las rocas volcánicas de la Provincia Chivero o en las del Grupo Koraima.

### ZONA 5

**Ikabartú-Los Caribes-Parcupí-Arribichi.** Ubicada en el Alto Caroní, incluye áreas intensamente explotadas por sus yacimientos de diamante aluvial y, en algunos casos, por las acumulaciones de oro.

Figura 8.2 Áreas prioritarias para la prospección minera.



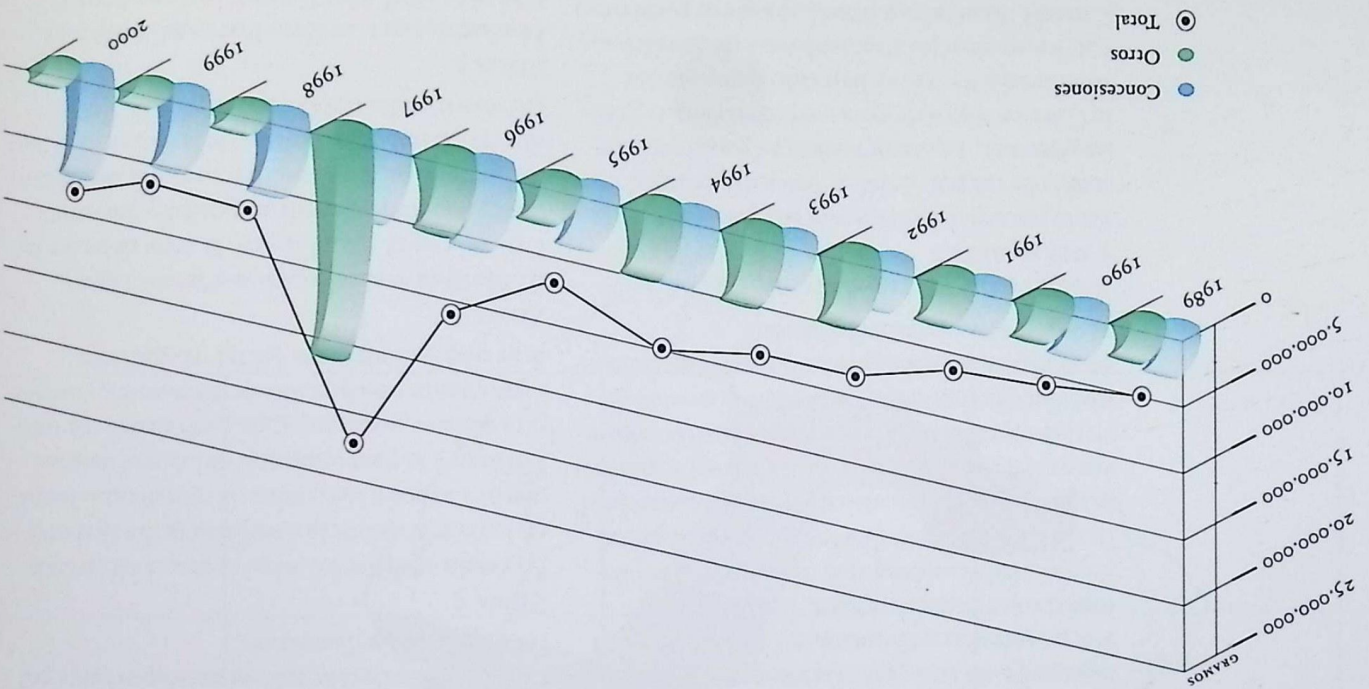


Gráfico 8.4 Producción registrada de oro en Venezuela—Período 1989-2000.

PRODUCCIÓN DE ORO Y DIAMANTES

Para la explotación de oro y diamantes en la Cuenca, el Ministerio de Energía y Minas ha otorgado 98 concesiones, mientras que la CVG ha entregado 83 contratos que esperan decisión para ser convertidos en concesiones mineras. La superficie actualmente otorgada bajo concesiones o contratos, es de 224.888 ha, equivalente a 2,44% del área total de la Cuenca. Además de la minería amparada por los contratos y concesiones, en la Cuenca se ejerce una importante actividad minera informal y otra amparada por permisos otorgados por la CVG (*intuito personal*), que para el año 2000 operaba con alrededor de 112 balsas y dragas, 1.038 monitores hidráulicos y 5.100 paleros nómadas.

La producción de oro y diamante en el ámbito de la Cuenca es difícil de precisar. Por una parte, la información disponible no diferencia a la Cuenca como un espacio estadístico y por la otra, la alta participación de explotaciones informales dificulta el registro de los volúmenes

de minerales extraídos. La producción de oro reportada para la Región Guayana durante el período 1989-2000, se muestra en el Gráfico 8.4. La producción de oro registrada para el año 2000 fue de 7.332.301 gramos, de los cuales 6.744.131 gramos provienen de concesiones y 588.170 gramos son reportados bajo «otros» y provienen de centros de explotación informal de oro, principalmente de los sectores Alto Caroní y Bajo Paragua.

Por su parte, la producción nacional de diamantes registra para el año 2000 la cantidad de 109.597 quilates métricos, lo cual constituye un aumento de 14.453 quilates, respecto a 1999 y una diferencia muy significativa con respecto a los valores promedio registrados. Toda la producción declarada proviene de las explotaciones en la cuenca del río Caroní, y prevalece el aporte de los exploradores informales sobre las concesiones. El Gráfico 8.5 muestra la producción registrada de diamantes para el período 1989-2000.

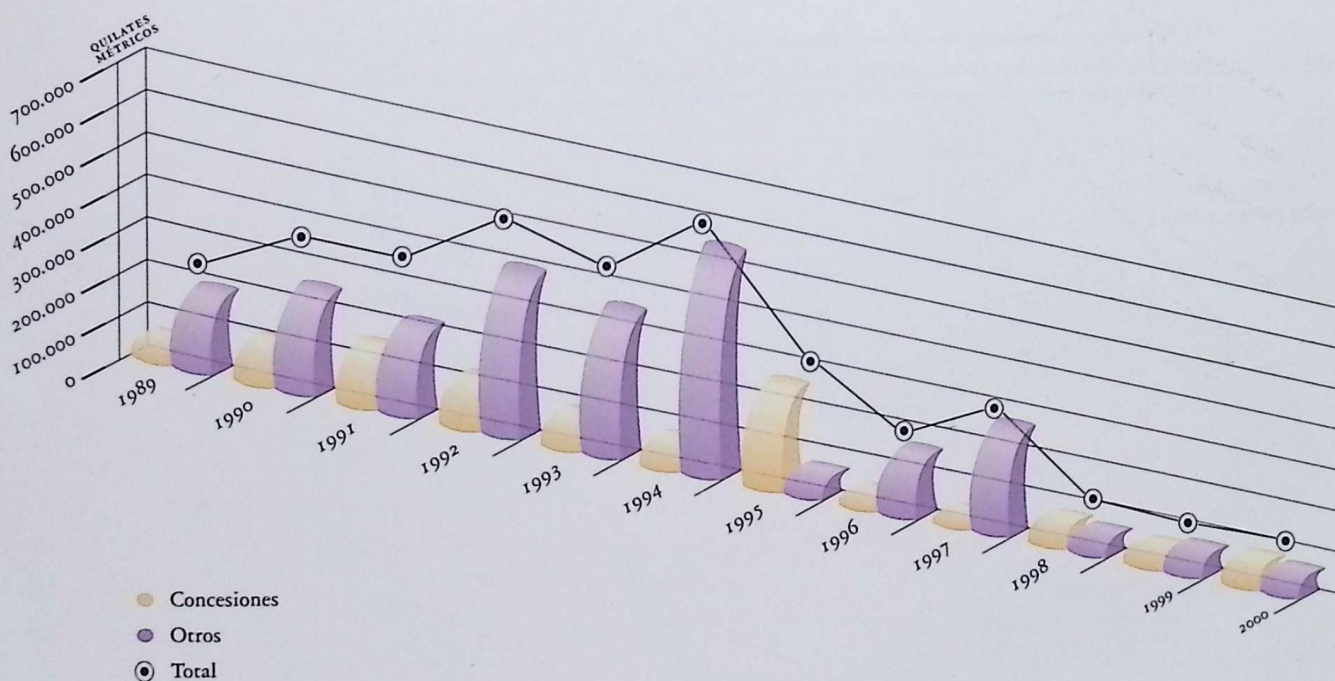
Si bien el área actualmente en uso directo por la minería aluvial puede considerarse como muy pequeña en relación con el tamaño de la Cuenca (0,7%), el efecto de esta actividad reviste particular peligro para la misma. El problema de la minería se torna altamente preocupante y urgente de atender cuando se estima la porción de la Cuenca que se encuentra en el área de influencia de la actividad minera actual, así como la prevista, a partir de los contratos otorgados. Según los cálculos realizados por los expertos, dicha área de influencia podría alcanzar valores tan altos como el 18,7% del área total de la Cuenca.

Los efectos ambientales de la minería de oro y diamantes están asociados al tipo de tecnología utilizada y a la anarquía que define a dicha actividad, lo cual crea importantes pasivos ambientales en la Cuenca y graves daños al

ecosistema en las zonas donde hay explotación minera. Esta afectación incluye la quema de la vegetación y deforestación de bosques; el aporte de sedimentos y de mercurio a los cursos de agua; el deterioro de recursos escénicos; y otras consecuencias socioeconómicas de los asentamientos humanos no controlados.

En muchos casos, la explotación informal de oro y diamantes genera importantes problemas sociales asociados a la precariedad de los asentamientos y a los bajos y fluctuantes niveles de ingreso económico. Sin embargo, la actividad es relevante por el número relativamente alto de empleos a bajo costo, ya que se estima que 53.000 personas se dedican a la actividad de pequeña minería en el área de la Cuenca.

Gráfico 8.5 Producción registrada de diamantes en Venezuela - Período 1989-2000.



DINÁMICA ESPACIAL DE LA MINERÍA DE ORO Y DIAMANTE

(31%). Esta área bajo explotación incluye, además de parte de la superficie legalmente otorgada, explotaciones realizadas bajo condiciones de ilegalidad. Si bien la explotación minera actual representa solamente 0,86% del área de la Cuenca, es posible inferir que, de entrar en explotación la totalidad de contratos y concesiones otorgada y de no controlarse la actividad informal, el área afectada podría elevarse notablemente. (Mapa 8.2)

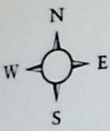
En la Cuenca han sido otorgadas unas doscientas veinticinco mil hectáreas bajo la figura de concesiones y contratos de explotación de oro y diamantes, fuertemente concentradas en el Bajo Paragua y Alto Caroní. Sin embargo, se estima que aproximadamente 79.424 ha están actualmente sometidas a la explotación minera (Cuadro 8.1), igualmente concentradas en el Bajo Paragua (53%) y en el Alto Caroní

Cuadro 8.1 Áreas de interés de la minera de oro y diamante.

Sector	Área en Concesiones y Contratos		Área en Explotación		Área de Influencia actual	
	ha	%	ha	%	ha	%
Bajo Caroní	29.417	13,08	1.254 <sup>1</sup>	1,58	32.883	25,30
Medio Caroní	10.215	4,54	7.852	9,89	12.711	9,78
Alto Caroní	62.171	27,65	24.523	30,88	54.201	41,71
Bajo Paragua	93.184	41,43	42.297	53,25	26.349	20,28
Alto Paragua	29.901	13,30	3.498	4,40	3.805	2,93
<b>Total Minería</b>	<b>224.888</b>	<b>100</b>	<b>79.424</b>	<b>100</b>	<b>129.949</b>	<b>100</b>
<b>Total Cuenca</b>	<b>9.217.254</b>	<b>2,44</b>		<b>0,86</b>		<b>1,41</b>

(1) No incluye el área de explotación en el Embalse Guri.

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, t.1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap.3: Potencial minero. CVG-EDFCA, 2003.

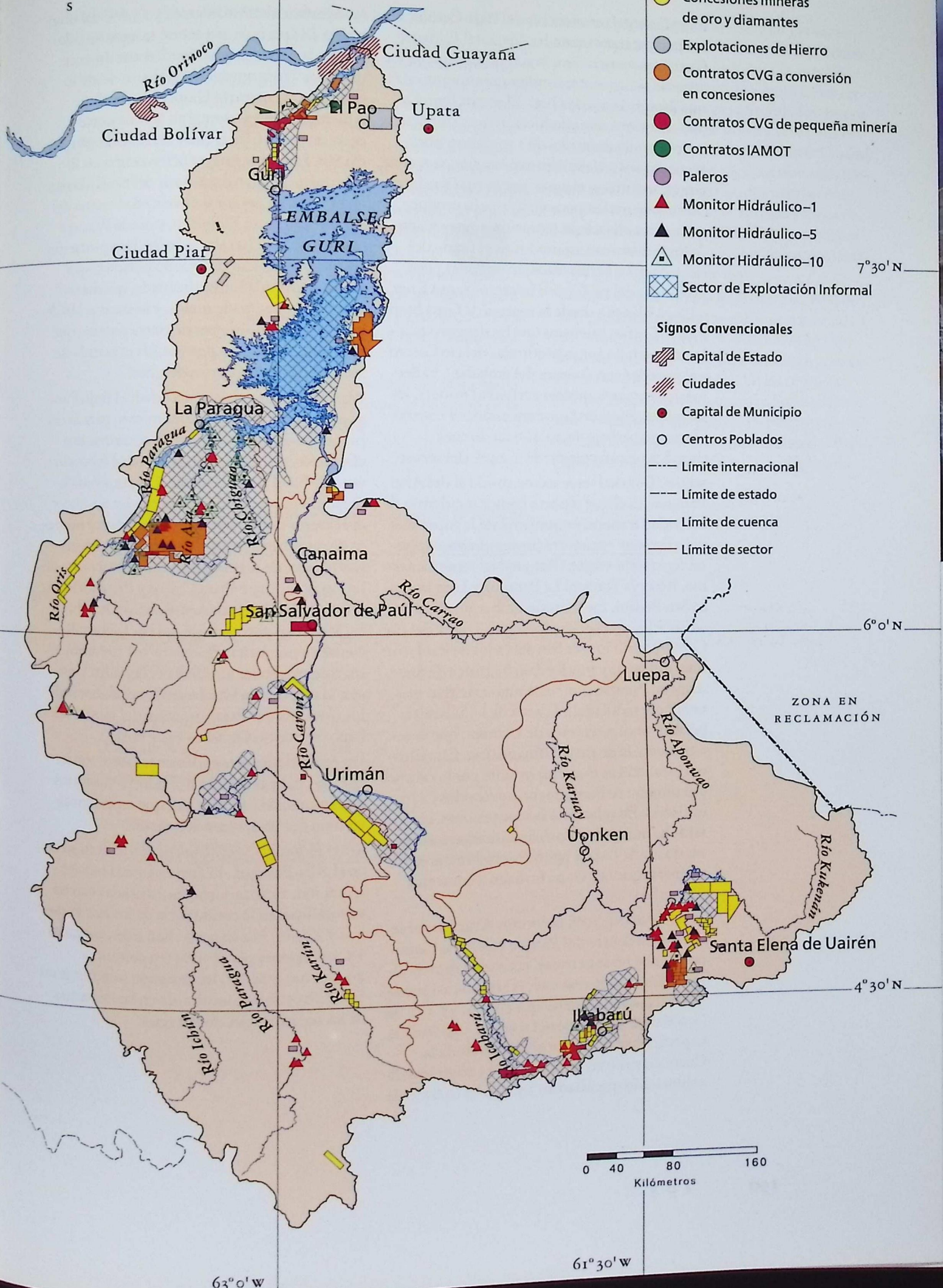


### Actividad Minera

- Concesiones mineras de oro y diamantes
- Explotaciones de Hierro
- Contratos CVG a conversión en concesiones
- Contratos CVG de pequeña minería
- Contratos IAMOT
- Paleros
- ▲ Monitor Hidráulico-1
- ▲ Monitor Hidráulico-5
- Monitor Hidráulico-10
- Sector de Explotación Informal

### Signos Convencionales

- Capital de Estado
- Ciudades
- Capital de Municipio
- Centros Poblados
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca
- Límite de sector



**BAJO CARONI:** en el sector del Bajo Caroni, se estima que unas 1.254 ha, fuera del Embalse Guri, están asociadas a la actividad minera. La minería se concentra fundamentalmente en el río Claro y el vaso de Guri. El sector Bajo Caroni mantiene una producción muy importan- te de oro y diamante (> de 1 ton/año y unos 10.000 quilates/año). Su explotación se realiza prácticamente en el agua, por lo cual su afecta- ción ambiental es poco visible pero produce, entre otros efectos, la remoción y suspensión de los sedimentos asentados en el fondo del río, ya que las balsas trabajan en zonas poco profundas del río Caroni (sectores Santa Rosa - Playa Blanca), desde la represa de Guri hasta Puerto Ordaz; mientras que las dragas o misi- les trabajan las zonas profundas del río Caroni y el vaso de Guri (bordes del embalse). El Sec- tor presenta una intensa actividad minera, ha- biéndose otorgado bajo concesiones y contra- tos una superficie de 29.417 ha, lo cual significa una afectación de 2,24% del sector.

**MEDIO CARONI:** este sector, unido al del Alto Paragua, es el que reporta menor incidencia de actividad minera, ya que 90% de la superficie del mismo se encuentra protegido bajo diver- sas figuras de ABRABE (Parque Nacional Canai- ma, Reserva Forestal La Paragua y Lote Bosco- so San Pedro). Existen, sin embargo, algunos sitios relevantes de explotación al oeste del río Caroni, como lo son: San Salvador de Paúl, con una importante producción histórica de dia- mantes; Parupa, que tiene una actividad mi- nera muy reducida; y la zona de La Sabanita, poblado indígena cerca de Urimán, que es ac- tualmente la de mayor dinamismo. Esta últi- ma localidad es muy importante por la calidad y el tamaño de los diamantes extraídos (> 10 quilates). En relación a las concesiones, alcan- MEM ha otorgado sólo dos concesiones, alcan- zando 2.201 ha que operan normalmente, mientras que la CVG ha firmado 3 contratos (8.014 ha).

**ALTO CARONI:** 70% del sector Alto Caroni se encuentra dentro del Parque Nacional Canai- ma, donde no se permite, actividad minera al- guna. En el 30% restante, el MEM ha asignado 56 concesiones mineras que cubren 47.132 ha (1,9% de la superficie del sector y 36,7% de la superficie otorgada por el MEM en toda la Cuenca), y la CVG ha otorgado 23 contratos de explotación que abarcan 15.039 ha (0,61% de

la superficie del Alto Caroni y 15,6% del otorgado). El área bajo uso actual minero ha sido estimada en 78.724 ha, fundamentalmente ubicada a lo largo del río Ikabartú, desde su confluencia con el río Uaipertú hasta el río Apíeme, unos 150 km, y en la zona norte y oeste de Santa Elena, entre el río Kukenán y el río Sur. La mayor intervención ocurre en El Mosquito, río Surrunkun al sur del río Kukenán, en El Inferno, sector Ikabartú, en el tramo del río Ikabartú hasta El Polaco, y desde Parcupí hasta Aripichí. Las actividades de explotación emplean alrededor de 15.000 personas que realizan una tala indiscriminada, quemando árboles, remoción de suelos, y la excavación de importantes volúmenes de tierra y arena, que aumentan, de manera notoria, el contenido de sedimentos en los cursos de agua.

**BAJO PARAGUA:** en la actualidad, el Bajo Para- gua es la zona de mayor dinamismo para la explotación de oro y diamante y se estima una afectación minera de 68.646 ha que represen- tan 4,6% del área del sector. Las personas de- dicadas a esta actividad, superan las 32.000 y es el sector donde se concentra el mayor núme- ro de monitores hidráulicos, balsas y dragas. Los lugares de mayor actividad son: al norte de La Paragua, entre Pista Colina y Pista Caballo- re (sector La Paragua-Aza-Karún) y en Mana- re, Manarito y en el cauce del río Tonoro. Re- cientemente, han surgido nuevos asentamien- tos mineros en los alrededores del salto Urai- ma, al este de Isla Casabe, en la confluencia de los ríos Ortis y el Paragua, cerca del raudal del Lapo (sector río Oris-Los Picachos).

Las concesiones otorgadas por el MEM son 21 (43.305 ha) y la CVG ha firmado 16 contratos de explotación (49.880 ha), que representan en total 6,2% del área del sector.

**ALTO PARAGUA:** existe poca actividad minera en el Alto Paragua. El área estimada bajo explotación, alcanza 3.498 ha, ubicadas casi en su totalidad en la confluencia de los ríos Para- gua y Karún. Por su parte, han sido otorgadas 15 concesiones por el MEM (en conjunto 29.401 ha), y la CVG ha otorgado solamente un contrato (500 ha), localizado en las cercanías de las nacientes del río Paragua.

## MINERALES NO METÁLICOS

En el espacio de la Cuenca se reconoce, la existencia de importantes depósitos de minerales no metálicos, en particular de arenas, rocas industriales y ornamentales y caolín (*Cuadro 8.2*). 98% de la actividad de explotación de estos minerales no metálicos se realiza en el sector del Bajo Caroní, en donde han sido otorgados la mayoría de los contratos y donde se sitúan los sitios de explotación. En total, el Instituto del Ambiente, Minería y Ordenación del Territorio (IAMOT), adscrito a la Gobernación del estado Bolívar, ha entregado nueve contratos para la explotación de granitos y diez para la de arenas y gravas en el Bajo Caroní; y un contrato en el Alto Caroní para la producción de arenas.

La situación para cada uno de los principales minerales no metálicos que se reportan en la Cuenca es la siguiente:

**Arenas y gravas:** las arenas y las gravas se encuentran asociadas. Estos materiales tienen gran importancia en la industria de la construcción, ubicándose las zonas explotadas cerca de centros poblados ya consolidados. Es por ello que los depósitos de grava y arena que están en explotación se encuentran entre Ciudad Bolívar y Puerto Ordaz, algunos ubicados fuera de la Cuenca, pero utilizados para la construcción en zonas urbanas. En Santa Elena de Uairén y San Francisco de La Paragua existen igualmente minas en explotación para la construcción y reparación de vías.

**Arenas negras o titaníferas:** este tipo de concentración mineral se encuentra asociada a placeres diamantíferos, son arenas muy ricas en su contenido de titanio, mineral de gran valor estratégico y comercial. En las cercanías del río Carapo, han sido reportadas excelentes concentraciones que podrían ser de interés comercial al igual que en algunas zonas del Bajo Caroní, sin conocerse aún su potencialidad.

*Cuadro 8.2 Estimación del potencial de minerales no metálicos.*

Potencial Minero		Reservas		
mineral	unidad	probadas	posibles	hipotéticas
Lateritas Alumínicas	Tm × 10 <sup>6</sup>	—	50	—
Arenas y Gravas	Tm × 10 <sup>6</sup>	18,55	23,0	53,00
Arcillas y Caolines	m <sup>3</sup> × 10 <sup>6</sup>	—	84,5	350,27
Gabros, Diabasas y Granitos	Tm × 10 <sup>6</sup>	80,10	—	—
Arenas Silíceas	m <sup>3</sup> × 10 <sup>6</sup>	—	42	210,3
Cristal de Roca	Tm × 10 <sup>6</sup>	—	85,0	—
Arenas Ilmeníticas	m <sup>3</sup> × 10 <sup>6</sup>	—	6,0	9,71

(—) No se dispone de información.

FUENTE: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Evaluación del uso de los recursos naturales, t. 1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap. 3: Potencial minero. CVG-EDELCA, 2003.

### *Rocas industriales y ornamentales:* son

*Caolín:* es un mineral no metálico producto de la alteración de rocas con alto contenido de feldespatos. Es de uso refractario utilizado en la industria de la cerámica, pintura, fabricación de papel y otras aplicaciones. Existen importantes concentraciones cerca de El Paují (20 km al oeste de Santa Elena de Uairén); sin embargo, el acceso y las facilidades de transporte son esenciales para su explotación.

*Arenas silíceas:* De gran utilidad en la fabricación del vidrio y otros usos industriales, son minerales muy abundantes. Entre Santa Elena de Uairén e Icabarú afloran cantidades apreciables de arenas silíceas. Entre Icabarú y el puerto Los Caribes, la presencia de estos extensos depósitos de arenas silíceas podría ser de interés a mediano plazo.

*Titanio (arenas ilmeníticas):* Algunas

concesiones al sur de Canaima han reportado explotaciones de Titanio que se presenta en aluviones junto al diamante, el oro y otros minerales pesados. La forma más común es el rutilo, de color rojo y la titanita. El titanio es muy apreciado en la industria de la pintura como pigmento. También, existen evidencias de algunas fuentes primarias de titanio en la serranía de Wonken en La Gran Sabana.

ficado seis fajas litológicas:

- Faja del cerro Bolívar: formada por gneis granatíferos, gneis graníticos, sienograníticos y formaciones bandeadas de hierro.
- Faja de Laja Negra: formada por gneis cuarzo biotíticos.
- Faja de Cerro La Ceiba: representada por gneis cuarzo feldespáticos, graníticos-piroxénicos de colores verde, gris y rosado.
- Faja de La Naranjita: representada por gneis de grano grueso, anfibolitas y lentes bandeados de cuarcita ferruginosa.
- Faja de Santa Rosa: formada por gneis piroxénicos, cuarzos feldespáticos, anfibolitas y gneis granodioríticos.
- Faja de La Encrucijada: representada por gneis graníticos piroxénicos y granodiorítico. Esta faja es hasta ahora el mayor distrito productor de rocas industriales, cuyas variedades multicolores son de gran importancia para la exportación.



*Explotación de granito en el Bajo Caroní.*



*Desarrollo agrícola en la Gran Sabana.  
Programa experimental de la CVG.*

*Potencial agrícola*

*Producción agroforestal*

## **Agroforestal**

*Efectos de la actividad agroforestal*

CAPÍTULO

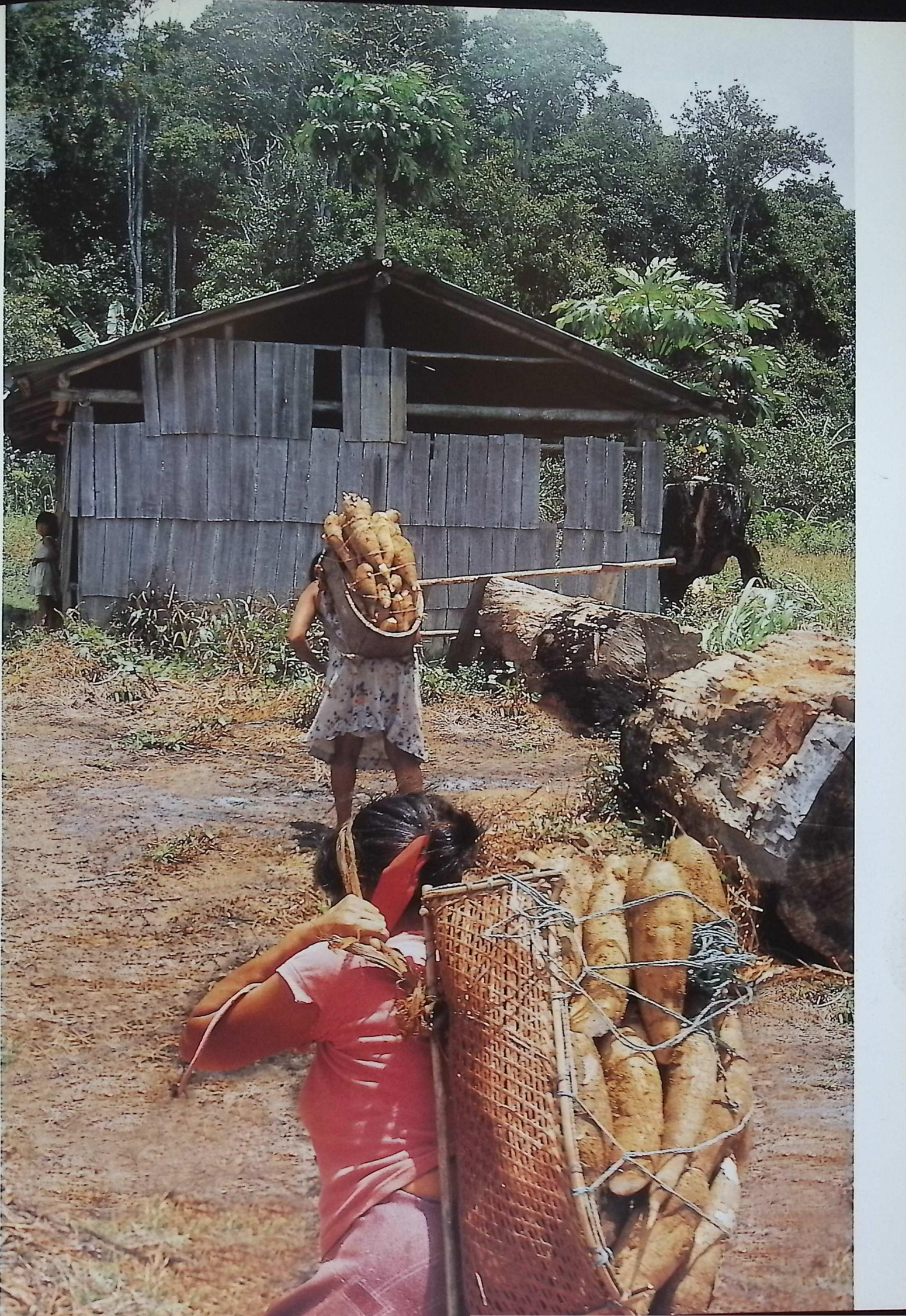
9

## POTENCIAL AGRÍCOLA

El potencial agrícola de la cuenca del río Caroni es bastante limitado, tanto por condiciones naturales como por elementos de carácter antrópico. En efecto, la baja capacidad de las tierras para usos agrícolas, el desbalance en la ubicación de los asentamientos humanos, la escasa infraestructura de apoyo a la producción y el alto porcentaje de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) que, en algunos casos, contemplan fuertes restricciones a estas explotaciones, restringen las potencialidades de la Cuenca para desarrollar actividades agropecuarias y forestales.

La capacidad de uso de las tierras con fines agrícolas se estimó siguiendo el modelo de interpretación «Americano» o de ocho clases, adaptado al caso venezolano (Comerma y Arias, 1971) y según el cual, estas capacidades están basadas en el grado de limitaciones que afectan el uso de las tierras, los riesgos al deterioro del suelo y las necesidades especiales para su manejo. En general, los suelos con clasificación agrológica desde la I hasta la IV, son adaptables a cultivos, pastos, bosques y vida silvestre; las clases V hasta la VIII, son aplicables a pastos, bosques, vida silvestre y sólo en algunos casos con manejos especiales, pueden ser cultivados los de clase V, VI y VII.

La aplicación de esta metodología en la Cuenca indica la inexistencia de tierras Clase I y II; es decir, de las tierras con mayor capacidad para sustentar una industria agrícola. Las tierras Clase III, IV y V, alcanzan aproximadamente 1,8 millones de ha. Estas tierras representan alrededor de 20% de la superficie de la Cuenca y, en gran medida, están ubicadas en el Alto Caroni y Bajo Paragua y muy localmente, en el Bajo Caroni. Es de resaltar que las tierras Clase III que son, de las existentes, las de mejor calidad, alcanzan sólo 0,5% de la superficie de la Cuenca y casi en su totalidad están ubicadas en el Bajo Caroni (Cuadro 9.1 y Mapa 9.1).



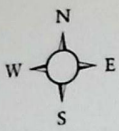
Las tierras Clase IV, también con aptitud para la actividad agrícola, representan 10,4% del espacio y en más de 70% se localizan en el Bajo Paragua y Bajo Caroní, seguidas por 17% en el Alto Caroní. Las tierras Clase V representan 8,4% del espacio, de las cuales 57% se ubican en el Alto Caroní y 33% entre los sectores Medio Caroní y Bajo Paragua. Por su parte, 75% de las tierras de la Cuenca se encuentran bajo las categorías VI, VII y VIII, cuya capacidad sólo permite sustentar los bosques, vida silvestre, recreación y protección. Estas limitaciones naturales a la explotación agrícola consolidan la vocación de la Cuenca con fines hidroeléctricos y para la conservación de la biodiversidad.

Cuadro 9.1 Clasificación de las tierras de acuerdo a la capacidad de uso.

Clase	Cuenca	Alto Caroní	Medio Caroní	Bajo Caroní	Alto Paragua	Bajo Paragua
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	487	90	89	308	0	0
IV	9.606	1.647	444	2.897	678	3.940
V	7.698	4.386	1.190	333	448	1.341
VI	30.303	8.832	6.458	616	10.652	3.745
VII	17.641	3.126	3.246	2.728	6.205	2.336
VIII	21.836	6.360	5.826	2.238	4.114	3.298
Islas (si)	70	0	4	53	0	12
Total tierra	87.641	24.442	17.257	9.173	22.097	14.672
Total agua	4.529	65	177	3.987	58	242
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
	%					

(si) Sin información sobre la capacidad de uso de las tierras.

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, r. 1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap. 8: Clasificación de tierras por capacidad de uso. CVG-BDELCA, 2003.



### Capacidad de Uso de la Tierra

- Clase III
- Clase IV
- Clase V
- Clase VI
- Clase VII
- Clase VIII

### Signos Convencionales

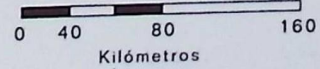
- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Centros poblados
- - - Límite internacional
- - - Límite de estado
- Límite de cuenca

7°30' N

6°0' N

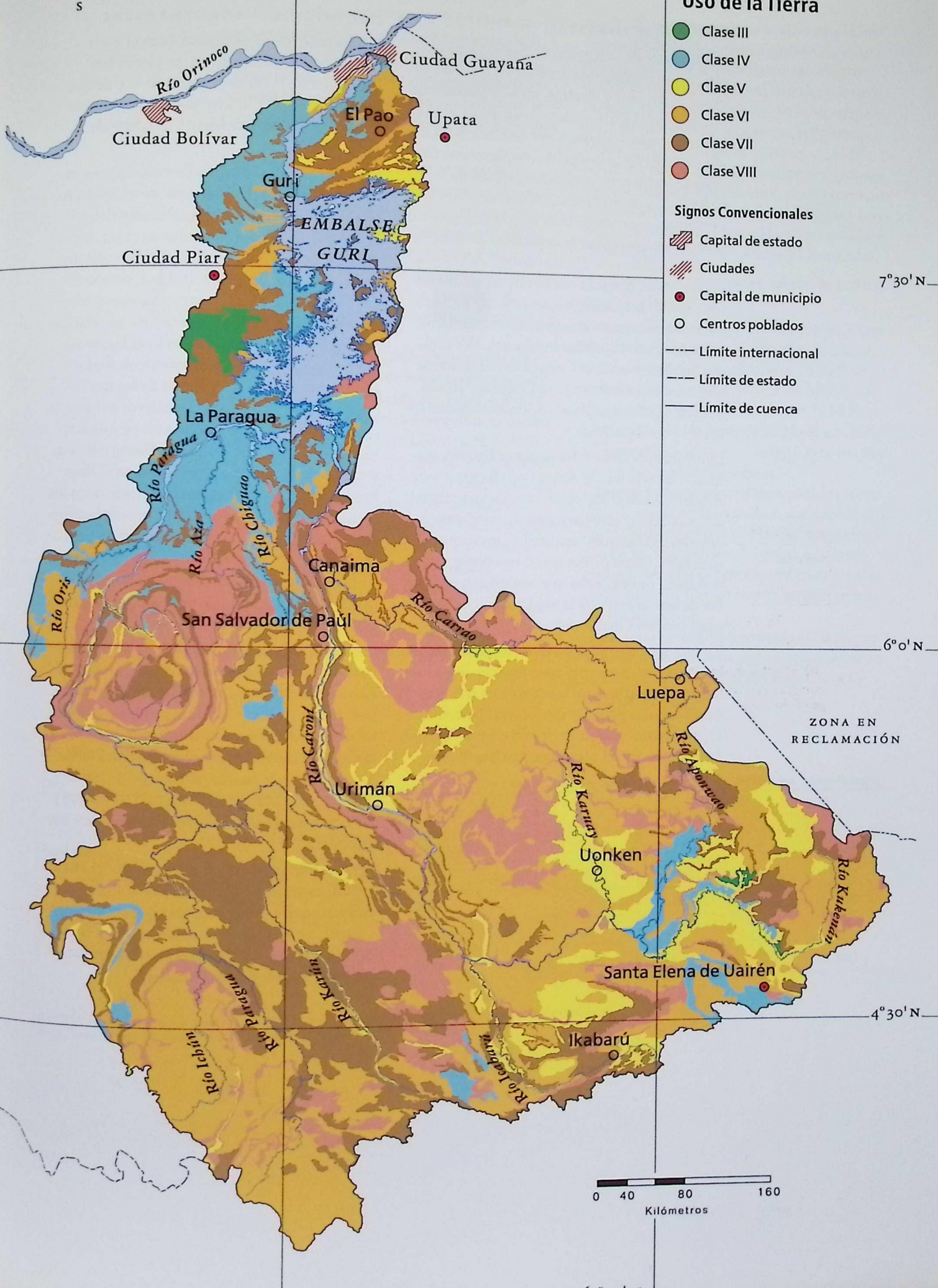
ZONA EN RECLAMACIÓN

4°30' N



63°0' W

61°30' W



## PRODUCCIÓN AGROFORESTAL

El área bajo uso agroforestal, para el 2001, fue de aproximadamente 4.355 km<sup>2</sup>, que equivalen a 4,73% del espacio de la Cuenca, integrada por 2.780 km<sup>2</sup> para la agricultura, 1.356 km<sup>2</sup> de uso ganadero y 219 km<sup>2</sup> de uso forestal.

La participación de la producción agropecuaria de la Cuenca, en el total nacional, siempre ha sido muy baja y se sitúa alrededor del 2% de la producción nacional. Por su parte, la producción pecuaria representa el rubro más importante dentro de esta actividad, siendo el ganado vacuno el más representativo en términos de ocupación de superficie y generación de empleo, y la producción avícola la que representa mayores ingresos económicos. En los años setenta, bajo una política de fuertes incentivos a la producción de cultivos anuales, se produjo un aumento importante de esta actividad. En particular, se desarrollaron cultivos intensivos de cereales y ganadería en el Bajo Paragua que decayeron una vez eliminados los subsidios, restableciéndose los niveles históricos. Actualmente, la CVG trabaja en un proyecto de recuperación de la producción cerealera en el Bajo Paragua que busca reactivar la producción intensiva de maíz y en general la producción agrícola de la Región.

En cuanto a la producción forestal, el estado Bolívar es el más importante a nivel nacional. La actividad forestal en la Cuenca aporta un porcentaje importante de la producción forestal del estado, resultado fundamentalmente de la explotación en el Lore Boscoso San Pedro. Sin embargo, la participación podría ser mucho mayor si la Reserva Forestal La Paragua y el Lore Boscoso CVG-El Frio estuvieran en producción.

Analizando la distribución espacial del uso agroforestal en la Cuenca (Cuadro 9.2), se determinó que 35,6% se ubica en el sector Bajo Caroni, 25,6% en el Alto Caroni, 18,4% en el Medio Caroni, 13,7% en el sector Bajo Paragua, y 6,7% en el Alto Paragua.

## POTENCIAL FORESTAL

Los bosques de la Región Guayana representan aproximadamente 90% de las reservas de bosques del país y de ellos, un alto porcentaje está ubicado en la Cuenca. Además de su valor potencial como productores de madera, la mayor parte de estos bosques cumplen otras funciones vitales para la sustentabilidad de la Cuenca. En primer lugar, tienen una función protectora y en consecuencia, son importantes para mantener la capacidad de generación hidroeléctrica del río Caroni. Adicionalmente, estos bosques encierran un invaluable capital de biodiversidad y buena parte de ellos constituyen territorios ancestralesmente habitados por las etnias indígenas. Por último, los bosques de la Cuenca se encuentran ubicados en la frontera con Guyana y Brasil, convirtiéndoles una gran importancia geoestratégica y sociopolítica.

La normativa desarrollada por el Estado, mediante la creación de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial, ha estado orientada a salvaguardar este patrimonio, mediante la creación de parques nacionales, monumentos naturales, zonas protectoras, reservas y Lore boscosos, figuras éstas que restringen o regulan de forma distinta la explotación de los bosques con fines madereros.

En este sentido, 78,4% del área de bosques de la Cuenca se encuentra bajo figuras de admistración especial de las cuales 33,9% está destinada a la producción forestal permanente, mediana y las figuras de la Reserva Forestal La Paragua y los Lore Boscosos San Pedro y El Frio.

BAJO CARONÍ y BAJO PARAGUA: en estos sectores es donde se registra la mayor actividad agrícola comercial, semicomercial y la actividad ganadera. En menor cuantía, también se realizan actividades agrícolas de subsistencia y experimentales. Las características de cada una de estas modalidades son:

- Agrícola comercial: se refiere a la explotación bajo prácticas agronómicas de cultivos anuales, especialmente maíz, con altos rendimientos en las áreas adyacentes a la población de La Paragua y a los caseríos Surama, El Chivo y los Yopitos; y de frutales (cítricos, lechosa, mango, aguacate y guayaba) al norte de la serranía de Necuima, al pie del cerro Terecay.
- Agrícolas semicomerciales: son explotaciones de diversos cultivos menores (yuca, maíz, plátano, tomate, frutales, etc.) que, además de satisfacer la demanda doméstica, proveen algunos excedentes para la venta. Se refiere a pequeñas áreas (menos de 5 ha) donde no es usual la aplicación de prácticas agronómicas. Se encuentra localizada en varios caseríos ubicados a los lados de la vía El Pao-Ciudad Guayana y en la cercanía de La Paragua, zona norte del sector Bajo Paragua.
- Agrícolas de subsistencia: corresponde a conucos menores de 1 ha, cuya producción es destinada al consumo familiar. Estos conucos se encuentran dispersos en ambos sectores.

- Agrícola experimental: se realiza en el Centro de Producción e Investigación Agrícola Aplicada Hato Gil perteneciente a la CVG, donde se producen plantas frutales (cítricos, mango, aguacate, parchita, lechosa, níspero), forestales (roble, apamate, araguaney, caoba, pino, eucalipto), ornamentales de sombra y de sol, y se desarrollan actividades en piscicultura. Igualmente, presta servicios de laboratorio en suelos, fitopatología y biotecnología. Se localiza en la vía que conduce de Macagua a la población de El Retumbo.

Por su parte, los principales rubros de producción animal son:

- Ganadería intensiva de doble propósito (carne y leche) en fincas con pastos naturales y cultivados de alto rendimiento, donde se aplican técnicas modernas. Esta modalidad de ganadería se concentra al este de La Paragua, en los alrededores de El Manteco, Hato El Retumbo y adyacencias del Cerro del Medio en la vía a Santa Bárbara.
- Explotaciones semintensivas para la producción de carne, leche o ambos, con tecnología aplicada de mediana intensidad que se localiza en los alrededores del cerro Altamira, margen derecha del río Caroní en la vía al sitio de presa de Caruachi y en las márgenes del río Retumbo.
- Ganadería extensiva destinada al consumo familiar en sabanas de pastos naturales se localiza en diversas zonas del Bajo Caroní y Bajo Paragua.

Cuadro 9.2 Superficie con uso agroforestal.

Usos	Cuenca		Alto Caroní	Medio Caroní	Bajo Caroní	Alto Paragua	Bajo Paragua
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Agrícola	430	0,47	37	0	263	—	130
Área vinculada al conuco indígena	2.350	2,55	1.080	762	27	291	191
Ganadero	1.356	1,47	—	—	1.080	—	276
Forestal	219	0,24	—	38	181	—	—
<i>Total agroforestal</i>	4.355	4,73	1.117	800	1.551	291	597

FUENTE: Plan Maestro de la cuenca del río Caroní, vol. I: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t.6: Caracterización de los elementos bióticos, CVG-EDELCA, 2003.

*Actividad Ganadera en el Bajo Paragua.*



Las actividades agrícolas asociadas a la explotación maderera han sido difíciles de cuantificar. La información disponible se refiere exclusivamente a la localizada en áreas destinadas a la producción forestal permanente, amparadas por las figuras jurídicas de la Reserva Forestal La Paragua y los Lotes Boscosos San Pedro y El Frío. Sin embargo, es reconocida la existencia de prácticas no reguladas, principalmente asociadas a la expansión de la actividad agrícola y minera.

La Reserva Forestal La Paragua, que ocupa 7.820 km<sup>2</sup> y representa 52% del área del sector Bajo Paragua, no ha sido incorporada al manejo forestal, quizá debido a las limitaciones del relieve, del acceso y de la información básica. En efecto, hasta ahora la Reserva permanece sin la reglamentación respectiva que permita su aprovechamiento y manejo. Además, se dispone de pocos estudios de caracterización de especies forestales y los existentes, se concentran en el sector denominado La Periquera. Los bosques de mayor interés comercial son bosques medios de densidad variable, localizados sobre la topografía suave y ondulada de los ríos La Paragua, Aza, Chiguao y Aro. Su uso se ha limitado a ocupaciones y deforestaciones ilegales que han tenido como objetivo la expansión de la actividad agropecuaria y minera. El aprovechamiento del Lote Boscoso CVG-El Frío está paralizado, pero se siguen realizando prácticas silviculturales destinadas a la recuperación de las áreas que han sido intervenidas. Por su parte, el Lote Boscoso San Pedro, está integrado por cuatro unidades de producción, de las cuales las unidades I, II y IV fueron otorgadas en contratos de concesión por 30 años a tres empresa en la zona. Estas unidades están en producción bajo Planes de Manejo y Producción que son autorizados anualmente por el MARN y cuyas líneas de acción contemplan programas de silvicultura, vialidad, investigación forestal, protección y aprovechamiento.

Asociadas al uso forestal en el sector Bajo Caroní están la industria carbonera y la casabera. La primera de ellas ubicada en forma dispersa en la margen derecha del río Caroní, en las cercanías de las presas Macagua y Caruachi.

Ejemplos de este tipo de instalaciones son Carbosur, Agropecuarias Los Caneyes, Carbones Caruachi, Carbones Imataca, Carboroca y otros. Por su parte, la industria casabera -se refiere al procesamiento de la yuca para su transformación en tortas de casabe, bien sea en forma semimecanizada o manual- constituye, en la mayoría de los casos, industrias familiares en las cuales el proceso se realiza desde la siembra de la yuca hasta la comercialización del producto final. Entre otras, se mencionan El Retumbo, El Trigal, Primeragua, Montaña de Lino, Los Jabillos, El Corozo, y Lechosal.

MEDIO CARONÍ y ALTO CARONÍ: El proceso del conuco indígena se caracteriza por la tala, roza y quema anual de espacios que serán dedicados a la siembra, los cuales, luego de un período de producción muy corto, (2-3 años) son abandonados, reiniciándose, por una parte, el proceso de eliminación del bosque y producción agrícola en las áreas cercanas a los asentamientos de la población y, por la otra, un proceso de recuperación natural de la vegetación, dependiendo de las características ecológicas de cada espacio. Esta práctica agrícola constituye la base de sustentación de la población indígena y se diferencia poco de las prácticas del conuco criollo. En el Medio Caroní es particularmente intensa en el entorno del río Kamá; en el río Caroní, entre la confluencia de los ríos Aureme y Urimán; y en el entorno del campamento Canaima. Por su parte, en el Alto Caroní el conuco indígena es particularmente intenso a lo largo del río Aponwao, Karuay y en las cabeceras del Caroní o Kukenán; buena parte de este territorio forma parte del Parque Nacional Canaima, en la extensión conocida como La Gran Sabana.

La actividad pecuaria se registra en menor grado, en el Alto Caroní, donde se reconocen rebaños manejados por las comunidades indígenas, especialmente en Muharraq y Chirikayén.

ALTO PARAGUA: el Alto Paragua es el área más prístina y en la cual se concentran los mayores niveles de bosques; allí se ubican comunidades indígenas que realizan prácticas de conuco y de cacería pero la densidad de tales poblaciones es muy baja.

## EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD AGROFORESTAL

En general, la actividad agroforestal en la Cuenca no se encuentra desarrollada de manera intensiva debido a la fragilidad de los terrenos, así como a la falta de la infraestructura necesaria y de una planificación adecuada. A pesar de ello, las tecnologías de cultivo y explotación que se utilizan generan efectos ambientales importantes que se diferencian en función del tipo de explotación y que, en algunos casos, llegan a ser severos y localizados. Dentro de los espacios fuertemente afectados, se encuentran aquellos sujetos a la actividad agrícola y a la ganadería intensiva asencola comercial y a la ganadería intensiva asentados en el Bajo Paragua, donde de se utilizan cantidades significativas de agroquímicos que generan residuos contaminantes en los cursos de agua. Igualmente, tales explotaciones, en tierras moderadamente aptas para la agricultura y con un alto riesgo de erosión potencial, contribuyen a la producción de sedimentos. Por su parte, la ganadería extensiva plantea daños ambientales moderados relacionados con el pastoreo en áreas de montaña, lo que contribuye a la erosión y la producción de sedimentos.

El proceso de deforestación asociado a la ampliación de la frontera agropecuaria en la Cuenca implica riesgos de eliminación de una gran proporción de masa boscosa en un tiempo muy breve. Esto atenta de manera drástica contra la función protectora del suelo que ofrece la cobertura vegetal y contra la flora y fauna local.

Por su parte, los efectos nocivos del conuco sobre la Cuenca son notorios. La quema muchas veces no controlada, asociada al conuco, produce incendios forestales de magnitudes importantes que reducen el área de bosques y amplían el espacio de la sabana. Esta práctica es particularmente significativa en el Parque Nacional Canaima, asiento de buena parte de la población Pemón que utiliza la práctica del conuco como unidad básica de producción de alimentos.

Por su parte, la actividad de extracción maderera se realiza en muchos casos sin técnicas de manejo apropiadas y sin los permisos y controles necesarios. Es por ello que los sistemas de explotación forestal, actualmente presentes en la Cuenca, generan altos costos ambientales asociados a la fuerte fragmentación y perturbación de los bosques y hábitat. Otro problema a resaltar es el asociado a los conflictos de uso en espacios originalmente decretados para uso forestal controlado. En particular, la Reserva Forestal La Paragua se encuentra seriamente amenazada en su conservación y manejo, en virtud de la creciente actividad minera mediante el otorgamiento de concesiones y contratos, así como por la intervención agropecuaria incontrolada. En efecto, en la parte norte de la reserva han sido desarrollados proyectos de uso extensivo para la ganadería vacuina y se estima que una cuarta parte de su superficie, incluyendo áreas del Monumento Natural Waikínima, ha estado sometida a la depredación, producto de la actividad minera.





1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

*Misión de la Purísima Concepción del Caroní.*

*Importancia turística*

*Potencial turístico*

**Turismo**

*Situación actual*

CAPÍTULO

**10**

## IMPORTANCIA TURÍSTICA

La Cuenca exhibe una oferta de interés turístico que va desde los lugares más prístinos, únicos y antiguos de la tierra, plenos de una exuberante naturaleza y riqueza biológica, hasta los sitios turísticos urbanos que se han ido concentrando alrededor del polo de desarrollo industrial de Ciudad Guayana, pasando por la posibilidad de encuentro con culturas autóctonas como la de los pueblos Pemón y Yekúana. Dentro de estas enormes potencialidades, destaca el Parque Nacional Canaima, Patrimonio Natural de la Humanidad (UNESCO, 1994), ubicado en los sectores del Alto y Medio Caroní el cual cuenta con una superficie de 3 millones de hectáreas que representan aproximadamente 30% del espacio de la Cuenca y es, indudablemente, su destino turístico más importante. En el restante 70% se encuentran también numerosos lugares de interés para la actividad turística, que en conjunto podrían sostener una importante y valiosa industria de clase mundial.

Obviamente, para que estas bellezas naturales y riqueza cultural, se transformen en una actividad sustentable y productiva es necesario atender a una doble condición. Por una parte, que se realicen dentro de un plan de desarrollo a largo plazo que respete las condiciones ambientales del espacio y por la otra, que se impulse el desarrollo de todos los factores conexos que permitan su expansión. Es por ello que a pesar del enorme potencial turístico que presenta la Cuenca, el desarrollo de esta actividad cuenta con importantes restricciones asociadas a la limitada infraestructura de servicios y de comunicaciones tanto terrestres, como aéreas y fluviales. A estas restricciones de carácter físico, se añaden otras dos asociadas al incipiente desarrollo de una cultura y capacidad local turística y a la falta de un diseño de claras reglas formales que garanticen la sustentabilidad de la actividad y que incentiven las actuaciones de promotores y empresarios especializados, condiciones imprescindibles para apoyar debidamente la actividad y proyectar una imagen positiva, nacional e internacionalmente.



*Petroglifos, producto del rescate arqueológico.*

## POTENCIAL TURÍSTICO

El potencial turístico de la Cuenca es muy amplio y hasta ahora no se ha realizado una caracterización, valoración y jerarquización exhaustiva de sus atractivos. Sin embargo, a los fines de sistematizar las bondades en esta materia, se identificaron tres zonas potenciales de desarrollo, en función de las facilidades de acceso, los valores escénicos y culturales presentes, los valores industriales y urbanísticos y la permisividad o restricción de las normas y reglamentos que rigen las ABRAE. La primera zona se localiza en el sector Bajo Caroní, asociada a la infraestructura desarrollada alrededor de la expansión industrial y urbana de Ciudad Guayana, en buena medida sustentada por la ex-

plotación de los recursos hidroeléctricos de la Cuenca. La segunda se localiza en el Medio Caroní, específicamente en el Sector Occidental del Parque Nacional Canaima y tiene como centro de gravitación la Laguna de Canaima. Por último, la tercera zona de alto potencial turístico se genera alrededor de la carretera Troncal 10 y se despliega a lo ancho de La Gran Sabana, territorio habitado por el pueblo Pemón y sitio de localización de los tepuyes más emblemáticos, en el sector Alto Caroní. Dentro de estas Zonas Potenciales, se han definido un conjunto de corredores que pueden ser considerados como unidades turísticas, en los cuales se ordenan los 262 lugares de interés hasta ahora identificados.

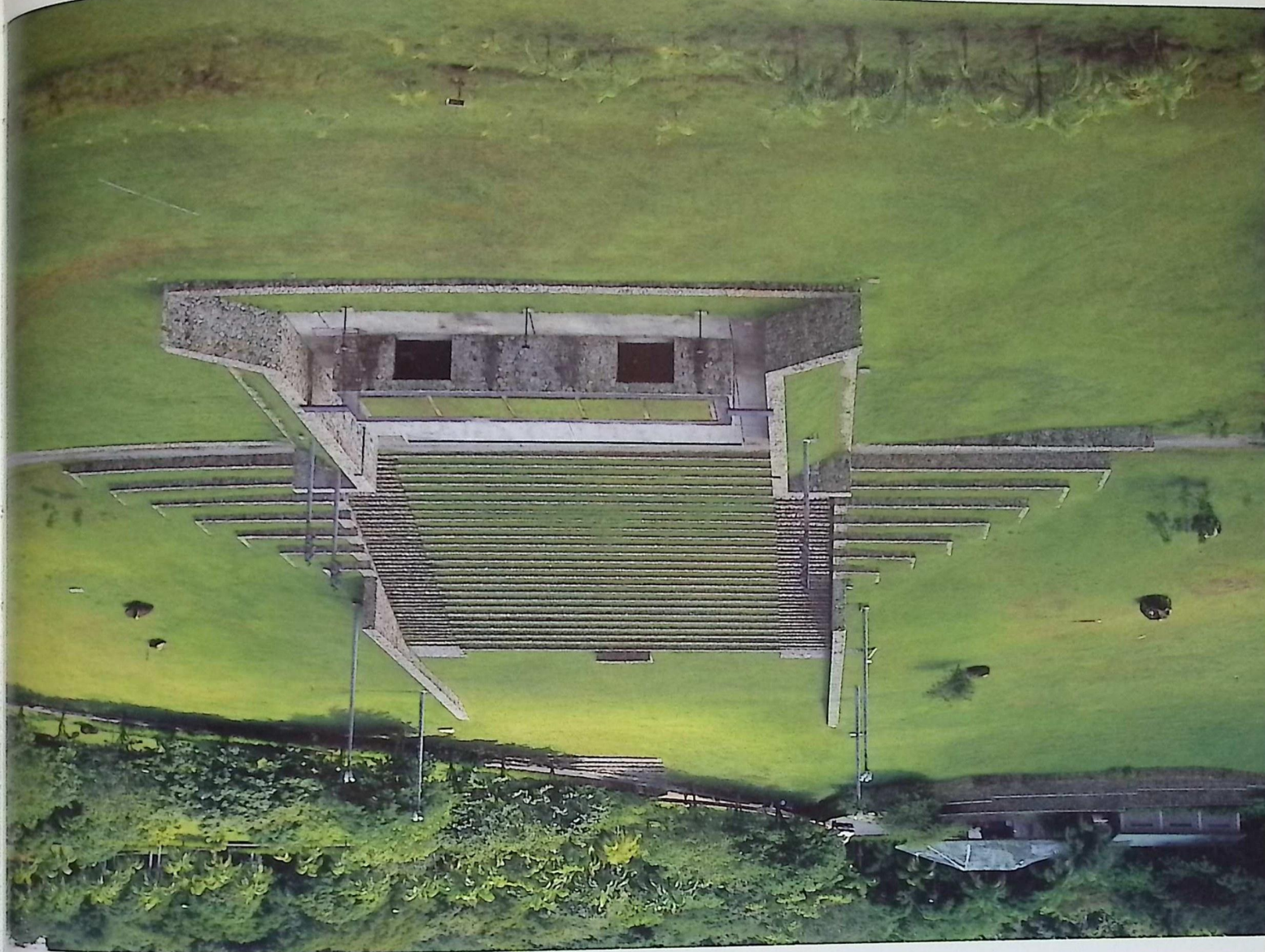


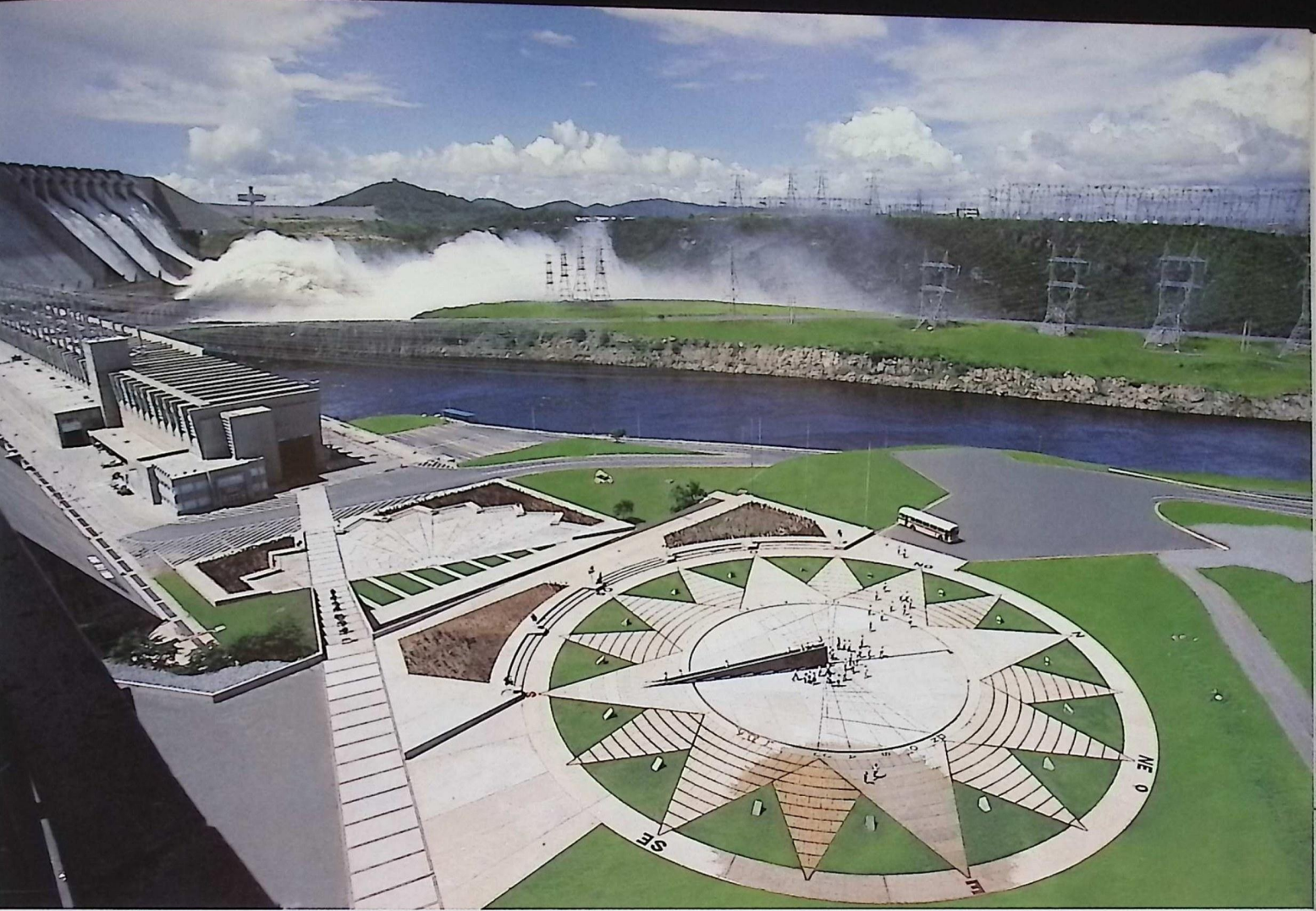
*En el Ecomuseo del Caroní conviven pasado, presente y futuro.*

**ZONA I**  
**Confluencia ríos Caroní y Orinoco -**  
**Ciudad Guayana-El Cristo de La Paraguaná**

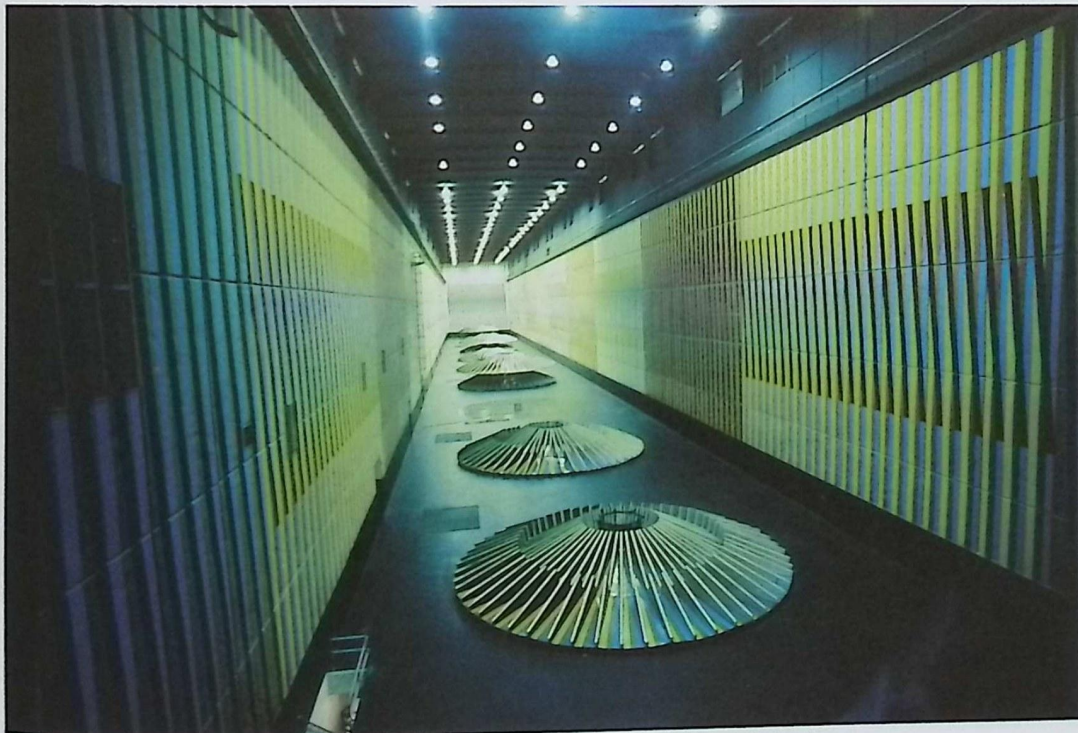
Gran parte de los sitios de interés turístico de esta zona provienen del desarrollo de las industrias básicas de la Región Guayana. En particular, la actividad de generación hidroeléctrica y la consecuente necesidad de resguardar los sitios de presa y sus áreas circundantes, ha propiciado la creación de espacios orientados a la educación, recreación, contemplación e investigación. Estos espacios, unidos a los sitios históricos y culturales propios de la región, representan una oferta turística intrabana con gran afluencia de visitantes regionales, nacionales y extranjeros. Las áreas naturales adyacentes a los embalses de Guri y Macagua han sido objeto de especial protección y conservación, promoviendo áreas de recreación e investigación. El Parque La Llovizna de EDIELCA, se ha convertido en el parque emblemático de Puerto Ordaz. El Ecomuseo del Caroní, adosado a la presa de Macagua, es un punto de encuentro cultural obligado para turistas locales, nacionales y extranjeros. Los embalses y sus respectivas Casas de Máquinas también constituyen puntos importantes de afluencia de visitantes.

De igual manera, las excavaciones arqueológicas emprendidas a raíz de la construcción de las presas de Guri, Macagua y Caruachi, dieron lugar a ciertos hallazgos que han servido para reconstruir tiempos pasados. Constituyen un acervo histórico de gran relevancia, el cual se encuentra documentado en el Centro de Información y Documentación de EDIELCA y en las exposiciones permanentes Rescate asociados a la construcción de las grandes presas, se exhiben en el Ecomuseo del Caroní (Cuadro 10.1).





*Parque del Sol y de la Luna (Guri).*



*Obra de Carlos Cruz Diez en la Casa de Máquinas de Guri.*

*Aparai-Tepuy, cerca de la población de Lonken. Alto Caroni.*



*Cuadro 10.1 Principales sitios turísticos en la Zona I.*

Principal oferta turística	Características	Tipo de turismo
<i>Corredor: Confluencia río Caroní-Orinoco – Ciudad Guayana</i>		
Puente de Angosturita, Muelle Palúa	Ensenada fluvial; entrada de aguas oscuras del Caroní en las aguas marrones del Orinoco	Náutico, deportivo y natural.
<i>Corredor: Intraurbano Ciudad Guayana</i>		
Parques Cachamay, Löefling, Punta Vista y La Llovizna	Sistema de parques urbanos en donde se encuentran raudales, saltos e islas sobre el río Caroní	Deportivo, cultural, arqueológico científico, histórico y recreacional.
Teatro de Piedra	Anfiteatro en el Parque La Llovizna	
Complejo Hidroeléctrico Macagua	Embalse, sala de máquinas	
Ecomuseo del Caroní	Edificación adosada a la presa de Macagua II, destinada a difundir la historia y cultura de la Cuenca. Exposición permanente sobre la actividad de generación hidroeléctrica.	
Misión de la Purísima Concepción del Caroní, Palacio Municipal, Plaza de Hierro, Plaza Bolívar, Malecón de San Félix, Parque la Fundación, Cerro El Gallo (Chirica)	La Misión refleja el período de colonización y evangelización del territorio por parte de los capuchinos catalanes. Paseo del Orinoco hacia el Delta. Sitio de la fundación de la actual Santo Tomás de Guayana. Sitio histórico donde se libró la Batalla de Chirica.	
<i>Corredor: Ciudad Guayana – Campamento Guri – Ciudad Guayana</i>		
Piedra del Elefante, Cueva del Elefante	Pinturas rupestres, con antigüedad estimada entre 1500 y 5000 años, en el perímetro del Embalse Caruachi.	Turismo deportivo, industrial, cultural, natural, arqueológico e histórico.
Presa Caruachi	Playas recreacionales	
Central Hidroeléctrica Raúl Leoni (Guri)	Pesca deportiva en el embalse; playas recreacionales con islas, áreas verdes; Plaza de la Democracia; Anfiteatro; Torre Solar de Alejandro Otero; Ambiente Cromático ejecutado por Carlos Cruz-Diez en las Salas de Máquinas; Reloj Solar y Plaza del Sol y de la Luna. Hallazgos arqueológicos documentados en el Ecomuseo del Caroní.	
<i>Corredor: Ciudad Piar – La Paragua – Salto Auraima</i>		
Ciudad Piar	Centro poblado minero de mayor nivel de organización en la Cuenca. Actividad turística asociada a faenas del llano, observación de fauna, gastronomía popular.	Turismo rural, escénico y contemplativo.
Pueblos El Cristo, Las Bonitas, La Candelaria, San Mateo, Sabanita, San Salvador de Paúl	Pueblos agrícolas y mineros. Bosque natural, observación de aves, biodiversidad.	
Campamento Auraima		
Serranía Curichapo		

Parque Nacional Canaima ostenta excepción: nales ríos de aguas negras, saltos y tepuyes que constituyen el atractivo turístico más emblemático de la Cuenca. Esta Zona engloba cuatro corredores: el de la Laguna de Canaima-río Carrao-río Churún-Salto Ángel; el de la Laguna de Canaima-río Cucurital, el de los alrededores de la Misión de Unken y el de Kavac-Kamarata-Auyán-Tepuy Sureste. El acceso a estos corredores se realiza por vía aérea complementada con transporte fluvial. Los principales sitios turísticos localizados en estos ejes se presentan en el Cuadro 10.2.

**ZONA II**  
**Tiene como centro la Laguna de Canaima en el Sector Occidental del Parque Nacional**

Esta Zona es tal vez la de mayor presencia turística en la Cuenca ya que encierra una de las grandes maravillas de la naturaleza: La Laguna de Canaima. En su entorno se encuentra el cañón del Diabolo, gigantesca garganta que prácticamente divide en dos el Auyán-Tepuy o *montaña del infierno*, de la cual brota la caída de agua más alta del mundo, el Salto Ángel de 979 metros de altura que representa un verdadero hito turístico. El Sector Occidental del

**Cuadro 10.2 Principales sitios turísticos en la Zona II.**

Tipo de turismo	Características	Principal oferta turística
Turismo escénico, recreativo y deportivo.	Lagunas, saltos de agua, rápidos, vegetación exuberante y fauna autóctona hacen de esta ruta una de las más singulares del país. Navegación por los ríos Carrao y Churún; sobrevuelos por el cañón del Diabolo, gigantesca meseta que casi divide en dos el Auyán-Tepuy, el tepuy de mayor superficie con unos 700 km <sup>2</sup> . Salto Ángel: hito turístico mundial, caída de agua de 979 metros.	Laguna de Canaima Salto El Sapo Salto Hacha Rápidos de Mayupa Isla La Orquídea Río Churún Río Carrao Cañón del Diabolo Salto Ángel (Churún-Merú)
Turismo escénico, recreativo y deportivo.	El corredor va desde Laguna de Canaima hasta el embarcadero del caño Apamata para embarcar en curtiara remontar el río Cucurital hasta el campamento turístico Wereipa.	Río Cucurital
Turismo histórico, recreativo, escénico.	Misión Capuchina Catalana; Destacan Tepuy La Urna y El Castillo o Apaura-Tepuy.	Misión Santa María de Unken
Turismo histórico, recreativo, escénico y deportivo.	Misión Capuchina Catalana, valle entre los poblados del pueblo Pemón, Kamarata y Kavac.	Kamarata
Pueblo indígena, cueva de Kavac y cascada de Kavac, excursión aérea sobrevolando el río Carrao.		Kavac
<i>Corredor: Kavac-Kamarata-Auyán-Tepuy Sureste</i>		
<i>Corredor: Alrededores de la Misión Unken</i>		
<i>Corredor: Laguna de Canaima-río Cucurital</i>		
<i>Corredor: Laguna de Canaima-río Carrao-río Churún-Salto Ángel</i>		



*Desde un horizonte de piedra corren las aguas hacia el Salto El Sapo en la Laguna de Canaima.*

*Río, selva y bombres que transportan sueños.*

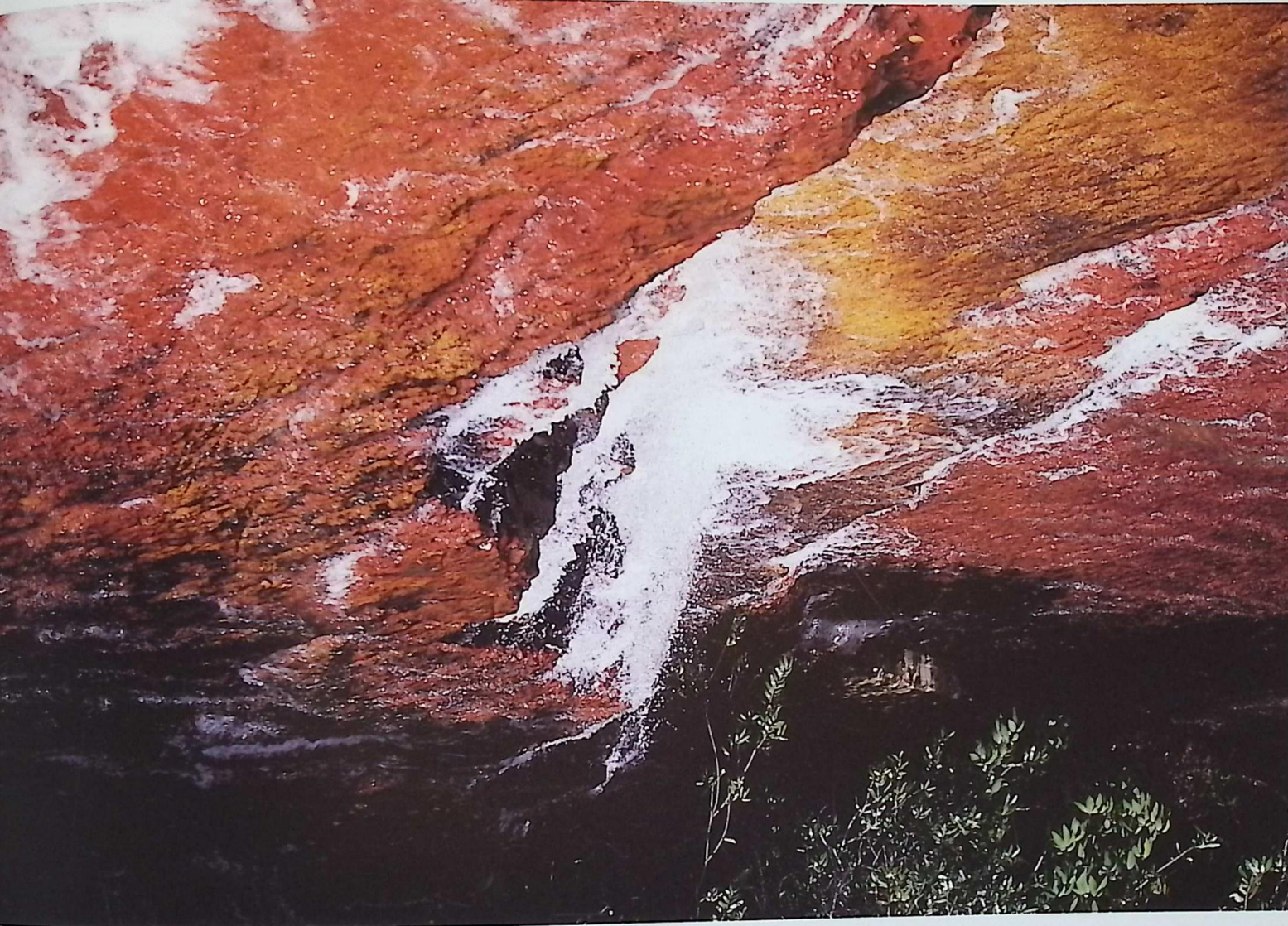




*Salto Hacha, Laguna de Canaima. Medio Caroní.*

**ZONA III**  
**Luepa-Santa Elena de Uairén-Ikabarri**  
 Esta Zona se organiza alrededor de la Troncal 10 que es la carretera que conecta Ciudad Boa Vista (República Federativa del Brasil). Alrededor de este eje vial se despliega la denominada Ruta Gran Sabana, cuya singularidad paisajística es de primer orden para el ecoturismo y es uno de los grandes tesoros naturales en el mundo. Sus extensas áreas de sabana se encuentran rodeadas por algunos de los tepuyes más conocidos de la Región Guayana. Estos constituyen una de las principales características de la diversidad escénica del Parque Nacional Canaima. El Roraima-Tepuy no sólo es un hito turístico sino también fronterizo pues hace frontera con Brasil y la Zona en Reclamación con Guyana. Tiene bien ganado el nombre de «Montaña de Cristal», pues el ya-

cimiento de cristales de cuarzo en su cima es una de sus características geológicas más relevantes, convirtiéndolo en un excepcional punto para el turismo ecológico. En el inicio de su ascenso existe una comunidad Pemón que tiene el nombre de Parai-Tepuy de Roraima con características culturales y arquitectónicas propias del Pueblo Pemón. Por último, el pueblo del Paují, al oeste de Santa Elena de Uairén, es un centro rural circundado por escenarios naturales ideales para la práctica del ecoturismo. Los principales sitios turísticos que se encuentran en esta Zona se ordenan a lo largo de cuatro corredores viales: la Troncal 10 propiamente dicha, y sus tres rutas secundarias, Luepa-Kavanayen; San Francisco-Parai-tepuy-Roraima-San Ignacio, y Santa Elena de Uairén-El Paují-Ikabarri (Cuadro 10.3).



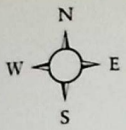
*Quebrada de Jaspe, Gran Sabana, Alto Caroni.*

Cuadro 10.3 Principales sitios turísticos en la Zona III.

Principal oferta turística	Características	Tipo de turismo
<i>Corredor Troncal 10</i>		
Quebrada Pacheco Soroape	Paisajes de tepuyes, morichales, saltos de agua, miradores, quebradas, pozos.	Escénico, deportivo y recreacional.
Quebrada de Jaspe	La Quebrada de Jaspe está conformada por una laja de jaspe rojo de 300 m de longitud y 30 m de ancho.	
<i>Corredor Luepa-Kavanayén</i>		
Piedra de la Virgen Salto El Danto Monumento al Soldado Pionero Rápidos de Kamoirán Salto Kamá Salto río Aponwao Saltos Torón y Toroncito Salto Karuay Kavanayén	Paisaje de sabana y formaciones del Pan-Tepuy; destacan el Ptari-Tepuy, Sororopán y la cadena de tepuyes conocidas como Los Testigos; saltos, rápidos; misión religiosa de Kavanayén fundada en 1942 sobre la meseta de Kamarabán, a una altitud de 1.160 msnm y asiento de Comunidad Indígena del Pueblo Pemón.  Fuerte influencia arquitectónica de los misioneros capuchinos catalanes.	Escénico, deportivo, cultural, recreacional e histórico.
<i>Corredor San Francisco-Parai-Tepuy-Roraima-San Ignacio</i>		
San Francisco de Yuruaní San Ignacio de Yuruaní	Pueblos indígenas con arquitectura de casa rural, actividad agrícola más grande de la Cuenca.	Escénico, cultural, histórico y recreacional.
Roraima-Tepuy Paraitepuy- Roraima	Es el tepuy más alto, 2.723 msnm y el más visitado en La Gran Sabana. Sobre su cumbre se encuentra el hito fronterizo denominado «punto triple» por ser donde convergen las fronteras de Venezuela, Brasil y la Zona en Reclamación con Guyana.	Escénico, deportivo y recreacional.
<i>Corredor Santa Elena de Uairén-El Paují-Ikabarú</i>		
El Abismo Pozo Esmeralda Salto La Catedral Pozo Escondido Salto de La Gruta La Vaca y el Ajón Centro poblado El Paují Centro poblado Santa Elena de Uairén	Miradores, saltos de agua, centros poblados. Carretera que bordea entre Venezuela y Brasil. Vistas hacia la Amazonia brasilera desde los miradores.	Escénico, deportivo, cultural y recreacional.

*La naturaleza puso el entorno, los turistas la capacidad de maravillarse en la Laguna de Canaima.*



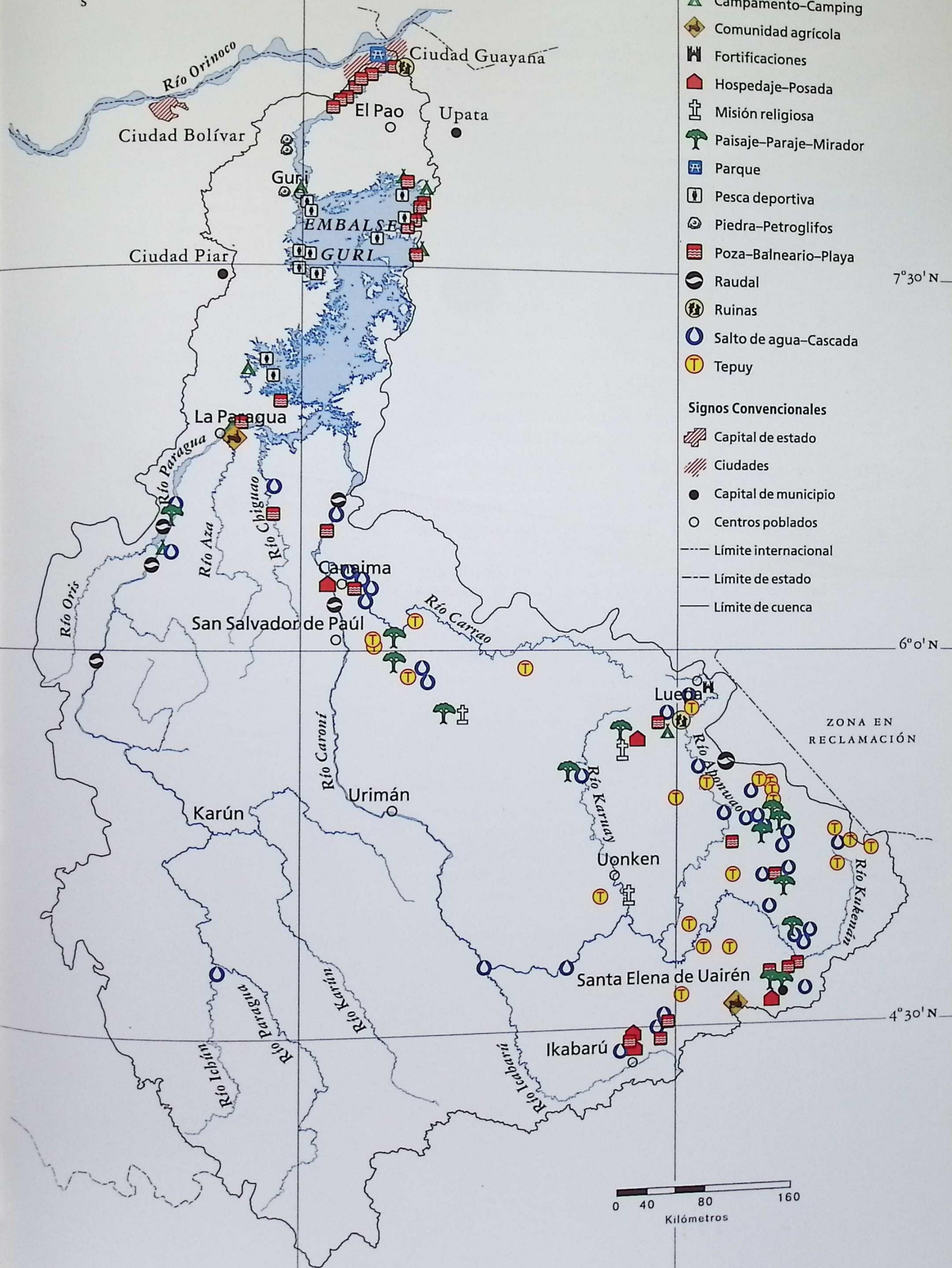


## Oferta Turística

- Campamento-Camping
- Comunidad agrícola
- Fortificaciones
- Hospedaje-Posada
- Misión religiosa
- Paisaje-Paraje-Mirador
- Parque
- Pesca deportiva
- Piedra-Petroglifos
- Poza-Balneario-Playa
- Raudal
- Ruinas
- Salto de agua-Cascada
- Tepuy

## Signos Convencionales

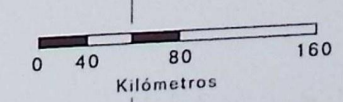
- Capital de estado
- Ciudades
- Capital de municipio
- Centros poblados
- Límite internacional
- Límite de estado
- Límite de cuenca



7° 30' N

6° 0' N

4° 30' N



61° 30' W

## SITUACIÓN ACTUAL

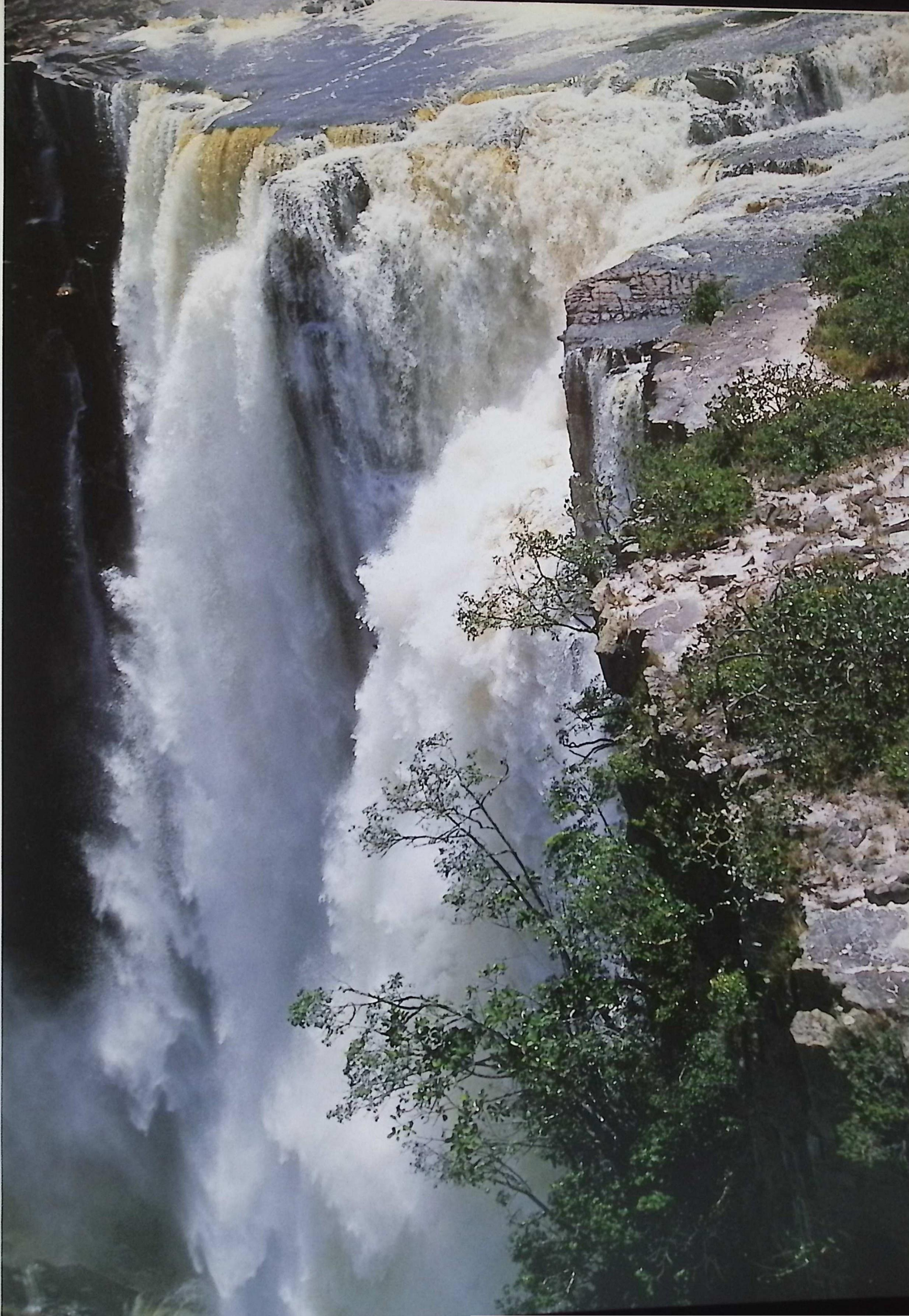
A pesar de las enormes potencialidades existentes, la actividad turística en la Cuenca es bastante limitada. El número de turistas que visitan la región anualmente no supera los 120.000 y en gran medida se concentra en La Gran Sabana (68%) y Ciudad Guayana (27%). De las personas que visitan La Gran Sabana en el Alto Caroni sólo 50% es atendida en forma organizada en el sector de la Laguna de Canaima, el resto realiza su actividad turística de manera individual en las zonas que poseen vitalidad.

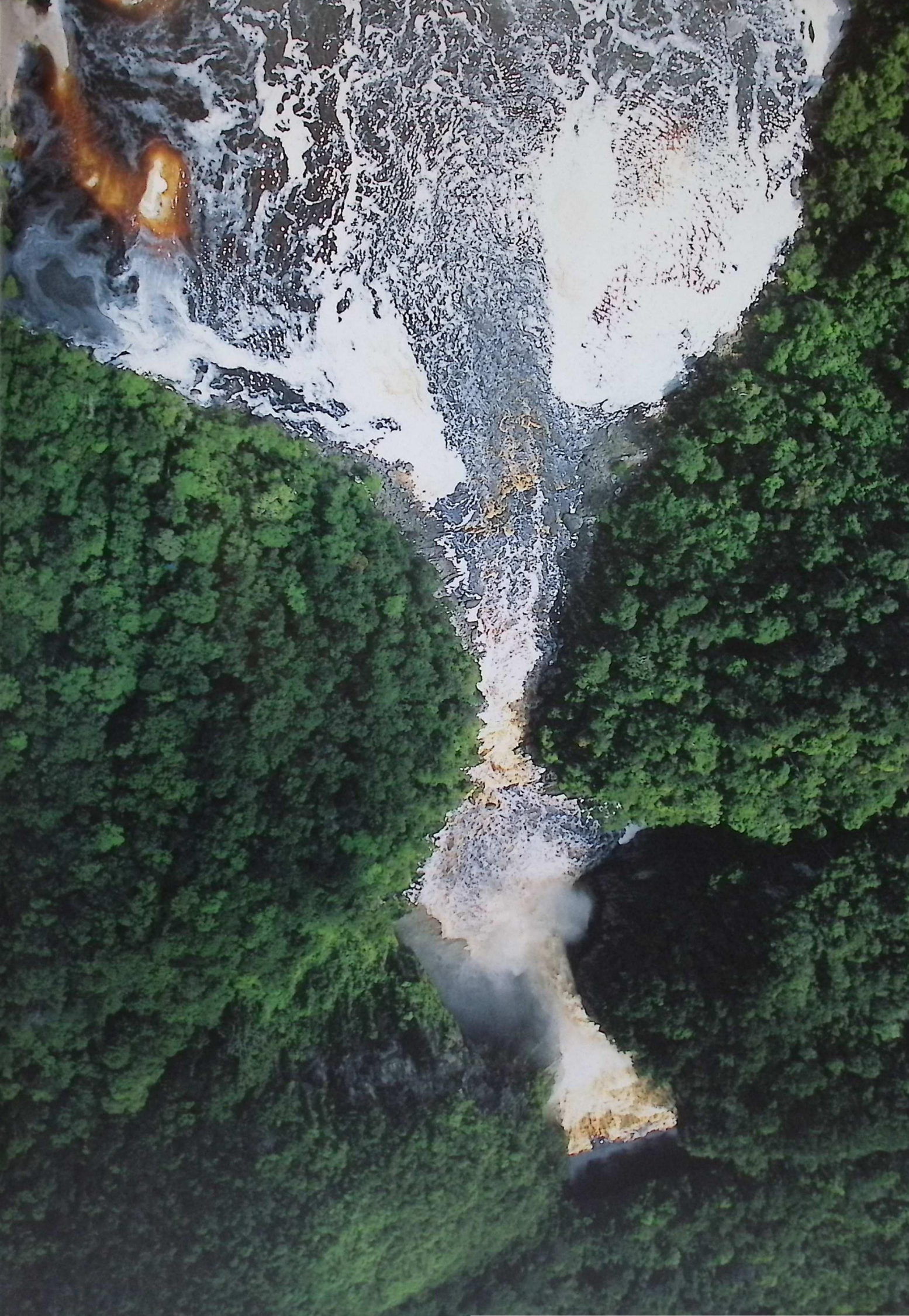
Las visitas a los espacios de recreación de Ciudad Guayana como son El Parque La Llovizna y el Ecomuseo del Caroni, ambos lugares administrados y manejados por CVG-EDBICA reflejan, sin embargo, un incremento considerable en el número de visitantes, en su mayoría provenientes de la propia Ciudad<sup>15</sup>.

El tipo de turismo que se practica es en buena medida ecológico, recreacional y de aventura aunque comienza a observarse el dirigiéndose a fines culturales y científicos. Esta actividad se desarrolla aleatoriamente, con deficiente infraestructura y escasos controles. En particular, el llamado turismo de aventura, uno de los más populares en la Cuenca, en muchas oportunidades, está reñido con las condiciones de fragilidad y endemismo de los ecosistemas presentes y con las medidas de protección establecidas en sus ABRAE. La actividad turística no controlada implica graves peligros para los ecosistemas y, en general, para la sustentabilidad de los paisajes. En particular, los problemas que genera están asociados a la saturación de algunos espacios naturales y la degradación de su calidad escénica, a los impactos localizados por la producción y mala disposición de efluentes y residuos sólidos, a la apertura desordenada de nuevas vías de penetración y a la extracción ilegal y sin control de la flora y fauna.

El desarrollo del sector turístico en la Cuenca está llamado a ser una de las actividades fundamentales para elevar las condiciones de vida de la población y generar riqueza para sus habitantes. Sin embargo, la extrema fragilidad de los ecosistemas hace indispensable que la oferta turística sea el resultado de decisiones y planificación consensual entre los diferentes organismos, tanto oficiales como privados, empresariales y ambientales, así como de los habitantes de la zona, con el objeto de asegurar un desarrollo turístico sustentable. Para ello será necesario superar las limitaciones vigentes, lo cual pasa por una acción concertada a distintos niveles que logre la ordenación de los espacios turísticos en las ABRAE, evalúe la capacidad receptiva y los límites permisibles de los ecosistemas, promueva mejoras en la infraestructura física, eleve las capacidades receptoras de la población, la participación de las comunidades residentes y la capacitación de personal especializado; y promueva el desarrollo de inversiones acorde con las potencialidades y restricciones de la Cuenca. En este sentido, la Corporación de Turismo del estado Bolívar y la Corporación Venezolana de Guayana se encuentran formulando y promoviendo Planes Estratégicos para la Región Guayana que tiene como principal producto turístico las potencialidades identificadas en la Cuenca. En estos planes se establecen políticas encaminadas a promover y facilitar la inversión privada en el sector, así como el desarrollo de los corredores turísticos, de forma sustentable y acorde con la cultura y el medio ambiente.

<sup>15</sup> Según los registros de la empresa CVG-EDBICA el número de visitantes del Parque La Llovizna pasó de 107.120 visitantes en 1993 a 637.150 visitantes en el 2002; mientras que en el Ecomuseo del Caroni se elevó de 142.772 en 1998 a 237.378 visitantes en 2002.





*El Salto Ichín. Alto Paragua. «Dama con peineta de nácar».*

*Importancia de los servicios ambientales*

*Ciclo del agua*

*Paisajes y bellezas escénicas*

*Diversidad biológica*

## **Servicios ambientales**

*Sumideros de CO<sub>2</sub> atmosféricos*

CAPÍTULO

**11**

## IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES

La cuenca del río Caroní por sus dimensiones, bajo nivel de intervención humana y gran riqueza biológica, brinda importantes servicios ambientales de nivel local y global, entendidos como los beneficios que se derivan de los ecosistemas presentes y, en particular, de los ecosistemas de bosque. En el caso específico de la Cuenca, los principales servicios ambientales reconocidos son: la conservación del ciclo hidrológico, la preservación de la diversidad biológica y de los paisajes y bellezas escénicas, y los sumideros y reservorios de CO<sub>2</sub>.

En la producción o generación de estos servicios ambientales, los amplios espacios de bosques existentes y que cubren 70% del área de la Cuenca, cumplen un papel económico y ambiental fundamental. La conservación de estos espacios a fin de mantener la provisión de los servicios mencionados, determina la sustentabilidad tanto de las actividades económicas que actualmente se realizan como de las potenciales. En relación con las actividades económicas actuales, es de destacar la importancia de la conservación de los bosques en la captación y regulación del agua, y en el control de sedimentos, ambos asuntos fundamentales para la sustentabilidad de las actividades de generación hidroeléctrica. Por su parte, la preservación de los paisajes y el mantenimiento de las bellezas escénicas y la diversidad de flora y fauna, constituyen el capital más importante para la actividad turística. Adicionalmente, durante los últimos años, se ha venido desarrollando un mercado global asociado al comercio de la biodiversidad, a los ecosistemas especializados y a la capacidad de los bosques en el secuestro de carbono. Si bien estos mercados son aún incipientes, su dinamismo es alto, así como sus crecientes posibilidades de valoración.

## CICLO DEL AGUA

La enorme masa boscosa presente en la Cuenca cumple un rol múltiple en materia hidrológica que incluye el mantenimiento del ciclo del agua, la regulación del flujo y el mantenimiento de su calidad, así como el control de los procesos de erosión y sedimentación. La contribución de los bosques al mantenimiento de ciclo del agua viene dada por su contribución al suministro de vapor de agua a la atmósfera, a través de los mecanismos de evaporación y evapotranspiración. Estudios realizados sobre la climatología y la hidrología de la Amazonia en ecosistemas similares al de la Cuenca, señalan al fenómeno de transpiración de las plantas, como responsable de suministrar 48,5% del vapor de agua a la atmósfera y a la evapotranspiración desde el dosel del bosque, con 25,6% del suministro de vapor de agua a la atmósfera. En conclusión, el bosque en su conjunto, contribuye con 74,1% del ciclo de agua.

Adicionalmente, es importante destacar la contribución directa de los tepuyes en la formación de nubes orográficas, debido a la fuerte radiación típica de alturas superiores a los 1.500 msnm y los altos niveles de humedad del sustrato y del aire presentes. En tal sentido, el proceso de condensación atmosférica resultante —en formación de nubes y nieblas orográficas, densas y persistentes, como se evidencia en el mapa de isoyetas— contribuye al mantenimiento del ciclo del agua y de altos valores de precipitación. En el mapa de isoyetas medias anuales (*Mapa 2.5, capítulo 2*), se evidencia que los valores de precipitación superiores a 3.500 mm se corresponden con las zonas de los tepuyes.

Por su parte, los bosques impiden los procesos de erosión y, en consecuencia, regulan los volúmenes de sedimentos en los cursos de agua. El efecto amortiguador de la vegetación se refleja por una parte, en la disminución de la velocidad de las gotas de agua de lluvia que al ser interceptadas por el follaje no permiten la fractura de la superficie del suelo; y por la otra, en el impacto con las hojas, las gotas estallan disipando parcialmente la energía del impacto al suelo. De esta forma, la fuerza erosiva de la lluvia queda neutralizada o cuando menos atenuada.

En función de los valores obtenidos para un conjunto de variables asociadas a la producción de agua y de sedimentos, en la cuenca del río Caroní se han determinado un grupo de áreas prioritarias para la sustentabilidad de la producción hidroeléctrica (*Mapa 11.1*). De acuerdo con las estimaciones realizadas, 27,9% del área de la Cuenca se encuentra en la categoría de Muy Alta Prioridad y hasta un 50% en la de Alta Prioridad de conservación para la generación de electricidad. Las zonas de Muy Alta Prioridad están principalmente localizadas en el Alto Paragua (36%) y en el Medio Caroní (35%). En el Alto Paragua estas zonas se localizan desde el norte del cerro Ichún hasta las proximidades del río Karún y hacia los límites del Alto con el Bajo Paragua. Por su parte, en el Medio Caroní, se encuentra la zona del Auyán-Tepuy, Sierra de Lema, Chimantá-Tepuy y en algunos sectores como Urimán y Aureme.

Las Áreas de Alta prioridad para la conservación de la hidroelectricidad se distribuyen en toda la extensión de la Cuenca, concentrándose en el Alto Caroní (30%) principalmente en La Gran Sabana; en la zona alta del Alto Paragua (27%) en la inmediaciones del Cerro Ichún y del Cerro Marutani y en el Bajo Paragua (18%) en los alrededores del Waikinima y en los límites con el Bajo Caroní.

Mapa 11.1  
Áreas prioritarias para la generación de hidroelectricidad

El Salto Ichim, Alto Paragua.





Esta riqueza biogénica muestra un enorme potencial para la industria química y farmacéutica. Igualmente, esta megadiversidad genética representa una gran oportunidad para la naciente industria de la biotecnología, cuya expansión futura hacer prever una alta valoración para los componentes genéticos de la diversidad biológica.

Las amenazas actuales y potenciales para la conservación de esta biodiversidad provienen de factores antropológicos, en particular asociados al uso del fuego para la agricultura, ganadería y minería; la destrucción de bosques con fines forestales o de expansión de la frontera urbana y agrícola; la actividad turística no controlada, fundamentalmente en las formaciones repuyanas; y en menor medida, la extracción ilegal de especies. Atendiendo a las áreas donde se presentan las mayores amenazas a la biodiversidad así como a otros atributos ecológicos pre-sentes en la Cuenca, se determinaron las áreas estratégicas para la conservación de la biodiversidad (Mapa 11.2). Los resultados obtenidos indican que cerca de 26% de la superficie de la Cuenca se encuentra en un nivel catalogado como de Muy Alta y Alta prioridad.

Las zonas de Muy Alta prioridad se encuentran asociadas a las áreas de formaciones repuyanas en el Auyán-Tepuy, Roraima, Chimantán y Anasima-Tepuy, debido al alto endemismo y la baja capacidad de recuperación de la biomasa de las especies dominantes tales como herbazales, bosques y arbustales repuyanos. Esta categoría también se encuentra asociada a los bosques de mortichales en los alrededores del Kukenán al norte de Santa Elena de Uairén, debido a la unicidad de estos mortichales en el piso climático Premontano.

Por su parte, las áreas de Alta prioridad para la conservación de la biodiversidad se encuentran en buena medida determinada por la existencia de enormes masas de bosques Tropicales localizados en la subcuenca del río Paragua.

**PAISAJES Y BELLEZAS ESCÉNICAS**

La cuenca del río Caroní muestra características privilegiadas para el desarrollo de la actividad turística. Esta oferta, en buena medida, asociada a la existencia de los lugares más prístinos, únicos y antiguos de la tierra plena de una exuberante naturaleza y riqueza biológica, dentro de los cuales destaca el paisaje del Pan-Tepuy, los numerosos e impresionantes saltos de agua y los abundantes e intocados bosques amazónicos. En particular, la gran mayoría de los repuyes que existen en la tierra se ubican en la Cuenca y constituyen ecosistemas únicos que demandan ser conservados y protegidos. La conservación de estos paisajes y bellezas escénicas constituye uno de los servicios ambientales de valor económico inmediato al ser comercializados a través de la actividad turística. Sin embargo, para que dicha actividad sea sustentable es necesario que se desarrolle con un alto respeto y bajo medidas controladas y armónicas con la categoría de ecoturismo.

**DIVERSIDAD BIOLÓGICA**

Actualmente un gran número de mamíferos y de aves, a nivel mundial, está en una fase de alto riesgo de extinción en un futuro cercano. Como causas primarias de la extinción de estas especies se señala la pérdida y fraccionamiento de hábitat, asociado a la destrucción o modificación de la cobertura vegetal, en particular de los bosques, y a la sobreexplotación de las especies.

Venezuela ha sido calificada como uno de los diez países con mayor biodiversidad del planeta, ubicándose en el lugar quinto en anfibios; sexto en aves; séptimo en flora; noveno en mamíferos; y décimo en reptiles. La cuenca del río Caroní influye, de manera importante, en esta calificación y en consecuencia, constituye un importante reservorio de la diversidad biológica debido al altísimo número de especies de vegetación (cerca de 3.500 especies) y fauna (1.106 especies) presentes, y al alto grado de endemismo que las caracteriza. En este sentido, la Cuenca funciona como un gran reservorio fitogenético y zoogenético para el país y el mundo.



**SUMIDORES DE CO<sub>2</sub> ATMOSFÉRICO**  
El concepto biogeoquímico «Sumidero de CO<sub>2</sub>» se refiere al atributo de ciertos organismos fundamentales (como las plantas) para fijar CO<sub>2</sub> atmosférico (o disuelto en medio acuático) y transformarlo en materia orgánica, la cual es subssecuentemente acumulada o «secuestrada» en los compartimientos terrestres y oceánicos del ciclo. La importancia de este hecho radica en su relación causa-efecto con el fenómeno de cambio climático que hoy avanza rápidamente a escala planetaria. De esta manera, el calentamiento global por intensificación del efecto invernadero tiene por causa la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera terrestre y una de las estrategias para su reducción es la conservación y expansión de la masa boscosa y, en general, de la diversidad biológica. En este sentido, la cuenca del río Caroní juega un papel importante.

La convergencia de elevados niveles de acumulación de carbono y alta productividad primaria de los bosques siempre se al sur del Orinoco, presupone una alta capacidad para fijar y secuestrar carbono en grandes cantidades. Estos bosques forman un continuo con las grandes porciones boscosas de la Guayana brasileña y guayanesa, así como de la Amazonia, de allí el importante valor que esta inmensa masa vegetal tiene en la regulación del clima global y, sobre todo, su papel en la regulación del CO<sub>2</sub> del planeta.

*Vertiente sur del Auyán-Tepuy. Medio Caroní. →*







## ANEXO METODOLÓGICO Y BIBLIOGRÁFICO

La presente edición del libro «*La Cuenca del río Caroní: una visión en cifras*» fue realizada a partir de los documentos elaborados para CVG-EDELCA por el consorcio TECNOCONSULT-INTEGRAL-PALMAVEN dentro del contrato para la elaboración del Plan Maestro de la Cuenca del Río Caroní. Este contrato formó parte de los trece programas que conformaron el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Caruachi.

A partir del material indicado, complementado en algunos casos con información proveniente de otras fuentes bibliográficas, el equipo consultor coordinado por María Elena Corrales con la asistencia de Elizabeth Ramírez Medina realizó un resumen de los aspectos más resaltantes de dicho estudio. Este resumen fue de manera progresiva y en varias oportunidades revisado y corregido por la Gerente de Gestión Ambiental, Ingeniero Esperanza Colón y por el Comité Técnico Asesor nombrado por la GGA y el cual estuvo integrado por los ingenieros: Pedro García, Henri Uzcátegui, Samuel La Cruz, Orlando Peña, José Agustín Blanco, Jaime Leonardi, José Rangel y por especialistas específicos en algunos temas particulares. La información cartográfica suministrada por el Consorcio fue editada a los fines de la presente publicación por la empresa Soluciones Integrales GIS. CA.

En el presente Anexo se incluye una descripción general de los alcances del estudio *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, así como una revisión detallada, para cada Capítulo del presente libro, de las fuentes bibliográficas consultadas.

### ALCANCES DEL ESTUDIO PLAN MAESTRO DE LA CUENCA DEL RÍO CARONÍ.

El Consorcio recopiló y sistematizó la información existente sobre un número muy amplio de temas que incluye desde los aspectos físico naturales hasta los socio económicos pasando por el reconocimiento del marco legal e institucional que rige para el ámbito de la Cuenca. La información cartográfica básica utilizada fue obtenida del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (cartografía básica, planimetría y altimetría escala 1:500.000), y de CVG TECMIN (Planimetría escala 1:250.000); en este último caso dicha información se levantó para la realización del Catastro Minero Venezolano con fotografías aéreas de los años 1970 a 1972. La información cartográfica recabada se completó y validó mediante imágenes de satélite (Landsat 7) tomadas entre septiembre del 99 y marzo del 2000, adquiridas a través del Centro de Procesamiento de Imágenes (CPDI) del Instituto Simón Bolívar, al U.S. Geological Survey.

Por su parte, la información cartográfica temática fue obtenida de CVG-TECMIN (planimetría de toda la cuenca escala 1:250.000) en los temas de geología, vegetación, geomorfología y suelos, complementada, en los casos pertinentes, con la procedente de las imágenes de satélite.

La caracterización de los principales elementos atmosféricos, correspondientes a precipitación, evaporación, temperatura, radiación solar, humedad relativa y viento, se realizó con base en la información disponible de la red de estaciones hidrometeorológicas, principalmente la de CVG-EDELCA. Se consideraron algunas estaciones localizadas fuera del espacio de la Cuenca, con el propósito de llenar faltantes de información y caracterizar en forma adecuada, los límites de la misma.

La representación espacial de la información territorial multitemática relativa al Diagnóstico, Evaluación, Zonificación y Plan de Acción, se realizó previendo su posterior integración al Sistema de Información Ambiental con plataforma de GIS de CVG-EDBELCA. En total se produjeron 361 mapas representativos de todos los componentes descritos en el Plan, dentro de los cuales se incluyen: ciento veinte (120) en materia de Diagnóstico y Caracterización de los Recursos Naturales, ochenta y nueve (89) en Zonificación y Plan de Acción, ochenta y nueve (89) en Actualización Esquema de Zonificación y Evaluación y uno (1) en Prefactibilidad De Proyectos. Estos mapas fueron realizados en diferentes escalas: 90 mapas a escala 1:500.000; 193 a escala 1:250.000, 76 a escala 1:100.000 y 2 mapas a otras escalas.

Esta documentación cartográfica representa un aporte para el ordenamiento y gestión ambiental en la cuenca del río Caroni, por cuanto organiza un gran volumen de información dispersa en diferentes estudios que podrá ser fácilmente utilizada y actualizada.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

A continuación, para cada uno de los capítulos del libro «*La cuenca del río Caroni: una visión en cifras*» se cita la bibliografía utilizada, indicando el volumen y capítulo específico del estudio del Plan que se utilizó como base para su elaboración y en los casos pertinentes, las fuentes complementarias.

**CAPÍTULO I. Aspectos generales**

**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

*Bibliografía Base: Plan Maestro de la cuenca del río Caroni*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 1: Aspectos generales, cap. 2: Antecedentes, CVG-EDBELCA, 2003. *pág. 18*

**SECTORIZACIÓN DE LA CUENCA**

*Bibliografía Base: Plan Maestro de la cuenca del río Caroni*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 1: Aspectos generales, cap. 3: Limitaciones, CVG-EDBELCA 2003. *pág. 22*

**OCCUPACIÓN DEL ESPACIO**

*Bibliografía Base: Plan Maestro de la cuenca del río Caroni*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 7: Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales, cap. 2: Proceso de ocupación, CVG-EDBELCA 2003. *pág. 24*

**IMPORTANCIA HIDROENERGÉTICA**

*Bibliografía Base: Plan Maestro de la cuenca del río Caroni*, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, r. 5: Evaluación Panorámica Energética, cap. 2: Panorama Energético, CVG-EDBELCA 2003. *pág. 27*

**VOLUMEN 1. Síntesis del Estudio:**  
**Plan Maestro de la cuenca del río Caroni**  
 TOMO 1. Síntesis del Plan Maestro.

**VOLUMEN 2. Evaluación del uso de los recursos naturales:**  
 TOMO 1. Aspectos Generales.  
 TOMO 2. Aspectos Generales.  
 TOMO 3. Prefactibilidad de proyectos.

**VOLUMEN 3. Zonificación y Plan de acción:**  
 TOMO 1. Análisis de escenarios.  
 TOMO 2. Consulta institucional.  
 TOMO 3. Lineamientos y estrategias para el desarrollo y conservación de la Cuenca.  
 TOMO 4. Zonificación u ordenación espacial de la Cuenca.  
 TOMO 5. Programas del plan de acción.  
 TOMO 6. Mecanismos e instrumentos para la implementación y gestión del Plan.

**VOLUMEN 4. Actualización del esquema de zonificación y evaluación:**  
 TOMO 1. Diagnóstico y caracterización del Bajo Caroni.  
 TOMO 2. Evaluación de recursos y zonificación del Bajo Caroni.  
 TOMO 3. Problemática ambiental de las cuencas prioritarias.  
 TOMO 4. Evaluación ambiental preliminar de sitios de aprovechamiento hidroeléctrico futuros.

**VOLUMEN 5. Prefactibilidad de proyectos:**  
 TOMO 1. Aspectos Generales.  
 TOMO 2. Proyectos para el mejoramiento de las condiciones de vida en las poblaciones de Santa Elena de Uairén, La Paragua y el Manateo.  
 TOMO 3. Proyectos para el fomento de la diversificación de las actividades productivas en Santa Elena de Uairén, La Paragua y el Manateo.  
 TOMO 4. Proyectos de infraestructura para el fomento de las actividades turísticas.  
 TOMO 5. Proyectos para el mejoramiento de la agricultura de subsistencia.  
 TOMO 6. Proyectos para el fomento del manejo agropecuario.  
 TOMO 7. Proyecto para la restauración de las zonas degradadas.  
 TOMO 8. Priorización de proyectos.

**VOLUMEN 6. Síntesis del Estudio:**  
**Plan Maestro de la cuenca del río Caroni**  
 TOMO 6. Síntesis del Estudio:  
 Priorización de proyectos.

**VOLUMEN 7. Proyecto para la restauración de las zonas degradadas:**  
 TOMO 7. Proyecto para la restauración de las zonas degradadas.

**VOLUMEN 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

**VOLUMEN 9. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

**VOLUMEN 10. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

**VOLUMEN 11. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

**VOLUMEN 12. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

**VOLUMEN 13. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

**VOLUMEN 14. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

**VOLUMEN 15. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

**VOLUMEN 16. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

**VOLUMEN 17. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

**VOLUMEN 18. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales:**  
 TOMO 7. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.  
 TOMO 8. Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales.

## PRESENCIA INSTITUCIONAL

pág. 30

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 7: Caracterización de los elementos socioeconómicos y culturales, cap. 14: Organización institucional y sociedad civil, CVG-EDELCA 2003.

## CAPÍTULO 2. Clima y agua

### RED DE MEDICIÓN

pág. 38

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, t. 2: Evaluación de los elementos atmosféricos e hídricos, cap. 2: Evaluación de la red hidrometeorológica, CVG-EDELCA 2003.

Bibliografía Complementaria: Información sobre la red hidrometeorológica. Gerencia de Gestión Ambiental, Unidad de Sistemas de Información Ambiental. CVG-EDELCA, 2003.

Información sobre la red de detección y localización de descargas eléctricas atmosféricas. Gerencia de Gestión Ambiental, Unidad de Sistemas de Información Ambiental. CVG-EDELCA, 2003. Ing. Alfredo Gil.

### VARIABLES CLIMÁTICAS

pág. 46

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 3: Caracterización de los elementos atmosféricos, cap. 2: Precipitación, cap. 3: Evaporación; cap. 4: Temperatura; cap. 5: Radiación solar; cap. 6: Humedad relativa; cap. 7: Vientos, CVG-EDELCA, 2003.

*Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 4: Caracterización de los elementos climáticos, cap. 2: Clasificación climática, cap. 4: Síntesis Climática CVG-EDELCA 2003.

Bibliografía Complementaria: Precipitación media por sectores. Gerencia de Gestión Ambiental, Unidad de Sistemas de Información Ambiental. CVG-EDELCA, 2003.

### CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

pág. 52

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 4: Caracterización de los elementos climáticos, cap. 2: Clasificación climática, CVG-EDELCA, 2003.

### CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS

pág. 54

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 5: Caracterización de los elementos hídricos, cap. 2: Caracterización morfométricas y cap. 3: Caudales, CVG-EDELCA, 2003.

Bibliografía Complementaria: Desarrollo Hidroeléctrico del Río Caroní, Proyecto Guri, Memoria Técnica, cap. 1, Herman Roo, Míneo, abril 2003.

Datos de la publicación Physical Hydrology, S. Lawrence Dingman, 1994.

Datos de medición de CVG-EDELCA, del río Caroní en el sitio de medición Caruachi (1965-1984)

Datos del Inventario nacional de aguas superficiales, vol. 1, COPLANARH, 1969.

## CALIDAD DEL AGUA

pág. 65

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 5: Caracterización de los elementos hídricos, cap. 5: Calidad de las aguas superficiales y embalses y cap. 4: Transporte de sedimentos, CVG-EDELCA 2003.

Bibliografía Complementaria: Información sobre calidad del agua, Gerencia de Gestión Ambiental. Ing. Ana María Ibáñez y Eunice Rodríguez. CVG-EDELCA, 2003

## CAPÍTULO 3. Geología y suelos

### FORMACIONES GEOLÓGICAS

pág. 72

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 2: Caracterización de los elementos geosféricos, cap. 2: Descripción de la geología. CVG-EDELCA, 2003.

### SISMICIDAD

pág. 76

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 2: Caracterización de los elementos geosféricos, cap. 5: Descripción de la sismicidad, CVG-EDELCA 2003.

Bibliografía Complementaria: FUNVISIS. Normas COVENIN 1756-98. Diseño de estructuras sismorresistentes. Zonas Sísmicas.

Información sobre la red sismológica de la Cuenca, Departamento de Instrumentación y Equipos, Sección de Sismología. Ing. Omar Ramírez e Ing. Francisco Torres. CVG-EDELCA. 2003.

### GEOMORFOLOGÍA

pág. 79

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 2: Caracterización de los elementos geosféricos, cap. 3: Descripción de la geomorfología. CVG-EDELCA, 2003.

Bibliografía Complementaria: Proyecto Mejorando Nuestra Herencia, Parque Nacional Canaima, UNESCO, UICN, INPARQUES, VITALIS, Venezuela, julio 2002.

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

#### DE LOS SUELOS pág. 84

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t. 2: Caracterización de los elementos geosféricos, cap. 4: Descripción de los suelos. CVG-EDELCA, 2003.

### EROSIÓN Y BALANCE MORFODINÁMICO

pág. 87

*Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, t. 1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap. 4: Clasificación de las tierras de acuerdo con la erosión actual y cap. 5: Balance morfodinámico. CVG-EDELCA, 2003.

**ASPECTOS DEMOGRÁFICOS**  
 págs. 130  
 Bibliografía Base: Censo INE 2001, Censo Indígena 1992 y Censo OCEI 1990.

**POBLACIÓN INDÍGENA**  
 págs. 134  
 Bibliografía Base: Censo INE 2001, Censo Indígena 1992 y Censo OCEI 1990.  
 Material de la Federación de Indígenas del Estado Bolívar, 2001.  
 Los Abortígenes de Venezuela, vol. 1: Etnología Contemporánea. Monografía N° 29 / Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Instituto Caribe de Antropología y Sociología, 1982.

**INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS**  
 págs. 140  
 Bibliografía: Plan de Ordenación del Estado Bolívar POTEB. Elaborado por la Subcomisión Urbano-Industrial, 1998.  
 Síntesis Estadística del Estado Bolívar 2001, Proyecto SIGEL, Instituto Nacional de Estadística INE, 2002.

**USO ACTUAL**  
 págs. 150  
**DINÁMICA ECONÓMICA**  
 págs. 151  
**DINÁMICA ESPACIAL**  
 págs. 152  
 Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 6: Caracterización de los elementos bióticos, cap. 2: Cobertura Vegetal y Uso Actual, CVG-EDBELCA, 2003.

**CAPÍTULO 6. Actividad económica**

**7. Hidroelectricidad**  
 págs. 158  
 Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, r. 5: Evaluación Panorrama Energético, cap. 2: Panorrama Energético, CVG-EDBELCA, 2003.  
 Bibliografía Complementaria: Información entregada por la Gerencia de Planificación CVG-EDBELCA 2003.  
 Informe Anual 2002. CVG-EDBELCA, Julio, 2003.

**DESARROLLO HIDROELÉCTRICO**  
 págs. 162  
 Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, r. 5: Evaluación Panorrama Energético, cap. 2: Panorrama Energético, CVG-EDBELCA 2002.  
 Bibliografía Complementaria: Información entregada por la Gerencia de Planificación CVG-EDBELCA, 2003.  
 Informe Anual 2002. Julio, CVG-EDBELCA, 2003.  
 Desarrollo Hidroeléctrico del Río Caroní, Proyecto Guri, Memoria Técnica, cap. 1, Hermann Roo, Mineo, abril 2003.

**IMPORTANCIA EN EL MERCADO ELÉCTRICO NACIONAL**  
 págs. 164  
 Bibliografía Base: Informe Anual 2002, ed. Julio, CVG-EDBELCA, 2003.  
 Información de la Gerencia de Planificación, CVG-EDBELCA, 2003.  
 Información de CAVEINEL, sept. 2003.

**4. Flora y fauna**  
 págs. 96  
**BIOClima y FORMACIONES VEGETALES**  
 págs. 98  
 Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 6: Caracterización de los elementos bióticos, cap. 3: Formaciones Vegetales. CVG-EDBELCA, 2003.  
 Bibliografía Complementaria: Revisión del material resumen por parte del Especialista Ángel Fernández, Caracas, 2003.

**COBERTURA VEGETAL**  
 págs. 98  
 Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 6: Caracterización de los elementos bióticos, cap. 2: Cobertura Vegetal y uso actual. CVG-EDBELCA, 2003.  
 Bibliografía Complementaria: Revisión del material resumen por parte del Especialista Ángel Fernández, Caracas, 2003.

**RIESGO DE INCENDIO**  
 págs. 108  
 Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 2: Evaluación del uso de los recursos naturales, r. 3: Evaluación de los elementos bióticos, cap. 2: Riesgo de incendio, CVG-EDBELCA 2003.

**FAUNA SILVESTRE**  
 págs. 112  
 Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 6: Caracterización de los elementos bióticos, cap. 4: Fauna silvestre. CVG-EDBELCA, 2003.  
 Bibliografía Complementaria: Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Caruachi. Programa de Rescate de Fauna. Revista Entrecorrientes, N° 97. Noviembre-diciembre, CVG-EDBELCA, 2002. Resultados del Programa de Rescate de Fauna, CVG-EDBELCA, mayo 2003.

**ICTIOFAUNA**  
 págs. 120  
 Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 6: Caracterización de los elementos bióticos, cap. 5: Fauna íctica, CVG-EDBELCA, 2003.

**5. La Población**  
 págs. 124  
 Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol. 1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, r. 7: Caracterización cap. 2: Proceso de ocupación, CVG-EDBELCA 2003.

**PATRÓN DE ASENTAMIENTO DE LA POBLACIÓN**  
 págs. 128  
 Bibliografía Base: Censo INE 2001, Censo Indígena 1992 y Censo OCEI 1990.

## MICROCENTRALES HIDROELÉCTRICAS

pág. 169

Bibliografía Base: Microcentrales hidroeléctricas: energía vital a la medida. Gerencia de Gestión Ambiental CVG-EDELCA, 2003.

## HIDROELECTRICIDAD Y AMBIENTE

pág. 172

Bibliografía Base: Proyecto Caruachi, Plan de Manejo Integral, CVG-EDELCA, 2001.

## CAPÍTULO 8. Minería

### ACTIVIDAD MINERA

pág. 178

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní*, vol.1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t.2: Caracterización de los elementos geosféricos, cap.6: Descripción de la actividad minera, CVG-EDELCA, 2003.

*Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol.2: Evaluación del uso de los recursos naturales, t.1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap.3: Potencial minero. CVG-EDELCA, 2003.

### MINERAL DE HIERRO

pág. 182

Bibliografía Base: CVG-FERROMINERA DEL ORINOCO C.A. www.ferrominera, julio, 2003.

### EXTRACCIÓN DE ORO Y DIAMANTES

pág. 186

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol.2: Evaluación del uso de los recursos naturales, t.1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap.3: Potencial minero. CVG-EDELCA, 2003.

Bibliografía Complementaria: Anuario Estadístico Minero 2000, Dirección de Fiscalización y Control de la Industria Minera, MEN. Venezuela. Septiembre, 2001.

### MINERALES NO METÁLICOS

pág. 193

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol.2: Evaluación del uso de los recursos naturales, t.1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap.3: Potencial minero. CVG-EDELCA, 2003.

## CAPÍTULO 9. Agroforestal

### POTENCIAL AGRÍCOLA

pág. 198

### PRODUCCIÓN AGROFORESTAL

pág. 202

### EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD AGROFORESTAL

pág. 206

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol.1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t.6: Caracterización de los elementos bióticos, cap.2: Cobertura vegetal y uso actual, CVG-EDELCA, 2003.

*Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol.2: Evaluación del uso de los recursos naturales, t.1: Evaluación de los elementos geosféricos, cap.8: Clasificación de tierras por capacidad de uso. CVG-EDELCA, 2003.

Bibliografía Complementaria: Información sobre la Reserva Forestal La Paragua, Lote Boscoso San Pedro y Lote Boscoso El Frío, suministrada por la Ing. Beatriz Briceño de la Dirección de Manejo Forestal del MARN, mayo 2003.

## CAPÍTULO 10. Turismo

### IMPORTANCIA TURÍSTICA

pág. 210

### POTENCIAL TURÍSTICO

pág. 211

### SITUACIÓN ACTUAL

pág. 224

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol.1: Diagnóstico ambiental y caracterización integral de la Cuenca, t.6: Caracterización de los elementos bióticos, cap.2: Cobertura vegetal y uso actual, CVG-EDELCA, 2003.

Bibliografía Complementaria: DOSSIER para el inversionista turístico del Estado Bolívar, Secretaría de Desarrollo Económico, Dirección de Turismo y Recreación, Gobernación del Estado Bolívar, República Bolivariana de Venezuela, actualización al mes de Abril de 2002.

Información suministrada por J. Miguel Tagliafico, Coordinador del Ecomuseo del Caroní. Ciudad Guayana, 2003.

## CAPÍTULO 11. Servicios ambientales

### IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS

AMBIENTALES

pág. 228

### CICLO DEL AGUA

pág. 229

### PAISAJES Y BELLEZAS ESCÉNICAS

pág. 232

### DIVERSIDAD BIOLÓGICA

pág. 232

### SUMIDEROS DE CO<sub>2</sub> ATMOSFÉRICO

pág. 234

Bibliografía Base: *Plan Maestro de la cuenca del río Caroní*, vol.2: Evaluación del uso de los recursos naturales t.3: Evaluación de los elementos bióticos, cap.5: Evaluación Ambiental Agrícola y Forestal de Tierras (FAO) y cap.6: Ecología del Paisaje, CVG-EDELCA, 2003.

Bibliografía Complementaria: Servicios Ambientales de la Diversidad Biológica en la Cuenca del Río Caroní, Eduardo Seplaski, marzo, 2003.

Selling Forest Environmental Services. Stefano Pagiola, Joshua Bishop & Nayasha Landell-Mills. Earthscan Publications Ltd, 2002.

Proyecto Mejorando Nuestra Herencia, Parque Nacional Canaima, UNESCO, UICN, INPARQUES, VITALIS, Venezuela, julio 2002.