

III. COMPONENTE GEOSFÉRICO

Juan Manuel Moreno

Geólogo, MSc Geociencias. Dpto. de Geociencias-UN

Modesto Portilla Gamboa

Geólogo, Especialización en Evaluación de Riesgos y Prevención de Desastres, MSc Geotecnia. Dpto. de Geociencias-UN

Ángela Navarrete

Geóloga, Maestría en Geología-UN

Liliana Peñuela

Geóloga, Maestría en Geología-UN

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	III-1
METODOLOGÍA.....	III-1
RESULTADOS.....	III-2
<i>Aspectos Generales</i>	III-2
Caracterización Geológica	III-3
Geología Histórica	III-6
Estratigrafía	III-7
Geología Estructural.....	III-12
Geología Económica	III-14
Hidrogeología	III-16
Caracterización Geomorfológica	III-19
Procesos Morfodinámicos	III-23
Dinámica Fluvial	III-33
CONCLUSIONES	III-34
RECOMENDACIONES GENERALES.....	III-40
BIBLIOGRAFÍA	III-41

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA II-1. RECUENTO DE LOS PROCESOS Y EVENTOS EN LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA DE ACUERDO AL REGISTRO GEOLÓGICO.....	III-8
--	-------

INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe se presenta la parte técnica referente al componente Geoesférico del área de la Cuenca del río Garagoa, el cual se realizó con base en la información disponible y reconocimientos en el área de interés. Se presenta la caracterización geológica y geomorfológica de la cuenca, así como el diagnóstico de la Cuenca en lo referente a los procesos morfodinámicos: Movimientos en Masa y Erosión, aspectos de gran importancia en el aporte de sedimentos a los drenajes de la Cuenca.

METODOLOGÍA

Se revisó la bibliografía disponible sobre la zona de estudio, entre la cual se encuentran los Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) y Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) de diversos municipios localizados dentro de la Cuenca del Río Garagoa, Mapas Geológicos del área de la Cuenca publicados por el Ingeominas (Cuadrángulo K-12, Guateque; Cuadrángulo K-11, Zipaquirá; Plancha 191 - Tunja; Plancha 190 - Chiquinquirá; y, Mapa Geológico - Corpochivor). Posteriormente, se analizó toda esta información y se efectuaron tres visitas a campo, donde de manera general se confrontó y se complementó la información recopilada.

El Mapa Geológico (Indicador) fue la base empleada para realizar los siguientes análisis y mapas clasificatorios: Mapa Geomorfológico, Mapa de Susceptibilidad a Movimientos en Masa (junto con la información obtenida en las visitas a campo), Mapa de Susceptibilidad a Erosión Superficial, Mapa Hidrogeológico.

Para la realización del mapa de Zonas de Recarga, el mapa Hidrogeológico (indicador) fue utilizado para delimitar las zonas donde afloran los acuíferos. Estas áreas se interceptaron con las áreas de mayor pluviosidad (a partir del mapa de isoyetas), para obtener las respectivas zonas de recarga de los acuíferos.

Finalmente, con base en lo anterior, se elaboró el texto que se presenta a continuación.

RESULTADOS

En esta parte del diagnóstico físico, se realiza una síntesis de la geología, geomorfología, procesos morfodinámicos, potencialidad de yacimientos minerales e hidrogeología de la zona de estudio, con el fin de conocer la naturaleza y comportamiento de ésta, y contribuir a la búsqueda de una óptima utilización del terreno, localización de viviendas e infraestructura, conservación de áreas de recarga de acuíferos y áreas de interés minero.

Aspectos Generales

El área está localizada en el borde oriental de la Cordillera Oriental y hace parte del Altiplano Cundiboyacense y de la vertiente Oriental Andina. Las localidades se encuentran comunicadas con Bogotá y Tunja por una red de carreteras destapadas y pavimentadas en regular estado. Los municipios del área dependen principalmente de actividades tales como la agricultura, ganadería y en menor escala la minería.

La red hidrográfica de la Cuenca, está constituida por los ríos: Boyacá, Juyasía, Fusavita, Cabuco, Bosque, Guaya, Garagoa o Tibaná o Jenesano, Machetá, Aguacía, Somondoco o Súnuba; y, sus respectivos afluentes, entre los que cabe destacar las quebradas: Súnuba, Tenecua, Risata, Honda, Cuya, Ancha, Negra, Chivor, Grande, Colorada y Esmeraldas.

En el área predominan los climas templado y frío, cuyas temperatura anuales varían entre 28 °C y 10 °C respectivamente, y alturas topográficas que oscilan entre los 1.000 y 3.600 m.s.n.m. La precipitación anual varía para la totalidad del área entre 800 mm al Noroeste de la Cuenca (Ventaquemada, Turmequé, Nuevo Colón), y 3.200 mm al



Fotografía 1. Panorámica del embalse de la Esmeralda, en la localidad de las Juntas, donde se aprecia el nivel de caudales máximos, en el sitio del Puente de Juntas. Nótese los escarpes pronunciados que forman las rocas Competentes de la Formación Areniscas de Las Juntas que limitan el embalse. Foto en dirección al Sur oriente.



Fotografía 2. Panorámica del embalse de la Esmeralda, cerca a la localidad de las Juntas, donde se aprecian los niveles de terrazas formadas por la espesa capa de sedimentos (4m de escarpe al cauce del río Garagoa), que lo están colmatando. Fotografía tomada en tiempo seco.

Sureste de ésta (Chivor, Macanal, Santa María).

Caracterización Geológica

La Cuenca del río Garagoa se caracteriza por la presencia de rocas cuyos sedimentos se depositaron en diferentes tipos de ambientes desde marino a continental, producto de los diferentes eventos geológicos a los que se ha visto sometida el área de la cuenca a través de la historia del Planeta Tierra.

Con el fin de facilitar el entendimiento del texto, (debido a la especificidad tan marcada en la terminología que se emplea en el campo de la Geología), a continuación se presenta un glosario de los términos y nombres que pueden parecer raros al lector no especializado, (se aclara que las definiciones no son estrictamente técnicas por cuanto de hacerlo así sería interminable el número de explicaciones que se deberían dar al respecto).

Acuífero: Cuerpo litológico que por su porosidad y permeabilidad permite el ingreso del agua lluvia que infiltra y el almacenamiento de dicha agua, la cual recibe el nombre de aguas subterráneas. Este cuerpo litológico, básicamente está representado por areniscas, conglomerados y demás rocas con un alto grado de fracturamiento (permeabilidad secundaria).

Acuicierre: Cuerpo litológico que aunque sea o no poroso, al ser impermeable no permite el flujo del agua a través suyo, y por lo tanto hace de sello o frontera que contiene el agua subterránea presente en los acuíferos. Este tipo de cuerpo litológico, básicamente está representado por las rocas arcillosas (arcillolitas, lutitas, etc.). En algunos textos y lenguajes técnicos, a los acuicierres también se les conoce como Acuitardos.

Arcilla: Sedimento cuyo tamaño de partícula es muy fino (grosor menor a 1/256 de milímetro). No se ve a simple vista, debe usarse el microscopio para poder apreciarlo.

Arcillolita: Roca sedimentaria producto del proceso de litificación de sedimentos tamaño arcilla.

Arena: Sedimento cuyo tamaño de partícula es grueso (grosor entre 1/16 de milímetro y 2 milímetros). El de grosor cercano a 1/16 de milímetro se puede apreciar con la ayuda de la lupa y el de grosor mayor se observa a simple vista.

Arenisca: Roca sedimentaria producto del proceso de litificación de sedimentos tamaño arena.

Caliza: Roca sedimentaria producto del proceso de precipitación y litificación de sedimentos de composición calcárea (Calcita, CaCO_3 ; Dolomía, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; etc.).

Clasto: Fragmento de roca producido por la erosión o el ser humano y transportado por los ríos, viento o hielo. Ejemplo: Fragmentos generados en explotación de minas, canteras, uso del suelo, etc.

Conglomerado: Roca sedimentaria producto del proceso de litificación de sedimentos con predominio de tamaño grava.

Cuarzo: Mineral constituido por silicio y oxígeno (SiO_2). El común de la gente le denomina "cristal de roca".

Cuarcita: Roca metamórfica formada por cuarzo, de color blanco lechoso, gris o rojiza si está teñida por el óxido de hierro, de estructura granulosa o compacta.

Delta: Zona de acumulación de sedimentos fluviales (de un río) de forma aproximadamente triangular en la desembocadura del río en el mar.

Estratigrafía: Rama de la Geología que estudia y describe los estratos, su forma, espesor, constituyentes, etc.

Estrato: Capa de materiales que constituye un terreno, específicamente donde se presentan rocas sedimentarias.

Filita: Roca metamórfica de grano fino que se presenta como un agregado de placas u hojas delgadas, similar a las escamas de pescado.

Geología Estructural: Es la rama de la Geología que estudia y describe las estructuras que se presentan los estratos de roca en un área determinada (Pliegues y Fallas).

Geología: Es la disciplina científica que estudia el origen, evolución y transformaciones que ha sufrido el Planeta Tierra; igualmente, estudia y describe los materiales que forman el globo terrestre (minerales, rocas, fósiles, etc.).

Geomorfología: Es la rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la Tierra, la configuración general de su superficie y los cambios que han sucedido en la evolución de las formas del terreno.

Grano: Partícula de origen sedimentario, generalmente de forma redondeada cuando ha sufrido transporte.

Granulometría: Medida del grosor de las partículas que conforman los materiales térreos (rocas, suelo y depósitos no litificados o "suelos").

Grava: Sedimento cuyo tamaño de partícula es muy grueso (grosor mayor a 2 milímetros). Es muy fácil verlo a simple vista.

Hidrogeología: Disciplina que estudia la Geología de las aguas subterráneas.

Limo: Sedimento cuyo tamaño de partícula es fino (grosor entre 1/16 y 1/256 de milímetro). Muy difícilmente se ve a simple vista, se debe emplear la lupa de por lo menos 20 aumentos.

Limolita: Roca sedimentaria producto del proceso de litificación de sedimentos tamaño limo.

Lutita: Término que se utiliza para denominar a las arcillolitas y limolitas, cuando es muy difícil determinar cual de las dos realmente se trata.

Mica: Mineral constituido por silicatos de aluminio, potasio, etc. Se distingue por su hábito hojoso ("escamas de pescado") y por brillar ante un rayo de luz. En algunos sitios del País el común de la gente le dice "marmaja".

Mineral: Partícula inorgánica, sólida a temperatura ambiente, que conforma las rocas.

Proceso Morfodinámico: Fenómeno geológico que cambia las formas de la superficie de la Tierra con el transcurso del tiempo (dinámica de las formas). Ejemplo: Un río socava su cauce en profundidad y lateralmente, desestabilizando las respectivas vertientes y se generan Movimientos en masa que a su vez cambian la pendiente y las formas de tales vertientes (esto es un proceso morfodinámico, como también lo son los movimientos en masa y la erosión que se tratan en el presente estudio).

Roca Metamórfica: Roca que ha sufrido procesos de incremento de temperatura y presión en el interior de la Tierra y que conllevan al cambio de forma, estructura y minerales nuevos a partir de la roca original.

Roca Sedimentaria: Es la roca que se ha formado a partir del proceso de litificación de los sedimentos.

Roca: Agregado de minerales que ha sufrido un proceso de litificación (endurecimiento). Es a lo que el común de la gente le denomina "piedra".

Sedimento: Partículas que se depositan a través de un fluido (agua, aire) en el cual se encuentran en suspensión o disolución.

Tectónica: Parte de la Geología que estudia las deformaciones de la corteza terrestre por efecto de las fuerzas internas.

Millones de Años (m.a.): En Geología se habla de las edades de las rocas en millones de años, a diferencia del tiempo al que comúnmente se refiere el ser humano para señalar la edad de las diferentes épocas de su historia y prehistoria (años y a lo sumo miles de años).

A continuación se resume la historia geológica, la estratigrafía, geología estructural, geología económica e hidrogeología de la Cuenca.

Geología Histórica

Cuando se habla de la Geología Histórica, se hace referencia a períodos de tiempo que se miden en millones de años (m.a), y cada período recibe un nombre que por lo general corresponde a un sitio geográfico del mundo donde se encuentran rocas que corresponden a ese período respectivo. Así por ejemplo, cuando se habla de rocas cuya edad corresponde al Cretácico, (referente a la isla de Creta) se está haciendo referencia a rocas cuyos sedimentos se depositaron hace 144 a 66.4 m.a (Geological Society of America, 1983).

De igual forma, en ésta rama de la geología y en otras conexas, normalmente se hace el análisis de características de las partículas que conforman la roca y con ello se determina el ambiente en el cual se formaron dichas partículas; así por ejemplo, se conoce que en un lago se depositan sedimentos normalmente finos (tamaño arcilla) y que forman capas subparalelas; cuando se encuentra este tipo de características en un afloramiento, se dice que los sedimentos se depositaron en un ambiente lacustre.

De otra parte, dependiendo de la homogeneidad en esas características y/o en los ambientes de formación de las rocas, estas se agrupan y se les da el nombre de Formación, a la agrupación de Formaciones se les denomina Grupo. Tanto los Grupos como las Formaciones reciben un nombre dependiendo del sitio donde fueron descritos originalmente o donde se encuentran mejor expuestas (Localidad Tipo): así por ejemplo, para el caso de la Formación Areniscas de Las

Juntas, se le denomina así por que sus sedimentos son de carácter predominantemente arenoso y su localidad tipo está localizada en Juntas (confluencia de los ríos Garagoa y Somondoco).

En la Tabla III-1 se presenta un resumen de la Geología Histórica del área de la Cuenca del río Garagoa, esto es el recuento de los procesos y eventos que han tenido lugar en el área de la Cuenca de acuerdo al registro geológico.

Estratigrafía

A continuación se resume la estratigrafía de las unidades geológicas aflorantes en la zona de estudio. En subrayado y con mayúscula se enuncia el período geológico, con mayúscula y sin subrayar se presenta el nombre del Grupo o Formación y entre paréntesis se encuentra la sigla por medio de la cual se representan en el Mapa 12 -Geológico, para el cual se hace la presente descripción.

PALEOZOICO (570 - 245 M.A.)

GRUPO QUETAME (EOq)

Las rocas que conforman éste grupo son filitas y cuarcitas de colores gris verdoso y gris claro.

GRUPO FARALLONES (CDf)

Areniscas, limolitas y lutitas con tonalidades gris oscuro en la parte inferior; la parte media y superior limolitas, areniscas cuarzosas, calizas y conglomerados de tonalidades verduscas, rojizas y gris claro.

JURÁSICO (208 - 144 m.a)

FORMACIÓN BATÁ (Jb)

Conglomerados, limolitas, areniscas de tonalidades violeta verdoso y gris claro en la parte basal a media, en la parte superior conglomerados finos, areniscas y lutitas con tonalidades gris oscuro a gris claro con niveles fosilíferos.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla III-1. Recuento de los procesos y eventos en la cuenca del río Garagoa de acuerdo al registro geológico

PERÍODO	EDAD (m.a.)	EVENTO
Cámbrico - Ordovícico	540-435	Se presentó una sedimentación de carácter marino que concluyó con la presencia de fuerzas tectónicas que plegaron y metamorizaron las rocas que se habían formado a partir de los sedimentos depositados inicialmente; a éste período corresponde el Grupo Quetame (EOq).
Devónico - Carbonífero	410-295	Se presenta el ingreso de las aguas marinas y se depositan los sedimentos que conformarían las areniscas, limolitas, arcillolitas, conglomerados y calizas del denominado Grupo Farallones (CDf).
Triásico Superior	230-208	El área de la cuenca se encontraba por encima del nivel de las aguas marinas y sufrió erosión.
Jurásico Inferior	208-187	El área sufrió movimientos compresionales que levantaron las rocas existentes, plegándolas y fallándolas. A este período corresponden las rocas de la Formación Batá (Jb).
Berriasiano	114-138	Las áreas emergidas fueron cubiertas por el mar.
Berriasiano-Valanginiano	138-131	Sedimentación marina en un ambiente de aguas poco profundas (Lutitas de Macanal, Kilm)
Hauteriviano– Barremiano	131-119	Con el relleno de la cuenca se presentó el retiro de las aguas marinas y se presentó la depositación los clastos gruesos que dieron origen a las rocas de la denominada Formación Areniscas de Las Juntas (Kiaj).
Aptiano	119-113	El área volvió a hundirse depositándose sedimentos finos que corresponden a la Formación Fômeque (Kif).
Albiano – Maestrichtiano	113-66	La cuenca sufrió fluctuaciones en el nivel base por relleno de la cuenca y movimientos tectónicos.
Albiano – Cenomaniano	113-91	Se depositaron los sedimentos de las Areniscas de Une (Kiu).
Turoniano – Coniaciano	91-88	Se depositaron los sedimentos de las Formaciones Chipaque (Kic), Churuvita (Ksch) y Conejo (Kscn).
Santoniano- Maastrichtiano	88-66	En la región occidental de la Cuenca, se depositaron sedimentos en aguas poco profundas con influencia deltáica (Grupo Guadalupe, Kig).
Límite Cretácico-Terciario	65	Se presentó la depositación de los sedimentos arcillosos y arenosos de la Formación Guaduas (Tkg), la cual se caracteriza por presentar mantos de carbón.
Durante el Terciario	66-2	La sedimentación pasó de ser marina a continental con varios movimientos tectónicos que culminaron con la denominada Orogenia Andina (Evento generado por las fuerzas de la tectónica de Placas que dio origen a la formación de la Cordillera de Los Andes). En éste período se depositaron los sedimentos de las denominadas Formaciones: Arenisca de El Cacho (Tpc), Arenisca de Socha (Tars), Bogotá (Tb), Arcillas de Socha (Tas) y Concentración (Tco).
Durante el Cuaternario	2	Inicialmente se presenta la depositación de los sedimentos de la Formación Tiltá (QTt). Posteriormente, se presentan los procesos de denudación, erosión y traslocación de materiales preexistentes, cuya sedimentación da lugar a los depósitos no litificados que se observan en la Cuenca (Qal, Qc, Qg, Qfg, Qt)
Desde prehistórico hasta hoy día		Proceso antrópico de ocupación del territorio, mediante el cual se establecen labores agropecuarias que conllevan a la tala de vegetación, establecimiento de potreros para ganadería extensiva, zonas de cultivos, apertura de vías de comunicación, construcción de edificaciones, etc. Estas actividades antrópicas realizadas durante este último período, junto con las características de susceptibilidad de los materiales térreos, las altas pendientes topográficas y los eventos meteorológicos, han generado la ocurrencia de Movimientos en Masa, Erosión Superficial y degradación del paisaje.

CRETÁCICO (144 - 66.4 m.a)

GRUPO CÁQUEZA (Kic)

Se subdivide en tres formaciones que en orden de más antigua a más joven corresponden a: Calizas del Guavio (no afloran en el área de estudio), Lutitas del Macanal y Areniscas de las Juntas.

Calizas del Guavio (Kicg)

Está constituido por tres miembros: arenoso, calcáreo y conglomerático, separados por lutitas negras. Esta Formación se caracteriza por presentar grandes variaciones laterales en su composición litológica.

Lutitas de Macanal (Kilm)

Conjunto de lutitas negras con esporádicas intercalaciones de calizas, areniscas y bolsones de yeso. Está constituida por lutitas negras micáceas, compactas, ligeramente calcáreas y láminas de yeso; areniscas cuarzosas grises oscuras de grano fino y estratificación gruesa a maciza, con intercalaciones de lutitas negras, micáceas, con alto contenido de fósiles (fossilíferas); lutitas grises oscuras a negras ligeramente calcáreas con venas de calcita, nódulos arenosos y lentes de yeso; lutitas negras micáceas (alto contenido de mica) con intercalaciones de areniscas gris clara de grano fino.

Areniscas de Las Juntas (Kiaj)

Constituida por dos niveles arenosos separados por un nivel lutítico: el Miembro *Areniscas del Volador*, areniscas cuarzosas gris amarillentas de grano fino con delgadas intercalaciones de lutitas negras micáceas; el Miembro *Lutitas Intermedias*, lutitas negras con nódulos arenosos paralelos a la estratificación e intercalaciones de areniscas cuarzosas gris



Fotografía 3. Detalle de los afloramientos rocosos de la Formación Areniscas de las Juntas en el valle del río Garagoa, cerca al comienzo del Embalse: Nótese los escarpes formados por las capas de areniscas que están siendo afectadas por erosión debido a la intervención generada por la construcción de carretables en las laderas de pendiente fuerte.

claras de grano fino. El Miembro *Arenisca de Almeida*, areniscas cuarzosas grises claras de grano fino, estratificación gruesa a maciza, con delgadas intercalaciones de lutitas negras, lutitas negras micáceas con delgadas intercalaciones de areniscas cuarzosas blancas de grano fino, areniscas cuarzosas blanco amarillentas de grano fino, estratificación gruesa con delgadas intercalaciones de lutitas negras y una alternancia de lutitas negras y areniscas cuarzosas grises claras de grano fino.

FORMACIÓN FÓMEQUE (Kif)

Está constituida por lutitas grises oscuras a negras, interestratificadas con margas, limolitas grises y lentes de calizas, grises oscuras a negras, con frecuentes intercalaciones de areniscas cuarzosas, grises claras de grano fino, micáceas, estratificadas en bancos.

FORMACIÓN UNE (Kiu)

Está constituida por areniscas cuarzosas, grises claras a blanco amarillentas, de grano fino a grueso, localmente conglomeráticas, algo micáceas con estratificación fina a maciza. Se presentan delgadas intercalaciones de lutitas negras.

FORMACIÓN CHIPAQUE (Ksc)

Constituida por lutitas negras con intercalaciones esporádicas de calizas principalmente hacia la parte inferior y en la parte superior se presentan intercalaciones de areniscas cuarzosas, grises claras a oscuras, de grano fino.

FORMACIÓN CHURUVITA (Ksch)

Areniscas cuarzosas, lutitas negras, calizas en proporciones variables y limolitas silíceas hacia el tope de la Formación.

FORMACIÓN CONEJO (Kscn)

Niveles de lutitas de color grisáceo oscuro y algunos niveles de areniscas cuarzosas (con alto contenido de cuarzo).

GRUPO GUADALUPE (Ksg)

Se divide de base a techo en: La *Formación Arenisca Dura* compuesta esencialmente por areniscas cuarzosas grises claras a blanco amarillentas, de grano fino con intercalaciones de lutitas y limolitas silíceas. La *Formación Plaeners* constituida principalmente por una alternancia de limolitas silíceas, lutitas y areniscas de grano fino y la *Formación Labor - Tierna* constituida por areniscas cuarzosas, grises claras a blanco amarillentas, de grano fino, compactas, estratificación delgada a gruesa y con intercalaciones delgadas de limolitas silíceas y lutitas negras.

TERCIARIO (66.4 - 1.6 m.a)

FORMACIÓN GUADUAS (Tkg)

Constituida por arcillolitas grises oscuras a verdosas con intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano fino, estratificación fina a gruesa; areniscas cuarzosas blanco amarillentas de grano fino; arcillolitas grises y limolitas negras con concreciones arenosas se presenta un manto de carbón de 1.5m de espesor; areniscas conglomeráticas y areniscas cuarzosas, blancas de grano medio a grueso; arcillolitas abigarradas con intercalaciones delgadas de areniscas cuarzosas, grises oscuras de grano fino.

FORMACIÓN ARENISCA DE EL CACHO (Tpc)

Comprende areniscas cuarzosas, blanco amarillentas de grano medio color gris claro a gris rojizo, localmente intercalaciones de capas de conglomerado con gránulos de cuarzo lechoso.

FORMACIÓN ARENISCA DE SOCHA (Tars)

Constituida por areniscas blanco amarillentas de grano grueso a conglomerático; areniscas conglomeráticas blanco amarillentas y arcillas abigarradas; areniscas cuarzosas blanco amarillentas de grano medio a grueso con esporádicas intercalaciones de lentes conglomeráticos.

FORMACIÓN BOGOTÁ (Tb)

Arcillolitas y arcillas de varios colores (abigarradas) con algunas intercalaciones de areniscas.

FORMACIÓN ARCILLAS DE SOCHA (Tas)

Constituida por arcillolitas, limolitas grises claras a verduscas, alterando con areniscas feldespáticas de grano medio a grueso.

FORMACIÓN CONCENTRACIÓN (Tco)

Constituida por una alternancia de arcillolitas grises claras a rojizas y areniscas cuarzosas de grano medio a grueso; areniscas feldespáticas de grano medio a grueso con intercalaciones de lentes conglomeráticos; arcillolitas limosas y areniscas arcillosas. En la parte basal localmente una capa de hierro oolítico de pocos metros de espesor (es la capa que se explota en la zona de Paz de Río, Boyacá).

CUATERNARIO (Q, 1.6 m.a al Presente)

FORMACIÓN TILATÁ (QTt)

Areniscas y arenas de grano fino a grueso, color blanco a gris rojizo; conglomerado macizo, arenisca conglomerática y gravas. Esporádicas capas de lignito.

DEPÓSITOS NO LITIFICADOS (Qal, Qc, Qg, Qfg, Qt)

Representado por depósitos aluviales compuestos por gravas, arcilla limosa lacustre y fluvial; depósitos coluviales, constituidos por cantos y bloques de rocas competentes, embebidos en una matriz areno-arcillosa; depósitos glaciales (depósitos dejados por el hielo de un casquete glaciar cuando se derrite) y fluvioglaciales (depósitos dejados por los ríos que drenan la parte terminal de un glaciar); depósitos que dan una topografía relativamente plana de forma alargada paralelos a la corriente de un río o quebrada.

Geología Estructural

Las rocas, una vez formadas, se ven sometidas a eventos geológicos tales como las fuerzas originadas a partir de la tectónica de placas (movimientos de la corteza terrestre que se encuentra flotando sobre una capa pastosa denominada astenósfera) y a la intrusión de cuerpos ígneos. Estos eventos, generan fuerzas a las que son sometidas las rocas preexistentes, las que al reaccionar se pliegan y/o fracturan. Cuando se pliegan dan origen a estructuras denominadas Anticlinales (cuando la inclinación de las capas, a lado y lado de un plano imaginario, diverge desde dicho eje; y, la edad de las rocas es mayor a medida que se va hacia el centro de la estructura) y Sinclinales (cuando la inclinación de las capas, a lado y lado de un eje imaginario, converge hacia dicho eje; y, la edad de las rocas es menor a medida que se va hacia el centro de la estructura). Cuando se fracturan las rocas y los hacen a lo largo de una zona definida, en la cual hay desplazamiento relativo entre dos puntos que inicialmente eran vecinos, se tienen las denominadas fallas geológicas, y conexas a ellas, se presentan las llamadas diaclasas (fracturamiento).

En el área de la Cuenca del río Garagoa, de acuerdo a los eventos geológicos resumidos en la Tabla III-1, se formaron pliegues y fallas, que en su conjunto han recibido el nombre de Anticlinorio de los Farallones (Ulloa y Rodríguez, 1976). Esta megaestructura, al igual que las fallas y pliegues que se encuentran dentro de ella, debido a la orientación de las fuerzas que la formaron (NW-SE), presentan una orientación aproximada Norte 45° Este.

Las principales fallas y pliegues, presentes dentro del área de la Cuenca del río Garagoa, de Sureste a Noroeste son: Falla de Santa María (pasa por el municipio de Santa María), Falla Garabato - La Esmeralda (pasa por el sitio de presa del embalse La Esmeralda), Anticlinal de Miralindo, Falla San Isidro (pasa por el municipio de Chivor), Sinclinal de Quebrada Negra, Sinclinal de Mamapacha (su eje corre paralelo al Páramo de Mamapacha), Sinclinal de Almeida, Anticlinal de Almeida (pasa por Almeida y se prolonga hasta el Oriente de Garagoa), Sinclinal de Garagoa

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

(su eje pasa a lo largo de la quebrada Cuya y se prolonga hasta Garagoa), Anticlinal de Garagoa (pasa por Juntas, Garagoa y termina al Suroeste del municipio de Zetaquirá), Sinclinal y Anticlinal de Somondoco, Sinclinal y Anticlinal de Guayatá (pasa por Guayatá, Guateque, Sutatenza y Tenza), Sinclinal y Anticlinal de Pachavita, Sinclinal de Movitas (pasa por la quebrada Súnuba hasta el municipio de La Capilla), Anticlinal de Tibirita (pasa por los municipios de Tibirita y La Capilla), Sinclinal de Úmbita, Falla de Tibaná, Anticlinal de la Pavas, Falla de Soapaga (pasa unos 10 Km. al Sur del municipio de Ciénega) y Falla de Boyacá.

La existencia de las anteriores estructuras, muestra que el área de la Cuenca del río Garagoa, está muy plegada y fracturada, lo cual tiene aspectos positivos (como lo es el generar el ambiente estructural propicio para la presencia de minerales como el Berilo o Esmeralda; así, las principales mineralizaciones de esta piedra preciosa, se concentran en las rocas de la Formación Lutitas de Macanal, a lo largo del Anticlinal de Miralindo y las fallas de Garabato - La Esmeralda. Además, como se presentará en el apartado de Hidrogeología, cuando se pliegan secuencias de rocas que alternan areniscas con arcillolitas, forman estructuras hidrogeológicas donde se almacenan las aguas subterráneas), y negativos (al fracturar las rocas las hacen más susceptibles a Movimientos en Masa, y al inclinar las capas rocosas, forman un plano deslizante por donde fácilmente se mueven los materiales coluviales).

A continuación se presenta una breve descripción de los principales rasgos tectónicos del área de la cuenca del río Garagoa, la cual se divide estructuralmente en dos zonas: Oriental y Occidental, tal como se describen a continuación.

* **Zona Oriental:** Corresponde al área comprendida entre la Falla La Esmeralda al Oriente y las Areniscas de la Juntas (Kiaj) al Occidente. Se caracteriza por presentar una serie de bloques levantados de rocas Paleozoicas (Grupo Farallones, CDf). Los pliegues en esta zona son de poca extensión y afectados por un sistema de fallas, de las cuales se destacan la del Garabato y San Isidro, las que se describen brevemente de la siguiente forma:

Falla Garabato: Falla inversa de alto ángulo, con rumbo general N30E y buzamiento hacia el Oeste. Afecta las rocas de la Formación Lutitas de Macanal (Kilm).

Falla La Esmeralda: Presenta un rumbo aproximado N30E, falla normal con el labio Oeste levantado. En el área, pone en contacto las rocas del Grupo Farallones (CDf) con rocas de la Formación Lutitas de Macanal (Kilm).

Falla San Isidro: Falla de tipo inverso, alto ángulo de buzamiento hacia el Oeste.

* **Zona Occidental:** Esta limitada al Oriente por las Areniscas de Las Juntas (Kiaj) y al Occidente por los estratos de la Formación Une (Kiu). Se caracteriza por presentar estructuras normales y estrechas, de dirección general N10E a N40E, siendo las principales: el Anticlinal de Almeida, Sinclinal y Anticlinal de Guayatá, Sinclinal de Movitas, Anticlinal de Matefique y Anticlinal de Tibirita. Las pocas fallas que se presentan en esta zona, son de tipo inverso y de alto ángulo de buzamiento, tal como las que se presentan al Oeste de Tibirita. Mas al Oeste de los estratos rocosas de la Formación Une (Kiu), afectando las rocas de las formaciones Chipaque (Ksc) y Guaduas (Tkg), así como a la totalidad de formaciones de edad Terciario, se encuentran estructuras en su totalidad normales, simétricas y de dirección general N30E a N49E, siendo las principales: Sinclinal de Mamapacha, Anticlinal de Garagoa, Sinclinal de Úmbita y otros pliegues anticlinales y sinclinales de menor extensión. Las fallas de esta última parte, son en su mayoría de tipo inverso, ángulo alto y buzamiento hacia el Oeste, destacándose la de Tibaná y la prolongación Sur de la Falla de Boyacá.

Geología Económica

En el área de estudio afloran varias unidades rocosas que representan un potencial minero y son de gran importancia para la región.

En la Formación Lutitas de Macanal (Kilm), del Grupo Cáqueza, se presentan las condiciones mineralógicas y estructurales, para la ocurrencia de mineralizaciones de Berilo o "Esmeralda" ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$, Aluminosilicato de Berilio) y de Yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Sulfato hidratado de Calcio).

Como se indicó en la sección de Geología Estructural, el Berilo encuentra las condiciones propicias para su cristalización en zonas de rocas tipo arcillolitas negras que se encuentren plegadas (Anticlinal) y falladas intensamente; requisito que es cumplido por las rocas de la Formación Lutitas de Macanal, la cual se encuentra en ésta área de la Cordillera Oriental de Colombia, formando el Cinturón Esmeraldífero Oriental Colombiano, y en el área de la Cuenca del río Garagoa formando una faja orientada Norte 45° Oriente, que recorre los municipios de Gachalá y Ubalá (Cundinamarca) pasando por los municipios Boyacenses de Chivor, Macanal, Santa María y las poblaciones de los Cedros, Campo Hermoso y Páez. En el municipio de Chivor, de donde se extraen las Esmeraldas más apreciadas a nivel mundial por su calidad (Gema, "las más hermosas del mundo" (Hurlbut y Klein, 1984)) se reportan las minas de: La Providencia, San Pedro, Oriente, Buenavista, Chivor, Cerro Gualí y quebrada las Jotas (éstas dos últimas, dentro de la Cuenca del río Garagoa). Como un dato raro, se tiene el hecho de la presencia de Esmeraldas en la Formación

Areniscas de Las Juntas (Kiaj), 100 metros al Sur de la confluencia de los ríos Somondoco y Garagoa.

Dentro de las rocas de la misma Formación Lutitas de Macanal, se reportan manifestaciones de Yeso en las zonas de Cerro Gualí en Chivor, por la vía Macanal - Los Cedros, en la quebrada los Curos al Sur de Macanal y al Suroriente del municipio de Páez. Este mineral es materia prima para la fabricación de estucos y cemento en la industria de la construcción, y como constituyente de abonos en la industria de fertilizantes.

Además de los anteriores minerales no metálicos, en la Cuenca del río Garagoa, se presentan manifestaciones de minerales metálicos como Hierro, Manganeso y Plomo. El hierro, se presenta 100 a 200 m al Sur de la confluencia de los ríos Aguacía y Mchetá, así como en el Salitre al Sur del casco urbano de Tibirita, en rocas de la Formación Fόμεque (Kif).

Las areniscas cuarzosas de las Formaciones Arenisca de las Juntas, Une, Areniscas de Socha y Cacho, pueden ser aprovechados como recebo para el mantenimiento de vías; por ésta razón se realizan explotaciones de éstos materiales en el sector de Sisa en la vía Tibaná - Chinavita, y en las vertientes del río Bosque en la vía que conduce a Úmbita.

De igual manera, en la Formación Fόμεque se presentan manifestaciones de hierro oolítico, caliza y afloramientos de carbón, materiales que no han sido prospectados para determinar su posible uso industrial.

La Formación Une representa una de las principales fuentes de arenas para construcción, vidrio silica, para agregados en la construcción de vías. De ella se extraen bloques de arenisca en el alto que divide los municipios de La Capilla y Tibirita.

La Formación Chipaque presenta algunas intercalaciones de niveles de caliza que pueden ser explotables.

La Formación Plaeners presenta capas delgadas de porcelanitas y chert ricas en foraminíferos (fósiles microscópicos), vértebras y escamas de peces, generando esporádicos niveles de roca fosfórica, para la producción de fertilizantes. Los niveles de porcelanitas y chert pueden ser aptos para ser utilizados como recebo en mantenimiento de vías rurales o como sub.-base en programas de pavimentación.

La Formación Labor y Tierna contiene niveles de areniscas con un alto contenido de cuarzo (SiO_2), las cuales pueden servir como fuente de arenas silíceas para la industria del vidrio. De ésta Formación se explota sus areniscas en la vía entre Puente Camacho y Ramiriquí, en el puente del paso del río Juyasía por dicha vía.

La Formación Guaduas presenta niveles de carbón de importancia económica, los cuales han sido explotados de una manera muy artesanal y antitécnica. Se considera que puede ser fuente de arcillas para la fabricación de cerámicas y como materia prima para la industria de la construcción. De éste último aspecto es de mencionar las explotaciones de los bancos de areniscas de ésta Formación en el sector El Moral (Chorro Blanco Alto), en las vertientes de la quebrada Berbenal entre Puente Boyacá y Tunja, donde de las areniscas se extrae "arena de peña" (arena obtenida de la trituración de las areniscas, sin ningún proceso adicional) y "arena lavada" (arena de peña que es llevada hasta las proximidades de quebradas y se le extrae por vía húmeda el contenido de material arcilloso).

Hidrogeología

Las aguas subterráneas tienen origen en aguas lluvia que llegan a la superficie de la Tierra y encuentran condiciones de permeabilidad en el suelo y subsuelo que permiten su infiltración; de la misma forma, ésta puede presentarse a través de los planos de estratificación, fisuras y diaclasas presentes generalmente en las rocas sedimentarias. Adicionalmente, los materiales deben permitir el almacenamiento y paso del fluido a través de ellos, para poder generar verdaderos reservorios de agua en el subsuelo.

Existen diferentes tipos de cuerpos rocosos en hidrogeología, los cuales son clasificados según la capacidad de almacenamiento y transmisión de agua. Estos se definen de la siguiente manera:

- Acuíferos: Son rocas permeables que permiten la entrada de agua y su movimiento con relativa facilidad.
- Acuitardos: Son rocas que pueden contener agua, pero su baja permeabilidad no permite el flujo del agua subterránea.

Caracterización de las Unidades Hidrogeológicas Presentes en la Cuenca del Río Garagoa

- Grupo Farallones (CDf): Está constituido por niveles de carácter arenoso y conglomerático, razón por la cual se consideran las rocas de este grupo como acuíferos.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

- Formación Lutitas de Macanal (Kilm): Formación impermeable debido a su composición lutítica con pocas intercalaciones de areniscas y calizas. Teniendo en cuenta estas características, es considerada como un acuitardo.
- Formación Areniscas de las Juntas (Kiaj): Esta Formación está constituida por tres miembros que de más antiguo a más joven, corresponden a un miembro permeable a la base, representado principalmente por areniscas cuarzosas, de grano fino, con delgadas intercalaciones de lutitas; esta alternancia litológica, en una estructura sinclinal, permite almacenar y confinar el fluido para comportarse como un acuífero. La parte intermedia, esta representada por materiales impermeables (arcillolitas), intercaladas con algunos niveles de areniscas cuarzosas que hacen que el miembro se comporte como un acuitardo. El miembro superior esta constituido por cuatro segmentos que constituyen una alternancia de capas permeables con impermeables, este miembro se comporta como un acuífero siempre y cuando se encuentre haciendo parte de una estructura hidrogeológica que permita confinar el fluido.

Concluyendo, la Formación Arenisca de las Juntas, en general presenta características de permeabilidad y su alternancia con algunas capas de arcillolitas, permite que en una cuenca hidrogeológica apropiada, en ella se identifiquen acuíferos.

- Formación Fómeque (Kif): Presenta una alternancia de capas de lutitas y arcillolitas con capas de areniscas cuarzosas, por lo cual el agua que se infiltra a través de las areniscas, al llegar a los niveles impermeables, sigue la dirección de buzamiento de las capas, actuando de esta manera, como una roca sello.

Debido a este comportamiento y al predominio de las rocas impermeables en esta Formación, ésta representa una zona poco propicia para el almacenamiento de agua subterránea y se clasifica como un acuitardo.

- Formación Une (Kiu): Está constituida principalmente por areniscas cuarzosas estratificadas, de grano fino a grueso, algunas veces conglomeráticas; altamente permeables y se encuentra suprayaciendo una secuencia impermeable, lo cual contribuye al confinamiento del agua almacenada en esta formación, lo que permite clasificarla como un acuífero.
- Formación Labor y Tierna: Está compuesta por areniscas cuarzosas con intercalaciones de lutitas y arcillolitas, con buena permeabilidad y adicionalmente, las estructuras geológicas desarrolladas en esta formación facilita la presencia de acuíferos con alta probabilidad de ser explotables para producción de aguas subterráneas.

- Formación Guaduas (Ktg): Conformada por capas delgadas poco compactas de arenisca intercalada con arcillolitas grises, presenta una baja permeabilidad y es considerada como un acuitardo.
- Depósitos Cuaternarios (Q): Son predominantemente de tipo aluvio-coluvial, constituidos por cantos y bloques de rocas competentes, embebidos en una matriz arcillosa. A pesar de las características de la matriz, su condición de depósitos no litificados le imprime una calidad de acuíferos potenciales.

Estructuras Hidrogeológicas

Las rocas de las diferentes formaciones deben estar constituyendo además, una estructura geológica que permita captar las aguas meteóricas y almacenarlas para su posible extracción.

En la zona de estudio (Mapa 13 -Hidrogeológico) se presentan pliegues regionales y replegamientos locales, con características de permeabilidad que favorecen la presencia de aguas subterráneas, estos son:

- Sinclinal de Mamapacha: Ubicado al NE del municipio de Garagoa, cuyo eje presenta una dirección inicial S–N, con un giro al NE, sus flancos están constituidos por la Formación Une, abundan los suelos característicos de páramo. Los musgos y líquenes que favorecen los nacimientos de agua y la escorrentía lenta.
- Sinclinal de Garagoa: Su eje tiene una dirección preferencial S-N, cruza por el perímetro urbano del municipio de Garagoa y hace un giro al NE, sus flancos están compuestos principalmente por rocas de la Formación Fόμεque.
- Sinclinal de Quigua: Es el producto de una zona replegada en el flanco occidental del sinclinal de Mamapacha, presenta una dirección NE, sus flancos están compuestos principalmente por rocas de la Formación Fόμεque.
- Sinclinal de Pachavita: Es una estructura orientada Norte 30° Este, pasando por el casco urbano de Pachavita y por la parte Noroeste del río Fusavita.
- Sinclinal de Úmbita: Estructura orientada Norte 45° Este, pasa por el casco urbano de Úmbita, la quebrada Confines y llega hasta los nacimientos de los afluentes del río Fusavita.

Resumiendo lo anterior, se puede decir que subyaciendo la Cuenca hidrográfica del río Garagoa, existe una cuenca hidrogeológica representada por la gran cantidad de pliegues existentes y por la presencia de intercalaciones de rocas permeables e impermeables que son las condiciones esenciales para la existencia de aguas subterráneas. Así por ejemplo, la estructura tal vez más importante con respecto a las aguas subterráneas, la constituye el "sándwich" que forman las rocas de la Formaciones Fómeque - Une - Chipaque (impermeable - permeable - impermeable, respectivamente) y el hecho de que ese "sándwich" esta replegado, siendo los sinclinales de Mamapacha, Garagoa y Pachavita las estructuras que favorecen el almacenamiento del agua lluvia que se infiltra a través de la roca impermeable (Formación Une) y su entrapamiento por parte de la Formaciones Fómeque y Chipaque.

Zonas de Recarga

Se refiere a las zonas donde el agua lluvia puede infiltrarse, este fenómeno como ya se indicó arriba, depende de la porosidad y permeabilidad de las rocas y de su inclinación producto del plegamiento.

Para la zona de la Cuenca Hidrogeológica del Río Garagoa (Mapa 15 -Recarga de acuíferos), el acuífero más importante lo constituye las areniscas de la Formación Une, y teniendo en cuenta que ellas afloran en un amplia área comprendida entre los municipios de Pachavita - Garagoa - Zetaquirá, es decir la totalidad del Páramo de Mamapacha y alrededores, y que dicha área es una de las de mayor precipitación anual de la región (1.500 –2.000 mm), se tiene que la principal zona de recarga lo constituye el Páramo de Mamapacha.

La otra zona de recarga, aunque de baja precipitación anual (1.000 mm), estaría representada a grandes rasgos por el área del Sinclinal de Úmbita, que forma una faja orientada Norte 45° Este, desde el municipio de Úmbita hasta las partes altas de la cuenca del río Fusavita. Allí los acuíferos estarían representados por las areniscas de las Formaciones: Labor (Ksgi) y Tierna (Ksgt) del Grupo Guadalupe, Arenisca de El Cacho (Tpc) y Areniscas de Socha (Tars).

Caracterización Geomorfológica

La Geomorfología en su definición más comprensible, implica conocer las formas actuales de los terrenos, (valles, montañas, colinas, pendientes, corrientes de agua,) como un producto de eventos geológicos de origen natural de carácter regional o local, y que en los últimos siglos y años, han estado siendo sometidas a fenómenos naturales que modifican el paisaje, generan erosión, producen sedimentos, forman depósitos en los valles y laderas cambiando el relieve y el paisaje, y

como resultado afectan la superficie terrestre y se generan amenazas de origen natural para la comunidad, y algunas veces con contribución por inadecuados manejos del terreno.

Como ejemplo de modificaciones naturales del terreno, se destaca la reactivación de deslizamiento del Volcán Negro, ocurrido el pasado 12 de agosto en la cuenca de la Quebrada el Guamo, Municipio de Sutatenza, fenómeno natural de más de 60 años de lenta actividad, que había generado amenaza permanente para la comunidad alojada en la cuenca, hasta que en la reactivación produjo así grandes pérdidas, afortunadamente solo en bienes materiales.

Con base en lo anterior, los estudios geomorfológicos buscan mostrar tanto a la comunidad alojada en la cuenca como a la científica, el estado actual del terreno produciéndose así mapas que ilustran las condiciones actuales del terreno, es decir las geoformas presentes en los valles, laderas, y áreas montañosas, junto con los resultados de los procesos que están modificando el paisaje permanentemente y que deberían ser monitoreados frecuentemente, así como los fenómenos de remoción en masa.

Esta actividad de realizar monitoreo de los fenómenos que modifican el paisaje, debe hacerse por lo menos en las zonas más críticas e importantes, y que se producen de manera natural o por acción del hombre en algunos casos, y deberían ser realizados en periodos frecuentes de tiempo (cada cinco años aproximadamente), o casi permanentemente para si poder tener un control de las zonas más afectadas.

El análisis de la información geomorfológica en la cuenca del río Garagoa, a partir de la información existente de la región (mapa geomorfológico), muestra una generalización de las principales unidades definidas para la cuenca con base principalmente en criterios de paisaje, es decir una correlación de unidades geomorfológicas específicamente relacionadas con relieves, sin tener información de los procesos morfodinámicos modeladores del paisaje, dando como resultado unidades denudativas, estructurales, fluviales, glaciales y mixtas, las cuales parecen mezclarse entre si y no se presentan de manera clara al lector, al coincidir con unidades formadas por los diferentes con procesos modeladores de paisaje. Así por ejemplo la información incluye unidades como: Denudativo Áreas onduladas, Denudativo Depósitos de (FRM) fenómenos de remoción en masa.

Estas dos unidades aunque se agrupan en un mismo tipo de geoformas, de una área donde imperan los procesos de erosión, también esta relacionando las formadas por procesos erosión-acumulación por fenómenos de remoción en masa, sin diferenciarlos y clasificarlos para poder

evaluar la intensidad de los procesos. Esto da como resultado, cartografía de unidades sin la adecuada diferenciación por los verdaderos procesos morfodinámicos imperantes en la región o en cada parte de la cuenca que modifican el paisaje, lo cual sería muy significativo en el momento de evaluar, por ejemplo, los procesos de erosión que se manifiestan en la intensa sedimentación del embalse de La Esmeralda y la cartografía no está representado dichos fenómenos.

Las unidades cartografiadas como estructurales, tiene similares dificultades en el momento de interpretarlas. Por ejemplo cuando se refiere a unidades como: Estructural áreas plegadas; no es claro la diferenciación con respecto a las demás Unidades Estructurales como: contrapendiente, espinazos, laderas, ya que estas últimas son consecuencia de los fenómenos geológicos de plegamiento que dan origen a las unidades estructurales plegadas o de deformación tectónica, que no están diferenciados.

Con respecto a unidades como macizo estructural, la implementación de este término no se ajusta a la realidad geológica de la zona ya que no existen macizos como tal en la cuenca, así que introducir estos términos genera confusión en la real evaluación de la cuenca. Es necesario redefinir esas unidades en una nomenclatura acorde con las características geológicas y verdaderos procesos morfodinámicos.

Las unidades Mixto, Taludes Mixtos y Unidades Tipo Estructural Mesas Estructurales, de nuevo producen confusiones en la interpretación ya que al existir unidades mezcladas, indica que no hay suficiente criterios para su diferenciación? o que el trabajo de caracterización geomorfológica no esta completo para la cuenca, o la escala a la cual los están presentando, no es la adecuada, indicando entonces, la necesidad de definir las unidades geomorfológicas y los procesos imperantes en la cuenca, con un fin primordial, evaluar la excesiva sedimentación del embalse La Esmeralda, que afecta el recurso agua en la cuenca, uno de los principales objetivos en este estudio.

En general en el área se presentan dos zonas fisiográficas: una zona de topografía ondulada, localizada en las áreas donde afloran rocas de poca consistencia y cuyas alturas oscilan entre 600 y 2.600 m.s.n.m. La zona de grandes escarpes con alturas hasta de 3.600 m.s.n.m., formadas por las rocas resistentes que afloran en el área y en donde los ríos forman valles intramontanos, estrechos y profundos cañones en forma de V, por el contrario, cuando atraviesan las rocas de poca resistencia, los valles son amplios y en forma de media caña y pequeñas terrazas.

No obstante lo anterior, en la zona de estudio se puede distinguir cuatro unidades geomorfológicas, diferenciadas por su relieve y su ambiente de formación u origen, así:

Unidad de Montañas y Laderas Denudacionales

Ligado a la meteorización y erosión de las rocas; se presenta en formaciones de mediana y baja resistencia, compuestas por lutitas, arcillolitas y algunas areniscas poco resistentes a los fenómenos superficiales. En la zona de estudio se encuentra la Formación Fόμεque, clasificada como de mediana resistencia, subordinada a los fenómenos exógenos. La unidad está compuesta por formas de ladera de erosión y lomas, con una amplia cobertura de depósitos coluviales de ladera.



Fotografía 4. Panorámica del Páramo de Mamapacha, correspondiente a la Unidad Geomorfológica de Montañas y Colinas Estructurales, poco degradada por erosión y formada por rocas competentes de la Formación Une y con una cobertura de rocas arcillosas de la Formación Chipaque.

Unidad de Montañas y Colinas Estructurales

Ocurre en rocas de alta resistencia, donde los procesos denudativos son secundarios y las geoformas se deben a procesos estructurales principalmente. En esta clasificación se incluyen las montañas y colinas, cuya altura y forma es originada por plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre, conservando algunos rasgos de sus estructuras originales. Para la zona de estudio se clasificaron las formaciones Areniscas de las Juntas y Une como de alta resistencia, sin embargo, la primera presenta algunos miembros de mediana resistencia que inciden en las geoformas y unidades de paisaje de la zona. La unidad de montañas y colinas estructurales está compuesta por laderas estructurales, crestas y cuestras.

Unidades de Origen Periglacial y Glaciar

Es un caso especial denudativo ya que se presentan bajo condiciones especiales. El hielo es el factor más importante en el proceso de modelado del paisaje, sin olvidar la influencia de la meteorización física. Las principales geoformas de esta unidad son las morrenas y los depósitos fluvioglaciares.

Unidades de Origen Deposicional-Erosional

Son geoformas originadas por procesos de denudación y acumulación de material, las cuales se diferencian según el tipo de transporte que afecta el proceso de morfogénesis de los materiales. Esta representada por los depósitos Cuaternarios de origen coluvial y aluvial, compuestos por materiales provenientes de la roca preexistente y depositados en las zonas bajas por acción del agua y la pendiente. Se destacan los depósitos asociados al valle aluvial del río Garagoa en los alrededores de Jenesano, donde estos materiales han sido utilizados como agregados pétreos y extraídos de manera incontrolada, lo cual hoy se manifiesta en amenazas por socavación de orillas y desbordamientos, como efectivamente ha ocurrido en algunos puntos del valle.

Procesos Morfodinámicos

La zona de estudio es una de las más inestables de la Cordillera Oriental, la cual se ve afectada por actividad sísmica, intenso tectonismo y principalmente por fenómenos naturales acelerados por procesos antrópicos. Dentro de los procesos morfodinámicos los más relevantes para la temática del estudio, son: Movimientos en Masa, Erosión y Dinámica Fluvial.

A partir del análisis del Mapa 12-Geológico de la Cuenca del Río Garagoa, las observaciones realizadas en campo y conversaciones con los funcionarios de Corpochivor, se realizó la zonificación de la susceptibilidad a movimientos en masa y a la erosión superficial del área de esta cuenca, debido a que estos dos tipos de fenómenos están determinados por la clase de material geológico que se presenta en el área y por la interacción de los diferentes materiales con factores atmosféricos y antrópicos.

La susceptibilidad de un terreno a que en él se presenten Movimientos en Masa y Erosión Superficial, depende estrictamente de las características internas del material que conforma dicho terreno. Estas características están definidas por: la litología (tipo de material: roca, depósito no litificado o "suelto" y suelo), granulometría (tamaño de grano), actitud estructural (inclinación de las capas rocosas) y grado de fracturamiento (diaclasas, fallas).

El criterio más importante en el análisis de los procesos morfodinámicos, desde el punto de vista de la Geología, es que dependiendo de la granulometría y el tipo de material del terreno, éste presenta mayor o menor susceptibilidad a Movimientos en Masa y Erosión Superficial. Así, entre menor sea la granulometría, por lo general hay mayor susceptibilidad (las arcillolitas son las más susceptibles por ser las que presentan un tamaño de grano menor y los conglomerados serían los de menor susceptibilidad por presentar el mayor tamaño de grano); y, entre menor sea la cohesión del material, mayor será la susceptibilidad a que se presenten los procesos en mención (las rocas,

por su naturaleza de ser materiales litificados, presentan la mayor cohesión y por lo tanto serán los menos susceptibles a Movimientos en Masa y Erosión, pero dentro de ellas las arcillolitas son las más susceptibles por ser materiales fácilmente disgregables, cuestión que no es común en las areniscas, conglomerados y calizas, que presentan un alto grado de cementación entre sus partículas que le confieren una menor susceptibilidad comparadas con las arcillolitas. Los materiales sueltos o depósitos no litificados, por no tener una cohesión alta entre sus partículas son los más susceptibles a presentar tales procesos de inestabilidad).

En lo referente al grado de fracturamiento, al estar explicado por el plegamiento y fallamiento de las rocas preexistentes, lo importante es que entre más cerca se encuentre de los ejes de los pliegues (Anticlinales y Sinclinales) y de las zonas de falla, mayor será su grado de fracturamiento y por lo tanto mayor será su susceptibilidad a Movimientos en Masa y Erosión Superficial.

Movimientos en Masa

Un movimiento en masa se define como la traslocación de un volumen de material de una parte más alta a una más baja, debido fundamentalmente a la fuerza de la gravedad, aunque sea producido por lluvias, por sismos o por actividades antrópicas (apertura de vías, construcción de edificaciones, tala de vegetación, cultivos, etc.).

De acuerdo a los criterios enunciados en la introducción a los Procesos Morfodinámicos y a las tres salidas de campo que se realizaron para el presente estudio, de las comunicaciones verbales con funcionarios de CORPOCHIVOR y de los resultados de los talleres comunitarios realizados por el IDEA en los diferentes municipios de la jurisdicción de la Cuenca del río Garagoa, los sitios donde se presentan problemas de inestabilidad de laderas, son:

1. Cuenca del río Juyasía (Ciénega)
2. Cuenca de la quebrada Quichatoque (Tibaná)
3. Cuenca del río Bosque (Úmbita)
4. Cuenca del río Guaya (La Capilla)
5. Cuenca de la quebrada Guamo (Sutatenza)
6. Cuenca de la quebrada Negra (Tibirita)
7. Cuenca de la quebrada Cuya (Almeida)

8. Cuenca de la quebrada Ancha - Chital (Almeida)
9. Cuenca de la quebrada Negra (Macanal)
10. Cuenca de la quebrada Chivor (Chivor)
11. Cuencas del río Aguacía (Manta) y de la quebrada Perdiguiz (Macanal)

A continuación se presenta una breve descripción de los anteriores problemas:

1. **Cuenca del río Juyasía (Ciénega):** Por la vía Ciénega a Viracachá se observa una gran cantidad de movimientos en masa tipo reptación (la parte más superficial del terreno se desliza formando superficies rizadas, sin que se presente ruptura marcada en los límites del área donde se presenta el movimiento) y deslizamiento rotacional (el material se mueve como un sólo bloque sin moverse grandes distancias desde el sitio donde se origina. Son los denominados "golpes de cuchara"). Estos Movimientos en Masa se presentan sobre depósitos coluviales que yacen sobre sustrato rocoso de las Formaciones Churuvita (Ksch) y Conejo (Kscn). La desestabilización se debe a la socavación de la ladera por procesos de dinámica fluvial (profundización del cauce y migración lateral del mismo) y a la apertura de vías de comunicación.
2. **Cuenca de la quebrada Quichatoque (Tibaná):** En el sector de la vertiente Oriental del río Jenesano o Tibaná o Garagoa, se observan numerosos desprendimientos superficiales en las laderas de la cuenca de la quebrada Quichatoque. Estos movimientos en masa, se deben fundamentalmente a la alta pendiente topográfica local y a la apertura de potreros para ganadería extensiva, lo cual facilita el desprendimiento del terreno cuando se presentan lluvias intensas.

En la vertiente Occidental, por donde transcurre la vía Jenesano - Chinavita, se presenta frecuentemente desestabilización de la banca de la carretera, debido al reptación y deslizamiento de coluviones que reposan sobre un sustrato rocoso de arcillolitas de la Formación Guaduas (Tkg) y demás rocas de edad Terciario; y, en el sector de Sisa, desestabilizaciones muy locales debido a la explotación de las areniscas de las Formaciones Arenisca de El Cacho (Tpc) y Areniscas de Socha (Tars)

3. **Cuenca del río Bosque (Úmbita):** En este sector se presenta inestabilidad de las laderas en los diferentes sitios donde se realizan las explotaciones de las areniscas de la Formación

Arenisca de El Cacho (Tpc), esto debido a que las capas de roca presentan una inclinación que va en el mismo sentido de la pendiente topográfica y a que la explotación se realiza de una forma artesanal y antitécnica (al explotar las capas de arenisca por su parte inferior le quita el soporte a la parte superior y se presentan las fallas de los taludes que quedan al realizar la explotación).

4. **Cuenca del río Guaya (La Capilla):** El problema más importante se presenta a lo largo de las cuencas de las quebradas Gusba, Honda y La Clavellina, afluentes del río o quebrada Guaya. En dichas cuencas se presenta la reptación de materiales coluviales que cubren casi totalmente las arcillolitas de la Formación Fómeque (Kif), las que a su vez forman superficies deslizantes ("lisos") debido a que la inclinación de sus capas coincide con la orientación de la pendiente topográfica en buena parte de la zona. A éste problema se suma el hecho de que las areniscas de la Formación Une (afloran en las partes más altas de la cuenca y topográficamente por encima de las arcillolitas de la Formación Fómeque) forman unos escarpes casi verticales donde se generan caídas de bloques que se acumulan al pie de las laderas locales, estos bloques caen sobre el material coluvial, y este a su vez cuando llueve intensamente se satura y fluye dando origen a lo que se denomina flujos de detritos (avenidas torrenciales o "avalanchas"), los cuales transportan en flotación a los grandes bloques de arenisca dentro de la masa pastosa que se forma en los materiales coluviales que están constituidos básicamente por fragmentos desintegrados de las arcillolitas de la Formación Fómeque. Este problema, además de aportar sedimentos a los drenajes de la cuenca, tiene como principal característica que afecta al casco urbano del municipio de La Capilla, por donde pasan las quebradas Gusba y Honda.

En el sector del Oriente del cauce principal del río Guaya o quebrada Colorada, también se presentan movimientos en masa tipo deslizamientos, especialmente a lo largo del cauce del río, que desestabiliza sus vertientes al socavar su cauce. Sin embargo, la situación no es tan marcadamente notoria como lo es en las quebradas descritas en el párrafo anterior.

En general, el responsable de que la desestabilización de las laderas de la cuenca del río Guaya se materialice, lo es el proceso de ocupación histórica del territorio: expansión de la frontera agropecuaria: tala de vegetación nativa y establecimiento de potreros para ganadería extensiva, así como apertura de vías de comunicación y explanaciones para la construcción de viviendas.

5. **Cuenca de la quebrada Guamo (Sutatenza):** Allí se presenta una capa de unos 2 a 5 metros de espesor de materiales coluviales cubriendo las arcillolitas de la Formación Fómeque (Kif). Los procesos de tala de la vegetación nativa para construir potreros y la apertura de vías de comunicación le han disminuido grandemente la estabilidad a los materiales coluviales que de por sí solos son altamente susceptibles a presentar movimientos en masa. Cuando se presentan períodos prolongados de lluvias intensas, éstos materiales se saturan y comienzan a fluir desestabilizando la parte inmediatamente superior a donde ellos fluyen y así sucesivamente hasta que se generaliza el movimiento en una gran área y se presenta una avalancha o flujo de detritos (aunque en la zona le dicen "Volcán negro": volcán, por que es el término empleado por los campesinos de la mayor parte del país para referirse a todo tipo de movimientos en masa, y negro por el color de las arcillolitas de la Formación Fómeque que al desintegrarse en el pasado geológico dio origen a los coluviones que la cubren hoy en día).

Acá es de aclarar, que aunque el movimiento que se presentó entre el 20 y el 22 de Agosto de 2004 y que represó al río Garagoa, obedeció a intensas lluvias que saturaron el material llevándolo a fluir, el fenómeno actual se originó aproximadamente hace unos 50 a 60 años, y que este proceso se ha venido presentando en el pasado geológico en el mismo sitio, dejando como testigo de tal hecho el abanico aluvio-coluvial que se presenta en la desembocadura de la quebrada El Guamo en el río Garagoa.

Lo más importante de resaltar: hay una gran cantidad de material en sus cabeceras que se está moviendo permanentemente y que está esperando otro evento meteorológico intenso (lluvia), para terminar de irse hacia el río Garagoa, tal vez llevándose de paso a los habitantes, bienes y servicios que encuentre a su paso.

6. **Cuenca de la quebrada Negra (Tibirita):** En esta cuenca se presentan algunos deslizamientos en las partes altas que le aportan material a los drenajes que conforman los afluentes de la quebrada, y cuando se presentan períodos de lluvias se generan flujos de detritos que afectan la vía Juntas - Bogotá (parte de la vía al Llano y que también conduce a Garagoa) a la altura de la entrada a Manta (Puerto Manta y Sector El Salitre). A pesar de que se están adelantando obras de adecuación del paso por la vía a Bogotá, es claro que éste fenómeno se va a volver a repetir y destruirá nuevamente tanto el puente que se está construyendo como buena parte de la bancada de la vía en reconstrucción. Esto por que así se deduce fácilmente de observar el tamaño de los bloques que ha traído en el pasado (3 a 5 m) y las alturas de los sedimentos que se han depositado en el cauce de la quebrada por eventos

pasados (están a la misma altura que la plancha del puente construido que no se hizo con la sección y luz adecuadas, no aprendieron de la naturaleza, no la observaron).

7. **Cuenca de la quebrada Cuya (Almeida):** Este es de lejos la cuenca con mayores problemas de desestabilización. Está afectada casi en su totalidad por Movimientos en Masa de coluviones que se hallan sobre las arcillolitas de la Formación Fómeque (Kif), a diferencia de otras cuencas que casi que se puede decir que concentran los movimientos en masa a lo largo de sus cauces y vecindades de los mismos.

Lo más dramático de la situación es que los habitantes y autoridades de la zona se han acostumbrado al problema y casi que lo ignoran; tal vez en la próxima temporada de lluvias se derrumbe la totalidad de la cuenca y se lleve de paso a buena parte de sus habitantes, bienes y servicios. Esto se puede corroborar con toda claridad a lo largo de la vía que comunica a Almeida con Somondoco. Tal vez alguien haga algo.

8. **Cuenca de la quebrada Ancha - Chital (Almeida):** Es un caso estrictamente similar al anterior, ya que son cuencas vecinas. Sin embargo, es de resaltar que existe un deslizamiento en la quebrada Ancha que en su avance pendiente arriba ya casi alcanza al casco urbano de Almeida, lo cual se refleja parcialmente en el piso de la Iglesia del mismo pueblo.

Otro aspecto bien importante de mencionar, lo constituye el hecho de que todo el material coluvial que reposa sobre las arcillolitas de la Formación Fómeque (Kif) en la totalidad de ésta cuenca, ya se desestabilizó dañando buena parte de los puentes que existían en la vía que lleva a Puerto Bata (sitio del ferry o planchón) y que está a la espera de que se presente algún evento meteorológico (lluvias) con la suficiente intensidad para que lo sature y lo haga fluir hacia el embalse que se encuentra unos 200 metros aguas abajo, pudiéndose llegar a presentar una ola en dicho embalse que lo ponga en peligro; ola que se presentaría por la gran cantidad de material que le llegaría en un instante de tiempo a una velocidad altísima debido a la alta pendiente topográfica del trayecto de la quebrada desde su nacimiento hasta su desembocadura.

9. **Cuenca de la quebrada Negra (Macanal):** Como los dos anteriores casos de Almeida, acá se presenta desestabilización de los materiales coluviales presentes en las vertientes de la quebrada, pero el responsable de dicha desestabilización es la socavación y migración lateral del cauce de la quebrada, que de todas formas tiene una pendiente topográfica moderada (no tan alta como el caso de la quebrada Ancha - Chital).

10. **Cuenca de la quebrada Chivor (Chivor):** Acá el problema no es tan grave y está representado por el vertimiento de materiales estériles producto de las labores mineras antitécnicas que se adelantan en las minas de Esmeraldas en la quebrada Las Jotas y en el Cerro Gualí. Tal vez el problema más notorio, se tenga como consecuencia del trasvase de los ríos Rucio y Negro a la quebrada Los Trabajos, que a su vez es afluente de la quebrada Chivor. Este trasvase, al agregarle un volumen de agua que no le pertenece a la quebrada Chivor, genera una mayor energía de la corriente y por lo tanto una profundización de su nivel base y socavación lateral del cauce, con la consecuente erosión fluvial y arrastre de sedimentos corriente abajo.
11. **Cuencas del río Aguacía (Manta) y de la quebrada Perdiguiz (Macanal):** En estos dos sitios se reportan problemas de inestabilidad de los sectores cercanos a los cauces de los ríos, por parte de los asistentes a los talleres comunitarios, cuestión que se corrobora por la presencia de gran cantidad de sedimentos en las desembocaduras de tales corrientes de agua.

Además de las anteriores cuencas críticas, es de anotar que en general en la mayor parte de la cuenca del río Garagoa se presentan muy puntualmente algunos procesos de inestabilidad de laderas, como sería el caso de la Quebrada la Hundida en la cuenca del Río Fusavita o casi la totalidad de los taludes viales que se desestabilizan como resultado de lluvias intensas sobre un sitio que originalmente no estaba expuesto a las condiciones climáticas reinantes en la zona. Esto conlleva a los denominados "derrumbes", que en algunas ocasiones evolucionan de tal manera que afectan grandes extensiones de una ladera. Para el caso de la cuenca del río Garagoa, esta sería una explicación del movimiento en masa de la quebrada el Guamo en el municipio de Sutatenza. Pero en general, para el caso de la cuenca del río Garagoa, las cuencas críticas corresponden a las mencionadas anteriormente.

Una jerarquización de la gravedad de la situación de estos puntos críticos de la cuenca, sería:

Peligro inminente y grave: Cuenca de la quebrada El Guamo ("Volcán Negro", Sutatenza), Cuenca de la quebrada Cuya (vía Almeida - Somondoco) y Cuenca de la quebrada Ancha - Chital (Almeida). Estos sitios requieren de intervención y solución inmediata.

Peligro Alto: Cuenca del río Guaya y Cuenca de la quebrada Negra (Tibirita). Estos sitios requieren de un monitoreo y atención permanente, con el fin de conocer su evolución y estar preparados para emprender acciones en caso de emergencia.

Peligro Moderado: Cuenca del río Juyasía (Ciénega). Requiere emprender acciones tendientes a estabilizar las áreas desestabilizadas.

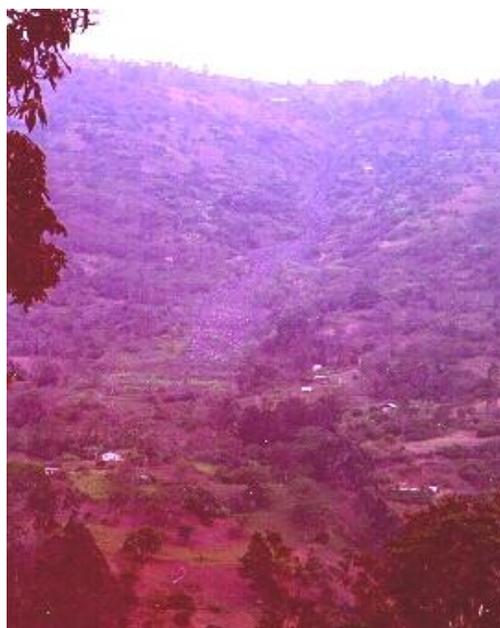
Peligro Bajo: Cuenca de la quebrada Quichatoque (Tibaná), Cuenca del río Bosque (Úmbita), Cuenca de la quebrada Negra (Macanal), Cuenca de la quebrada Chivor (Chivor) y Cuencas del río Aguacía (Manta) y de la quebrada Perdiguiz (Macanal). Estos sitios requieren de acciones tendientes a conservar como mínimo su estado actual y hacer lo posible por mejorar sus condiciones.

Con base en lo hasta acá expresado en lo referente a Movimientos en Masa, se realizó un mapa donde se zonificó la susceptibilidad del terreno a éste tipo de fenómeno geológico (Mapa16 – Susceptibilidad a movimientos en masa). La zonificación y colores respectivos se explican de la siguiente manera:

Rojo (Susceptibilidad Muy Alta)

Acá se han agrupado las subcuencas donde se encuentran los sitios y problemas específicos de desestabilización del terreno, que se detectaron durante el trabajo de campo y oficina. La susceptibilidad Muy Alta, se explica fundamentalmente por la presencia de materiales no litificados coluviales (suelos), se desestabilizan fácilmente por la acción de agentes externos (lluvias intensas, movimientos sísmicos, procesos de socavación de cauces de ríos y quebradas, y labores antrópicas: apertura de vías, explotaciones mineras, construcción de edificaciones, tala de vegetación, remoción de la cobertura vegetal para zonas de cultivo, etc.).

Estos materiales como ya se ha dicho en varias oportunidades, son fácilmente saturados por las aguas lluvias que al infiltrarlos (penetrarlos) los desestabilizan y si a eso se le adiciona el hecho que normalmente están cubriendo rocas arcillosas que presentan una permeabilidad muy baja



Fotografía 5. Panorámica del valle de la Quebrada Guamo, por donde se generó la avalancha conocida como "Volcán Negro", a lo largo del cauce de la quebrada. Fotografía tomada en marzo de 2004, donde se aprecia que el deslizamiento se encontraba a media ladera, con aportes menores de material desde la cabecera. Este deslizamiento se encontraba activo desde hace más de 50 años, pero sin generar destrozos como los ocurridos el pasado 13 de Agosto de 2004, generando emergencias por la catástrofe con damnificados y pérdidas de viviendas.

("impermeables") y a las altas pendientes topográficas donde ellos se encuentran, se tiene todas las condiciones para que sean muy susceptibles a Movimientos en Masa.

Así las áreas de Susceptibilidad Muy Alta corresponderían a los sitios donde se presentan los problemas de inestabilidad ya descritos, es decir: Cuenca del río Juyasía (Ciénega), Cuenca de la quebrada Quichatoque (Tibaná), Cuenca del río Bosque (Úmbita), Cuenca del río Guaya (La Capilla), Cuenca de la quebrada Guamo (Sutatenza), Cuenca de la quebrada Negra (Tibirita), Cuenca de la quebrada Cuya (Almeida), Cuenca de la quebrada Ancha - Chital (Almeida), Cuenca de la quebrada Negra (Macanal), Cuenca de la quebrada Chivor (Chivor), Cuencas del río Aguacía (Manta) y de la quebrada Perdiguiz (Macanal).

Naranja (Susceptibilidad Alta)

Corresponde a los demás depósitos coluviales (Qal, Qc, Qg, Qfg, Qt, en el mapa 12 -Geológico), donde actualmente no se presentan problemas de desestabilización del terreno, pero que por presentar las mismas características de no-litificados son altamente inestables y con cualquier intervención externa se podrían desestabilizar.



Fotografía 6. Panorámica del valle de la Quebrada Guamo, por donde se generó la avalancha conocida como "Volcán Negro", a lo largo del cauce de la quebrada, ocurrido el pasado 13 de Agosto. Nótese la amplitud del fluido arrastrando material a lo ancho del valle, y en la parte central se aprecia el componente fluido de la quebrada, el cual continúa desplazando material desde la cabecera de la cuenca. Fotografía tomada días después de la avalancha que reprobó el cauce del río Garagoa.

Amarillo (Susceptibilidad Moderada)

En esta categoría se agruparon los materiales geológicos tipo roca (litificados) que debido a su textura predominante de grano fino (arcillolitas) y hábito hojoso ("como escamas de pescado"), son fácilmente removidos a través de planos de debilidad (estratificación, diaclasas, etc.), debido al empuje que se genera por el movimiento del agua subsuperficial y subterránea.

A este color y jerarquía respectiva de susceptibilidad a Movimiento en Masa, corresponden los materiales rocosos que en el mapa geológico de la Cuenca (mapa 12) pertenecen a las formaciones que presentan mayor proporción de este tipo de materiales: Lutitas de Macanal (Kilm), Fómeque (Kif), Chipaque (Ksc), Conejo (Kscn), Guaduas (Tkg), Bogotá (Tb), Arcillas de Socha (Tas) y Concentración (Tco).

Verde (Susceptibilidad Baja)

A este grupo pertenecen las rocas de textura arenosa a conglomerática, bien cementadas; y, de paredes rugosas en los planos de discontinuidad, característica que les confiere una alta resistencia por los movimientos en masa por la fricción que hay entre las paredes rugosas y la cohesión entre las partículas debidas al cemento silíceo.

Los materiales rocosos englobados en esta categoría, corresponden a las formaciones geológicas: Grupo Quetame (EOq), Grupo Farallones (CDf), Batá (Jb), Calizas del Guavio (Kicg), Areniscas de Las Juntas (Kiaj), Une (Kiu), Churuvita (Ksch), Guadalupe (Ksgi, Ksgt), Arenisca de El Cacho (Tpc), Areniscas de Socha (Tars) y Tilatá (QTt).

Erosión Superficial

La zonificación de la susceptibilidad a erosión superficial (Mapa 15), contemplando únicamente el aspecto litológico, se realizó con base en el criterio: “A menor granulometría del material terreo mayor susceptibilidad a ser arrancados de su sitio original y ser transportados por los agentes geomórficos (agua y viento, principalmente)”.

Teniendo en cuenta que los materiales geológicos de textura arcillolítica son los de granulometría mas fina, que los materiales de textura arena son los que le siguen en tamaño granulométrico, y que los materiales conglomeráticos son los de granulometría mas gruesa y por lo tanto los de menor susceptibilidad a erosión superficial, el área de la cuenca, con respecto a Susceptibilidad a Erosión Superficial, se zonificó de la siguiente manera:

Susceptibilidad Alta (Color Rojo)

Materiales rocosos de textura fina (arcillosa) que corresponden a las formaciones geológicas: Lutitas de Macanal (Kilm), Fόμεque (Kif), Chipaque (Ksc), Conejo (Kscn), Guaduas (Tkg), Bogotá (Tb), Arcillas de Socha (Tas), y Concentración (Tco).

Susceptibilidad Moderada (Color Amarillo)

En esta categoría se englobaron los materiales rocosos de textura predominantemente arenosa y corresponde a las formaciones geológicas: Grupo Quetame (EOq), Grupo Farallones (CDf), Batá (Jb), Calizas del Guavio (Kicg), Areniscas de Las Juntas (Kiaj), Une (Kiu), Churuvita (Ksch), Guadalupe (Ksgi, Ksgt), Arenisca de El Cacho (Tpc), Areniscas de Socha (Tars) y Tilatá (QTt).

Susceptibilidad Baja (Color Verde)

Categoría fundamentalmente constituida por materiales de textura conglomerática (Depósitos de edad Cuaternario: Qal, Qc, Qg, Qfg, Qt, en el Mapa 12- Geología).

Dinámica Fluvial

Desde el punto de vista de la dinámica fluvial, definida como la interacción de los cauces aluviales con el entorno, se han detectado fenómenos asociados a la actividad minera extractiva de gravas en el cauce del río Garagoa en los alrededores del municipio de Jenesano, donde se explotan las gravas aluviales en el lecho del río, lo cual ha redundado en cambios de la dirección del flujo produciéndose erosión de orillas, migración lateral del cauce, cambios morfológicos en los niveles de terrazas y la producción de sedimentos finos que son transportados por el flujo con la correspondiente sedimentación en el embalse.

Las producción de sedimentos parece tener como fundamento la posibilidad de recarga de los depósitos aluviales en los alternativos periodos de invierno, ya que la intensa erosión de la cuenca genera nueva carga sólida de gravas y arenas, útiles en la actividad minera extractivas.

Otro de los fenómenos que fortalecen la producción de sedimentos, esta relacionada con otra de las actividades extractivas de material en las minas de peña aguas abajo en la cuenca en las canteras actualmente explotadas sobre la vía que de Jenesano conduce a Garagoa, que aunque parecen tener una explotación controlada parcialmente, requieren de una revisión y adecuados procesos de manejo ambiental para controlar la producción de sedimentos que llegan a los cauces y por ende al embalse.

Queda por mencionar los diferentes procesos morfodinámicos de erosión asociados a las zonas de grandes precipitaciones en las cuencas aferentes al Río Garagoa, y que por afectar sedimentos no consolidados se erosionan produciendo fenómenos de remoción en masa causantes del incremento de carga sólida a los cauces, originados por factores naturales como fenómenos de remoción y antrópicos, de los cuales se pueden numerar, tala de bosques, y uso inadecuado del suelo, minería, desarrollo de obras civiles, etc.

Por ultimo es necesario destacar las actividades relacionadas con los trasvases de cuencas vecinas, para completar caudales de llenado del embalse de la esmeralda, los cuales aportan gran cantidad de sedimentos a la Cuenca, y otro de los factores responsables de la intensa sedimentación, cambios morfológicos en las cuencas aferentes por erosión inducida, que hay que estudiar y tratar de identificar para el plan de manejo la Cuenca.

CONCLUSIONES

1. El área geográfica correspondiente a la zona de estudio (Cuenca del Río Garagoa), es una de las más inestables de la Cordillera Oriental, la cual se ve afectada por actividad sísmica, intenso tectonismo y principalmente por fenómenos naturales acelerados por procesos antrópicos. Dentro de los procesos morfodinámicos los más relevantes para la temática del estudio, son: Movimientos en Masa, Erosión y Dinámica Fluvial.
2. El proceso antrópico de ocupación del territorio, mediante el cual se han establecido y se continúan realizando labores agropecuarias que conllevan a la tala de vegetación, establecimiento de potreros para ganadería extensiva, zonas de cultivos, apertura de vías de comunicación, construcción de edificaciones, etc., junto con las características de susceptibilidad de los materiales térreos, las altas pendientes topográficas y los eventos meteorológicos, son los responsables de la ocurrencia de procesos morfodinámicos tales como: Movimientos en Masa, Erosión Superficial, que a su vez conllevan a la degradación del paisaje de la Cuenca del Río Garagoa, proceso que es común a casi la totalidad del territorio colombiano.
3. La susceptibilidad a movimientos en masa y a la erosión superficial del área de la cuenca del río Garagoa, está determinada por la clase de material geológico que en ella se presenta (roca, suelo y depósitos no litificados), y por la interacción de los diferentes materiales con factores Meteorológicos (Clima y Estado del Tiempo) y Antrópicos (Proceso de Ocupación del Territorio y Uso del Suelo). Con base en éste argumento, se tiene que dichos procesos geológicos, afortunadamente se concentran en pocos lugares de la cuenca, siendo los sitios más críticos para Movimientos en Masa, los siguientes: Cuenca del río Juyasía (Ciénega), Cuenca de la quebrada Quichatoque (Tibaná), Cuenca del río Bosque (Úmbita), Cuenca del río Guaya (La Capilla), Cuenca de la quebrada Guamo (Sutatenza), Cuenca de la quebrada Negra (Tibirita), Cuenca de la quebrada Cuya (Almeida), Cuenca de la quebrada Ancha - Chital (Almeida), Cuenca de la quebrada Negra (Macanal), Cuenca de la quebrada Chivor (Chivor), Cuencas del río Aguacía (Manta) y de la quebrada Perdiguiz (Macanal).
4. De acuerdo a los resultados del estudio, lo más importante de resaltar en lo pertinente a Movimientos en Masa, son los siguientes hechos:
 - a) En la cuenca de la quebrada Guamo (Sutatenza), hay una gran cantidad de material en sus cabeceras que se está moviendo permanentemente y que está esperando otro evento

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

meteorológico intenso (lluvia), para terminar de irse hacia el Río Garagoa, tal vez llevándose en su recorrido a los habitantes, bienes y servicios que encuentre a su paso.

- b) En la cuenca de la quebrada Negra (Tibirita), se presentan algunos deslizamientos en las partes altas que le aportan material a los drenajes que conforman los afluentes de la quebrada, y cuando se presentan períodos de lluvias se generan flujos de detritos que afectan la vía Juntas - Bogotá (parte de la vía al Llano y que también conduce a Garagoa) a la altura de la entrada a Manta (Puerto Manta y Sector El Salitre). A pesar de que se están adelantando obras de adecuación del paso por la vía a Bogotá, es claro que éste fenómeno se va a volver a repetir y destruirá nuevamente tanto el puente que se está construyendo como buena parte de la bancada de la vía en reconstrucción. Esto por que así se deduce fácilmente de observar el tamaño de los bloques que ha traído en el pasado (3 a 5 m) y las alturas de los sedimentos que se han depositado en el cauce de la quebrada por eventos pasados (están a la misma altura que la plancha del puente construido que no se hizo con la sección y luz adecuadas, no aprendieron de la naturaleza, no la observaron).
- c) La cuenca de la quebrada Cuya (Almeida), es de lejos la cuenca con mayores problemas de desestabilización. Está afectada casi en su totalidad por Movimientos en Masa de coluviones que se hallan sobre las arcillolitas de la Formación Fómeque (Kif), a diferencia de otras cuencas que casi que se puede decir que concentran los movimientos en masa a lo largo de sus cauces y vecindades de los mismos. Lo más dramático de la situación es que se ignora totalmente por parte de sus habitantes y de las autoridades locales, el hecho de que la población que habita ésta cuenca, está siendo amenazada por éste proceso geológico, y se deberían tomar las medidas correctivas del caso para detener el avance del mismo.
- d) La cuenca de la quebrada Ancha - Chital (Almeida), es un caso estrictamente similar al anterior, ya que son cuencas vecinas. Sin embargo, es de resaltar que existe un deslizamiento en la quebrada Ancha que en su avance pendiente arriba ya casi alcanza al casco urbano de Almeida, lo cual se refleja parcialmente en el piso de la Iglesia del mismo pueblo.

Otro aspecto bien importante de mencionar, lo constituye el hecho de que todo el material coluvial que reposa sobre las arcillolitas de la Formación Fómeque (Kif) en la totalidad de ésta cuenca, ya se desestabilizó dañando buena parte de los puentes que existían en la

vía que lleva a Puerto Bata (sitio del ferry o del planchón) y que está a la espera de que se presente algún evento meteorológico (lluvias) con la suficiente intensidad para que lo sature y lo haga fluir hacia el embalse que se encuentra unos 200 metros aguas abajo, pudiéndose llegar a presentar una ola en dicho embalse que lo ponga en peligro, así como a los elementos existentes aguas abajo del sitio de presa, que podrían verse afectados por una creciente de grandes magnitudes al romperse el embalse. Esta ola, se presentaría por la gran cantidad de material que le llegaría en un instante de tiempo a una gran velocidad debido a la alta pendiente topográfica del trayecto de la quebrada desde su nacimiento hasta su desembocadura.

5. Una jerarquización de la gravedad de la situación de los sitios críticos de la Cuenca del río Garagoa, de acuerdo a los resultados del análisis geológico del presente estudio, sería:

Peligro inminente y grave: Cuenca de la quebrada El Guamo ("Volcán Negro", Sutatenza), Cuenca de la quebrada Cuya (vía Almeida - Somondoco) y Cuenca de la quebrada Ancha - Chital (Almeida). Estos sitios requieren de intervención y solución inmediata.

Peligro Alto: Cuenca del río Guaya y Cuenca de la quebrada Negra (Tibirita). Estos sitios requieren de un monitoreo y atención permanente, con el fin de conocer su evolución y estar preparados para emprender acciones en caso de emergencia.

Peligro Moderado: Cuenca del río Juyasía (Ciénega). Requiere emprender acciones tendientes a estabilizar las áreas desestabilizadas.

Peligro Bajo: Cuenca de la quebrada Quichatoque (Tibaná), Cuenca del río Bosque (Úmbita), Cuenca de la quebrada Negra (Macanal), Cuenca de la quebrada Chivor (Chivor) y Cuencas del río Aguacía (Manta) y de la quebrada Perdiguiz (Macanal). Estos sitios requieren de acciones tendientes a conservar como mínimo su estado actual y hacer lo posible por mejorar sus condiciones.

6. Para el caso de Erosión Superficial, teniendo en cuenta únicamente el criterio geológico de la litología a través de su granulometría, se tiene que las áreas de mayor susceptibilidad a éste proceso, para la Cuenca del río Garagoa, son materiales rocosos de textura fina (arcillosa) que corresponden a las formaciones geológicas: Lutitas de Macanal (Kilm), Fόμεque (Kif), Chipaque (Ksc), Conejo (Kscn), Guaduas (Tkg), Bogotá (Tb), Arcillas de Socha (Tas) y Concentración (Tco). Como se puede observar en el Mapa Geológico, estas rocas afloran en

gran parte de la Cuenca, y por lo tanto se le debe poner mucha atención al respecto, especialmente los afloramientos de las arcillolitas de la Formación Fómeque.

7. En lo referente a la Geomorfología del área de la Cuenca, se puede afirmar que allí se presentan dos zonas fisiográficas: una zona de topografía ondulada, localizada en las áreas donde afloran rocas de poca consistencia (Arcillolitas: que coinciden con las áreas de mayor susceptibilidad a erosión superficial mencionadas en el numeral anterior) y cuyas alturas oscilan entre 600 y 2.600 m.s.n.m. La segunda zona es la de grandes escarpes con alturas hasta de 3.600 m.s.n.m., formadas por las rocas resistentes que afloran en el área (corresponde al área donde afloran las rocas de las siguientes formaciones geológicas: Grupo Quetame (EOq), Grupo Farallones (CDf), Batá (Jb), Calizas del Guavio (Kicg), Areniscas de Las Juntas (Kiaj), Une (Kiu), Churuvita (Ksch), Guadalupe (Ksgi, Ksgt), Arenisca de El Cacho (Tpc), Areniscas de Socha (Tars) y Tilatá (QTt) y en donde los ríos forman valles intramontanos, estrechos y profundos cañones en forma de V, por el contrario, cuando atraviesan las rocas de poca resistencia, los valles son amplios y en forma de media caña y pequeñas terrazas.
8. En lo pertinente a Dinámica Fluvial, el principal problema detectado en la cuenca del río Garagoa lo constituye la actividad minera extractiva de gravas en el cauce del río Garagoa en los alrededores del municipio de Jenesano, y en jurisdicción del Municipio de Ramiriquí, donde se explotan las gravas aluviales en el lecho de los principales ríos, lo cual ha redundado en cambios de la dirección del flujo produciéndose erosión de orillas, migración lateral del cauce, cambios morfológicos en los niveles de terrazas y la producción de sedimentos finos que son transportados por el flujo con la correspondiente sedimentación en el embalse.
9. El aspecto más positivo de la Cuenca del río Garagoa lo constituye su potencial minero, el cual se ha visto limitado a las áreas donde tradicionalmente se han explotado las Esmeraldas y los materiales de construcción: Arena de Peña, Lavada y materiales de arrastre del río Jenesano. Sin embargo, por ejemplo, para el caso de Esmeraldas, sería recomendable realizar una exploración detallada en las diferentes zonas donde afloran las rocas de la Formación Lutitas de Macanal (Kilm, en el Mapa Geológico), especialmente a lo largo del trazo de la Falla de Garabato - La Esmeralda que tiene asociado el Anticlinal de Miralindo en el sector de Chivor, y a lo largo de la Falla de Santa María que tiene asociado un Anticlinal en las proximidades de la población de Páez.

Este potencial minero se hace extensivo a otros materiales, como: Yeso, Hierro, Plomo, Manganeso, Roca Fosfórica y Materiales de Construcción, cuyas áreas de exploración se delimitan a los afloramientos de la Formaciones Lutitas de Macanal (Kilm), Areniscas de Las Juntas (Kiaj), Fómeque (Kif), Une (Kiu), Grupo Guadalupe (Formaciones Plaener y Labor, Ksgi), Areniscas de Socha (Tars) y Cacho (Tpc). Sin embargo, en caso de pensar en iniciar proyectos que involucren éste renglón primario de la economía, se debe analizar con mucho cuidado el hecho de que la Cuenca presenta materiales geológicos que son muy susceptibles a procesos de Movimientos en Masa y Erosión Superficial, con el fin de determinar las técnicas y procedimientos adecuados que se deben llevar a cabo para hacer un uso racional de estos recursos naturales y de la construcción de la infraestructura que ello demanda. Para iniciar un programa de exploración de éstos recursos, es recomendable estudiar detalladamente los sitios donde ellos ya se conocen y determinar con mayor precisión las condiciones geológicas que favorecen su formación y tener esto como guía en la exploración de otras áreas similares.

10. Otro aspecto positivo de la región, lo constituye el hecho de que subyaciendo la Cuenca hidrográfica del río Garagoa, existe una cuenca hidrogeológica representada por la gran cantidad de pliegues existentes y por la presencia de intercalaciones de rocas permeables e impermeables que son las condiciones esenciales para la existencia de aguas subterráneas. Así por ejemplo, la estructura tal vez más importante con respecto a las aguas subterráneas, la constituye el "sándwich" que forman las rocas de la Formaciones Fómeque - Une - Chipaque (impermeable - permeable - impermeable, respectivamente) y el hecho de que ese "sándwich" esta replegado, siendo los sinclinales de Mamapacha, Garagoa y Pachavita las estructuras que favorecen el almacenamiento del agua lluvia que se infiltra a través de la roca permeable (Formación Une) y su entrapamiento por parte de la Formaciones Fómeque y Chipaque.

Este aspecto hidrogeológico es de gran importancia para la Cuenca del río Garagoa por el hecho de que es la principal fuente de agua, la que mantiene los ríos y quebradas con agua fluyendo permanentemente, llueva o no llueva. Aunque por su puesto, la lluvia es la que alimenta el reservorio de aguas subterráneas.

11. Para la anterior razón, y teniendo en cuenta que en la zona de la Cuenca Hidrogeológica del río Garagoa, el acuífero más importante lo constituye las areniscas de la Formación Une, que ellas afloran en un amplia área comprendida entre los municipios de Pachavita - Garagoa - Zetaquirá, es decir la totalidad del Páramo de Mamapacha y alrededores, y que dicha área es una de las de mayor precipitación anual de la región (1.500 –2.000 mm), se tiene que la principal zona de recarga lo constituye el Páramo de Mamapacha.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

La otra zona de recarga, aunque de media precipitación anual (1.000 mm), estaría representada a grandes rasgos por el área del Sinclinal de Úmbita, que forma una faja orientada Norte 45° Este, desde el municipio de Úmbita hasta las partes altas de la cuenca del Río Fusavita. Allí los acuíferos estarían representados por las areniscas de las Formaciones: Labor (Ksgi) y Tierna (Ksgt) del Grupo Guadalupe, Arenisca de El Cacho (Tpc) y Areniscas de Socha (Tars).

RECOMENDACIONES GENERALES

1. La información geológica y geomorfológica de la Cuenca del río Garagoa, disponible en las entidades a las que se tuvo acceso, muestra una generalización de unidades geológicas sin el debido soporte gráfico en el mismo mapa (rumbos y buzamientos de las capas rocosas), que den explicación a la cartografía geológica (contactos geológicos, geología estructural y tectónica). Por ésta razón se recomienda a las principales entidades de la región, realizar las respectivas actualizaciones y posibles correcciones cartográficas a que haya lugar. Esto por cuanto de la claridad en la cartografía depende la precisión y calidad de las interpretaciones que de ellas se obtenga.
2. En el Mapa 17 -Geomorfológico, las unidades se definen con base principalmente en criterios de paisaje, es decir una correlación de unidades geomorfológicas específicamente relacionadas con relieves, sin tener información de los procesos morfodinámicos modeladores del paisaje, dando como resultado unidades denudativas, estructurales, fluviales, glaciales y mixtas, las cuales parecen mezclarse entre si y no se presentan de manera clara al lector, al coincidir con unidades formadas por los diferentes procesos modeladores de paisaje. Así por ejemplo la información incluye unidades como: Denudativo Áreas onduladas, Denudativo Depósitos de (FRM) fenómenos de remoción en masa.

Estas dos unidades aunque se agrupan en un mismo tipo de geoformas, de un área donde imperan los procesos de erosión, también esta relacionando las formadas por procesos erosión-acumulación por fenómenos de remoción en masa, sin diferenciarlos y clasificarlos para poder evaluar la intensidad de los procesos. Esto da como resultado, cartografía de unidades sin la adecuada diferenciación por los verdaderos procesos morfodinámicos imperantes en la región o en cada parte de la cuenca que modifican el paisaje, lo cual sería muy significativo en el momento de evaluar, por ejemplo, los procesos de erosión que se manifiestan en la intensa sedimentación del embalse de La Esmeralda y la cartografía no está representado dichos fenómenos.

Las unidades cartografiadas como estructurales, tiene similares dificultades en el momento de interpretarlas. Por ejemplo cuando se refiere a unidades como: Estructural áreas plegadas; no es claro la diferenciación con respecto a las demás Unidades Estructurales como: contrapendiente, espinazos, laderas, ya que estas últimas son consecuencia de los fenómenos geológicos de plegamiento que dan origen a las unidades estructurales plegadas o de deformación tectónica, que no están diferenciados.

Con respecto a unidades como macizo estructural, la implementación de este término no se ajusta a la realidad geológica de la zona ya que no existen macizos como tal en la cuenca, así que introducir estos términos genera confusión en la real evaluación de la cuenca. Es necesario redefinir esas unidades en una nomenclatura acorde con las características geológicas y verdaderos procesos morfodinámicos.

Las unidades Mixto, Taludes Mixtos y Unidades Tipo Estructural Mesas Estructurales, de nuevo producen confusiones en la interpretación ya que al existir unidades mezcladas, indica que no hay suficiente criterios para su diferenciación? o que el trabajo de caracterización geomorfológica no esta completo para la cuenca, o la escala a la cual los están presentando, no es la adecuada, indicando entonces, la necesidad de definir las unidades geomorfológicas y los procesos imperantes en la cuenca, con un fin primordial, evaluar la excesiva sedimentación del embalse La Esmeralda, que afecta el recurso agua en la cuenca, uno de los principales objetivos en este estudio.

3. Con respecto a los aspectos hidrogeológicos del área se recomienda realizar estudios detallados que conduzcan a la obtención de un mapa hidrogeológico actualizado, definiendo unidades hidrogeológicas, como base para un adecuado manejo de este recurso.
4. Se recomiendo realizar una actualización del mapa geomorfológico con base en los aspectos dinámicos que modelan la cuenca del río Garagoa.

BIBLIOGRAFÍA

- Esquema de Ordenamiento Territorial Almeida – Boyacá / 2002-2010.
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Chivor, Boyacá.
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Boyacá, Boyacá.
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Ciénega.
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de La Capilla.
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Guayatá.
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Jenesano.
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Tenza, Boyacá (1999).
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Tibaná, Boyacá.
Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Turmequé, Boyacá.
Esquema de Ordenamiento Territorial de Chinavita.
Esquema de Ordenamiento Territorial de Sutatenza.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

- Esquema de Ordenamiento Territorial – Macanal Boyacá.
- Esquema de Ordenamiento Territorial Úmbita – Boyacá.
- Esquema de Ordenamiento Territorial – Ventaquemada.
- Esquema de Ordenamiento Territorial – Municipio de Somondoco, Boyacá (2001).
- Geological Society of America. 1983. Tabla del Tiempo Geológico.
- Hurlbut C. S. Y Klein C. 1984. Manual de Mineralogía de Dana. Tercera Edición, Editorial Reverté, S.A., Barcelona, España.
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1966. Reconocimiento de Suelos del Suroriente del Departamento de Cundinamarca, Municipios de Gama Gacheta, Gachalá, Junín, Mchetá, Manta, Medina, Tibirita y Ubalá.
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1968. Estudio Detallado de Suelos de la Parte Plana y General del Sector Quebrado de los Municipios de Tunja y Siachoque Para Fines Agrícolas (Departamento de Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1973. Estudio detallado de Suelos y Clasificación de Tierras Para Riego. Valles de Samacá, Cucaita y Sora (departamento de Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1978. Estudio General de Suelos de los Municipios de Viracachá, Ciénega, Ramiriquí, Boyacá, Jenesano, Nuevo Colón, Tibaná, Turmequé y Ventaquemada (Departamento de Cundinamarca).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1985. Estudio General de Suelos del Oriente de Cundinamarca y Municipio de Úmbita (Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1997. Estudio General de Suelos del Valle de Tenza, Región de Lengupá y municipio de Pesca (Departamento de Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. ORSTOM. 1984. Estudio integrado de usos del suelo del Altiplano Cundiboyacense.
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. UPTC. 1988. La Modernización Entre Campesinos Parcelarios, el Caso de Tenza Boyacá.
- Marín E. 2000. Plan Básico de Ordenamiento Territorial – Municipio de Ramiriquí. Componente Geológico.
- Mclaughlin, D. H. y Arce, M. 1975: Mapa Geológico del Cuadrángulo K-11, Zipaquirá. Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS), Bogotá, Colombia.
- Martínez, B. R. 1973. Plan integral de desarrollo Urbano, Garagoa (Departamento de Boyacá).
- Parra, S. W. 1986. Zonificación Ambiental de la Microcuenca Las Moyas, Municipio de Garagoa (Departamento de Boyacá).
- Plan Básico de Ordenamiento Territorial – Municipio de Guateque.
- Plan Básico de Ordenamiento Territorial – Municipio de Garagoa. Diagnóstico.
- Renzoni G, Rosas H y Etayo F. 1998. Geología de la Plancha 191 - Tunja. Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS), Bogotá, Colombia.
- Ulloa M, C. E.; Camacho G, R. y Escovar R, R. (1975): Mapa Geológico del Cuadrángulo K-12, Guateque. Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS), Bogotá, Colombia.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Ulloa m, c. E. Y Rodríguez, e. (1976): Geología del Cuadrángulo K-12, Guateque. Informe 1701. Boletín Geológico. Vol. 22. No. 1. Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS), Bogotá, Colombia.

Ulloa M, C. E. y Rodríguez M, E. (1978): Geología de la Plancha 190 - Chiquinquirá. Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS), Bogotá, Colombia.

IV. COMPONENTE HIDROMETEOROLÓGICO

Emel Vega Rodríguez

Hidrometereólogo, Mg. Ciencias metereológicas.
Dpto. de Geociencias -UN

Eaking Ballesteros

Ingeniero ambiental y sanitario, Maestría en
Ciencias metereológicas. Dpto. de Geociencias -UN

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	IV-1
ASPECTOS GENERALES.....	IV-1
METODOLOGÍA.....	IV-3
<i>Climatología de la Cuenca</i>	IV-3
RESULTADOS	IV-5
<i>Zonificación de áreas susceptibles a la erosión</i>	IV-5
Zonas de Susceptibilidad Alta (Rojo)	IV-5
Zonas de Susceptibilidad Media (Amarillo)	IV-6
Zonas de Susceptibilidad Baja (Verde)	IV-6
<i>Distribución Espacial de la Precipitación</i>	IV-6
<i>Distribución Temporal de la Precipitación</i>	IV-7
<i>Conclusiones y Recomendaciones</i>	IV-8

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA IV-1 ESQUEMA DE LA FLUCTUACIÓN INTERANUAL DE LA ZCIT EN LATINOAMÉRICA.....	IV-2
--	------

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico hidroclimático de la cuenca del Río Garagoa, producto del análisis de la información suministrada por las Corporaciones Autónomas Regionales de Chivor, Cundinamarca y Boyacá: Corpochivor, CAR y Corpoboyacá, respectivamente, así como la suministrada por el Instituto de Hidrometeorología y Estudios Ambientales, IDEAM, sirvió de base para la zonificación de las regiones con mayor susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, fundamentados primordialmente en la precipitación.

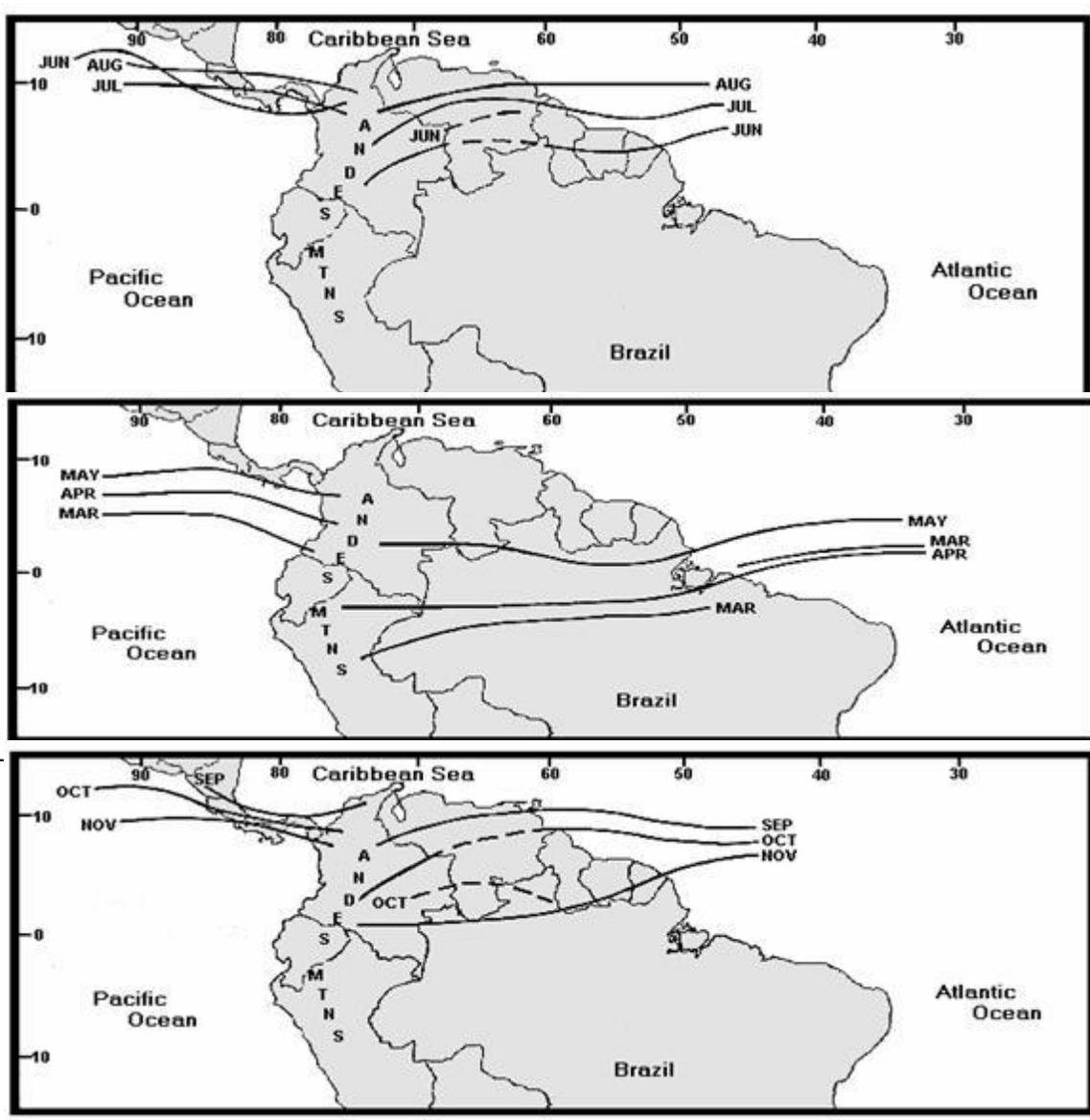
ASPECTOS GENERALES

Por su localización geográfica, nuestro país se ve influenciado por una circulación de los vientos alisios del noreste y del sureste. Estas corrientes de aire cálido y húmedo provenientes de latitudes subtropicales, confluyen en una franja denominada Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT); la cual favorece la formación de nubosidad y de lluvias. Otros factores incidentes son la activación de las ondas del este y la temporada de huracanes para las regiones del centro y norte del país.

Esta zona, que modula el comportamiento del clima en la mayor parte del territorio colombiano, es muy dinámica, y presenta un desplazamiento latitudinal en función del movimiento aparente del Sol con respecto a la Tierra, con un retardo de aproximadamente 6 semanas y una amplitud latitudinal, con respecto al ecuador, de 20° en América del Sur.

En Colombia, debido a la influencia orográfica, esta banda se fractura en tres segmentos determinando comportamientos diferentes del régimen de precipitaciones sobre varias zonas del país. Es decir, la ZCIT, actúa de forma diferente en la región pacífica así como en el centro y norte y el suroriente del país. El segmento continental, que influye en la cuenca objeto de estudio, entre **enero** y **febrero**, aparece fraccionado e independiente del segmento del pacífico y se ubica entre los 5° y 10° de latitud sur. Entre **marzo** y **abril** se conecta con el segmento del océano Atlántico formando un solo sistema que se ubica entre los 5° de latitud sur y 1° de latitud norte al oriente del país. Entre **junio** y **agosto**, debido a la influencia de la cordillera oriental, se estanca, presentando una inclinación suroeste-noreste sobre el oriente del territorio nacional, desplazándose también hacia el norte. Entre septiembre y noviembre la rama continental inicia su recorrido hacia el sur, moviéndose de los 8° de latitud norte hacia el Ecuador sobre la Orinoquia y Amazonia (Gráfica IV-1). Son estas variaciones las que determinan las temporadas de lluvia y sequía en esta región y la cuenca del río Garagoa.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



Gráfica IV-1 Esquema de la fluctuación interanual de la ZCIT en Latinoamérica.

METODOLOGÍA

Teniendo como base los mapas de precipitación (Mapa 10 – Isoyetas de precipitación anual), los registros de precipitación, la topografía, la cobertura vegetal y observaciones en campo de zonas degradadas por actividades antrópicas, se realizó una primera aproximación de las áreas susceptibles al aporte de sedimentos interrelacionando los factores antes mencionados.

Climatología de la Cuenca

La Cuenca del Río Garagoa no se escapa al comportamiento y condicionamientos señalados. En su trayectoria, los alisios arrastran humedad desde el océano Atlántico y gran parte de los llanos orientales. Debido a la influencia de la cordillera oriental tales vientos se ven forzados a ascender. Ese ascenso da lugar a la condensación por ascenso, formación de nubes de gran desarrollo vertical que llegan a ocasionar abundantes precipitaciones sobre el piedemonte llanero, alcanzando a influenciar la parte media y baja de esta cuenca.

Por otra parte, la cuenca del Río Garagoa presenta una orografía irregular/quebrada. Este factor, sumado a la insolación diferenciada de los flancos de las vertientes, condiciona a la ocurrencia de fenómenos de circulación local como circulación valle-montaña, que contribuye con el arrastre de masas de aire cálidas y húmedas desde los llanos orientales durante las horas del día, como también la circulación montaña-valle, que arrastra masas de aire frío en sentido contrario, dando lugar a la formación de nieblas que constituyen la precipitación horizontal durante las horas de la noche, que finalmente alimenta los niveles freáticos.

El comportamiento anteriormente descrito, se ve complementado por otros fenómenos circulación local como los efectos barrera y embudo que, en conjunto, permiten establecer fuertes gradientes de precipitación a lo largo de la cuenca. Debido a ese gradiente de precipitaciones, la circulación y el componente altitudinal, la cuenca presenta tres tipos de climas: un clima seco y/o moderadamente seco en la parte alta; un clima semihúmedo en la parte media; y un clima húmedo en la parte media baja y baja de la cuenca (según método de De Martone).

Por sus condiciones físicas y geográficas, a diferencia de otras zonas ubicadas en la región andina, como se describió con anterioridad, en la cuenca citada se genera un patrón de lluvias de tipo monomodal a lo largo del año, con máximos en los meses de mayo - junio, lo cual facilita la intensificación de derrumbes (remoción en masa) y procesos erosivos durante los meses de junio-septiembre cuando los suelos están saturados de agua, en tanto que los mínimos se alcanzan durante los meses de diciembre - enero (anexo 1) generando déficit de agua. Estas variaciones en

las temporadas de lluvia y sequía son las que regulan la producción agrícola, pecuaria y la generación de energía.

Toda la cuenca del Río Garagoa se encuentra influenciada por las corrientes de aire que fluyen desde los Llanos orientales inducidas por los vientos Alisios. Su intensificación producida por los efectos de la circulación valle-montaña genera fuertes precipitaciones durante las horas del día y nieblas durante las horas de la noche.

Climáticamente la zona se subdivide en tres subregiones o zonas según Köeppen:

- *Zona seca de tipo estepario (BS) a templado húmedo de invierno seco (Cw)*, para la parte alta. Con presencia de nubosidad y baja evapotranspiración, además de la formación de fenómenos atmosféricos como brumas y neblinas durante las horas de la noche; la temperatura media para esta región oscila entre los 14-18°C y el acumulado de precipitación anual fluctúa entre 750-950 mm, con aproximadamente 10 mm para el mes más seco, lo que nos conduce a pensar que en esta zona no se producen procesos de remociones en masa, pero no se descarta una sutil erosión debido a la fuerte escorrentía durante los eventos extremos de lluvias.
- *Zona de clima templado húmedo con lluvias de moderada intensidad (Cf) a clima tropical lluvioso de sabana (Aw)* en la parte media, en esta zona las temperaturas durante las horas del día son bastante cálidas y durante las horas de la noche caen súbitamente, o sea que; la oscilación diurna de temperatura es de aproximadamente 12°C, gracias al permanente intercambio de circulación entre el valle y las montañas; la temperatura media para esta región oscila entre los 18-24°C y el acumulado de precipitación anual fluctúa entre 1.100-1.500 mm, con aproximadamente 30 mm para el mes más seco.
- *Zona de clima tropical lluvioso de bosque (Am)* en la parte baja, debido a la colisión de los vientos alisios con el flanco oriental de la cordillera Oriental, en donde se genera la conjugación de efectos de barrera con efectos embudos en los cañones, produciendo condensación forzada y por ende intensas precipitaciones, la tasa evaporativa para esta zona es baja durante la mayor parte del año, lo cual permite un superávit de humedad disponible en el suelo durante la mayor parte del año; la temperatura media para esta región oscila entre los 24-28°C y el acumulado de precipitación anual fluctúa entre 1.500-3.050 mm, con aproximadamente 50 mm para el mes más seco.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de las fases de reconocimiento (campo) de la cuenca y análisis preliminares de los datos suministrados ó registros sugieren hacer la siguiente descripción:

Zonificación de áreas susceptibles a la erosión

Desde el punto de vista hidroclimático para la zonificación de áreas susceptibles a la erosión y aporte de sedimentos a la cuenca del Río Garagoa, no solo se consideró la distribución de la precipitación anual dentro de la cuenca sino el efecto que podría ocasionar la misma debido a las pendientes y su fuerza de impacto relacionado con el grado de cobertura vegetal observado en las salidas de campo. De acuerdo con tales criterios, las zonas se han seleccionado como de alta, media y baja susceptibilidad.

Zonas de Susceptibilidad Alta (Rojo)

Zona comprendida entre los municipios de Almeida y Chivor (quebradas La Cuya y el Chital). Zona de intensas precipitaciones; presenta un suelo pobre en cobertura vegetal, altamente permeable en los primeros 10-15 m de capa superficial, en donde el agua se infiltra dentro de el y luego se encuentra una capa impermeable que obliga su acumulación. Eventualmente, por acción de las fuerzas hidrostática e hidráulica de empuje, desencadenan como resultado series de movimientos en masa. También se consideró el transvase de aguas del río Rucio hacia la microcuenca de la quebrada de los Trabajos y la actividad minera en la zona de Somondoco.

Otras zonas con problemas similares son el volcán del Corregimiento El Caracol - Garagoa), quebradas La Guaya, La Honda y Gusba (Mun. La Capilla) quebrada la Isla (Mun. Ciénega), zonas de areneras entre Jenesano y entrada de Úmbita. Todas estas regiones se caracterizan por presentar fuertes pendientes, intensidad de uso del suelo con fines agrícolas y una decreciente precipitación hacia el norte de la cuenca.

Hacia la parte centro oriente de la cuenca se encontraron otras dos zonas (Quebrada y cañón El Quincho parte alta de Fátima, quebradas La Hundida y Tendida.) con características semejantes a las anteriores en cuanto a pendientes y actividad agrícola se refiere. Sumándole a los criterios anteriores la fuerte intensidad de precipitación local, se consideró que estas dos zonas pueden constituirse en grandes aportantes de sedimentos a la cuenca.

Zonas de Susceptibilidad Media (Amarillo)

Las zonas que se han calificado como de susceptibilidad media se ubican principalmente en las partes planas de la cuenca media y alta. Obedecen a zonas con intensidades de precipitación débiles; relativamente bajas pendientes y consolidación del terreno. No obstante, debido a su baja cobertura vegetal, se determinó su posibilidad de aportar sedimentos con lluvias intensas de baja frecuencia, durante eventos extremos de precipitación.

Las manchas amarillas en la parte baja fueron señaladas como tal debido a que la zona presenta abundante y espesa cobertura vegetal que podría constituirse en un reductor de la energía de impacto de las gotas de lluvia. Pese a que esa biomasa puede constituirse en un reductor de energía, también puede representar un potencial aportante de sedimentos como hojarasca, dadas las fuertes pendientes que se presentan en esta parte de la cuenca, principalmente en el flanco izquierdo del Río Garagoa, donde las pendientes son más fuertes, caso de las partes altas de los ríos Juyasía y Guayas (Q. Mazamorra, Q. El Molino), algunos sectores de Turmequé, Úmbita y Nuevo Colón.

Las manchas mostradas en el costado derecho del Río Garagoa, aunque con algún grado de incertidumbre especialmente en la parte que comprende Sutatenza, fueron seleccionadas dado que esta región presenta actividad minera y sus pendientes son relativamente suaves.

Zonas de Susceptibilidad Baja (Verde)

Comprende todas aquellas zonas caracterizadas por presentar una combinación de bajas pendientes, suelos altamente consolidados (rocas), áreas densamente cubiertas de vegetación o también bajos regímenes de precipitación y pendientes suaves, como se muestra en el sector de Jenesano, Ramiriquí, Pachavita, Tenza, y oriente de Garagoa.

Distribución Espacial de la Precipitación

En la Cuenca objeto de estudio, se pueden destacar tres zonas de comportamiento espacial de las lluvias.

Zona sur (parte baja de la Cuenca): con promedios anuales mayores a los 2.000 mm en los municipios de Macanal, Chivor, Almeida y Santa María (Mapa 10 – Isoyetas de precipitación anual y Anexo 4).

La parte media baja oriental, parte central y la parte alta de la cuenca, registran precipitaciones que oscilan entre los 1.000 a 2.000 mm. Esta zona comprende los municipios de Ventaquemada,

Viracachá, Chinavita, Pachavita, Tenza, Úmbita, Garagoa, Guateque, Macanal, Almeida, Sutatenza, Guayatá y Somondoco, Manta, Titirita, Machetá, Tunja, Samacá y Soracá.

La zona alta media, compuesta por los municipios de Úmbita, Turmequé, Nuevo Colón, Villa Pinzón y Tibaná, presenta los índices mas bajos de precipitación de la cuenca, con valores promedios anuales, menores a los 900 mm.

Distribución Temporal de la Precipitación

La cuenca del Río Garagoa presenta dos regímenes de precipitación bien diferenciados.

Régimen I: Característico de la parte localizada en el área de influencia de los efectos orográficos de la Cordillera Oriental sobre la ZCIT. Presenta un régimen monomodal con un periodo de lluvia que se extiende desde abril hasta octubre (Ver Anexo 1). Cada uno de estos meses aporta entre el 6 y 16% de la precipitación total anual. Los meses más lluviosos son junio y julio los cuales, en conjunto, representan cerca de 1/3 de la precipitación total anual. Los meses más secos son diciembre, enero y febrero, los cuales representan hasta 1/10 del total anual de precipitación. Comprende todos los municipios del sur de la cuenca hasta Villapinzón, donde el régimen se torna multimodal, y Úmbita, Tibaná y parte sur de Ramiriquí.

Régimen II: comprende la parte norte y nororiental de la cuenca que se aleja de los efectos orográficos de la Cordillera Oriental sobre la ZCIT. Esta parte comprende los municipios de Nuevo Colón, Jenesano, Ventaquemada, los cuales presentan un régimen bimodal suave. Tunja, Samacá, Soracá presenta un régimen bimodal marcado (Ver Anexo 1). En esta parte de la cuenca se presentan dos periodos de lluvia marcados (mayo a julio y septiembre a noviembre). Así mismo se presentan dos periodos secos: uno más intenso que comprende los meses de diciembre hasta comienzos de abril y otro menos marcado que ocurre entre finales de agosto y principios de septiembre. Villapinzón presenta un régimen multimodal con máximos de precipitación en marzo, mayo, julio y noviembre, con intensidades máximas que van desde 58 hasta 82 mm promedio mensual. Los meses más secos son enero, agosto y diciembre.

Los principales tributarios del embalse de Chivor (La Esmeralda) son los ríos Garagoa y Súnuba los cuales pueden aportar entre 56 y 43 m³/s de agua durante los periodos de intensas lluvias y en promedio durante el resto del año entre 25,8 y 18,4 m³/s, cuales garantizan el sostenimiento del embalse (Gráfica IV-1), con la ayuda de los trasvases de la quebrada Los Trabajos y el río Tunjita.

Durante los períodos de estiajes, los caudales de estos ríos pueden decrecer hasta 3 m³/s (Garagoa y Sunuba), en tanto que los ríos Teatinos, Albarracín, El Bosque, Boyacá y la Quebrada La Tocola aportan menos de 400 L/s, por lo cual consideramos que estos ríos y las zonas de donde proceden no garantizan el sostenimiento de los niveles del embalse, ni tampoco representan una gran amenaza para la sedimentación del mismo. De igual forma se dificulta el sostenimiento del agua sobre estas cuencas e imposible hablar de concesiones de aguas sobre estas cuencas durante los períodos de sequía.

Hay que resaltar que la quebrada Chivor ofrece mayor cantidad de agua durante el primer semestre del año debido que, se favorece de un mayor aporte de agua desde el trasvase del río Rucio hacia la quebrada los Trabajos, debido a la necesidad de agua en el embalse durante el primer semestre del año.

Cabe anotar que las Quebradas La Cuya y Los Trabajos merecen especial atención a fin de evitar catástrofes en las veredas, carreteras y fincas aledañas. Por sus súbitos incrementos de agua durante las épocas de intensas lluvias, estas quebradas son más susceptibles a procesos de represamiento por erosión que el resto de los ríos de la cuenca; debido a los fuertes gradientes de precipitación a los que están sometidas, provocando fenómenos de remoción en masa, arrastre de material vegetal, además de los residuos de las actividades mineras.

Los sólidos totales están conformados por sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables, según estudios de ISAGEN los niveles de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua evaluados fluctuaron entre 2,9 y 388 mg/L, los valores de sólidos suspendidos se correlacionan indirectamente con la turbiedad en el agua, cuyo efecto es la disminución de la transparencia y penetración de la luz, afectando la fotosíntesis del medio.

Conclusiones y Recomendaciones

La cuenca del río Juyasía presenta cortos tiempos de retención dada la gran velocidad con la que se mueve el agua, en consecuencia lleva una alta energía capaz de erodar y arrastrar, razón por la cual se le considera potencial aportante de materiales para construcción como gravas y arenas que se extraen en la cuenca abajo en el río Jenesano. Por las razones mencionadas anteriormente esta cuenca merece especial atención para evitar la erosión de las orillas y del suelo de la Cuenca.

De acuerdo con los resultados obtenidos a través de los registros de precipitación, existen unas ligeras diferencias entre los datos mostrados en el Mapa 10 –Isoyetas de precipitación anual,

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

(anexo cartográfico) en el cual se observan valores mayores a los promedios obtenidos con base en los registros suministrados por Corpochivor (mapa del Anexo 4).

Se recomienda la instalación de una red de estaciones hidrometeorológicas automáticas, para el eficiente monitoreo hidroclimático de las subcuencas para contar con datos que mejoren la gestión sobre el recurso.

Es imprescindible la restauración de los bosques montano altos, dada su función como almacenadores de agua, reductores de energía de la misma y estabilizadores del suelo.

Es importante anotar que el régimen monomodal de precipitación determina que la agricultura debe ajustarse al mismo mediante cambios en el tipo de cultivos, un uso más eficiente del agua y creación de sistemas de almacenamiento. Por eso es necesario crear una cultura agrícola diferente, con productos que retengan los suelos y que sus costos no dependan tanto de la oferta en los mercados, caso de algunas frutas como el lulo ó la feijoa, que tienen precios relativamente estables.

ANEXOS DEL COMPONENTE HIDROMETEOROLÓGICO

- Anexo 1.** Distribución de la precipitación media, máxima y mínima mensual multianual
- Anexo 2.** Distribución consolidada de la precipitación promedia multianual de la Cuenca
- Anexo 3.** Precipitación promedia mensual multianual
- Anexo 4.** Mapa de Isoyetas de precipitación anual
- Anexo 5.** Caudales

Anexo 1 Distribución de la precipitación media, máxima y mínima mensual multianual

FIGURA 1.
DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION PROMEDIA, MAXIMA Y MINIMA MENSUAL
MULTIANUAL - JENESANO

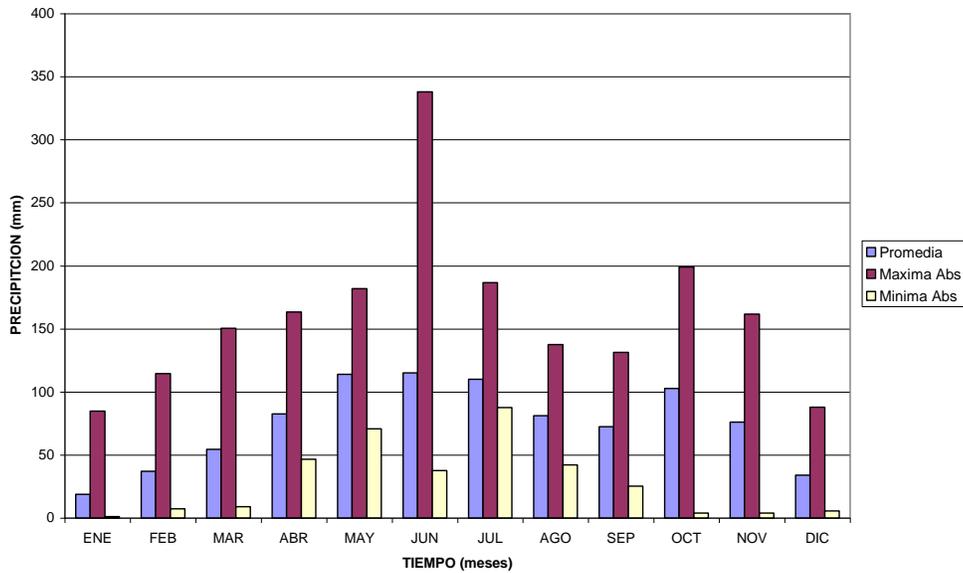
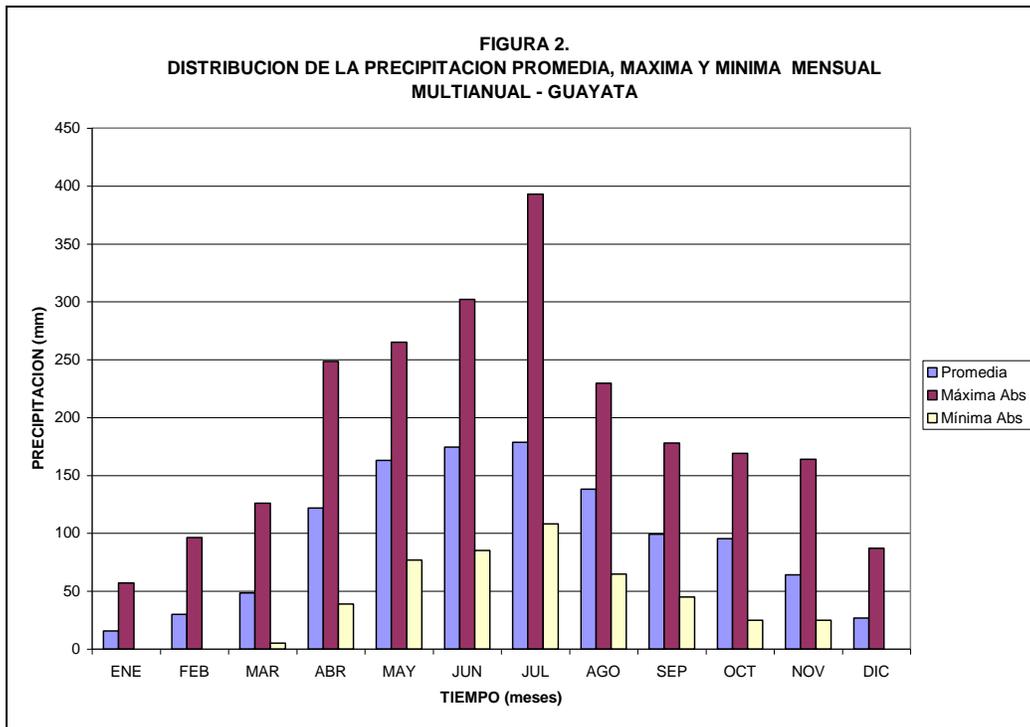
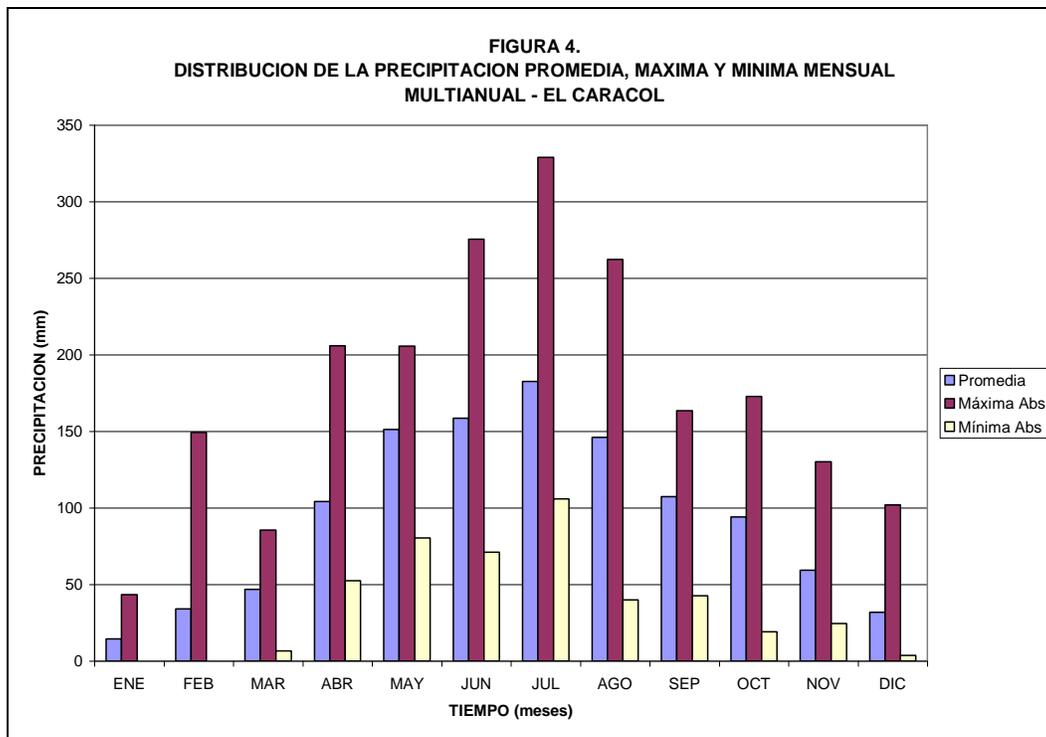
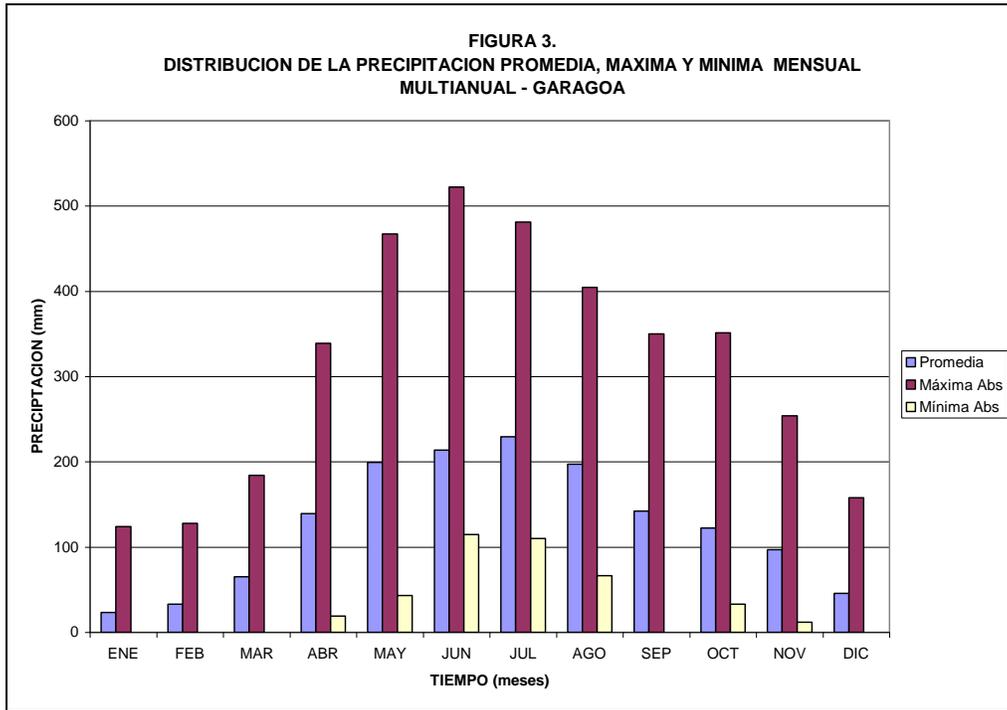
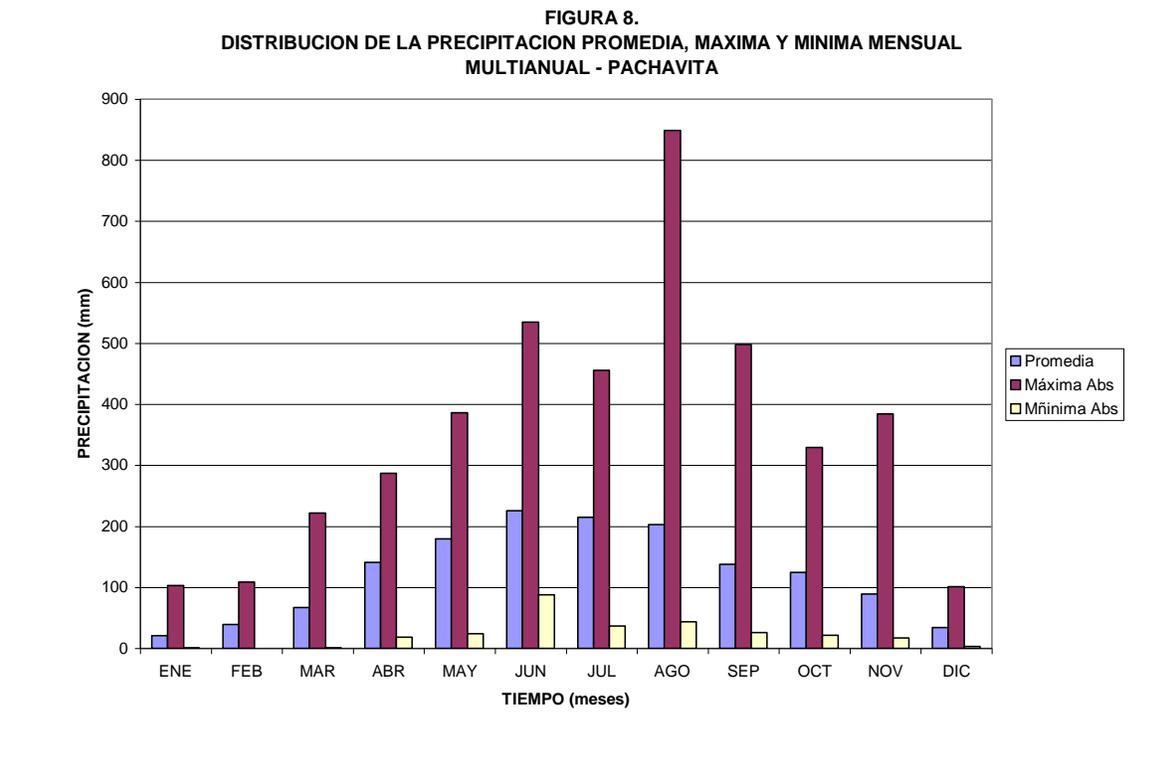
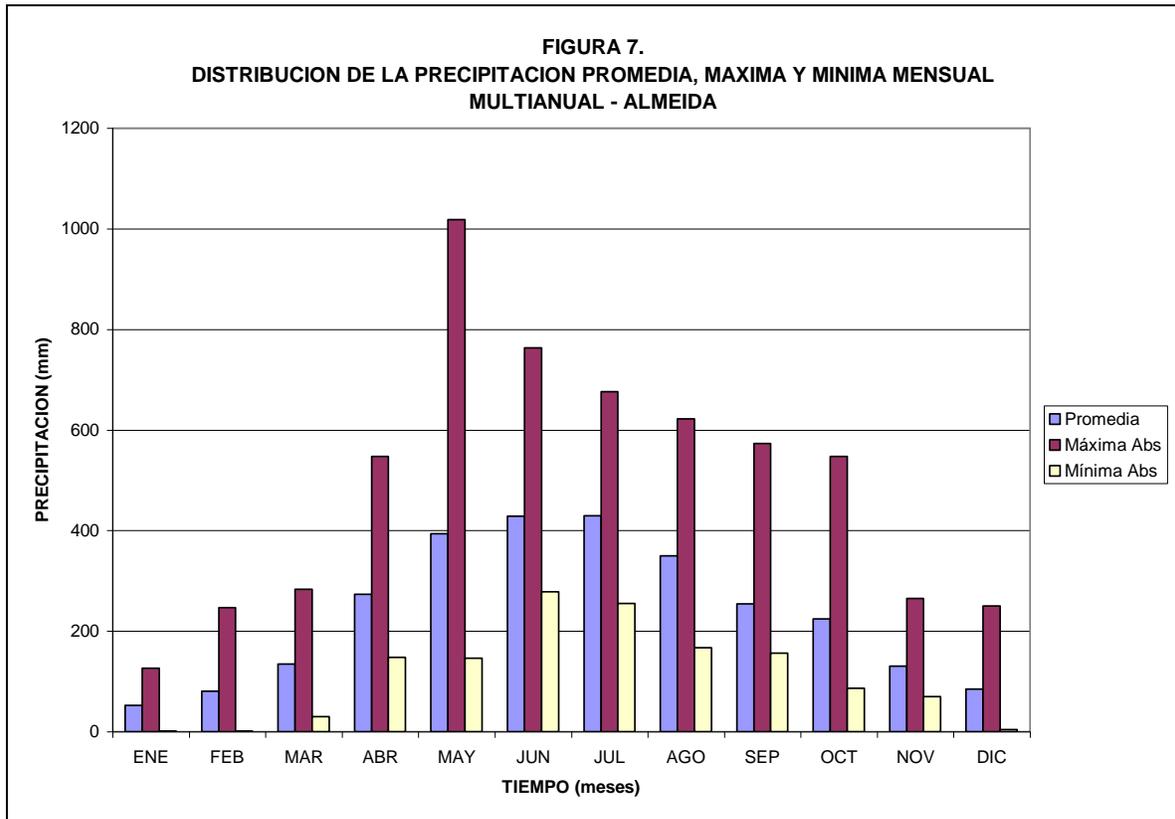


FIGURA 2.
DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION PROMEDIA, MAXIMA Y MINIMA MENSUAL
MULTIANUAL - GUAYATA



Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales





Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

FIGURA 10.
DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION PROMEDIA, MAXIMA Y MINIMA MENSUAL
MULTIANUAL - MACANAL

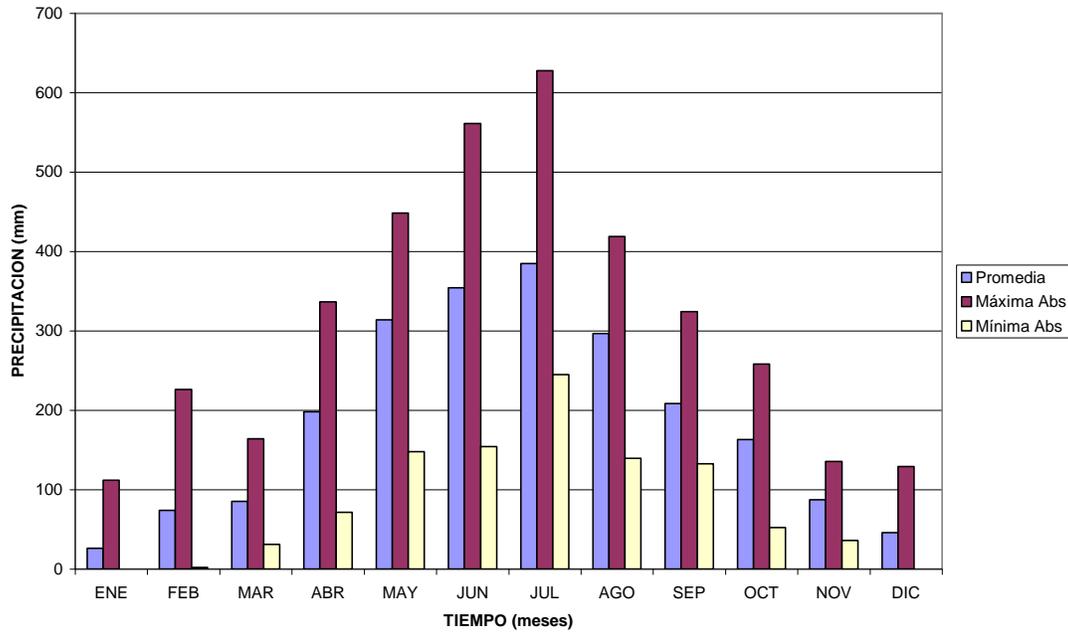
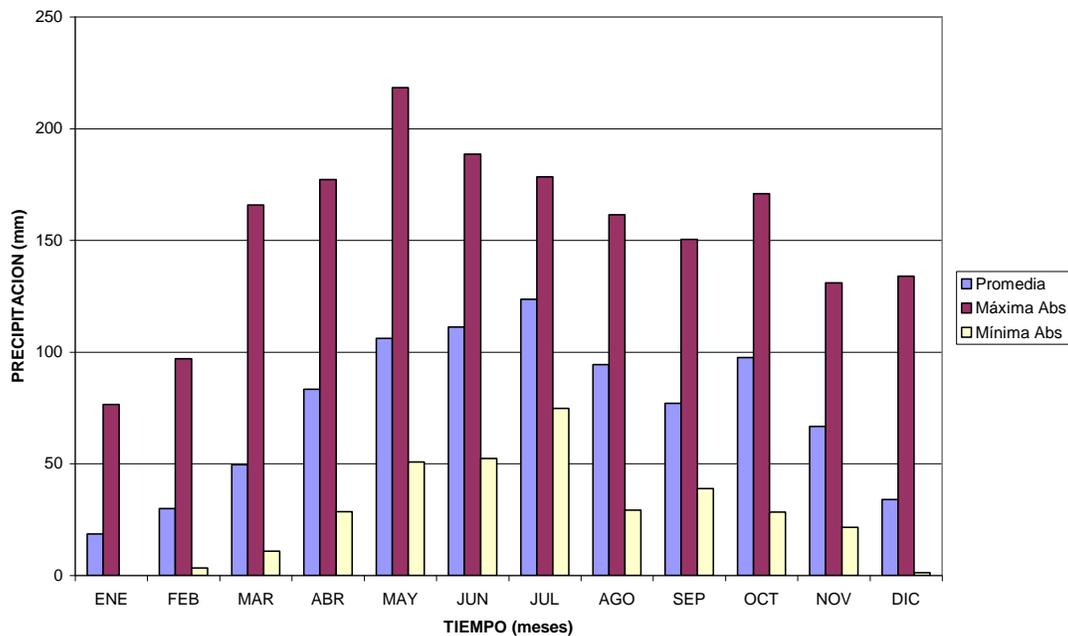
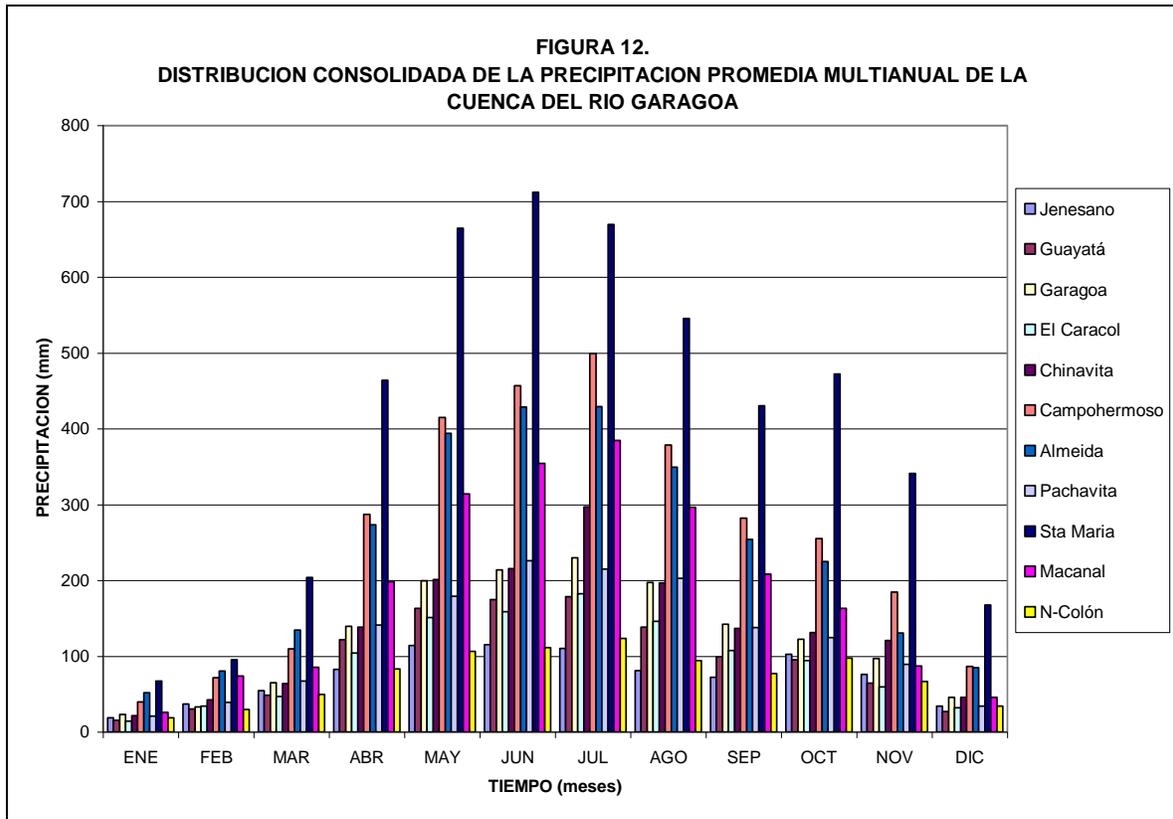


FIGURA 11.
DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION PROMEDIA, MAXIMA Y MINIMA MENSUAL
MULTIANUAL - NUEVO COLON

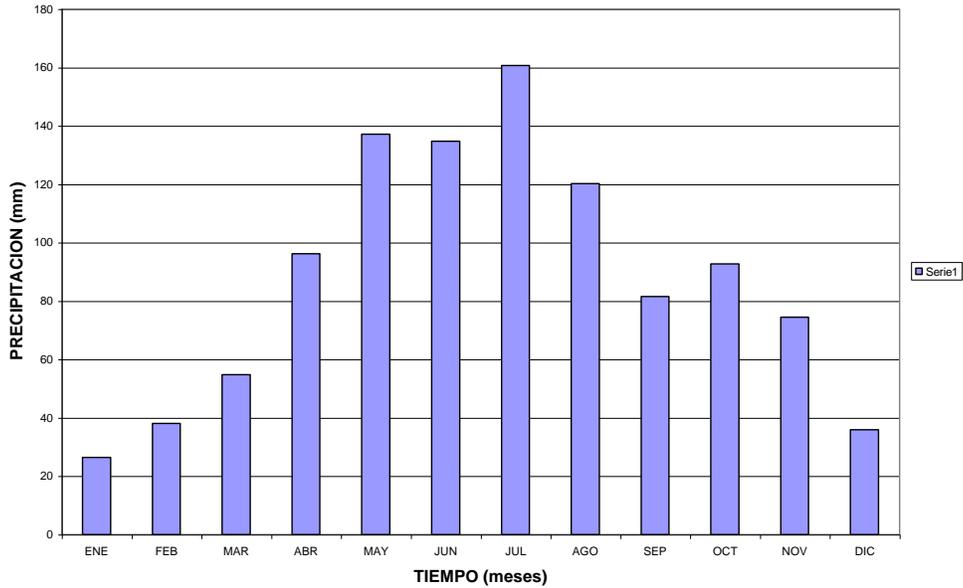


Anexo 2 Distribución consolidada de la precipitación promedia multianual de la Cuenca

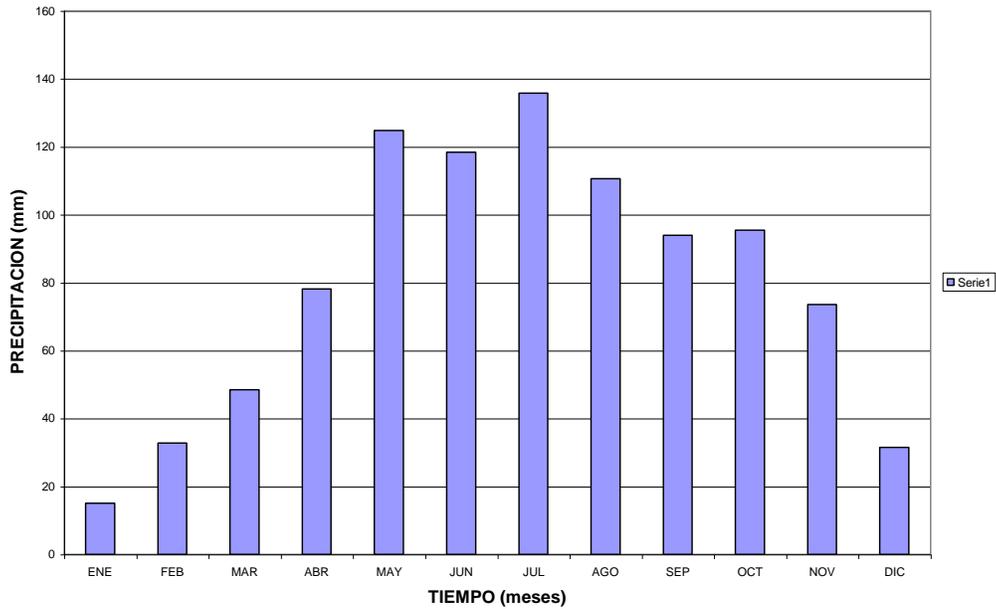


Anexo 3 Precipitación promedio mensual multianual

PRECIPTACION PROMEDIA MENSUAL MULTIANUAL - MACHETÁ

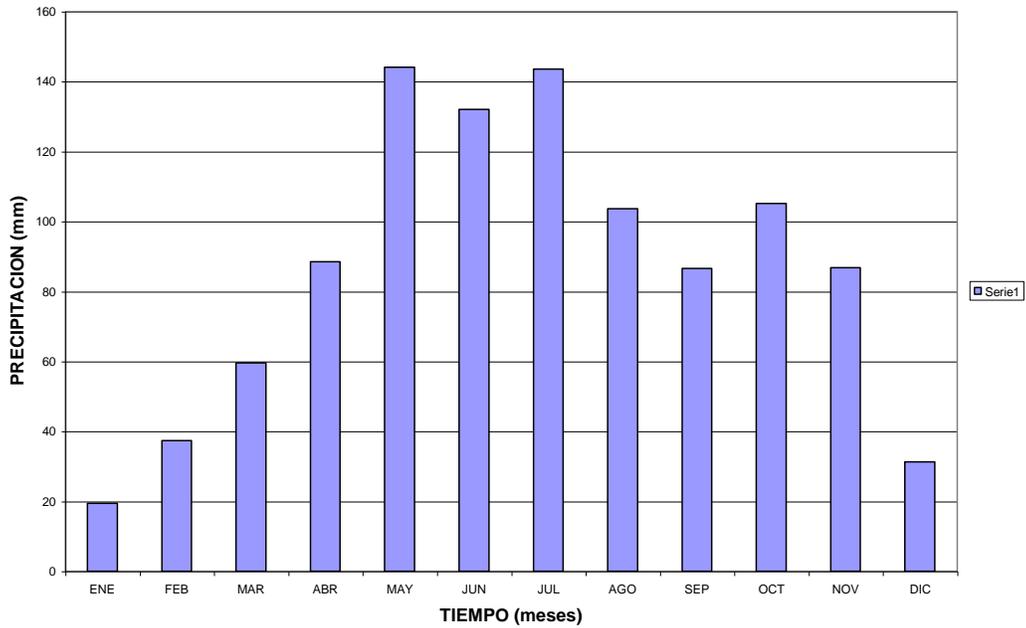


PRECIPTACION PROMEDIA MENSUAL MULTIANUAL - TIBANÁ

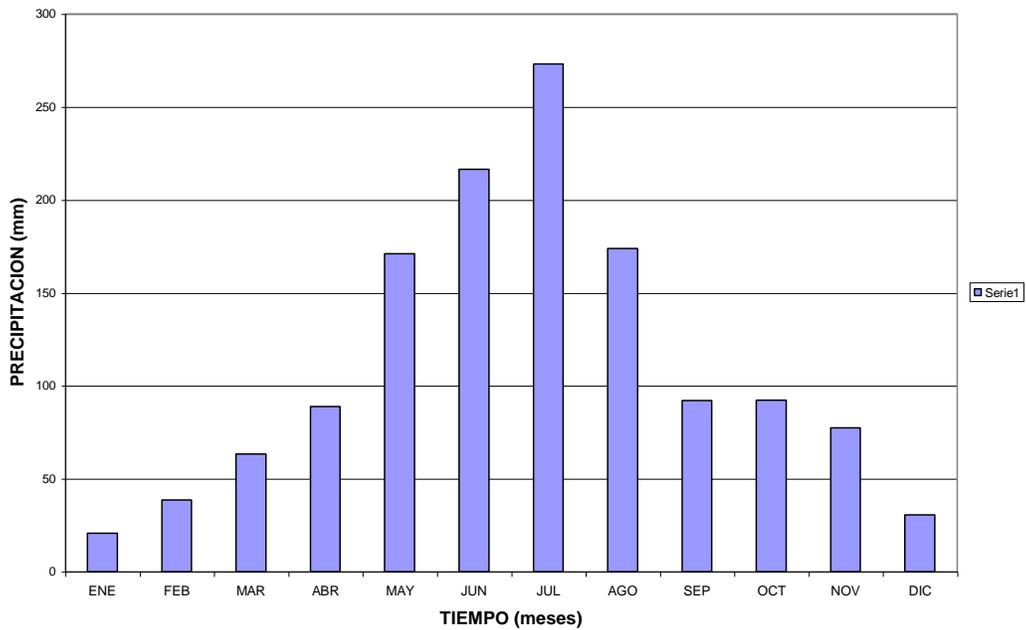


Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

PRECIPTACION PROMEDIA MENSUAL MULTIANUAL - RAMIRIQUI

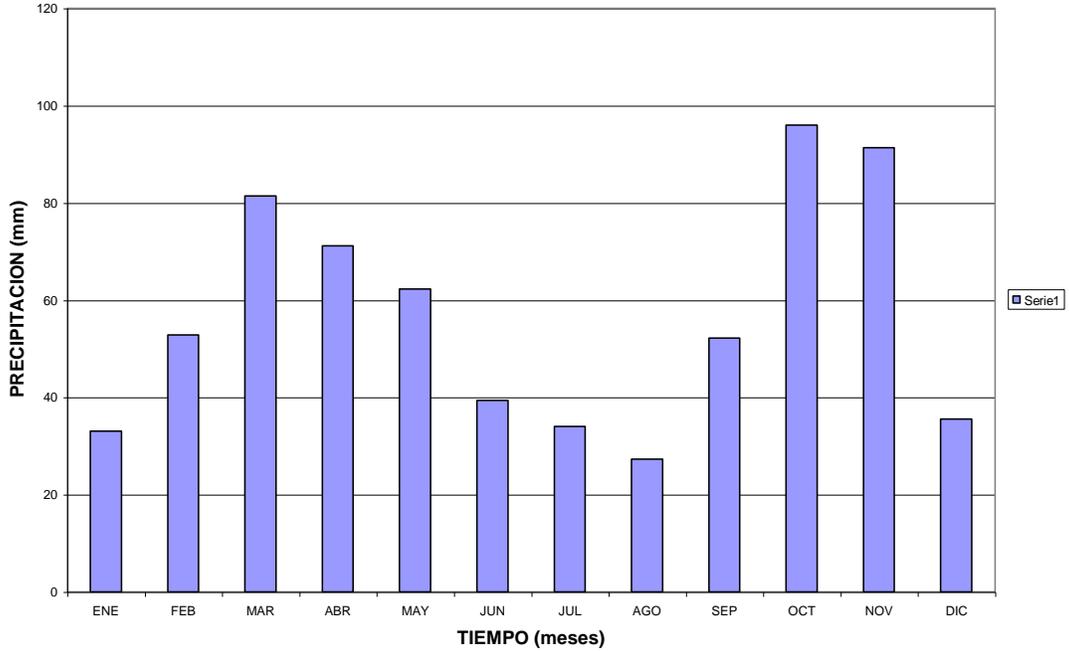


PRECIPTACION PROMEDIA MENSUAL MULTIANUAL - CHOCONTÁ PISCISL

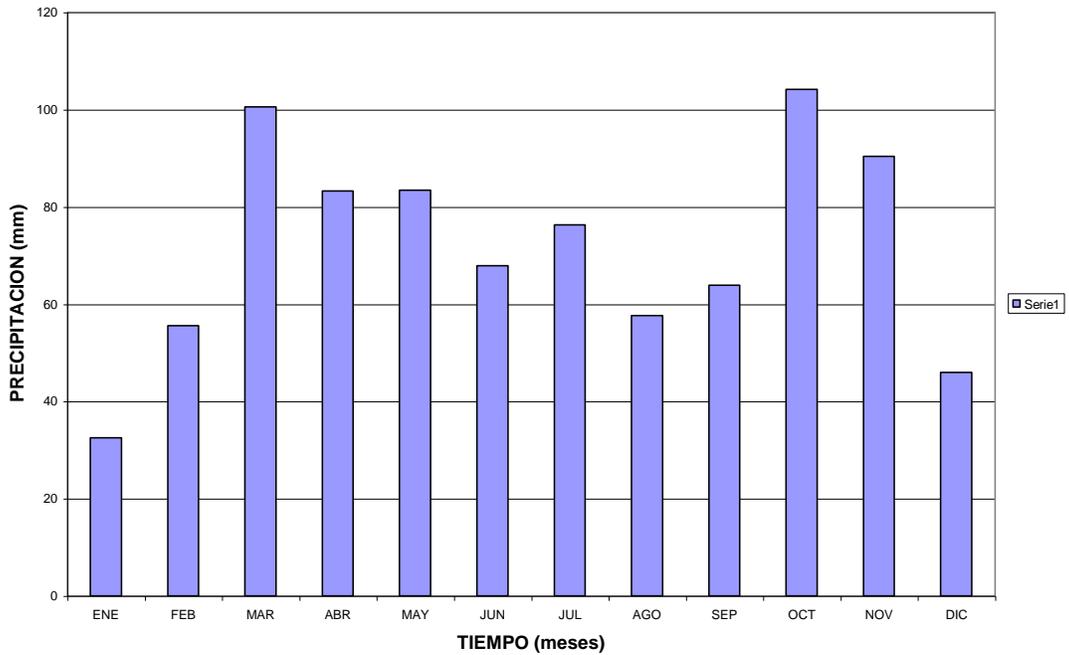


Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

PRECIPTACION PROMEDIA MENSUAL MULTIANUAL - SAMACA VILLA EL CARMEN

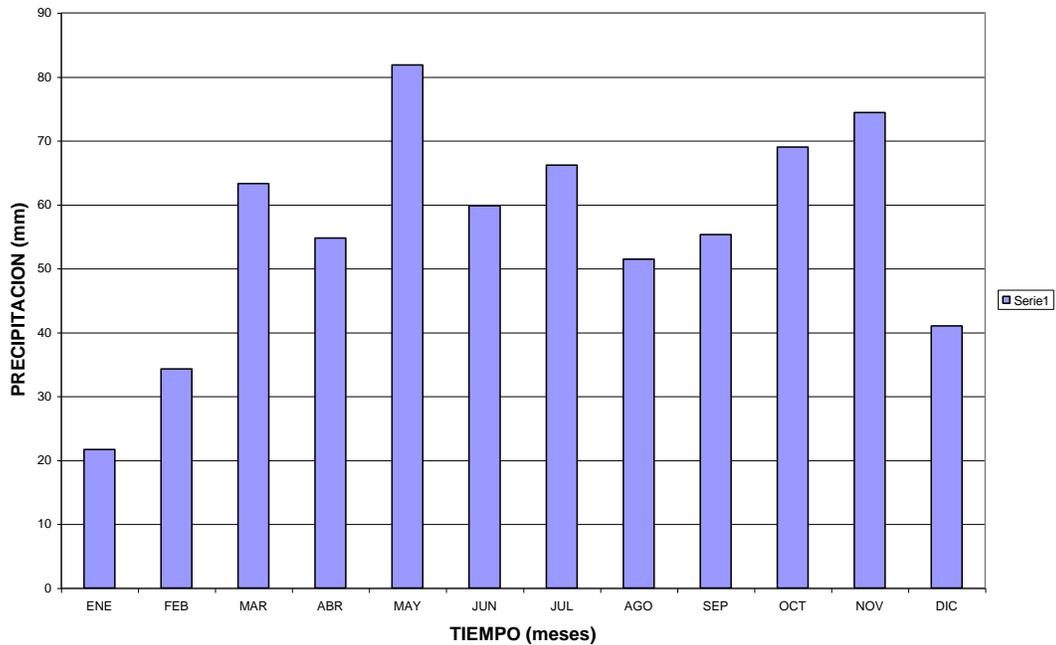


PRECIPTACION PROMEDIA MENSUAL MULTIANUAL - SAMACÁS LAS MINAS

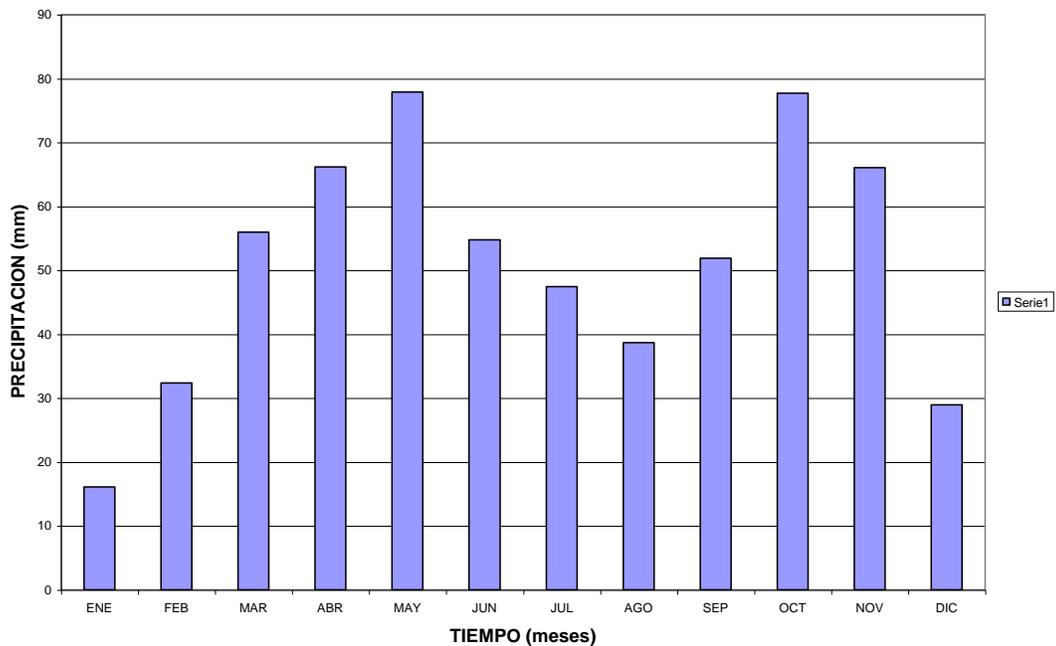


Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

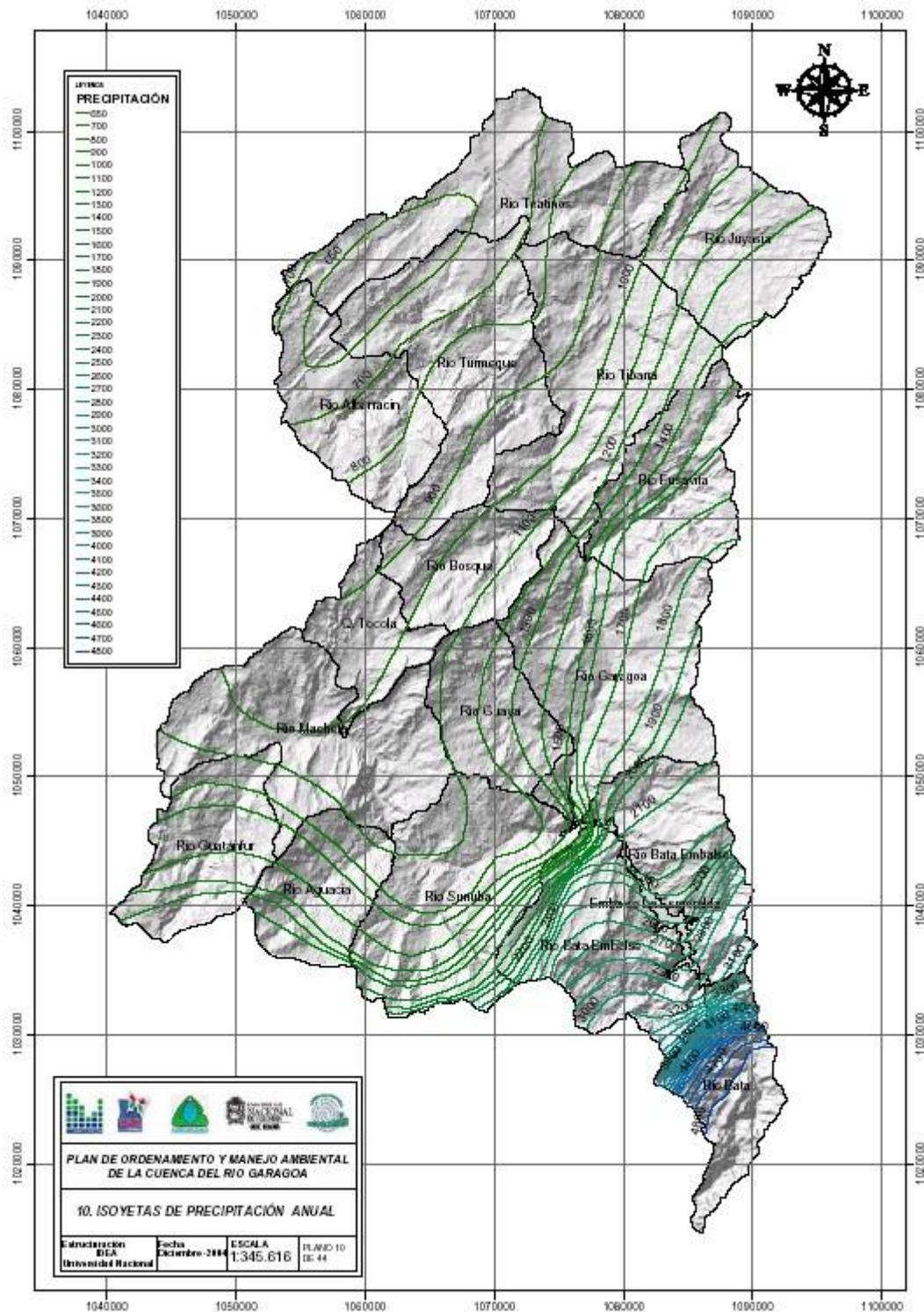
PRECIPTACION PROMDIA MENSUAL MULTIANUAL - VILLA PINZON



PRECIPTACION PROMEDIA MENSUAL MULTIANUAL - TUNJA UPTC

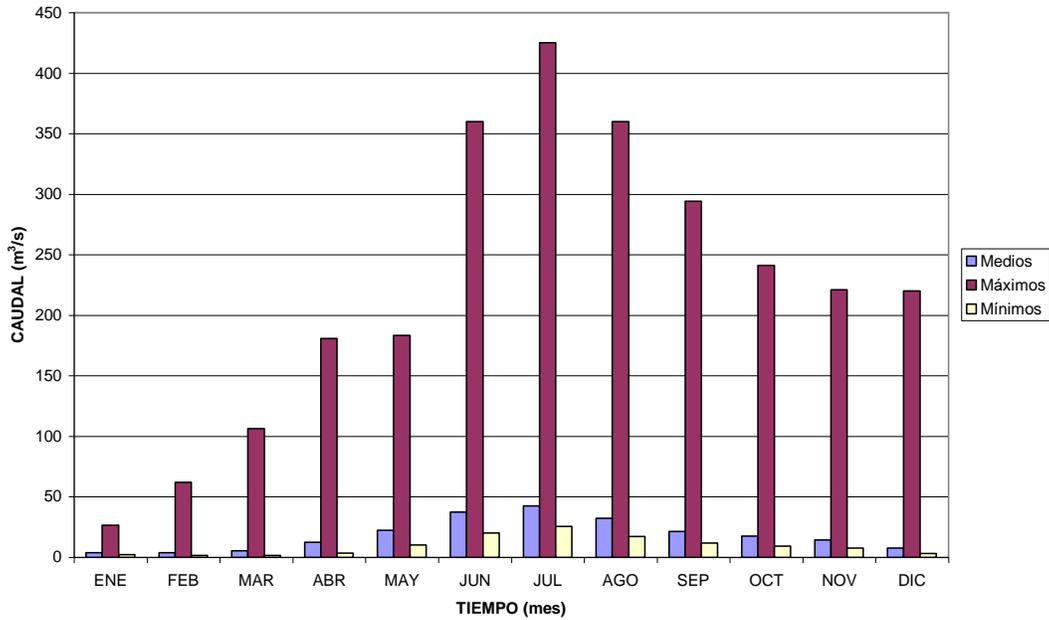


Anexo 4 Mapa de Isoyetas Corpochivor

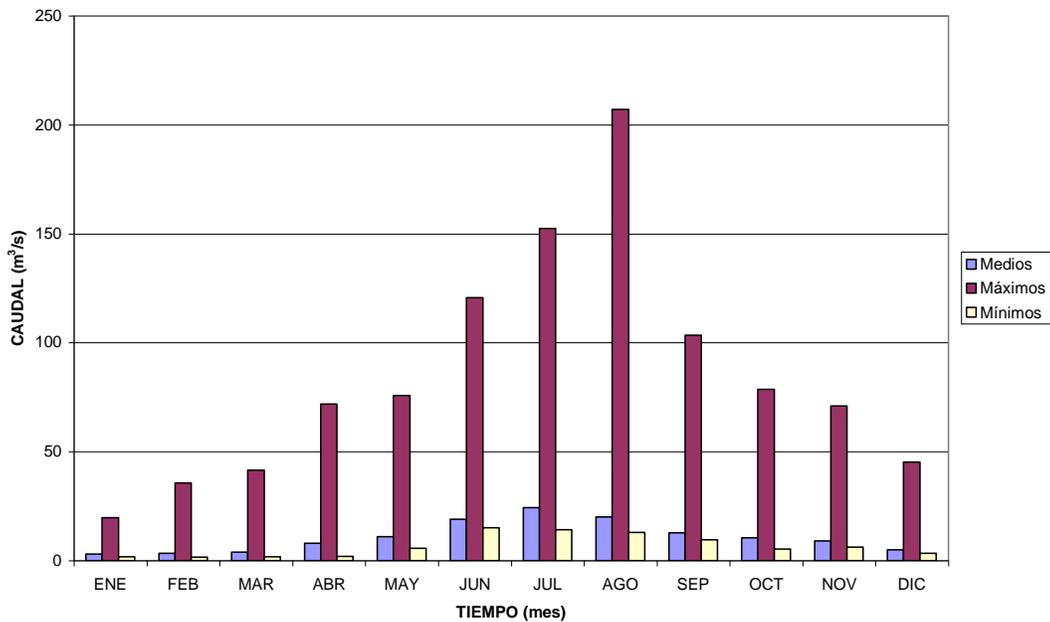


Anexo 5 Caudales

**FIGURA 5. CAUDALES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES (m³/s)
 ESTACION FIERRO**



**FIGURA 6. CAUDALES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES (m³/s)
 ESTACION BARBOSA**



Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

FIGURA 10. CAUDALES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES (m³/s)
 ESTACION PUENTE ADRIANA

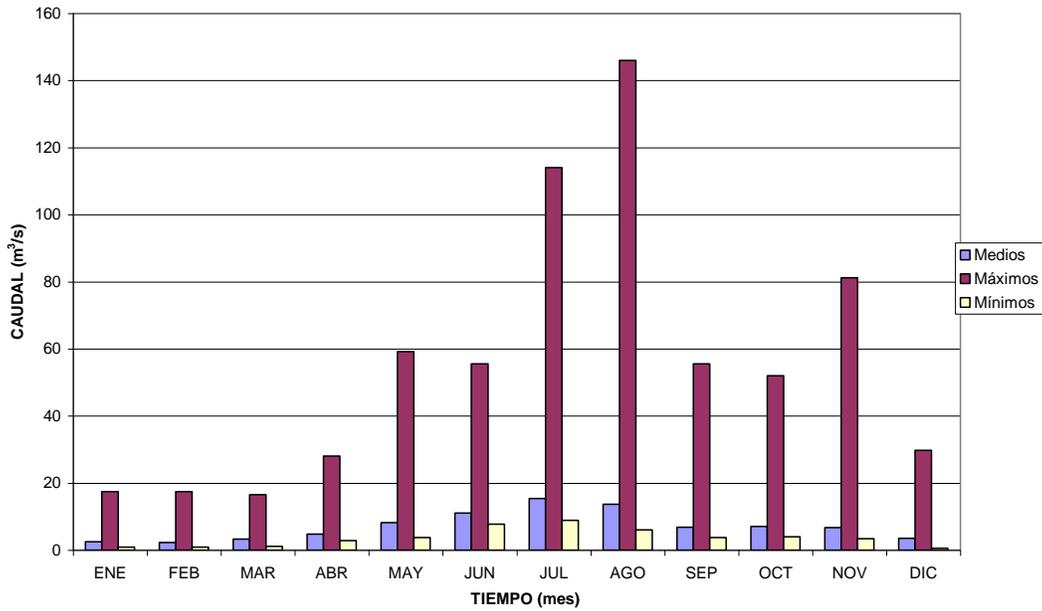
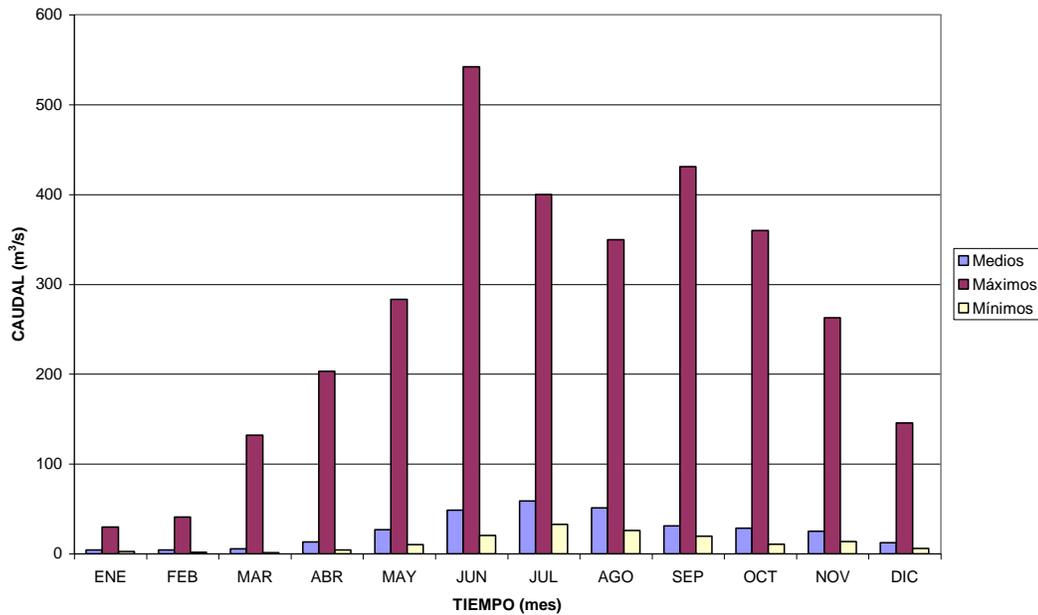
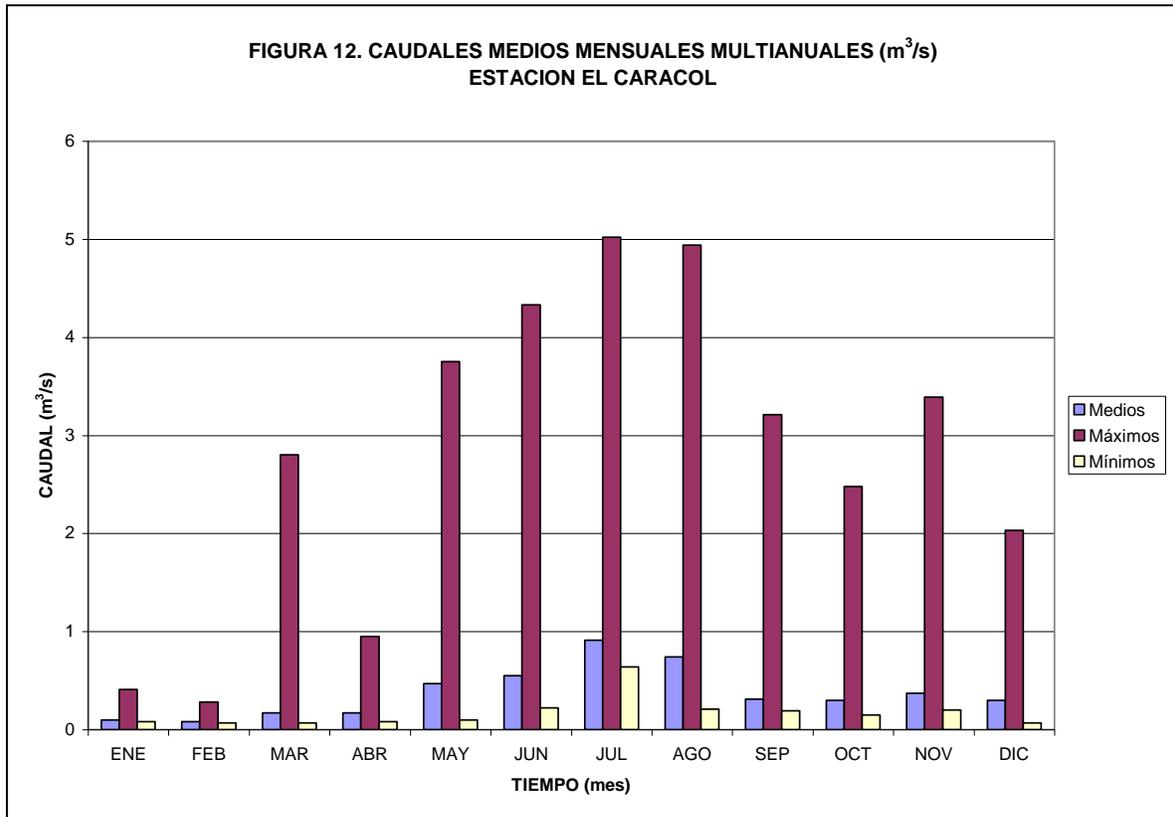


FIGURA 11. CAUDALES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES (m³/s)
 ESTACION EL CARACOL





V.COMPONENTE SUELOS

Tomás León Sicard

Agrólogo, Mg. Ciencias Ambientales, Ph.D.
Tecnología Agroambiental. IDEA-UN

Francisco Barranco

Antropólogo. Fundación de Investigaciones
Geoarqueológicas y ambientales. IDEA-UN

TABLA DE CONTENIDO

METODOLOGÍA	V-1
UNIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE BAJO EL ENFOQUE FISIAGRÁFICO	V-2
CONSTRUCCIÓN DE LA LEYENDA EXPLICATIVA	V-2
<i>Localización Geográfica</i>	V-2
<i>Paisajes Dominantes</i>	V-2
<i>Suelos Dominantes</i>	V-3
Material Parental y Rocas Dominantes	V-4
Profundidad de los Suelos	V-4
Textura	V-4
Drenaje	V-4
Reacción del Suelo o pH.	V-5
Fertilidad del Suelo	V-5
<i>Capacidad de Uso</i>	V-5
<i>Uso Actual</i>	V-6
<i>Conflictos de uso y recomendaciones de manejo</i>	V-6
ÁREAS PRIORITARIAS	V-7
RESULTADOS	V-11
<i>Las Propiedades Físico-Químicas</i>	V-13
<i>Áreas prioritarias de Intervención</i>	V-13
Subcuencas o áreas con problemas críticos (color rojo)	V-14
Subcuencas o áreas con problemas moderados (color amarillo)	V-17
Subcuencas o áreas con Uso Adecuado	V-19
<i>Usos del Suelo en Pendientes Superiores al 50%</i>	V-20
BIBLIOGRAFÍA	V-22

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA V-1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL FACTOR PENDIENTE.	V-3
TABLA V-2. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU TEXTURA	V-4
TABLA V-3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU ACIDEZ	V-5

METODOLOGÍA

Las características y distribución de los suelos de la cuenca del río Garagoa se presentan en el Mapa 26-Suelos, elaborado a escala 1: 100.000 a partir de la información proveniente del Plan de Ordenamiento Territorial, de los trabajos de Martínez (1973) y Parra (1986) y de los diferentes levantamientos semidetallados y generales de suelos realizados por el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” en varios municipios de la cuenca entre 1966 y 1997 (ver bibliografía). Su traspaso al SIG se realizó a través de la creación de bases de datos y adición de unidades cartográficas del territorio CAR y CORPOBOYACÁ, complementarios a los existentes para la cuenca del río Garagoa, ésta última suministrada por Corpochivor.

El material aportado por Corpochivor contiene, además del mapa de suelos, otros mapas de uso potencial, conflictos de uso y uso actual, que describe con bastante aproximación las características edáficas de la zona. No obstante, esta información presenta deficiencias en lo que concierne a sus bases de datos que en ocasiones son incompletas o poseen asignaciones de códigos numéricos que no fueron interpretados. En el mapa de suelos, por ejemplo, se omitieron las Fases, unidades cartográficas indispensables para evaluar las aptitudes o clases de uso asignadas a las Asociaciones.

El trabajo contempló las siguientes etapas:

- Recopilación de los estudios de suelos que existen en la cuenca y posterior unificación bajo el enfoque fisiográfico para su incorporación al SIG.
- Construcción de la leyenda explicativa con una síntesis de las características, limitantes, conflictos y recomendaciones de uso de los suelos.
- Elaboración del Mapa unificado de suelos de la Cuenca del Garagoa.
- Elaboración del mapa de Aptitudes de Uso de la Cuenca del Garagoa
- Definición de áreas prioritarias de intervención en función de las características del suelo y del uso actual de la tierra, de acuerdo a tres categorías básicas (Áreas en uso adecuado, Áreas con problemas moderados y Áreas críticas).
- Elaboración del Mapa de Zonificación de Tierras de la Cuenca del Garagoa producto de superposición y agregación de los mapas anteriores.

UNIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE BAJO EL ENFOQUE FISIAGRÁFICO

El enfoque fisiográfico para el estudio de los paisajes, plantea la existencia de factores formadores de paisaje, entre los cuales se destaca el clima, la hidrografía, el relieve, los materiales parentales, los suelos y los organismos incluyendo al hombre. Estos factores interactúan en el tiempo para la formación de los paisajes.

CONSTRUCCIÓN DE LA LEYENDA EXPLICATIVA

La leyenda se construyó a partir del citado enfoque fisiográfico, incluyendo en ella los siguientes atributos:

Localización Geográfica

Agrupar dos ítems para ubicar las unidades de suelos: uno que señala el municipio o municipios en que se presentan y otro que señala accidentes geográficos y toponimia para una ubicación más precisa de las citadas unidades.

Paisajes Dominantes

Esta categoría presupone homogeneidad en suelos, relieve y en los procesos que se dan a través del tiempo y que a su vez moldean la superficie terrestre y condicionan la cobertura vegetal; se asume que en este nivel el material parental es homogéneo, por lo cual las características de los suelos pueden diferenciar un paisaje de otro. Dentro de esta categoría se asociaron en la leyenda unificada tres parámetros: la unidad climática, el relieve con algunos procesos de modelado y las pendientes.

La unidad climática contempla tres elementos principales: la temperatura promedio anual, la humedad relativa en relación con la altitud (pisos térmicos altitudinales) y los niveles de precipitación promedio anual; los procesos de modelado se refieren al origen de los fenómenos que le imprimen huellas características al paisaje, a saber: modelados de tipo volcánico, aluvial, glacial, eólico, estructural o tectónico. Las pendientes se clasifican así:

Tabla V-1. Clasificación de suelos según el factor pendiente.

Relieve	Pendiente
Plano a casi plano	0 – 3%
Ligeramente inclinado, ligeramente ondulado	3 –7%
Moderadamente inclinado, ligeramente quebrado	7 –12%
Fuertemente inclinado, fuertemente ondulado	12–25%
Ligeramente escarpado, fuertemente quebrado	25–50%
Escarpado	50 – 75%
Muy escarpado	>75%

Suelos Dominantes

En esta categoría se presentan las principales características de los suelos dominantes en cada municipio, apelando a varios descriptores:

En primer lugar se reportan los nombres de las unidades cartográficas que aparecen en los mapas de suelos del IGAC, es decir, si se trata de una Asociación de Suelos (unidad cartográfica que agrupa conjuntos de suelos que se reparten en porcentajes similares en el territorio) o Consociaciones (unidad cartográfica en donde un solo conjunto de suelos domina en más del 70%). A su vez, el Conjunto de Suelos se refiere a porciones del terreno que comparten suelos con características internas y externas similares. Los nombres de las Asociaciones, Consociaciones y Conjuntos se asignan, por lo general, a partir de nombres locales (Ejemplo: Asociación Ramiriquí).

En segundo lugar, se presenta el nombre científico (taxonomía) de los suelos dominantes en cada unidad cartográfica, para facilitar el intercambio de información entre especialistas. Dado que estos nombres científicos no tienen mayor significado para el común de los usuarios del documento, en la leyenda se incluyen descripciones sobre otras características relevantes desde el punto de vista del uso de los suelos, tales como:

- Material Parental y rocas dominantes
- Profundidad del suelo
- Textura
- Drenaje
- Grado de acidez
- Fertilidad del suelo

Material Parental y Rocas Dominantes

Se refiere al tipo de rocas o sedimentos predominantes en un área, información importante porque se relaciona con el relieve, las pendientes y las características internas de los suelos. En la zona aparecen principalmente materiales de origen sedimentario (areniscas y lutitas) con influencia de ceniza volcánica proveniente de las cordilleras central y occidental, la cual se depositó en la cuenca hace varios cientos de miles de años y contribuyó a la evolución de los suelos de la zona.

Profundidad de los Suelos

Se refiere al grosor de cada suelo medido en centímetros de profundidad desde la superficie del terreno. Los suelos muy superficiales presentan menos de 25 cm de profundidad, los superficiales entre 25 y 50 cm, los moderadamente profundos entre 50 cm y 1 m, los suelos profundos se extienden hasta 1,5 m y los muy profundos superan este límite. Los principales limitantes de la profundidad en la cuenca son los fragmentos de gravilla o piedra, contactos con la roca dura o niveles muy cercanos del nivel freático.

Textura

Hace referencia a la distribución en porcentaje, de partículas de arena, limo, arcilla o combinaciones de ellas. Los tipos de textura en la zona son:

Tabla V-2. Clasificación de suelos según su textura

Texturas	Descripción
Arcilloso	Predominan partículas menores de 2 micras
Limoso	Predominan partículas entre 2 y 20 micras
Arenoso	Predominan partículas superiores a 20 micras
Franco	Equilibrio en tamaño de partículas

Drenaje

Esta propiedad se refiere a la mayor o menor facilidad que tienen los suelos para evacuar las aguas lluvias o las que reciben por aportes de riego suplementario. Está controlada por varios parámetros internos del suelo como la textura, la porosidad, la densidad o los contenidos de materia orgánica y externos como la pendiente del terreno o las formas del terreno. Se califica como lento, medio o rápido.

Reacción del Suelo o pH

Se refiere a la mayor o menor concentración de iones hidrógeno (H^+) o de grupos Hidroxilo (OH^-) dentro de la fase líquida del suelo, propiedad que controla la mayor parte de los procesos biológicos, físicos y químicos del medio edáfico. Se califica de la siguiente manera:

Tabla V-3. Clasificación de suelos según su acidez

Calificación del suelo	PH
Muy ácidos	3.5 – 4.5
Ácidos	4.5 – 6.0
Ligeramente ácidos	6.0 – 6.5
Neutros	6.5 - 7.5
Básicos	7.5 a 8.5
Alcalinos	> 8.5

Fertilidad del Suelo

La evaluación de las anteriores propiedades junto con análisis sobre saturación de bases (calcio, magnesio, sodio, potasio), intercambio catiónico, fósforo disponible, cantidades de aluminio y contenidos de materia orgánica, conducen a estimar la fertilidad natural del suelo, la cual se puede calificar como muy baja, baja, moderada o alta.

Capacidad de Uso

En esta categoría la leyenda define los usos potenciales de las tierras de cada municipio e indica sus principales limitantes. La clasificación se basa en el Sistema de Clases Agrológicas utilizadas corrientemente por el IGAC, en la cual las tierras útiles para fines agropecuarios de índole comercial son las de clase I, II y III, las apropiadas para usos pecuarios como pastoreo semi-intensivo, extensivo y cultivos de subsistencia o semicomerciales son las de clase IV, las que soportan únicamente pastoreo a niveles semicomerciales y cultivos de subsistencia son las V y VI, en tanto que los suelos agrupados en las categorías VII y VIII son aquellos no aptos para usos agropecuarios y que deberían destinarse a la restauración de coberturas naturales o conservación de las mismas; todas las clases mencionadas se consideran aptas para fines de conservación y recreativos, por lo cual no necesariamente dichos usos se encuentran vedados para suelos con alta aptitud agropecuaria.

Adicionalmente se señalan las principales limitantes para las actividades agropecuarias que pueden ser relativas a:

- Limitaciones por fuertes pendientes (p)
- Limitaciones por presencia de erosión (e)
- Limitaciones de orden climático, bajas precipitaciones, heladas, etc. (c)
- Limitaciones para el desarrollo radicular por pedregosidad, concreciones, limitaciones de profundidad, horizontes endurecidos (s)
- Limitaciones por exceso de humedad en el suelo o encharcamientos (h)

Uso Actual

En esta categoría se señalan los principales sistemas de aprovechamiento agrícola, pecuario o forestal que dominan en el municipio y en las unidades cartográficas de suelos.

Conflictos de uso y recomendaciones de manejo

Estas dos secciones tienen como propósito señalar las mayores dificultades para el uso sostenible de las unidades de suelos y las principales recomendaciones de manejo.

ÁREAS PRIORITARIAS

DEFINICIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA

La evaluación de las áreas críticas de la cuenca del río Garagoa se realizó en etapas sucesivas, utilizando la información cartográfica suministrada por Corpochivor y generando nueva información a través de la superposición y agregación de unidades, referidas esencialmente a los Mapas de Suelos (MS), Uso Actual de la Tierra (MUAT), Uso Potencial de la Tierra (MUPT) y conflictos de uso (MCU), con información aportada principalmente por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en diversos momentos y cuyas referencias se consignan en la bibliografía.

El análisis consistió básicamente en determinar cuál de las categorías anteriores serviría mejor para delimitar las áreas críticas de la cuenca, de tal manera que el mapa resultante fuera una guía sólida para las acciones futuras de ordenamiento.

En principio se consultó el MCU, que contiene información síntesis proveniente de comparar la vocación de uso o uso potencial de los suelos con el uso a que están sometidos actualmente.

El mapa original solamente contiene unas pocas unidades, ubicadas en el sector noroccidental de la cuenca, clasificadas en conflicto severo. De allí que la segunda etapa consistiera en unir las categorías “Conflicto Negativo Moderado” y “Negativo Severo” del MCU, a fin de contener en una sola unidad, las áreas cuyo uso agrícola, pecuario o minero tuvieran, de acuerdo con ese mismo mapa, potencialidad moderada a alta para generar sedimentos en la cuenca. Las zonas que estaban cartografiadas en el MCU como “Sin Conflicto” se unieron a aquellas que aparecen cartografiadas como de “Uso positivo”, para generar una nueva unidad denominada “Áreas de Uso Adecuado”. Finalmente las unidades cartográficas identificadas en el MCU como “Conflicto Negativo Leve”, se renombraron como “Áreas con Problemas Moderados”.

El resultado de este ejercicio no fue satisfactorio porque ahora, en lugar de unas pocas hectáreas, el mapa resultante mostraba casi toda la región en Conflicto Severo.

En una segunda aproximación, se utilizó el Mapa de Uso Actual (MUA) como una referencia para chequear los resultados obtenidos con el mapa de Conflictos de Uso.

Este MUA, que contiene 117 unidades diferentes, se redujo solamente a tres unidades: *Áreas Críticas*, que compendia a todas aquellas unidades cartográficas denominadas como cultivos

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

transitorios, cultivos agrícolas, pastos, cultivos mixtos, potreros, pastos mixtos, pastos mejorados, potreros con cerca viva, erosión natural, erosión provocada y sus combinaciones; *Áreas de uso Adecuado* incluía las unidades del MUA identificadas como Bosque primario, matorrales, rastrojo, matorrales paramunos, bosque secundario, herbáceas, pajonales, bosque plantado de coníferas, bosque plantado de latifoliadas, potreros arbolados y sus combinaciones; finalmente, se sintetizó la unidad "*Áreas con Problemas Moderados*" que reúne las categorías de cultivos permanentes y semipermanentes y combinaciones de cultivos agrícolas /pastos / bosques / pastos mixtos / rastrojos / potreros arbolados / pasto natural enmalezado, entre otros.

Este ejercicio tampoco fue satisfactorio, porque nuevamente la mayor porción de la cuenca quedaba bajo la denominación de *Áreas Críticas*. Ello en virtud de la unión cartográfica que se dio entre unidades de paisaje utilizadas en pastizales y en cultivos.

En la tercera aproximación, por lo tanto, se optó por separar las áreas utilizadas en cultivos transitorios de aquellas utilizadas en ganadería. Estas nuevas unidades, que muestran el uso de la tierra solamente en lo que atañe a cultivos, se consideran como *Áreas Críticas*, dado que los cultivos transitorios generan procesos erosivos rápidos tanto en sus fases de instalación (preparación de tierras, suelos desnudos, arada y rastrillada, siembra a favor de la pendiente) como de mantenimiento (cultivos limpios, desyerbe químico o manual, cosechas). La intensidad del proceso erosivo depende de tales prácticas y de la ubicación de las fincas en áreas de mayor o menor pendiente.

Aunque la ganadería genera efectos de compactación de suelos, terracetas y otros fenómenos de remoción en masa, que a la postre también resultan en aportes de sedimentos, dada la baja densidad ganadera presente y a que se considera que su acción tarda más tiempo en manifestarse, las zonas ganaderas se clasificaron en las *Áreas con Problemas Moderados*.

Igualmente, zonas en donde predominan los cultivos semipermanentes o permanentes en asocio con bosques o matorrales, en donde las labores de preparación de suelos son pocas o de baja intensidad, se consideraron como áreas con problemas moderados en razón, principalmente, a que la estructura del cultivo y la baja intensidad de labores permiten el crecimiento de coberturas que conservan el suelo.

Evidentemente que las zonas con bosques, árboles o matorrales, en donde la intervención es inexistente o se limita a labores de mantenimiento o entresaca, se calificaron como *Áreas de uso Adecuado*.

El mapa resultante fue complementado con la información preexistente sobre las características internas y externas de los suelos y su aptitud de uso, a partir del Mapa de Conflictos de Uso que había sido preparado durante el POT por el IDEA, para adicionar la zonificación de tierras en términos de procesos actuales, la cual diferencia áreas sin problemas o en uso adecuado, áreas con problemas moderados (suelos en exceso de carga) y áreas críticas (suelos en uso no sostenible).

Adicionalmente se preparó un mapa de pendientes que, para efectos del tipo de análisis efectuado en este estudio (técnica del semáforo), se clasificó de acuerdo a los siguientes rangos: pendientes entre 0-7% no generan riesgos apreciables de degradación; 7-50% generan problemas moderados y pendientes superiores al 50% implican zonas críticas. Este mapa se cruzó con el de uso Actual del Suelo utilizando como criterio fundamental que, cuando se trata de cultivos limpios en pendientes superiores al 50% la unidad resultante se considera como Área Crítica. Las áreas Moderadas pueden incluir cultivos transitorios o limpios y los demás usos de la tierra en pendientes 7-50%. Todos los demás tipos de uso en pendientes 0-7% no generan problemas significativos de pérdida de suelos.

Una vez definidas estas categorías, se utilizó la herramienta de SIG (Sistema de Información Geográfica) Arc View - ArcGis que permitió elaborar el Mapa de Zonificación de Áreas Críticas (Mapa 36. Áreas críticas).

La superposición de todos los mapas enunciados, generó un mapa de zonificación de tierras de cuatro colores (Mapa 28) que define áreas prioritarias de intervención desde el punto de vista agropecuario, conservación y restauración de los recursos naturales y aportes de sedimentos a las cuencas y microcuencas.

En el mapa de zonificación de tierras (Mapa 28) las áreas en color verde señalan suelos sin problemas serios, con pocas prácticas agrícolas o coberturas permanentes que evitan la liberación de sedimentos y cuyo destino final debe ser la conservación de los recursos existentes allí (no tocar); las zonas amarillas equivalen a suelos con problemas moderados, que requieren mejoras en las prácticas agrícolas y restauración de coberturas vegetales para frenar procesos degradativos del paisaje o sedimentación de los cauces a largo plazo; las áreas críticas en color rojo representan zonas desprovistas de coberturas naturales o con procesos erosivos marcados por usos inapropiados como cultivos transitorios y pastoreo en altas pendientes, quemados, corte de vegetación arbustiva o tala de bosques, las áreas adicionales en color café representan los suelos

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

con mayores aptitudes para uso agrícola o pecuario y que efectivamente se usan para tal fin por lo cual se consideran también en uso adecuado.

Las recomendaciones concretas por municipio pueden observarse en el cuadro de recomendaciones de manejo de la leyenda unificada (Anexo 1).

RESULTADOS

Características generales de los suelos de la cuenca (Leyenda Suelos Cuenca Garagoa anexa).

Los suelos de la cuenca se presentan en un mosaico complejo, desarrollado a partir de rocas sedimentarias que, en algunos sectores, han recibido aportes sustanciales de cenizas volcánicas. Se destacan en este sentido, rocas de tipo arenisca, arcillolita y lutita que le transmiten a los suelos tanto las especies mineralógicas a partir de las cuales se obtienen los nutrientes para las plantas como sus características texturales (suelos arenosos o arcillosos, según el caso).

Tales materiales evolucionaron en la cuenca bajo climas que van desde zonas templadas en el sector sur y climas medios y fríos en el centro de la cuenca hasta sectores con climas muy fríos en las crestas de las laderas. Se destaca la zona norte de la cuenca en las inmediaciones de los municipios de Soracá, Boyacá y Ramiriquí en donde el clima se torna más seco en relación con los demás sectores de la cuenca.

El relieve, de tipo montañoso estructural, correspondiente a la cordillera oriental, presenta pendientes en su mayoría fuertemente inclinadas a escarpadas, con algunas áreas importantes de pendientes más suaves en relieve ondulado a ligeramente inclinado.

La interrelación de estos factores generó un patrón complejo de suelos que se distribuyen en el paisaje en función de la magnitud en que operan los procesos genéticos derivados de ellos: en las zonas altas, frías y escarpadas aparecen suelos muy superficiales junto a afloramientos rocosos; cuando el relieve se hace menos pronunciado la acumulación de materia orgánica es mayor y, en consecuencia, los suelos son más profundos, negros, ácidos y con mejores perspectivas para su manejo agropecuario, aunque su fertilidad es media con baja disponibilidad de nutrientes debido a las bajas temperaturas que dificultan la mineralización de la materia orgánica.

En las zonas más bajas de la cuenca, con climas más templados y de menor humedad, los suelos tienden a acumular nutrientes y a transformar con mayor rapidez la materia orgánica, ofreciendo perfiles de suelos con colores amarillos y parduscos en las capas superiores, menos ácidos, con fertilidad moderada a alta y mayor disponibilidad de nutrientes.

Esta distribución se ve afectada por áreas en donde aparecen condiciones de drenaje impedido que facilita la aparición de suelos mal drenados, arcillosos y por ende con mayores dificultades para su manejo o que han recibido aportes significativos de cenizas volcánicas, las cuales le

transmiten a los suelos mejores características físicas y químicas. Como condición generalizada, aparece la acidez de los suelos y su poca disponibilidad de fósforo asimilable.

Los estudios realizados por el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” en la cuenca del río Garagoa, que incluye las jurisdicciones de las Corporaciones Autónomas CAR, Corpoboyacá y Corpochivor, identificaron setenta y dos Asociaciones de Suelos y tres Consociaciones. En promedio, cada una de estas unidades cartográficas agrupa tres conjuntos de suelos, con lo cual se estima alrededor de 225 unidades cartográficas presentes, las cuales, a su vez, se diferencian en cuatro o más fases por pendiente o pedregosidad.

Lo anterior resalta un atributo importante de los suelos de la cuenca: su *alta diversidad espacial y morfológica*.

No obstante lo anterior, a nivel taxonómico en la cuenca dominan dos órdenes de suelos: los inceptisoles y los entisoles.

Los primeros se denominan así (del griego *inceptum* = incipiente) debido a que se trata de suelos jóvenes que no han estado sometidos a fuertes procesos de evolución y que, por lo tanto, presentan un desarrollo adecuado de horizontes o capas en donde se distinguen fácilmente características propias del suelo como su estructura, profundidad, textura, contenidos de materia orgánica y desarrollo de coloraciones ligadas a su génesis.

Los suelos entisoles (del inglés *recent* = recientes) son aquellos que se encuentran en etapa de formación, en este caso, en donde la roca sólida se encuentra tan solo a unos pocos centímetros de la superficie y en donde los procesos genéticos no han operado con intensidad.

La susceptibilidad de estos suelos al deterioro se expresa esencialmente en las fuertes pendientes que los caracterizan, las cuales propician el escurrimiento superficial de las aguas de escorrentía y provocan erosión en casi cualquier grado de pendiente, aunque se acepta por lo general que, por encima del 25% - 50% la inclinación de las pendientes comienza a ser verdaderamente un factor desencadenante de procesos erosivos severos. De igual manera, el hecho de que las laderas sean de tipo estructural, es decir, que se inclinen en la misma dirección de los estratos geológicos genera fuerte susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa en la mayor parte del territorio.

Las Propiedades Físico-Químicas

Los análisis físico-químicos de suelos realizados a través de los inventarios del IGAC muestran que, en general se trata de suelos en donde los mayores o menores contenidos de materia orgánica y de cenizas volcánicas juegan un papel importante en las demás propiedades físicas y químicas de los suelos.

En efecto, cuando estos dos materiales se conjugan en las zonas de mayor altitud y en climas fríos, los suelos son más porosos y presentan menores densidades aparentes lo cual facilita el intercambio líquido y gaseoso pero a su vez incrementa la susceptibilidad a la compactación. Se trata de suelos de páramo y de sus áreas adyacentes que, cuando son sometidos a prácticas de pastoreo o de cultivos transitorios se deterioran fácilmente. Por lo general son muy ácidos, con alta capacidad de intercambio catiónico, contenidos medios a bajos de bases, presencia de aluminio de cambio y contenidos generalmente bajos de fósforo.

En altitudes menores y con climas menos húmedos, disminuye ligeramente el contenido de materia orgánica y por lo tanto se modifica su densidad aparente y su porosidad. La estructura del suelo, propiedad que se refiere al grado e intensidad de formación de agregados, se expresa de manera más intensa en estas condiciones. No obstante, la conservación de una buena estructura de suelo depende fundamentalmente del manejo y varía de finca en finca, por lo que no es posible generalizar su análisis. En estas condiciones topográficas y climáticas los suelos presentan fertilidad media expresada en alta capacidad de intercambio catiónico en los horizontes superficiales, la cual decrece con la profundidad, menor presencia de aluminio y contenidos medios de nutrientes. En algunos sectores, incluso, los nutrientes llegan a ser muy altos.

Áreas prioritarias de Intervención

EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y DE LA INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA

Como se indicó anteriormente, las fuertes pendientes y las características estructurales de las mismas hacen que la mayor parte de los suelos de la cuenca resulten particularmente susceptibles a los procesos erosivos. El análisis de cada una de las Asociaciones de suelos junto con el de la evaluación de la intensidad de uso de la tierra, permitió compilar información que muestra áreas críticas y áreas con problemas moderados o sin problemas en relación, tanto con el conjunto de características internas y externas de los suelos, como con el uso a que están sometidos. El análisis se complementa con la inclusión de la variable pendiente que, cuando se cruza con los tipos de utilización actual de la tierra, genera otros resultados interesantes.

En los párrafos siguientes se describen los resultados del análisis obtenido utilizando los dos criterios anteriores. En sección aparte se incluye el reporte del cruce de las pendientes superiores al 50% con los tipos de uso de la tierra (cultivos limpios).

Subcuencas o áreas con problemas críticos (color rojo)

Las subcuencas con problemas críticos ocupan una proporción cercana al 31.2 % (78.327 has) de la zona estudiada y se ubican especialmente al norte de la cuenca del Río de Garagoa, en los municipios de Turmequé, Nuevo Colón, Boyacá, Jenesano, Ramiriquí y Ciénega. En el centro de la cuenca sobresalen algunos sectores alrededor de los municipios de Chinavita, Tenza, Sutatenza, La Capilla y Guateque. Al sur, existe otra zona crítica entre los municipios de Chivor y Santa María

En la zona norte las subcuencas o áreas clasificadas de esta manera son:

- Quebradas Las Juntas, El Chital, San Vicente, Ruaquira, La Cachuchita, Capellanía, Supatá, Puente Piedra y Rinchoque, en Ventaquemada, extremo noroccidental de la cuenca (Asociaciones Jurpa y Degolladera).
- Río Icabuco y Quebrada Sorca al suroriente de Turmequé, incluyendo zonas aledañas a la cabecera municipal y las veredas Juratá y Jaraquirá (Asociación El Reposo)
- Río Boyacá, afluente del río Jenesano. Comprende las inmediaciones de Soracá y Boyacá (Asociaciones El Volador – Ropaguata).
- Jenesano quebradas El Murciélago, Las Rosas, Los Naranjos y La Sucia veredas Volador, Soleres, Palenque y Rodríguez (Asociación Ropaguata)
- Ciénega veredas Tiavita, Espinal, Manzano, Piedra Larga y Viracachá veredas Icarina, Naranjos, Piraguata. Río Juyasía y sus afluentes en el costado sur del municipio de Ciénega y al oriente de Ramiriquí, incluyendo las quebradas Chuscal y Honda al oriente de Viracachá. Quebrada Centenario (Asociación Tiavita).
- Nuevo Colón, sector Aposentos, vereda Tejar Abajo (Asociación El Reposo).
- Límites entre los municipios de Viracachá, Siachoque, Rondón y Ciénega, veredas Huerta Grande, La Isla y El Albañil, Serranía Grande y Alto Bijagual (Asociación La Isla).
- Ramiriquí, vereda Ropaguata (Asociación Ropaguata).

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

- Sur de Tunja, sitios Pensilvania, La Cabaña, El Carmen, quebrada San Antonio (Asociación Cogua). Suroriente de Tunja, y Soracá, sitios Santa Susana, El Granero, Los Martes, Quebrada Vieja, carretera a Viracachá, Quebrada Grande, El Pinal (Asociación Páramo)
- Siachoque, sitios el Hotel, El Cairo, Las Pilas, Alisal, Las Lajas, El Tinto, al oriente del municipio en Buenos Aires y La Chapa (Asociación Cogua). Al noroccidente del municipio, quebrada Ánimas, límites con Soracá (Misceláneos Erosionados), margen derecha del río Carmechoque, carretera Siachoque -Toca (Complejo Coluvio Aluvial) y zonas inundables al norte del municipio (Serie Termales).
- Alrededores del casco urbano de Soracá (Asociación Cogua), al sur sitio El Instinto, quebradas Matecaña y Las Lajas (Asociación Páramo).
- Alrededores de los cascos urbanos de Sora y Cucaita, sitios Gavilanera, quebradas El Chusque, San Joaquín, Honda, Negra, Sorcio, Paso El Puerco.
- Río Samacá, hasta el área de Lagunas (Cazadores, Ojo de Agua, Carrazal, La Empedrada), sitio La Esmeralda (Misceláneos Erosionados).

En estas zonas predominan suelos de las Asociaciones Tierra Negra (TN), Jurpa (JU), Ropaguata (ROP), El Volador (EV), Icarina (IC), Peña Blanca (PB), Piedra Candela (PA) y Los Galindos (GA), Páramo (MP), La Isla (LI) y El Reposo (ER), cuyas características se presentan en el Anexo 1.

Sin embargo, puede anotarse que los suelos de estas zonas son variados: van desde aquellos negros y profundos, desarrollados sobre lutitas y areniscas con influencia de cenizas volcánicas en clima frío, utilizados en pastos para ganadería extensiva, cultivos de papa, maíz, arveja, haba, arracacha, nabo, frutales, pastos y algunas plantaciones de eucaliptos y pinos, hasta suelos de menores contenidos de materia orgánica, parduscos, ácidos y con diferentes grados de profundidad efectiva. En las zonas de clima templado, aparecen suelos con contenidos bajos de materia orgánica, bien drenados, arcillosos y desaturados, que alternan con suelos superficiales y de texturas gruesas, utilizados en caña panelera, café, plátano, frutales y pastos.

En términos generales, en estas áreas críticas se presentan procesos de erosión laminar difusa, especialmente en zonas con cultivos limpios, movimientos en masa tipo reptación, deslizamientos y procesos de patas de vaca (caminos de ganado) en zonas dedicadas a la ganadería extensiva. Igualmente es posible que existan procesos acelerados de pérdida de fertilidad expresados en

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

procesos de compactación, degradación de la estructura y disminución de los nutrientes disponibles para las plantas.

En el sector medio de la cuenca del río Garagoa, aparecen Áreas Críticas en las siguientes subcuencas:

- Quebradas Cementerio y Bolívar e inmediaciones de la cabecera municipal de Chinavita (Asociaciones Chinavita, Valle Grande y Rondón)
- Río Guaya, entre La Capilla y Tenza (Asociaciones Rucha, Valle Grande, Rondón y Quebradas)
- Quebradas Suaitoque, Chorro de Oro, Los Halcones, Negra y Moyitas afluentes del río Súnuba por la margen norte en el municipio de Guateque (Asociaciones Rucha y Valle Grande).
- Villapinzón, nacimiento del río Funza o Bogotá (Asociación Páramo).
- Colinas al sur del casco urbano de Chocontá y al suroeste del casco urbano de Villapinzón, alledañas al río Bogotá en la vereda Nueve Pilas (Asociación Cogua).

En estas zonas de menor elevación (1.700 – 2.000 msnm), aparecen variados tipos de suelos muy ácidos, bastante evolucionados, lavados y desaturados, con pocos nutrientes para las plantas y gravilla o contactos líticos que afectan su profundidad efectiva, utilizados en pastos y cultivos de fique, maíz y plátano. Algunos sectores presentan suelos pesados con arcillas expandibles y permeabilidad lenta, que presentan dificultades físicas para su manejo y suelos superficiales pero con excelentes contenidos de nutrientes. Con esta excepción, la mayor parte de los suelos poseen altos contenidos de aluminio, bajos de bases totales y de fósforo. Se utilizan en cultivos de caña, yuca, maíz, plátano, frijol, arveja, pepino, tomate, habichuela, café y pastos mejorados y naturales.

En el sector sur de la cuenca del río Garagoa, en jurisdicción del municipio de Santa María, existen dos Áreas Críticas adicionales en las subcuencas de los ríos Cachipay y Mirolindo por un lado y La Cotuda – La Clarita – Gacenera por el otro, las cuales, no obstante, están por fuera de las zonas que vierten sus caudales directamente al embalse de Chivor. Además se presentan zonas críticas en:

- San Luis de Gaceno, quebrada El Toro (Asociación El Toro)

- Santamaría, ríos Batá, Lengupá y Súnuba (Asociación Santamaría)

Subcuencas o áreas con problemas moderados (color amarillo)

Las zonas calificadas de esta manera ocupan aproximadamente 24.315 hectáreas, es decir, el 9.69 % de la cuenca, extendiéndose desde el norte, en inmediaciones de los municipios de Jenesano y Viracachá, hasta el sur Municipios de Santa María y San Luis de Gaceno, pasando por la mayor parte de los municipios más importantes de la región.

Esta unidad agrupa una extensa variedad de usos de la tierra, entre pecuarios y agrícolas, que en común poseen el hecho de incidir en procesos erosivos moderados a leves y que, en consecuencia, no exigen inmediata atención como en el caso de las Áreas Críticas. Ello no quiere decir, por supuesto, que tales áreas no deban recibir atención de parte del Estado y de las entidades regionales ya que, por el contrario, ameritan especial cuidado para evitar que se agraven los procesos erosivos o degradativos de los recursos. Son zonas para reducir y prevenir tales fenómenos.

Al norte de la Cuenca sobresalen las siguientes subcuencas con problemas moderados:

- Zonas ubicadas al oriente del Río Garagoa entre Jenesano y Tibaná (quebradas Ritoque, Santuario, Quinteros, Agua Blanca, Calera, Suta, Colorada, Ruche, Cardonal, y Tres Quebradas).
- Zonas ubicadas al occidente del río Garagoa, desde la quebrada La Sucia en inmediaciones del municipio de Tibaná, hasta el Río El Bosque (alrededores de Umbita) pasando por las quebradas Las Lajas, Malpaso y Chorro Hondo, La Laja, Divorcio y Chuscal (municipio de Pachavita).
- Afluentes del río Fusavita, con excepción de las quebradas Ortigal – Tasajeras y Salamanca – Los Loros – Granizal.
- Siachoque, quebrada Toaca, puente Las Pescas, Carretera a Pesca (Serie Quebrada Toaca).
- Valle de Samacá, corregimiento de Cucaita (Serie Cucaita), Lomas alrededor de Samacá (Serie Coluvio lomas de Samacá), Vereda El Valle hasta cercanías al puente de Samacá (Serie Juncas), Haciendas el Rosario y Alcalá (Serie Salamanca), Hacienda Tausamena (Serie Tausamena), vereda Churuvita (Serie Churuvita), (Serie La Colmena). Samacá (límites entre Samacá y Ventaquemada, Alto de La cuchilla El Gacal),

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

- Veredas Palo Blanco y Puente Boyacá en Ventaquemada (fincas Wilches y Raque).
- Ramiriquí (Vereda El Común, Finca San José). Ramiriquí (veredas El Andrinal, Endrinal Arriba, Santuario), Ramiriquí (Cuchilla Bijagual hasta las partes altas de la Vereda San Antonio).
- Ciénega (margen derecha de la carretera Ramiriquí- Rondón, vereda El Albañil), Ciénega (Veredas Piedra Larga, Jaranita y Galindo), Ciénega (Alto de Bijagual, margen derecha e izquierda de la carretera Ramiriquí-Rondón)
- Viracachá (veredas los Galindos y La Isla, fincas La Esmeralda y Los Pinos), alrededores de la escuela Icarina Abajo, vereda Icarina Arriba, finca Tamayo, veredas Los Naranjos Arriba y Centro).
- Ventaquemada (Veredas Jurpa, Frutillo, Monrique y Boquerón),
- Turmequé Veredas Siguinoque, Centro, Pozo Negro y Joyagua, proximidades al río Turmequé,
- Nuevo Colón (en fajas pequeñas, en la parte alta de la Vereda Aposentos),
- Jenesano (veredas Piedra Candela, Piranguatá, Hervidero, Palenque y El Volador), Puente Camacho
- Boyacá (vereda Llano Grande), Boyacá (Veredas Vanegas y Huerta Grande).
- Santa María (Vereda Huerta Grande, Vertientes de los ríos Batá, Lengupá, río Súnuba frente a la población).
- San Luis de Gaceno (Corregimiento Santa Teresa, San Luis, cercanías a la población), Paralelo a la carretera Machetá - Manta (Serie Gama).

En estas zonas predominan los suelos de las Asociaciones Ramiriquí (RM), El Común (EC), Chivor (CH), Piedra Candela (PA), Rondón (RO), Ropaguata (ROP) y Chinavita (CV) (Anexo 1)

Sobre el sector central de la cuenca entre los municipios de Pachavita, Garagoa, Sutatenza, Guayatá, Somondoco, Almeida y Chivor, se extiende una amplia zona con problemas moderados de uso de suelos. Incluye las siguientes subcuencas:

- Quebradas Las Moyas – Roavita al sur de Chinavita.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

- Quebradas Jiriguuelos – San José – El Malpaso – La Laja – El Salitre – Rionegro, ubicadas al norte y al oriente de Garagoa.
- Subcuenca del río Súnuba, con excepción del área ya descrita de Guateque.
- Afluentes que caen directamente al embalse por el costado occidental (quebradas El Varal, Barro Amarillo, Cuya, El Peje, Manzanos, en inmediaciones de la población de Almeida).
- Afluentes que caen directamente al embalse por el costado oriental (Quebradas Volador, El Hato, Los Curos, El Manantial, El Arenal y Los Rincones) en inmediaciones del municipio de Macanal.

En esta amplia zona dominan las Asociaciones Rucha (RU), Quebradas (QB), Crucero (CR), Valle Grande (VG), Rosal (RS) y Chivor (CH), cuyas descripciones se encuentran en el Anexo 1

Finalmente, en el sur de la cuenca, en los municipios de Santa María y San Luis de Gaceno aparece una importante extensión de terrenos dedicados a cultivos de clima medio y cálido. Sin embargo, las aguas de estas zonas no entran al embalse de Chivor sino que drenan hacia el río Lengupá hacia la vertiente del Orinoco.

En estas zonas predominan los suelos de las Asociaciones La Mesa (LM) y Agua Caliente (AC).

Subcuencas o áreas con Uso Adecuado

Esta categoría representa zonas en las cuales existen condiciones aptas para la agricultura o la ganadería en diversos grados, actividades que se han realizado sin menoscabo de los recursos naturales (148.000 hectáreas).

Se trata bien sea de zonas ya transformadas, pero que no se aprovechan eficientemente debido a diversas razones o áreas que conservan bosques secundarios. Estas zonas se ubican a manera de un cinturón en los bordes de la cuenca, ocupando por lo general los lugares más altos. Ellas son:

- Valle Aluvial del río Chicamocha, Municipios de Tunja, Toca y Zotaquirá, también presente en los alrededores de Firavitoba, y los Valles de Toca y Zotaquirá (Serie río Chicamocha).
- Valle aluvial del río Pesca (Consociación Centro), la mayoría de la Asociación Quebradas en Garagoa (Quebradas San José, Ubacón, las Lajas y Los Volcanes), la parte oriente del

embalse de Chivor en el Municipio de Macanal, la Quebrada Roavita en Chinavita y la Vereda Quebradas en Tenza.

- En Ciénega, carretera a Ramiriquí, límites con Rondón (Vereda Centro Rural),.
- Asociación Laureles presente en La capilla (Vereda Camagoa), Rondón (Vereda Centro Rural y San Antonio); quebradas Agustinera y El Secreto, al oriente de Santamaría, incluyendo camino hacia la mesa del Guavio y río Lengupá; al norte de Villapinzón en la quebrada El Desagüe, parte baja del cerro Las Corbatas y Vereda San Pablo (Asociación Villapinzón); Colinas aledañas al río Bogotá y quebrada El Rejón en Chocontá (Asociación Villapinzón); al oeste de Chocontá en la quebrada Los Arrayanes (Asociación Siecha).

En estas áreas dominan los siguientes suelos: Asociación El Común (ECU), Chivor (CH), Rosal (RS), Los Toyos (LT), Misceláneo Páramo (MP) y Represa (RE) (Anexo 1).

Usos del Suelo en Pendientes Superiores al 50%

La intención de este análisis radica en identificar aquellas zonas cuyas pendientes resultan contraproducentes en extremo para usos agrícolas especialmente del tipo de cultivo transitorio o cultivo limpio, dada las altas tasas de erosión que ello supone. Este trabajo no descarta las anteriores zonas críticas, sino que señala los sitios específicos en donde se ubican tales actividades que, en teoría, deberían evitarse.

El resultado de este ejercicio muestra que, alrededor de 4747 hectáreas en la cuenca se están utilizando con cultivos limpios o transitorios en pendientes superiores al 50%. Las principales áreas se ubican al norte (cuencas de los ríos Juyasía y teatinos), centro (cuencas de los ríos Garagoa, Guaya y Bosque) y hacia el sur en algunos sectores de las cuencas de los ríos Machetá y Guatanfur.

En la subcuenca del río Garagoa se destacan algunas zonas cercanas a Pachavita entre las microcuencas de las quebradas La Chapa, Sinaí, Chorro Hondo, Chorro Betania y La Laja. En la subcuenca del río Guaya aparecen áreas de este tipo en inmediaciones de La Capilla; en Teatinos las áreas de altas pendientes se ubican en la quebrada El Neme y en la subcuenca del río Bosque, son las áreas comprendidas entre las quebradas Tasvita y el caño El Rosal, al suroccidente de Úmbita.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

En tales zonas habría que intensificar los procesos de reconversión tecnológica hacia cultivos permanentes o plantaciones forestales o concertar con los propietarios algunas soluciones viables desde el punto de vista social y económico.

BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1966. Reconocimiento de Suelos del Suroriente del Departamento de Cundinamarca, Municipios de Gama Gacheta, Gachalá, Junín, Machetá, Manta, Medina, Tibiritá y Ubalá.
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1968. Estudio Detallado de Suelos de la Parte Plana y General del Sector Quebrado de los Municipios de Tunja y Siachoque Para Fines Agrícolas (Departamento de Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1973. Estudio detallado de Suelos y Clasificación de Tierras Para Riego. Valles de Samacá, Cucaita y Sora (departamento de Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1978. Estudio General de Suelos de los Municipios de Viracachá, Ciénega, Ramiriquí, Boyacá, Jenesano, Nuevo Colón, Tibaná, Turmequé y Ventaquemada (Departamento de Cundinamarca).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1985. Estudio General de Suelos del Oriente de Cundinamarca y Municipio de Úmbita (Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1997. Estudio General de Suelos del Valle de Tenza, Región de Lengupá y municipio de Pesca (Departamento de Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. ORSTOM. 1984. Estudio integrado de usos del suelo del Altiplano Cundiboyacense.
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. UPTC. 1988. La Modernización Entre Campesinos Parcelarios, el Caso de Tenza Boyacá.
- Martínez, B. R. 1973. Plan integral de desarrollo Urbano, Garagoa (Departamento de Boyacá).
- Parra, S.W. 1986. Zonificación Ambiental de la Microcuenca Las Moyas, Municipio de Garagoa (Departamento de Boyacá).

ANEXOS DEL COMPONENTE SUELOS

- Anexo 1.** Leyenda unificada de suelos (uso actual, aptitud de uso, conflictos de uso y zonificación) Cuenca del Río Garagoa

VI. COMPONENTE ECOSISTÉMICO

Elizabeth Valenzuela C.

Bióloga, Maestría Medio Ambiente y Desarrollo.
IDEA-UN

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	VI-1
ASPECTOS METODOLÓGICOS	VI-2
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS.....	VI-4
Pérdida total de hábitat	VI-4
Grado de fragmentación	VI-6
Bloques de hábitat	VI-8
Grado de protección.....	VI-9
Estado de conservación instantáneo	VI-9
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA... VI-11	
Ríos y otros sistemas de aguas corrientes	VI-11
Lagunas de montaña	VI-12
Embalse La Esmeralda	VI-13
ÍNDICE DE HÁBITAT DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	VI-15
Priorización mediante leyes de potencia	VI-17
(INFRA)ESTRUCTURA ECOLÓGICA.....	VI-21
Áreas y ecosistemas estratégicos	VI-21
Corredores biológicos	VI-24
Infraestructura ecológica y Gestión ambiental.....	VI-25
BIBLIOGRAFÍA	VI-31
ANEXOS	

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA VI-1 PORCENTAJE DEL HÁBITAT PERDIDO PARA LOS ECOSISTEMAS DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	VI-6
TABLA VI-2 GRADO DE FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT DE LAS ECO-REGIONES TERRESTRES DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	VI-7
TABLA VI-3 SUPERFICIE CUBIERTA POR LAS ÁREAS DE MANEJO ESPECIAL	VI-9
TABLA VI-4 ESTADO DE CONSERVACIÓN INSTANTÁNEO DE LAS ECO-REGIONES TERRESTRES DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	VI-10
TABLA VI-5 ÍNDICE DE HÁBITAT DE LOS MUNICIPIOS Y SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.....	VI-15
TABLA VI-6 MUNICIPIOS PRIORITARIOS POR SU CONTRIBUCIÓN AL ÍNDICE DE HÁBITAT REGIONAL	VI-18
TABLA VI-7 SUBCUENCAS PRIORITARIAS POR SU CONTRIBUCIÓN AL ÍNDICE DE HÁBITAT REGIONAL	VI-18
TABLA VI-8 VALORES DEL EXPONENTE B Y DIMENSIÓN D DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS	VI-19
TABLA VI-9 PRINCIPALES TIPOS DE ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS SEGÚN SU FUNCIÓN	VI-22

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA IV-1 APORTE DE LOS (A) MUNICIPIOS Y SUBCUENCAS (B) AL ÍNDICE DE HÁBITAT REGIONAL DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	VI-19
--	-------

INTRODUCCIÓN

En este informe se presentan los resultados obtenidos en el análisis del componente ecosistémico, como parte de la caracterización físico-biótica de la Cuenca del Río Garagoa, así como los aspectos metodológicos que los sustentan, que corresponden al producto del literal 3b del Convenio.

En primer lugar, se describe el estado actual y potencial de la cuenca en términos de su cobertura de vegetación, a partir del cual se realiza un análisis del estado de conservación instantáneo de las eco-regiones terrestres de la Cuenca; el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos se definió con base en una revisión bibliográfica y el criterio de expertos. En segundo lugar, con base en la cobertura de vegetación actual según su nivel de transformación se estima el índice de hábitat para dos tipos de unidades espaciales -municipios y subcuencas-. Por último, se presenta una propuesta de áreas y ecosistemas estratégicos basada en la oferta de bienes y servicios ambientales que, conectados mediante corredores biológicos, constituye la (infra)estructura ecológica de soporte de los procesos y actividades humanas; esta propuesta, en términos de gestión ambiental, se centra básicamente en los programas de conservación y restauración del POMCA, aunque se señalan otras acciones complementarias.

El principal hallazgo a nivel ecosistémico es un alto nivel de transformación de la cobertura de vegetación natural, cerca del 80% de la cobertura original ha sido reemplazada por matorrales, potreros y cultivos, principalmente; esta situación se torna más favorable si se analiza desde la perspectiva del índice de hábitat, el cual incorpora las áreas con un nivel moderado de transformación que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales debido a la cobertura permanente y al tipo de vegetación que poseen. Sin embargo, se considera de vital importancia la conservación de todos los relictos ecosistémicos presentes en la Cuenca.

De acuerdo al estado de conservación instantáneo, las eco-regiones de los bosques basales y submontanos se encuentran en peligro, los bosques montanos vulnerables y los bosques montano altos y páramos en una condición de relativa estabilidad. A nivel acuático, los ríos y otros sistemas de aguas corrientes, así como el embalse La Esmeralda se encuentran vulnerables debido a la alteración de su calidad y de la afectación del régimen hidrológico como consecuencia de la pérdida de cobertura de vegetación; las lagunas de montaña se encuentran relativamente estables.

La propuesta de estructura ecológica de soporte que se presenta está conformada por un conjunto de áreas y ecosistemas estratégicos interconectados entre sí mediante corredores biológicos, definidos con base en las necesidades de conservación, el estado actual de la cobertura y la

legislación ambiental vigente. La vida de la población asentada en la cuenca del Río Garagoa en condiciones adecuadas, con sistemas productivos de explotación y aprovechamiento de los suelos, agua y ecosistemas, incluida la producción de energía hidroeléctrica, está soportada en esta estructura que debe ser conservada, restaurada y usada de manera sostenible.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A nivel ecosistémico, el análisis que se realizó para la Cuenca del Río Garagoa se basó en el Mapa 29 -Cobertura de vegetación y usos actuales (Infraestructura Ecológica Actual) elaborado por la Universidad Nacional de Colombia a partir del análisis digital y visual de la imagen de satélite Aster de diciembre de 2000; validada en campo en una salida equivalente a 9 horas/ investigador en un recorrido por la Cuenca con estación en los lugares previamente identificados como coberturas “tipo”. En forma paralela, se comparó la información con el Mapa de cobertura actual de las Corporaciones para realizar ajustes a la clasificación de los polígonos.

Las coberturas de vegetación definidas son básicamente de dos tipos, naturales o de reemplazo. Las primeras fueron definidas mediante el sistema jerárquico de clasificación, empleado por Dinnerstein *et al.* (1995) para América Latina y el Caribe y por Márquez (2003a) para Colombia, que establece como unidad ecológica superior los Tipos Principales de Ecosistemas TPE a partir del tipo de vegetación dominante, los cuales se dividen en Tipos Principales de Hábitats TPH de acuerdo a características del hábitat determinadas por los pisos altitudinales; el nivel inferior está constituido por las eco-regiones definidas como “como unidades geográficas que comparten la mayor parte de sus especies, dinámica ecológica y condiciones ambientales, y cuya persistencia a largo plazo está determinada por sus interacciones ecológicas”. Las coberturas de reemplazo corresponden a áreas cuya cobertura ecosistémica original fue transformada por acción antrópica que, en el caso de la Cuenca son potreros, matorrales, asentamientos humanos y obras de infraestructura.

Las coberturas actuales se clasificaron según su nivel de transformación en tres categorías -alta, media, baja- que se representan en el Mapa 31 -Estado de conservación de la Cuenca. Por otra parte, se elaboró el Mapa 30 - Cobertura potencial de vegetación a partir del Mapa 29- Cobertura de vegetación y usos actuales y los pisos altitudinales, con un ajuste posterior para incluir cuerpos de agua según el Mapa 1 -Mapa básico de la Cuenca.

Los anteriores mapas son la base cartográfica del análisis del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de la Cuenca realizado a través de la estimación de diferentes indicadores e

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

índices, que han sido empleados en estudios de escala global (Hannah *et al.*, 1994), regional (Dinnerstein *et al.*, 1995), nacional (Instituto Alexander von Humboldt, 2003) y local (IDEA, 2004).

En primer lugar, se estableció el estado de conservación de las eco-regiones terrestres con base en indicadores de pérdida total de hábitat, bloques de hábitat, fragmentación del hábitat y grado de protección, con base en los criterios de la propuesta metodológica de Dinnerstein *et al.* (1995) adaptada por el IDEA. El estado de conservación de los ecosistemas acuáticos se evaluó, por un lado, a partir de la revisión bibliográfica de los estudios realizados en la cuenca, así como los planes de ordenamiento territorial y de manejo de microcuencas y, por otro lado, del criterio de expertos sobre sus atributos cuantitativos (superficie cubierta) como cualitativos (calidad del recurso hídrico).

Los impactos ambientales sobre los recursos naturales renovables, generados por el aprovechamiento de los recursos naturales de la Cuenca se estimaron mediante el índice de hábitat. Con la información de coberturas de vegetación según su nivel de transformación se estimó dicho índice (Hannah *et al.*, 1994) para dos unidades espaciales de análisis -subcuencas y municipios de la Cuenca, y en el área de jurisdicción de Corpochivor se incluyeron adicionalmente las microcuencas-. Estas unidades fueron priorizadas mediante leyes de potencia (Burgos y Moreno-Tovar, 1996; IDEA, 2004; Quintero, 1998), a través del análisis de su contribución al índice de hábitat regional, con lo cual se obtuvo el modelo matemático que expresa el comportamiento del índice y se priorizan las unidades que contribuyen en un 70% al índice regional.

Por último, se proponen áreas y ecosistemas estratégicos para la Cuenca según los bienes y servicios ambientales definidos por Márquez (2003b) con base en el estado de conservación actual de las eco-regiones terrestres y ecosistemas acuáticos, la normatividad vigente, los planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial de los municipios de la cuenca y las áreas definidas previamente por las Corporaciones. Así mismo, se definieron corredores ecológicos que conectan las principales áreas y ecosistemas estratégicos para conservación y restauración, con lo cual se define la (infra)estructura ecológica ideal posible de la Cuenca del Río Garagoa.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

A nivel regional, el análisis del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de la Cuenca se realizó a partir del análisis de la cobertura de vegetación actual mediante los indicadores de pérdida total de hábitat, bloques de hábitat, fragmentación del hábitat y grado de protección¹ (Dinnerstein *et al.* 1995), con los cuales se estableció el índice de estado de conservación instantáneo. El índice de estado de conservación se expresa en puntos cuyo rango está entre 0 y 100 puntos, donde los valores más altos indican niveles altos de peligro para la viabilidad de un TPH dado.

A continuación se presentan los hallazgos principales para cada uno de los indicadores simples que componen el índice.

Pérdida total de hábitat

La Cuenca del Río Garagoa conserva tan sólo el 21% de sus ecosistemas originales, que cubren 52.764 ha (Tabla VI-1); la mayor parte de los cuales corresponde a la eco-región de bosques montanos de la Cordillera Oriental. Este nivel de transformación se asocia con problemas de inestabilidad de suelos (*p.e.* deslizamientos en Quebrada Negra en Macanal), cambio del régimen hidrológico que conlleva a la alteración de caudales (*p.e.* Quebrada El Hato en Macanal, la cual abastece la cabecera municipal) y pérdida de la capacidad productiva de los suelos.

En general, los nacedores y riberas de los ríos, quebradas y demás sistemas de aguas corrientes de la Cuenca están desprotegidos de su vegetación natural, la cual ha sido reemplazada por potreros para labores pecuarias; se exceptúa el nacimiento de la quebrada La Guaya en el municipio de Tenza (Salcedo, 1996). Los relictos de vegetación se restringen, en la mayor parte de la Cuenca, a lugares de fuerte pendiente, áreas aisladas de difícil acceso o que por su alta pendiente y baja fertilidad no se usan para actividades agropecuarias. En varios municipios (*p.e.* Ramiriquí, Boyacá) los bosques naturales están extintos, sólo quedan árboles aislados, que no superan las 10 ha.

¹ Las definiciones de estos indicadores y otros elementos conceptuales del método de evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres se presentan en el Anexo 2.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

El indicador de hábitat total perdido mide uno de los criterios considerado como factor crítico que contribuye a la reducción y pérdida de poblaciones biológicas, especies y ecosistemas; de acuerdo al porcentaje de hábitat original perdido (Tabla VI-1) se establece el puntaje para cada eco-región (

Tabla VI-4).

Tabla VI-1 Porcentaje del hábitat perdido para los ecosistemas de la cuenca del Río Garagoa

Tipo Principal de Ecosistema TPE	Tipo Principal de Hábitat TPH	Eco-región	Área potencial (ha)	Área actual (ha)	Hábitat total perdido (%)
Bosques tropicales de hoja ancha	Bosque basal	Bosque basal húmedo de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental	3.265,47	92,90	97,16
	Bosque submontano	Bosque submontano de la Cordillera Oriental	56.656,55	4.168,91	92,66
	Bosque montano	Bosque montano de la Cordillera Oriental	159.728,38	25.583,02	84,14
	Bosque montano alto	Bosque montano alto de la Cordillera Oriental	20.677,53	11.430,21	42,36
Pastizales/sabanas/matorrales	Páramos	Páramos de la Cordillera Oriental	11.028,65	11.028,65	0
Total			251.356,58	52.763,54	79,00

Nota: El área de la Cuenca es de 253.684,82 Has según la información cartográfica; sin embargo, en la tabla se presentan las superficies terrestres. Fuente: IDEA-UN, 2004 (este estudio). Los TPE indicados en la tabla corresponden a áreas naturales o de poca intervención.

Las eco-regiones en mejor estado de conservación, desde el análisis de su cobertura remanente, son los páramos y bosques montano altos, debido en gran parte a la difícil accesibilidad a los mismos, aunque la presión existente sobre ellos está aumentando. Se considera que el área ocupada por los páramos se ha mantenido constante y sus comunidades biológicas conservan en gran proporción sus elementos originales, tanto en estructura como en función, sin embargo la composición de especies y en consecuencia, la diversidad biológica se ha alterado, especialmente en las áreas de subpáramo.

Los bosques montanos y en especial, los submontanos y basales se encuentran muy transformados; los relictos de estos últimos se restringen a la subcuenca del Río Bata en áreas de fuerte pendiente y difícil acceso. La existencia de relictos de bosques submontanos en la Cuenca es de especial interés debido a que son un tipo de ecosistema virtualmente extinto en el territorio nacional, como resultado de su alto nivel de transformación y reemplazo por cultivos (café, caña panelera) y potreros, lo que fue favorecido por la baja densidad de su vegetación, su poca resistencia al fuego y la buena calidad de sus suelos (Márquez, 2001).

Grado de fragmentación

La fragmentación es la división de un hábitat continuo en unidades más pequeñas y aisladas que conlleva a una disminución del área total de hábitat y cambios en la estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas. La fragmentación del hábitat tiene dos efectos principales: (i) la alteración del microclima al interior de la unidad y alrededor suyo al afectar el balance de la

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

radiación que llega al suelo, el régimen hidrológico y el impacto del viento, y (ii) el aislamiento de la unidad de otras remanentes lo que afecta la continuidad espacial y temporal de procesos biológicos y ecológicos. No obstante, la magnitud de estos efectos está relacionada con el tiempo de aislamiento, la distancia entre los remanentes adyacentes y el nivel de conectividad entre estos (Saunders *et al.*, 1991).

La fragmentación del hábitat amenaza la viabilidad de poblaciones biológicas, especialmente de aquellas que presentan bajas densidades; se considera que fragmentos con una extensión menor a 10.000 ha no son adecuados para mantener poblaciones viables de la mayoría de los mamíferos grandes. Entre mayor sea la fragmentación de un hábitat, menor será la cantidad de área de hábitat central crítico, esto es, de hábitat que no es afectado por efectos de borde dentro de una cierta distancia; las áreas que poseen grandes bloques de hábitat original intacto (> 100.000 ha) poseerán áreas centrales significativas donde los procesos ecológicos de gran escala seguirán funcionando de manera adecuada (Dinnerstein *et al.*, 1995).

De manera general, todos los tipos de ecosistemas existentes en la Cuenca del Río Garagoa presentan algún grado de fragmentación del hábitat (Tabla VI-2), la mayor parte de los bloques de hábitat relictuales tienen una extensión inferior a 100 ha y en todos, excepto en el bosque basal, se conserva al menos un bloque de más de 1.000 ha, aunque sin superar las 5.000 ha.

Tabla VI-2 Grado de fragmentación del hábitat de las eco-regiones terrestres de la Cuenca del Río Garagoa

Eco-región	Fragmentos o Bloques			Longitud de borde	Densidad de borde	Grado de fragmentación
	Número	Área (has)				
		media	máxima			
Bosque basal húmedo vertiente oriental de la Cord. Oriental	16	5,81	76,25	10.720,85	670,05	Alto
Bosques submontanos de la Cord. Oriental	91	45,81	2.348,14	240.186,32	2.639,41	Avanzado
Bosque montano de la Cord. Oriental	812	31,51	4.361,59	2.535.818,03	3.122,93	Medio
Bosque montano alto de la Cord. Oriental	378	30,24	1.536,82	1.211.721,17	3.205,61	Bajo
Páramos de la Cord. Oriental	418	26,38	1.525,41	1.086.888,34	7.819,34	Bajo

Fuente: IDEA-UN, 2004 (este estudio).

La eco-región de bosque basal húmedo vertiente oriental de la Cordillera Oriental se encuentra en un nivel alto de fragmentación, dado que los fragmentos relictuales son pequeños (<100 ha) y no circulares, poseen una baja conectividad entre sí y un fuerte efecto de borde, que imposibilita la

dispersión de muchas especies y la continuidad de los procesos ecológicos; sin embargo, es posible incrementar su conectividad mediante la protección de las rondas de los ríos.

En orden de importancia, siguen los bosques submontanos que poseen un grado avanzado de fragmentación; aunque se conserva un relicto de tamaño importante y relictos de tamaños y conectividad intermedia en la subcuenca del Río Bata; la mayoría de los bloques de hábitat remanentes son pequeños, de formas alargadas y se encuentran aislados, muy dispersos en la cuenca y tienden a desaparecer.

Los bosques montanos, por otra parte, se encuentran con un nivel medio de fragmentación, esto es, poseen una conectividad intermedia, los bloques de hábitat remanentes se encuentran agrupados, aunque presentan discontinuidades y se entremezclan con parches de cultivos-potreros, los cuales impiden la movilidad muchos taxa.

Por último, los bosques montano altos y los páramos poseen un bajo grado de fragmentación dentro de unidades diferenciadas, como los sistema Mamapacha, Cristales, Castillejo, Rabanal y Bijagual, aunque no existe continuidad entre los diferentes sistemas por las condiciones geomorfológicas de la Cuenca; no obstante, con la conservación de las áreas ubicadas por encima de 3.000 m de altitud (ver propuesta de infraestructura ecológica) se logrará la conservación y restauración de estos tipos de ecosistemas. Algunos de estos sistemas conservan desde los páramos hasta los bosques montanos.

Bloques de hábitat

El indicador de bloques de hábitat se evalúa a partir del número y el tamaño de los bloques contiguos de hábitat en los cuales se ha fragmentado la eco-región. Dado que las poblaciones biológicas y los ecosistemas requieren un área mínima para que los procesos/funciones (e.g. reproducción y ciclos de materia) se desarrollen adecuadamente, es necesario que los bloques de hábitat posean un tamaño lo suficientemente grande como para asegurar la dinámica de dichos procesos y la permanencia de las eco-regiones.

Con base en este indicador, la eco-región de bosques basales de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental presenta la condición más desfavorable porque posee pocos y pequeños bloques de hábitat; mientras las demás eco-regiones poseen bloques más grandes y numerosos, que posibilitan su funcionalidad (

Tabla VI-4).

Grado de protección

De acuerdo a la información cartográfica suministrada por las Corporaciones, en la cuenca del Río Garagoa se encuentran 20.521 ha protegidas en tres tipos de áreas de manejo especial (Tabla VI-3); que incluyen no sólo ecosistemas naturales en una extensión de 11.869 ha, sino también 1.446 ha en un nivel alto de transformación y 7.213 ha en un nivel moderado de intervención.

Tabla VI-3 Superficie cubierta por las áreas de manejo especial

Área de manejo especial	Extensión (Has)
Área regional intervenida	857,23
Distrito de manejo regional	19.225,90
Parque nacional regional	407,92
TOTAL	20.521,04

Fuente: Mapa de áreas protegidas, Corpochivor 2004.

Con relación a la representatividad de los diferentes tipos de ecosistemas, se encuentra que el único que no se encuentra representado en estas áreas es el bosque basal húmedo; esta situación es equivalente, en términos estadísticos, a la de los bosques submontanos, cuya protección mediante áreas de manejo especial se restringe a 1,3 ha que corresponden al 0,03% de la extensión actual de este tipo de ecosistema. Por el contrario, los bosques montano altos y los páramos cuentan con un nivel relativamente alto de protección, del orden del 40% en los primeros y del 26% en los segundos; condición generalizada para el contexto nacional y de la región Andina. En un nivel intermedio, se hallan los bosques montanos, cuya representatividad es del 16%.

Dado que este indicador evalúa el nivel de representatividad de las eco-regiones en áreas protegidas y por ello, constituye una medida de la gestión ambiental, desde el sector público y privado, se recomienda garantizar la protección, en el corto plazo, de todos los relictos de bosques basales y submontanos, con fines de preservación de los últimos remanentes existentes en la Cuenca y con ello, de sus bienes y servicios ambientales.

Estado de conservación instantáneo

En la Tabla VI-4 se presenta, de manera sintética, el estado de conservación instantáneo de las eco-regiones terrestres de la Cuenca del Río Garagoa estimado a partir de los indicadores de pérdida total de hábitat, bloques de hábitat, fragmentación del hábitat y grado de protección.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla VI-4 Estado de conservación instantáneo de las eco-regiones terrestres de la Cuenca del Río Garagoa

Eco-región	Pérdida total de hábitat (/40)	Fragmentación del hábitat (/20)	Bloques de hábitat (/20)	Grado de protección (/20)	Total (/100)	Estado de conservación instantáneo
Bosque basal húmedo de la Cord. Oriental	40	20	15	10	85	En peligro
Bosque submontano de la Cord. Oriental	40	16	2	8	66	En peligro
Bosque montano de la Cord. Oriental	32	12	2	8	54	Vulnerable
Bosque montano alto de la Cord. Oriental	20	5	2	6	33	Relativamente estable
Páramos de la Cord. Oriental	0	5	2	6	13	Relativamente estable

Fuente: IDEA-UN, 2004 (este estudio).

De acuerdo al análisis realizado, las eco-regiones de los bosques basales y submontanos se encuentran actualmente en peligro: más del 90% de su hábitat original se ha perdido, sólo persisten bloques de hábitat de tamaño pequeño aislados entre sí y con baja representatividad en áreas de manejo especial. La probabilidad de persistencia de estos bosques está condicionada a las medidas de conservación que se implementen en la Cuenca; se propone en este sentido proteger los relictos de ambos tipos de ecosistemas que se encuentran en la subcuenca del Río Bata y en el caso específico de los bosques submontanos, de los cuales se identifican unos muy pequeños relictos entremezclados con matorrales, cultivos y potreros, se propone iniciar procesos de restauración hacia las rondas de los ríos mediante procesos de revegetalización espontánea.

La eco-región de los bosques montanos de la Cordillera Oriental se encuentra vulnerable en la Cuenca, pues, por un lado, ha sido significativamente transformada, pero, por otro, se conservan aún un cierto número de bloques de hábitat cubriendo una extensión tal que, con un adecuado manejo se garantizará su conservación en el largo plazo (15-20 años).

Las eco-regiones de los bosques montano altos y páramos están relativamente estables, se encuentran relictos de extensión considerable, con alta conectividad y buena representatividad en áreas protegidas. No obstante, son los tipos de ecosistema más amenazados por expansión de la frontera agrícola, lo cual lleva a la pérdida de la cobertura de vegetación natural y su reemplazo por cultivos, en las situaciones más favorables, o potreros para ganadería extensiva que, en muchos casos, son abandonados; adicionalmente, sobre los bosques montano altos existe una fuerte presión de tala para obtener leña y madera para uso doméstico, sin reposición del recurso, madera para postes, vigas, cercas, escaleras y expansión de potreros.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA

Aunque los análisis con la información cartográfica disponible sólo permiten una estimación gruesa de la superficie cubierta por los cuerpos de agua, en especial de los ríos y otros sistemas de aguas corrientes, se considera fundamental integrar estos ecosistemas al análisis en una región como la cuenca del Río Garagoa, constituida por numerosas fuentes de agua, entre ellas quebradas, ríos, cascadas y lagunas.

Ríos y otros sistemas de aguas corrientes

En primera instancia, es importante señalar que la Cuenca del Río Garagoa posee una enorme cantidad de cuerpos de agua, cuyo espejo de agua cubre una superficie equivalente al 5% de la misma, aunque a la escala de análisis cartográfico sólo se diferencian los principales afluentes del embalse La Esmeralda.

En toda la Cuenca se reporta que los nacedores son abundantes, con un cauce permanente a lo largo del año, aunque algunos muestran estacionalidad en la época seca (*p.e.* quebradas “sin nombre” en Boyacá y Ciénega); en algunos municipios existe déficit de agua potable para abastecer el casco urbano (*p.e.* Somondoco) e incluso se raciona el servicio (*p.e.* Tenza) (Fuente: Talleres de participación comunitaria). Estos nacedores, que se encuentran en las cabeceras de las microcuencas y áreas de afloramientos de aguas subterráneas, cumplen una función importante como abastecedores de agua para acueductos veredales. Su principal problemática es la desprotección por pérdida de la cobertura de vegetación y la influencia directa del ganado que altera la calidad del agua (Rubio-Torgler, 2000).

De acuerdo a su estado de conservación, los ríos de la cuenca se encuentran vulnerables, debido a la desprotección de sus nacedores y rondas por pérdida de la cobertura de vegetación, lo que altera el régimen hidrológico y genera inestabilidad en los suelos. Esta condición es acentuada por las descargas de residuos domésticos y agroquímicos en algunos ríos, como El Mangle y La Horca (Somondoco) y las quebradas Los Naranjos, y El Guamo y Las Delicias; la condición de estas últimas quebradas reviste mayor gravedad, si se considera que abastecen los acueductos municipales de Jenesano y Ciénega.

La gestión ambiental frente a los ríos y otros sistemas de aguas corrientes se debe concentrar en la restauración y conservación de los nacedores y rondas. Así como un aprovechamiento

sostenible como fuentes de agua garantizando su calidad, sumidero mediante la adecuación de plantas de tratamiento de aguas residuales en los cascos municipales y atractivo turístico.

Lagunas de montaña

A partir de la información cartográfica disponible para la Cuenca, se identificaron seis lagunas de montaña con un área individual mayor a 1ha que cubren una superficie de 26,05 ha, dos de las cuales se encuentran asociadas a ecosistemas de bosque montano y las cuatro restantes a páramos; sin embargo, existe una mayor cantidad de lagunas, que se reportan en diferentes estudios, especialmente en los páramos de la Cuenca.

Estas lagunas, de origen glaciar, se caracterizan por tener bajas temperaturas, alta transparencia y carácter oligotrófico, generalmente presentan mezclas, que determinan un alto nivel de oxígeno disuelto y ausencia de estratificación térmica; en consecuencia, su productividad es baja. La diversidad biológica es alta a nivel planctónico, aunque baja en el nectónico (Márquez, 2003a). A nivel limnológico, se han caracterizado las lagunas del páramo de Mamapacha como La Tarea, La Jarilla y San Nicolás, que poseen una baja productividad acuática y alta riqueza de especies (Vélez, 1998 *en*: Rubio-Torgler, 2000).

Los principales bienes y servicios ambientales de este tipo de ecosistema están relacionados con la retención de sedimentos, la regulación del nivel freático, caudal de los ríos y otros sistemas de aguas corrientes; así mismo, algunas desempeñan un papel importante en el ámbito sociocultural, como sitios de interés turístico o de valor antropológico (Márquez, 2003a,b).

Las lagunas de la Cuenca se encuentran en un estado de conservación relativamente estable, aunque se torna vulnerable en aquellas donde se desarrollan actividades agropecuarias en las tierras aledañas, lo que conlleva a la incorporación de materia orgánica y productos agroquímicos por lavado de los suelos, escorrentía e infiltración.

Por lo anterior, las lagunas son consideradas un ecosistema estratégico para la Cuenca que hace parte de la función de soporte natural de los procesos y actividades humanas, tanto económicas como socioculturales e institucionales, sobre las cuales la gestión ambiental debe centrarse en la conservación de sus rondas y el espejo de agua, y el aprovechamiento adecuado, enfocado hacia el turismo y la recreación pasiva.

Embalse La Esmeralda

En la Cuenca del Río Garagoa se encuentra el Embalse La Esmeralda, construido en 1976, el cual es un embalse de montaña ubicado a 1.700 m de altitud, profundo ($Z_{media}=61,9m$, $Z_{máx}=100m$) y de tamaño medio (1.217 ha), que se caracteriza a nivel ecosistémico por tener una velocidad del agua y tasa de renovación intermedia entre los sistemas de aguas lóaticas y lénticas, además de su origen antrópico. El embalse posee una caudal de $82 m^3/s$, volumen de $780 Km^3$ y un tiempo de residencia de sus aguas de 110,1 días, condiciones que lo ubican en el rango medio alto frente a otros embalses del país (Márquez, 2003a; Márquez y Guillot, 2001; Rubio-Torgler, 2000).

La Esmeralda es un embalse del tipo polimíctico cálido que permanece mezclado, por tanto no presenta estratificación térmica (la temperatura media superficial es de $19^{\circ}C$ y la temperatura media del fondo es de $18^{\circ}C$) y se encuentra bien oxigenado (Epilimnio con $OD_{máx} = 11,3 mg/L$, $OD_{mín} = 6,7 mg/L$, Hipolimnio con $OD_{máx} = 8,5 mg/L$, $OD_{mín} = 5,0 mg/L$); lo anterior se debe, en parte, a su ubicación en una altitud media, con el eje longitudinal alargado en el sentido de los vientos y sin barreras físicas que limiten la mezcla.

Con relación a algunos parámetros físico-químicos del agua, el embalse La Esmeralda posee unas condiciones muy singulares en el contexto nacional que lo ubican entre los valores extremos. El nivel de conductividad es muy alto con relación a otros embalses del país ($máx = 250 \mu S/cm$, $mín = 200 \mu S/cm$), lo que señala que tiene gran cantidad de sólidos en suspensión; así mismo, la alcalinidad es muy elevada ($máx = 8,55$; $mín = 42$). Los materiales que se encuentran en suspensión son luego depositados en el cono de deyección en la cola del embalse, donde son aprovechados por los campesinos que poseen predios limítrofes con el embalse para sembrar maíz, tomate y otros cultivos de ciclo corto en tierras de alta fertilidad. Con relación al pH se encuentra una alta variabilidad ($pH_{máx}= 9,1$; $pH_{mín}= 5,8$), por contraste con la mayor parte de los embalses colombianos, lo que refleja su poca capacidad tampón. La transparencia es baja debido a una gran cantidad de sedimentos resuspendidos por la turbulencia de los vientos, cuya acción es favorecida por la orientación del embalse. Lo anterior conlleva a que su estado trófico sea pseudo-oligotrófico (Márquez y Guillot, 2001).

A nivel biológico, la comunidad planctónica es poco abundante, en especial el zooplancton, debido, en parte, a la turbidez, provoca condiciones adversas para su desarrollo debido a la reducción drástica de la zona eufótica del epilimnion (fitoplancton); de igual forma, la topografía del embalse que se encuentra limitado por pendientes escarpadas, que limitan a entrada de luz y facilitan el aporte de sedimentos (Departamento de Biología, 1986). Los dinoflagelados del género *Peridinium*

son un componente importante de la comunidad biótica debido a que, al parecer, son oportunistas y tienen una gran capacidad de retener fósforo; la presencia de este género revela que las aguas del embalse permanecen tranquilas y son oligo- a mesotróficas (Márquez y Guillot, 2001).

El aumento en la concentración de nitrógeno, que se ha reportado desde hace algunos años, está originando un afloramiento de plantas acuáticas como el buchón de agua *Eichhornia crassipes*, lo que sugiere el inicio de un proceso de eutroficación. Con relación a la ictiofauna, se encuentran pequeñas poblaciones de *Bryconamericus deuteronoides*, la carpa *Cyprinus carpio* y la mojarra *Tilapia nilotica*, cuyo número está condicionado por la baja cantidad de luz directa, pocos nichos tróficos y espaciales y falta de energía alimenticia como resultado de la baja productividad primaria; la carpa es, al parecer, el único pez aprovechable, pero además de escaso, es poco apetecido en la región (Márquez y Guillot, 2001; Rubio-Torgler, 2000).

La principal función del embalse es la generación de energía hidroeléctrica, lo cual es posible gracias a la elevada oferta de agua que se precipita en la Cuenca y fluye a través de sus ríos (Súnuba, Garagoa, Batá); el embalse presta además un servicio ambiental importante para la regulación de caudales, previniendo inundaciones (Gómez, 1999). Según Negret (1996, en: Rubio-Torgler, 2000), la estabilidad de las condiciones físico-químicas del embalse, posibilitan proyectos piscícolas en jaulas flotantes con la mojarra roja *Oreochromis sp.*

La problemática ambiental del embalse gira en torno a la alta tasa de sedimentación acentuada desde 1989, que es el problema más común en los embalses colombianos y es resultado del deterioro de la Cuenca de captación por pérdida de la cobertura de vegetación y erosión; así mismo, su paulatina eutroficación y la adición de aguas negras, detergentes ricos en fosfatos, fertilizantes agrícolas y desechos de las actividades avícola y porcícola. Como consecuencia, se presentan daños de las turbinas e infraestructura por corrosión y disminución de la vida útil por colmatación; esta última se ha estimado en 50 años a partir de la capacidad del embalse muerto y de su tasa de sedimentación anual (Chivor, 1997).

En síntesis, el embalse La Esmeralda, como ecosistema, se encuentra en un estado vulnerable.

ÍNDICE DE HÁBITAT DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA

El índice de hábitat (Hannah *et al.* 1994) representa el porcentaje del área con vegetación natural remanente; donde un valor bajo del índice señala que el área está fuertemente transformada, mientras un valor alto indica que una cobertura de vegetación natural es dominante en el área. El índice considera tanto las áreas naturales, como las que se encuentran moderadamente transformadas, dado que estas últimas pueden contener áreas no transformados que, debido a la agregación de las unidades de cobertura en la cartografía empleada o a una sobrestimación de los impactos humanos, resultan imperceptibles a la escala del mapa. Así mismo, se puede considerar que toda cobertura de vegetación presta ciertos bienes y servicios ambientales, aunque su oferta pueda ser mayor en las coberturas naturales.

El índice de hábitat para la Cuenca del Río Garagoa es del 30,2%, lo que indica que el área está muy transformada y dominada por una matriz de cultivos, potreros y rastrojos, aunque conserva un área significativa de su cobertura natural. Esta situación es generalizada para la región andina del país y en especial los departamentos de Cundinamarca y Boyacá; no obstante, aunque algunas áreas presentan una condición más favorable, la tendencia en la Cuenca es un mayor nivel de transformación (Tabla VI-5).

Tabla VI-5 Índice de hábitat de los municipios y subcuencas de la cuenca del Río Garagoa

Índice de Hábitat	Rango	Municipios	Subcuencas
Bajo (crítico)	$0 \leq IH < 30$	21	10
Medio (vulnerable)	$30 \leq IH < 60$	12	6
Alto (estable)	$60 \leq IH < 100$	0	1
Total		33	17

Fuente: IDEA-UN, 2004 (este estudio).

El índice encontrado para la Cuenca la ubica en una situación desfavorable con relación a la condición mundial, estimada en un índice de hábitat del 36,2% para las áreas habitables del Planeta, es decir, sin incluir la superficie terrestre cubierta por hielo, roca y tierras áridas; a nivel regional, la provincia biogeográfica montana Colombiana posee un índice significativamente superior, del orden del 67,5% (Hannah *et al.*, 1994). En el país, sólo se ha estimado el índice para el área de jurisdicción de la CAR, el cual fue de 28,6%, valor equivalente al encontrado en este estudio para el área de la Cuenca en jurisdicción de Corpochivor.

A nivel político-administrativo, 21 de los 33 municipios que conforman la cuenca poseen un índice de hábitat bajo, por lo que se considera que se encuentran en un estado ambiental crítico para garantizar su oferta de bienes y servicios ambientales en el corto plazo, lo que afecta de manera

negativa las actividades socioeconómicas que se desarrollan en los mismos, así como su habitabilidad. De estos municipios se destacan Soracá, Boyacá y Siachoque por el bajo índice que poseen (<5%), y adicionalmente Guateque, Sutatenza y Tenza por la insignificante cobertura remanente de sus ecosistemas naturales.

Con un índice de hábitat medio, se encuentran 12 municipios, que se encuentran vulnerables, y ningún municipio posee un índice alto. Los mayores valores del índice, superiores a 45%, los poseen en orden descendente Machetá, Chivor, Chocontá y Santa María.

En el análisis por subcuencas hidrográficas, el principal hallazgo para la Cuenca es que la mayor parte poseen un índice menor al 50%, sólo la subcuenca del río Guatafur posee un índice alto (60,9%) como expresión del área remanente de sus ecosistemas de bosque montano y páramo principalmente, que cubren una superficie cercana a las 6.700 ha. Por otro lado, la subcuenca del Río Jenesano se encuentra en un estado avanzado de transformación, sólo conserva relictos de bosque montano alto con una extensión inferior a 4,0 ha de las 2.256 ha que se encuentran en la subcuenca; a su vez, las subcuencas de los Ríos Aguacía, Guaya y Albarracín conservan menos del 10% de sus ecosistemas naturales, sin embargo, en las dos primeras existe una superficie superior al 50% en matorrales, que determinan un índice de hábitat del orden del 20%.

A una escala más detallada para la jurisdicción de Corpochivor en la Cuenca, que posee un índice de hábitat de 28,0%, se encuentra que 90 de 116 microcuencas poseen un índice de hábitat bajo, mientras sólo en 9 el índice es alto; de las primeras se destacan las microcuencas de las quebradas La Clarita -subcuenca del Río Batá- y El Neme, Honda y “sin nombre” -subcuenca Río Teatinos- con un índice menor al 1%, y de las segundas, las microcuencas de caño Wilches y quebrada Las Mayas en la subcuenca del Río Batá, con un índice superior al 90%.

Con relación a los tipos de ecosistemas, se encuentra que los únicos relictos de bosque basal húmedo, que abarcan una superficie de 92,9 ha se encuentran en la subcuenca del Río Bata-Embalse, en jurisdicción del municipio de Santa María, lo que en términos prácticos favorece la gestión ambiental para su conservación pues se centraliza en una única unidad administrativa. En esta misma subcuenca se encuentran los mayores relictos de bosque submontano que cubren 4.118 ha, en las otras subcuencas los remanentes de este tipo de ecosistema no superan las 30 ha. En todas las subcuencas, por el contrario, se encuentran fragmentos de bosques montanos y montano altos, aunque en algunas son menores a 5 ha; de igual forma, los relictos de páramos se hallan en todas las subcuencas, excepto en la del Río Jenesano.

En términos de gestión ambiental, es indiscutible la necesidad de conservar todo relicto de vegetación natural, dado que la condición media de la Cuenca es un nivel alto de transformación; en consecuencia, las acciones que se emprendan en este sentido deben ser prioritarias dentro de la gestión de las Corporaciones y administraciones municipales. Sin embargo, deben considerarse las áreas de mayor productividad que deben seguir siendo usadas de manera adecuada y que constituyen la infraestructura ecológica-productiva de la Cuenca, en los términos planteados por van der Hammen y Andrade (2003).

En este sentido, desde la perspectiva del estado de conservación de los ecosistemas en la Cuenca, la subcuenca del Río Guatafur debe mantenerse con los niveles de cobertura natural actuales, así mismo deben incentivarse actividades económicas que no generen una fuerte presión sobre los ecosistemas remanentes. En la jurisdicción de Corpochivor adquieren mayor relevancia las subcuencas del Río Batá (microcuencas de Caño Wilches, quebradas El Chamizo, Esmeralda, La Cristalina, Las Mayas y Azul), Fusavita (microcuencas de las quebradas Fusavita, La Miel y Las Juntas) y Juyasía (microcuencas de las quebradas Colorada y La Isla).

Respecto a las áreas muy transformadas, que poseen un índice de hábitat bajo, es preciso restaurar una cobertura de vegetación que permita recuperar la funcionalidad de los ecosistemas y con ello, el flujo de bienes y servicios ambientales que constituyen el soporte de las actividades humanas para, en última instancia, garantizar unas condiciones de vida adecuadas, mayor eficiencia en los procesos productivos y disminuir los riesgos ambientales. La subcuenca del Río Jenesano obtiene, en este sentido, una gran importancia a nivel regional, y en el área de jurisdicción de Corpochivor, las subcuencas del Río Batá (microcuencas de las quebradas El Retiro, La Cascada y La Clarita), Guaya (microcuenca de la quebrada La Batea), Juyasía (microcuencas de las quebradas Manzanos e Icarina Centenarios y Ladrillos), Teatinos (microcuencas de las quebradas Arzobispo, El Neme y Honda) y Tibaná (microcuenca de la quebrada Naranjos).

Por último, en las áreas vulnerables se deben adelantar acciones de conservación y restauración enfocadas a garantizar el mantenimiento de la (infra)estructura ecológica, como se plantea más adelante.

Priorización mediante leyes de potencia

En primer lugar, se encuentra que 12 de los 33 municipios que conforman la cuenca representan el 70% de índice de hábitat regional en una extensión de 154.385 Has correspondiente al 60,9% de la cuenca (Tabla VI-6); el 25% de esta superficie corresponde a ecosistemas naturales,

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

principalmente de la eco-región de bosques montanos de la Cordillera Oriental con cerca de 20.000 ha, seguida por los páramos y bosques montano altos de la Cordillera Oriental. Según lo anterior, el 25% de los ecosistemas naturales de la Cuenca contribuyen en un 70% al índice de hábitat regional, en un análisis por unidades municipales.

Tabla VI-6 Municipios prioritarios por su contribución al índice de hábitat regional

Municipio	Índice Hábitat	AT	MT	N	Área total
Machetá*	48,34	6.549,19	7.146.,29	9.357,84	23.053,32
Santa María	47,27	4.798,12	592,12	4.551,83	9.942,41
Ramiriquí	39,05	5.606,74	1.914,84	4.034,28	11.555,85
Chinavita	36,91	3.639,37	5.260,37	3.121,53	12.021,20
Macanal	29,65	3.306,04	7.822,04	1.909,79	13.037,87
Umbita	26,11	7.616,28	3.975,51	2.751,48	14.343,28
Guayatá	36,75	2.376,85	5.338,61	2.372,91	10.088,38
Manta*	26,87	2.340,10	9.668,40	1.106,55	13.115,05
Ventaquemada*	21,72	11.548,50	879,06	3.168,07	15.595,63
Tibaná*	25,88	4.640,12	6.273,13	1.694,30	12.067,55
Villapinzón*	44,43	3.416,31	886,60	3.040,87	7.343,78
Garagoa	25,77	4.276,55	5.858,13	1.545,99	11.680,67
TOTAL	30,17	60.114,10	55.615,45	38.655,44	154.384,99

Nota: AT = áreas muy transformadas, MT = áreas moderadamente transformadas, N = áreas naturales. El área del municipio corresponde a la que se encuentra en la Cuenca del Río Garagoa. Todas las áreas están expresadas en Hectáreas. Municipios de la jurisdicción de la CAR*, los demás pertenecen a Corpochivor. Fuente: IDEA-UN, 2004 (este estudio).

En segundo lugar, se encuentra que la gestión ambiental es prioritaria en 7 de las 17 subcuencas hidrográficas, pues estas contribuyen en un 70% al índice de hábitat regional y cubren una extensión de 158.060 Has, equivalentes al 62% de la Cuenca (Tabla VI-7). Aunque la subcuenca del Río Guatafur posee el mayor índice de hábitat individual, su contribución al índice regional lo sitúa en el tercer lugar en prioridad; esto sugiere que el análisis desde esta última perspectiva incluye otros elementos que no se consideran en el índice simple.

Tabla VI-7 Subcuencas prioritarias por su contribución al índice de hábitat regional

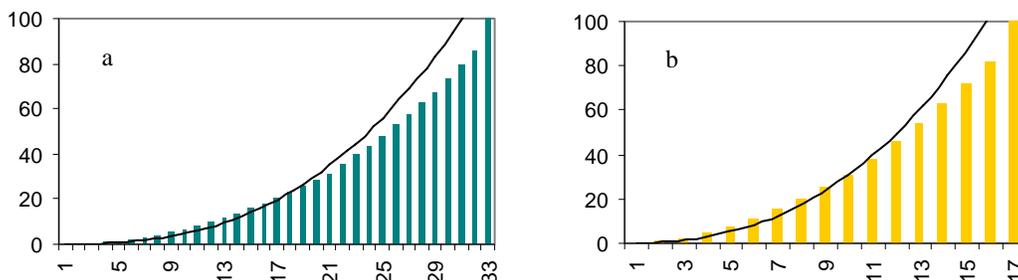
Subcuenca	Índice Hábitat	AT	MT	N	Área total
Río Bata Embalse	36,68	10.337,68	9.348,55	18.218,22	37.904,45
Río Machetá	35,92	4.681,28	4.590,90	11.548,57	20.820,75
Río Guatafur	60,94	3.532,85	6.692,25	1.282,76	11.507,87
Río Súnuba	30,74	3.213,94	2.690,30	15.246,32	21.150,56
Río Turmequé	19,97	17.170,34	3.573,18	11.304,94	32.048,46
Río Fusavita	48,80	4.434,22	5.473,15	2.671,75	12.589,11
Río Garagoa	25,44	9.902,96	3.431,08	8.704,24	22.038,28
TOTAL	30,17	53.273,26	35.799,42	69.986,81	158.059,48

Fuente: IDEA-UN, 2004 (este estudio).

Con relación a las eco-regiones representadas en estas subcuencas, se encuentra que, al igual que en el análisis por municipios, cerca de 20.000 Has corresponden a bosques montanos de la Cordillera Oriental. Es importante señalar, así mismo, que los relictos de la eco-región de bosque

basal húmedo de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental hacen parte de las unidades prioritarias en su gestión ambiental.

Por último, se encuentra que el comportamiento de las distribuciones de las dos unidades espaciales analizadas (municipios y subcuencas) en su contribución al índice de hábitat regional es descrito por un modelo matemático de tipo potencial, acorde a lo esperado. Como marco de referencia se encuentra únicamente el estudio realizado por el IDEA (2004) para la CAR, en el cual el exponente correspondió a una invariante matemática ($b = 1,7538$), a pesar de la ausencia de coincidencia espacial entre las unidades de análisis. En el análisis realizado para la Cuenca del Río Garagoa, los exponentes obtenidos son superiores al anterior, y se encuentra un mayor nivel de complejidad en el análisis por municipios, incluso si se considera el modelo para la contribución de las microcuencas del área de jurisdicción de Corpochivor ($y = 0,0004 x^{2,3676}$; $R^2=0,9576$, $N=117$).



Gráfica VI-1 Aporte de los (a) municipios y subcuencas (b) al índice de hábitat regional de la cuenca del Río Garagoa. Modelo matemático (a) $y = 0,099 x^{2,6841}$, $R^2 = 0,9753$, $N = 33$; (b) $y = 0,0896 x^{2,5416}$, $R^2 = 0,9813$, $N=17$

Sea $y = kxb$ una ley potencial que resulta como modelo empírico del análisis de los componentes de un sistema natural y , donde x corresponde a los pesos o frecuencias relativas para cada uno de los componentes del sistema, k y b son constantes; el inverso del exponente b se interpreta como la dimensión fractal D del sistema y , así $D = 1/b$. Para el caso específico de la Cuenca del Río Garagoa ver los valores de b y D en la Tabla VI-8.

Tabla VI-8 Valores del exponente b y dimensión D de las unidades de análisis

Unidad de análisis	b (exponente)	D (dimensión)
Municipios	2,6841	0,3726
Subcuencas	2,5416	0,3935
Microcuencas de la jurisdicción de Corpochivor	2,3676	0,4224

Fuente: IDEA-UN, 2004 (este estudio).

La dimensión fractal D difiere de un sistema a otro, en el contexto de su uso en priorización ambiental y en particular, en la Cuenca del Río Garagoa, D representa la complejidad del sistema analizado. Así, la mayor complejidad ($D = 0,4224$) la presentan las microcuencas, seguida por las subcuencas y finalmente por los municipios. Esto indica que el énfasis en la gestión ambiental puede realizarse en el sistema de microcuencas, o subcuencas, por ser este precisamente el de mayor complejidad. Esta complejidad se interpreta, en este análisis, como una medida de la diversidad y frecuencia relativa de los elementos del sistema, así como de la cantidad y los tipos de relaciones que existan entre tales elementos; en este caso, los elementos corresponden a los tipos de cobertura de vegetación y las relaciones están determinadas por el tamaño de los bloques de hábitat remanentes, el grado de conectividad o fragmentación y las interacciones ecológicas entre las diferentes coberturas.

Se concluye, por tanto, que en términos de asegurar la oferta de bienes y servicios ambientales a un nivel regional, la conservación de los municipios y las subcuencas señaladas como prioritarios adquiere un carácter estratégico y, por tanto, debe concentrar los recursos de inversión.

(INFRA)ESTRUCTURA ECOLÓGICA

Se presenta a continuación la propuesta de (Infra)Estructura Ecológica IE de la Cuenca del Río Garagoa, que está conformada por una serie de áreas y ecosistemas estratégicos interconectados estructural y funcionalmente mediante corredores biológicos. La IE fue definida con base en el estado de conservación de los ecosistemas de la Cuenca, los objetivos de conservación (bienes y servicios ambientales) y la normatividad vigente, por lo que constituye una propuesta viable en términos político-administrativos y consistente con las necesidades de conservación y uso sostenible del territorio.

Áreas y ecosistemas estratégicos

Las áreas y ecosistemas estratégicos de la Cuenca del Río Garagoa, que se presentan a continuación, son “partes diferenciables del territorio donde se concentran funciones naturales de las cuales dependen, de manera especial y significativa, bienes y servicios ecológicos vitales para el mantenimiento de la sociedad y de la naturaleza”(Márquez, 2003b). Estas áreas son estratégicas en la medida en que contribuyen a garantizar una oferta adecuada y permanente de bienes y servicios que son el soporte natural de los procesos socioeconómicos que se desarrollan en la Cuenca, como el abastecimiento de agua potable para los asentamientos humanos, producción agropecuaria, generación de energía hidroeléctrica en el embalse y turismo, entre otros, que determinan no sólo que la cuenca sea productiva sino habitable.

Cabe anotar que, aunque todos los ecosistemas desempeñan un papel importante para el mantenimiento de la vida y la sociedad, es posible identificar algunos que son fundamentales o estratégicos. Este concepto es equivalente al de capital natural, derivado de la economía ecológica, que hace referencia a las diferentes formas en las que el ambiente determina la producción y soporta muchos aspectos de la existencia humana (Elkins *et al.*, 2002), dentro del cual se puede definir alguna parte que cumple funciones importantes e irremplazables y que por su significancia para la sociedad y nivel de amenaza, se considera crítico (Elkins, 2002).

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla VI-9 Principales tipos de áreas y ecosistemas estratégicos según su función

Función	Tipos de áreas y ecosistemas	Área (ha)
Soporte de los procesos humanos	Todos los relictos de vegetación natural	52.763,54
Equilibrio ecológico	Todos los relictos de vegetación natural	52.763,54
	Áreas protegidas declaradas	20.476,3
	Áreas ubicadas a más de 3.000 m de altitud	28.258,6
	Lagunas de montaña y humedales	26,1
Regulación hídrica	Nacimientos de agua	
	Núcleos de condensación	
	Áreas de infiltración y recarga de acuíferos	
Prevención de riesgos	Remoción en masa	
	Deslizamientos	
	Áreas con pendientes > 45° (100%)	1.642,7
Productividad	Suelos de mayor productividad en uso adecuado	
	Embalses	
Sumidero	Ríos en cabeceras municipales	
	Áreas de depósitos de basuras	
Patrimonio cultural	Áreas de importancia arqueológica, histórica, educativa, turística y paisajística	

Nota: Las áreas señaladas no son aditivas, puesto que en algunos casos se traslapan entre sí.
Fuente: IDEA-UN, 2004 (este estudio).

La identificación de estas áreas y ecosistemas parte en la Cuenca del Río Garagoa de la consideración sobre el alto nivel de transformación de la cobertura de vegetación natural, que representa el 20% de la Cuenca, aunque se incrementa a 30,2% mediante el índice de hábitat. Por lo anterior, se propone que todas las áreas conservadas o con un nivel bajo de intervención sean consideradas estratégicas en el contexto regional para asegurar la oferta de bienes y servicios ambientales. Estas áreas cubren 52.764 ha y corresponden a las áreas y ecosistemas estratégicos de soporte, que contribuyen al mantenimiento de los equilibrios ecológicos, prevención de riesgos, productividad económica y satisfacción de necesidades básicas.

La función de equilibrio ecológico se complementa con otras áreas y ecosistemas, como las áreas protegidas declaradas, las áreas ubicadas a más de 3.000 m de altitud², cuyo uso es la conservación según la normatividad vigente: resoluciones de declaratoria y delimitación, y Ley 99 de 1993, respectivamente. Dentro de esta misma función, se incluyen las áreas y ecosistemas estratégicos para la regulación hídrica que, no obstante, se discriminan en una categoría diferente por la importancia concedida al recurso hídrico en el ordenamiento de cuencas; estas áreas comprenden los nacimientos de agua o zonas de descarga en extensión por lo menos de 100 m a

² Aunque en los planes de ordenamiento territorial de algunos municipios se señala que el área de conservación de páramos y bosques montano altos comienza en la franja altitudinal de 2.800m, el IDEA propone, en primera instancia, como medida mínima conservar en toda la Cuenca las áreas que se encuentran sobre los 3.000m como ordena la Ley 99/93. Sin embargo, esto no excluye los esfuerzos que realicen los municipios respectivos en áreas de mayor extensión.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

la redonda (Código de Recursos Naturales, Decreto 1449 de 1977), núcleos de condensación y las áreas de infiltración y recarga de acuíferos, estas últimas identificadas por la Universidad (ver tema geología), cuya conservación es fundamental para garantizar una oferta de agua en calidad y cantidad adecuadas y oportunas.

Como resultado del análisis de riesgos y amenazas (ver tema de riesgos y geología), se identificaron áreas y ecosistemas para la prevención de riesgos de remoción en masa y deslizamientos por condiciones hidroclimáticas y susceptibilidad geológica, se incluyen además las áreas en pendientes mayores al 100%, cuya conservación está establecida por la legislación colombiana (Decreto 1449 de 1977). La gestión ambiental en estas áreas se debe enfocar a la conservación de aquellas que mantienen su cobertura ecosistémica natural y recuperación en aquellas desprovistas de la misma.

Las áreas y ecosistemas estratégicos para la productividad incluyen, por un lado, los suelos productivos sin conflictos por uso (ver tema de suelos), y, por otro, los embalses, en especial La Esmeralda que abastece la central hidroeléctrica de Chivor. Relacionada con esta función, se definen áreas y ecosistemas estratégicos con la función de sumideros, que comprenden los ríos en los que se depositan las aguas servidas de los municipios, especialmente los de las cabeceras municipales, aunque en primera medida, se considerarían los 17 ríos tributarios del Río Garagoa, y los depósitos de basuras y residuos sólidos que, aunque son en su mayoría pequeños, son considerados una de las principales debilidades naturales por la comunidad y problema ambiental en los planes de ordenamiento.

Las últimas áreas y ecosistemas estratégicos que se consideran de vital importancia para la Cuenca son aquellas del patrimonio cultural y comprenden, por tanto, las áreas de relevancia arqueológica, histórica, educativa, turística y paisajística que tienen una función sociocultural; se incluyen dentro de estas áreas los cerros, quebradas, cascadas, bosques municipales y otras de valor escénico, como las lagunas de La Calderona, Laguna Negra, Seca y Los Patos en Ciénega.

La gestión ambiental hacia estas diferentes áreas y ecosistemas estratégicos comprende tres tipos de acciones: conservación de las áreas que aún mantienen su cobertura ecosistémica natural; restauración en aquellas cuya conservación es estratégica (áreas y ecosistemas para el equilibrio ecológico, regulación hídrica y prevención de riesgos; esta última corresponde a la recuperación definida en la zonificación ambiental) y su uso actual sea diferente, y uso sostenible en las áreas de productividad, sumidero y patrimonio cultural.

Corredores biológicos

El segundo elemento de la infraestructura ecológica para la Cuenca del Río Garagoa está conformado por una serie de corredores biológicos, definidos, según van der Hammen y Andrade (2003) como “un sistema de hábitat o ecosistema, con patrón espacial lineal o en banda, conservado o restaurado, el cual como mínimo aumenta la conectividad de las poblaciones de vida silvestre y puede ayudar a superar las principales consecuencias de la fragmentación, en relación con la conservación de la biodiversidad”. Aunque en este estudio, el enfoque conservacionista abarca más que la diversidad biológica, se acepta la definición anterior, con la precisión de que los objetivos de conservación son bienes y servicios ambientales específicos que garanticen la vida en una región dada.

Los corredores biológicos se definen en función de los objetivos de conservación, la funcionalidad esperada, la cobertura actual de vegetación y las potencialidades de restauración según el estado de conservación de los tipos de ecosistemas presentes (van der Hammen y Andrade, 2003); adicionalmente, el IDEA considera que la propuesta que se presenta tendrá una mayor viabilidad si se basa en la normatividad y legislación vigente.

Con los criterios anteriores, se propone como principal corredor biológico en el corto plazo las rondas de los ríos en una franja de 30 m de ancho, cuya protección como área forestal protectora se estableció mediante el Decreto 1449 del 27 de junio de 1977, por el cual se reglamenta parcialmente el Código de los Recursos Naturales (Decreto-Ley 2811 de 1974); en esta propuesta se incluyen además otros cuerpos de agua como lagunas y embalses. Con la protección efectiva de estas rondas se logra la conservación de 26.536 ha, equivalentes al 10% de la Cuenca; la mayor parte de las cuales deben ser restauradas mediante la facilitación de procesos naturales de regeneración aislando algunas áreas con cercas, o la siembra de especies nativas y útiles, como frutales, maderables y árboles de sombrero.

Por último, se incluyen otros dos tipos de corredores biológicos en el mediano plazo, las divisorias aguas de las subcuencas y las crestas de las montañas que tienen una superficie mayor a 1 ha y cubren 4.204 y 1.272 ha, respectivamente. En un plazo más largo, se pueden incluir las zonas de amortiguación de las áreas protegidas, corredores biológicos altitudinales y cercas vivas en la matriz de potreros-cultivos-matorrales que domina una gran parte de la cobertura de vegetación actual de la Cuenca.

Infraestructura ecológica y Gestión ambiental

La (Infra)Estructura Ecológica que se propone como base natural mínima en el corto plazo está conformada por todos los relictos de vegetación natural, las áreas ubicadas por encima de 3.000 m de altitud y las áreas protegidas declaradas como áreas y ecosistemas estratégicos regionales, conectados por las rondas de los ríos, las divisorias de subcuencas y las crestas. La gestión ambiental de las Corporaciones y administraciones municipales debe centrarse, en este tema, en la conservación de los remanentes ecosistémicos actuales aún en ausencia de certeza científica sobre los beneficios derivados de su mantenimiento, y en la restauración de los demás elementos propuestos que se encuentran actualmente bajo otro uso, en este sentido, requiere de un proceso de diseño y planificación para su “construcción”, manejo y administración. La conservación de esta IE mínima se traduce en un 30% de cobertura de vegetación natural o con baja intervención en la cuenca, que garantiza el flujo de bienes y servicios ambientales que permitirán el uso de las áreas restantes, sobre las cuales es necesaria una priorización adicional para concentrar los recursos económicos.

Por otra parte, se propone evaluar diferentes alternativas para la conservación de estas áreas, que pueden ser más amplias que la compra de los predios; en el caso específico, de las áreas de importancia estratégica para la conservación de los recursos hídricos que surten los acueductos municipales, el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 ordena a los Departamentos y municipios adquirirlas en el período 1993-2014. Sin embargo, debido a que la compra de tierras no es la estrategia más adecuada para la lograr la conservación, se pueden estudiar otras como la “renta de conservación” asociada a la destinación del predio para fines de conservación de los ecosistemas naturales -o poco intervenidos- en zonas donde exista una población o un sector económico interesado en el recurso hídrico cuya disponibilidad depende del nivel de conservación del ecosistema estratégico para la regulación hídrica (González, 2001). Así mismo, estas alternativas pueden constituir un acercamiento a la “función ecológica” de la propiedad planteada en la misma ley, que se puede materializar en los diferentes corredores biológicos propuestos, y de manera especial, en las rondas de los cuerpos de agua.

En última instancia, se recomienda diseñar e implementar un Sistema de Gestión Ambiental para la Cuenca organizado por la Comisión Conjunta que articule los esfuerzos individuales de las Corporaciones Autónomas Regionales de Chivor, Cundinamarca y Boyacá con el fin de lograr una gestión ambiental interinstitucional coordinada, coherente y que optimice recursos técnicos, humanos y financieros. Este sistema es equivalente a los Sistema de Gestión Ambiental Municipal -SIGAM- organizados en más de veinte municipios del país con el Ministerio de Ambiente, Vivienda

y Desarrollo Territorial, Alcaldías municipales y el Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional de Colombia (MAVDT-IDEA, 2002).

Con relación al POMCA, el diagnóstico ecosistémico deriva directamente en los programas de Conservación y Restauración, por lo cual a continuación se señalan algunos elementos clave en el diseño de tales programas y proyectos.

Conservación

Las áreas que se encuentran conservadas, como se ha señalado, deben continuar en ese estado, para lo cual es necesario protegerlas mediante la delimitación y declaración de áreas protegidas, como reservas naturales, tanto privadas como públicas propiedad de las administraciones municipales, y la formulación de planes de manejo con el fin de identificar y reglamentar los usos permitidos y realizar actividades de monitoreo y seguimiento.

En la definición de un sistema de áreas protegidas³, según Kati *et al.* (2004) se pueden emplear diferentes criterios que corresponden a un enfoque de especies o ecosistemas; de acuerdo al primero se pueden seleccionar los sitios de mayor riqueza o diversidad biológica para un grupo analizado (aproximación de “hotspots”), o aquellos que se complementen de modo que sus valores de biodiversidad acumulado sean los más altos (principio de complementariedad). Con el segundo enfoque, se busca que el sistema de áreas protegidas contenga todos los tipos de hábitats remanentes en la región (representatividad de hábitat o de vegetación). En el caso de la Cuenca del Río Garagoa, se propone que el sistema de áreas protegidas conserve las áreas que se encuentran relativamente estables, según su estado de conservación, buscando garantizar una adecuada representatividad de las diferentes eco-regiones en la cuenca; criterio al cual se puede añadir el de las áreas de mayor diversidad de especies según los estudios realizados, aunque se debe tener presente que los valores de este parámetro están, en gran medida, dados por el número de estudios y ponen de manifiesto la existencia de vacíos de información.

En la Cuenca, son de especial importancia los páramos de Mamapacha, Bijagual, Rabanal, Cristales y Castillejo por su estado de conservación y las iniciativas que se han llevado a cabo para protegerlos, a pesar de las amenazas por actividades agropecuarias. Como resultado de algunas de estas iniciativas se han formulado planes de manejo con participación de la comunidad (MAVDT *et al.*, 2002a) y generación de propuestas alternativas para disminuir los conflictos por uso del

³ Para referencias y aplicaciones de los algoritmos existentes para seleccionar áreas protegidas dentro de un sistema, ver Drechsler (2005) y Kati *et al.* (2004).

suelo; así, por ejemplo, en Mamapacha y Bijagual se diseñaron e implementaron proyectos piloto relacionados con tecnologías y prácticas agroecológicas sostenibles con cultivos de papa, mora, arveja y especies forrajeras, específicamente en los municipios de Siachoque, Chinavita y Garagoa, en el área de la Cuenca, que constituyen un modelo para replicar en otras áreas (MAVDT *et al.*, 2002b). Se recomienda que estos ecosistemas sean prioritarios en los proyectos de conservación.

En el caso de bosques relictuales, la conservación se enfoca, en términos de intervención física, al aislamiento de estas áreas de la intervención humana, así como al enriquecimiento de sus bordes; esto último es fundamental para evitar el paso de animales de pastoreo cuyos efectos son negativos. El tratamiento que se dé a los bordes de bosque depende de su estado de madurez, que varían en su ancho y densidad; los bordes anchos y densos, denominados consolidados, pueden intervenir y enriquecerse para propiciar la expansión del bosque mediante el “llenado de muescas” (en bordes irregulares, se busca cubrir las discontinuidades) y el fortalecimiento de “franjas de expansión” para inducir la sucesión. En el caso de bordes poco densos o recién creados, se debe iniciar la restauración de franjas alrededor de 5 metros de ancho.

Por otro lado, se recomienda usar sistemas productivos sostenibles, que constituyen una forma más amplia de conservación, mezclando coberturas boscosas con sistemas agrícolas y pecuarios, esto es, sistemas agroforestales y silvopastoriles. En los primeros se mezclan árboles frutales combinados con cultivos de papa y curuba, que son dos especies de amplio uso y comercialización. En la cuenca alta del Río Garagoa se siembra eucalipto para las prácticas silvopastoriles, debido a la que forma estrecha de sus copas permite la penetración de la luz al sotobosque y con ello el crecimiento de plantas forrajeras; sin embargo, se recomienda sembrar árboles nativos como aliso, chachafruto o especies maderables (amarillo, arboloco, cajeto, cedro, cucharo, charne, gaque, garrocho, guayacán, mano de oso, roble, tuno esmeraldo) con pasturas como falsa poa, oloroso, avena, vicia, raygrass y quinua.

Restauración

La restauración es el restablecimiento artificial total o parcial de la estructura y función de ecosistemas deteriorados por causas naturales o antrópicas; se considera sinónimo de sucesión asistida (Ponce de León, 2000). La restauración puede tener dos finalidades: (1) *rehabilitación* del ecosistema, que lleva a la recuperación de su estructura y funciones, con lo cual los ecosistemas deteriorados alcanzan un estado a partir del cual pueden continuar regenerándose por sí solos en un tiempo adecuado a los objetivos de manejo, y (2) *recuperación*, que busca el restablecimiento

de una o varias funciones del ecosistema perdidas como resultado de alteraciones profundas en su estructura y procesos; esta última puede ser a su vez, *ecológica* si busca la recuperación del ecosistema o *paisajística* si trata de recrear un paisaje visualmente atractivo (DAMA, 2004).

Existen, por otra parte, dos tipos de restauración: (1) *pasiva*, que corresponde a la regeneración del ecosistema por sí solo, al suprimir los factores que amenazan su estabilidad, y (2) *activa*, en la cual hay intervención directa del ser humano con el fin de acelerar los procesos sucesionales a través de cambios en las condiciones químicas y biológicas (DAMA, 2004). La primera se recomienda para la mayor parte de nacederos, mediante el aislamiento con cercas (alambre de púas y/o cercas vivas), mientras la segunda se propone principalmente para las áreas de ronda, en las cuales se sugiere que se siembren no sólo especies nativas que contribuyan a la estabilización de suelos y regulación hídrica, sino mezcladas con frutales y maderables, las cuales constituyen especies de uso directo.

En los proyectos de restauración se debe realizar, en primer lugar, un diagnóstico del área que permita definir una línea de base, establecer la oferta ambiental y el potencial biótico (para señalar, por ejemplo, si existen especies precursoras en la zona) e identificar y caracterizar los factores que generan presiones o amenazas. A continuación se definen los objetivos de la restauración, que pueden incluir asegurar la oferta de agua para acueductos y reducir los aportes de sedimentos, estabilizar suelos, entre otros. Con base en lo anterior, se propone la zonificación del manejo del área a intervenir, representada en un mapa, y se elaboran los diseños o tratamientos, para lo cual se deben seleccionar las especies y arreglos florísticos en el caso de proyectos de restauración activa; en este caso, se realiza posteriormente la intervención física del terreno con su adecuación, mediante manejo de drenajes, mejoras edáficas (por ejemplo, fertilización orgánica, construcción de estructuras de contención, descompactación del suelo) y corrección de pH, y la plantación y mantenimiento de las especies, que incluye el riego, fertilización y replante. Por último, se debe realizar seguimiento y evaluación al proyecto.

Uno de los puntos críticos en los proyectos de restauración activa es la selección de las especies, que se debe realizar teniendo en cuenta algunas características morfológicas de las mismas y sus funciones como alimento y hábitat para fauna (principalmente aves y pequeños mamíferos), y como inductores o precursores leñosos para el proceso de sucesión. También es necesario establecer la vegetación presente en las áreas relictuales y la existencia de viveros o semilleros para las especies seleccionadas. En el caso de restauración de áreas con presencia de pastoreo, es deseable que las especies empleadas tengan, además de las características anteriores, baja palatabilidad, toxicidad para el ganado, adaptaciones morfológicas agresivas, propiedades

urticantes, sistema radicular adaptable a un suelo compactado y que propicien la conformación de matorrales. Una vez seleccionadas las especies, se diseñan los arreglos florísticos que definen la forma de distribución de las especies en el área, la distancia entre ellas y la época de la siembra.

Por otro lado, se debe implementar como una práctica, la instalación y mantenimiento de semilleros y viveros de plantas nativas que puedan ser empleadas en los proyectos de restauración; aunque se recomienda usar plantas nativas, se sugiere que, en el caso de usar plantas exóticas, estas sólo se empleen si su efectividad esté comprobada en la región.

Otro punto crítico en los proyectos de restauración, es el control de los tensionantes o factores que generan presiones sobre las áreas y ecosistemas en restauración; esto parte del reconocimiento de tales factores por parte de las autoridades ambientales y la comunidad, seguido por el establecimiento de usos permitidos. Así, por ejemplo, en algunas áreas el control se logra mediante el cercado que impide el paso de ganado y personas, en otras se debe evitar que las áreas sean botaderos de basuras y residuos líquidos y/o no permitir construcciones de viviendas.

En todos los casos, es fundamental la participación de la comunidad beneficiada directamente, desde los diagnósticos, selección de especies y siembra, hasta el control y mantenimiento de las plantaciones; se sugiere realizar talleres de sensibilización y educación ambiental sobre el cuidado y mantenimiento, en especial, de áreas de ronda y nacederos, y en general, de los relictos de vegetación aún existentes.

En el caso de la restauración de nacederos, se propone el establecimiento de tres zonas concéntricas con funciones específicas: (1) control de evaporación en el área permanentemente inundada, (2) franja de infiltración encargada de producir la hojarasca, mejorar la estructura del suelo, mantener la humedad, atrapar sedimentos, y de barrera contra el ingreso de ganado y personas, y (3) franja doble propósito, que marca la transición hacia la zona de producción, en la cual se pueden plantar frutales mezclados con árboles maderables o de sombra.

La última fase de los proyectos es la de seguimiento y evaluación, con el fin de evaluar el éxito del proyecto y realizar los ajustes necesarios para lograr los objetivos planteados; en esta fase se realizan muestreos periódicos de las especies plantadas para medir su crecimiento y desarrollo, a través de parámetros como la altura, diámetro basal, aparición de hojas y crecimiento del sistema radicular. La frecuencia de los muestreos depende de los recursos disponibles, pero se recomienda que sea cada 3 meses.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Por último, se considera importante iniciar proyectos para la consolidación de cercas vivas en la delimitación de predios o huertos, dado que constituyen uno de los tipos de corredores biológicos sugeridos en la propuesta de infraestructura ecológica. Las cercas o barreras vivas son siembras lineales de arbustos o árboles que se utilizan como setos, barreras cortavientos, para producción de leña, carbón, madera, frutos o forraje, protección contra las heladas y el paso de animales; se pueden emplear plantas fuente de proteína cruda (p.e. chilco, sauco y sauco negro), frutales y maderables. En el establecimiento de las cercas vivas, se requiere protección del consumo por parte del ganado, así como mantenimiento para lograr la forma y estructura deseada.

BIBLIOGRAFÍA

- Burgos, J.D. y Moreno-Tovar, P. 1996. Zipf-scaling behavior in the immune system. *BioSystems* 39: 227-232.
- CAR. 2003. Plan de Gestión Ambiental Regional PGAR 2001-2010. Documento electrónico. Tomado de: http://www.car.gov.co/PGAR_2003.htm. Agosto de 2003.
- CHIVOR. 1997. Proceso de sedimentación Embalse La Esmeralda. Período 1975-1996. CHIVOR, Gerencia de Producción, dirección ambiental y de recursos energéticos. 40pp.
- CORPOBOYACÁ. 2004. Plan de Gestión Ambiental Regional PGAR 2001-2006. Documento electrónico. Tomado de <http://www.corpoboyaca.gov.co/infoNoticia.asp?IdNot=18&IdCatmostrar=18>. Junio de 2004.
- CORPOCHIVOR. 2000. Caracterización de humedales y lagunas del Macizo de Bijagual. CORPOCHIVOR, Programa Ecosistemas estratégicos - Consultor Nelson Vélez. Contrato 131-99.
- CORPOCHIVOR. 2002. Diagnóstico y evaluación de las actividades y creencias en la comunidad frente al uso, conservación y disposición del recurso hídrico en los municipios de Guateque, Guayatá, Somondoco y Sutatenza. Informe final. CORPOCHIVOR – Consultora Claudia Inés Bonilla. Contrato 113-01. 179pp.
- CORPOCHIVOR. 2004. Plan de Gestión Ambiental Regional PGAR 2001-2006. Documento electrónico. Tomado de: <http://www.corpochivor.gov.co/pgar.htm>. Marzo de 2004.
- DAMA. 2002. Protocolo distrital de restauración ecológica: Guía para la restauración de ecosistemas nativos en las áreas rurales de Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá, Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA. Bogotá. 288p.
- DAMA. 2004. Guía técnica para la restauración de áreas de ronda y nacederos del Distrito Capital. Alcaldía Mayor de Bogotá, Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA. Bogotá. 88p.
- Departamento de Biología. 1986. Informe de curso de campo continental Embalse La Esmeralda (Chivor). Directores Germán Márquez y Miguel Mejía. Bogotá. 86pp.
- Dinnerstein, E; Olson, D.M.; Graham, D. J.; Webster, A.L.; Primm, S.A.; Bookbinder, M.P.; Ledec, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Publicado en colaboración entre el Fondo Mundial para la Naturaleza y el Banco Mundial. Washington, D.C.
- Drechsler, M. 2005. Probabilistic approaches to scheduling reserve selection. *Biological conservation* 122: 253-262.
- Elkins, P. 2002. Conclusions about critical natural capital. *Ecological economics* 44 (2-3): 277-292.
- Elkins, P.; Folke, C. y De Groot, R. 2002. Identifying critical natural capital. *Ecological economics* 44 (2-3): 159-163.
- Fundación Natura y EcoRestaurar Ltda. 1996. Plan de manejo de los ecosistemas estratégicos del piedemonte caqueteño. Ministerio del Medio Ambiente-UAESPNN, Fundación Natura y EcoRestaurar. 109p.
- García, M.; Sánchez, F.D.; Marín, R.; Guzmán, H.; Verdugo, N.; Domínguez, E.; Vargas, O.; Panizzo, L.; Sánchez, N.; Gómez, J. y Cortés, G. 2001. El agua. *En: IDEAM. El medio ambiente en Colombia*. Capítulo 4. 2ª ed. Bogotá. Edición electrónica. 114-189pp.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

- Gómez, H. 1999. La Esmeralda: Historia, agua y energía. Cosmos Noviembre-Diciembre. Año 3, No. 11. En: <http://www.corpochivor.gov.co/cosmos/1199lehay.htm>.
- González, E. 2000. Aportes de la economía ambiental al ordenamiento territorial: Renta de conservación del agua – Estudio de caso: Páramo de Belmira. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Arquitectura, Postgrado en Planeación urbano regional. Medellín.
- Guerra, E. (consultor). 1996. Plan ambiental del municipio de Boyacá, Boyacá. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR. 105pp.
- Guhl, E.; Wills, E.; Macías, L.F.; Boada, A. y Capera, C. 1999. Guía para la gestión ambiental regional y local. Banco Mundial, FONADE, DNP y Quinaxi. CD-ROM. Bogotá.
- Hannah, L.; Lohse, D.; Hutchinson, Ch.; Carr, J.L. y Lankerani, A. 1994. A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems. *Ambio* 23 (4-5): 246-250.
- Instituto de Estudios Ambientales IDEA. 2004. Plan de Ordenamiento Territorial Ambiental Regional POTAR: Caracterización diagnóstica del área de jurisdicción de la CAR. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Instituto de investigación de recursos biológicos “Alexander von Humboldt”. 2003. Construcción de una línea base sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. En: Sistema de Información sobre Biodiversidad. UNISIG. URL: <http://araneus.humboldt.org.co/sig/ineabase.html>. Marzo de 2003.
- Kati, V.; Devillers, P.; Dufrêne, M.; Legakis, A.; Vokou, D. y Lebrun, P. 2004. Hotspots, complementarity or representativeness? designing optimal small-scale reserves for biodiversity conservation. *Biological conservation* 120: 471-480.
- Márquez, G. 2001. De la abundancia a la escasez: La transformación de los ecosistemas en Colombia. En: Palacios, G (ed.). 2001. La naturaleza en disputa: Ensayos de historia ambiental 1850-1995. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos. Bogotá.
- Márquez, G. y Guillot, G. 2001. Ecología y efecto ambiental de embalses: Aproximación con casos colombianos. Serie de publicaciones del Posgrado en Gestión ambiental. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Márquez, G. 2003a. Colombia un país irrepentible: Introducción a los ecosistemas tropicales. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales IDEA y Departamento de Biología. CD-ROM.
- Márquez, G. 2003b. Ecosistemas estratégicos de Colombia. *Revista de la Sociedad Geográfica de Colombia* 133: 87-103.
- Ministerio de Ambiente , Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT (Ministerio del Medio Ambiente), Instituto de Estudios Ambientales IDEA. 2002. Sistemas de gestión ambiental municipal - SIGAM-. CD-ROM. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente , Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT (Ministerio del Medio Ambiente), Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR. 1996. Plan de desarrollo ambiental La Capilla, Boyacá. Garagoa.
- Ministerio de Ambiente , Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT (Ministerio del Medio Ambiente), Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR. 2002. Restauración ecológica: Cartilla de tratamientos ecológicos para agroforestería, silvopastoril, protección de predios, restauración ecológica de ecosistemas altoandinos y monitoreo. Proyecto Estudio básico, diseño y orientación para la restauración ecológica de la cuenca alta del río Garagoa: subsectores Rabanal, Bijagual y Castillejo. Garagoa. 35p.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

- Ministerio de Ambiente , Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT (Ministerio del Medio Ambiente), Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR, Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACÁ. 2002. Experiencias agroecológicas en Mamapacha y Bijagual. Proyecto implementación participativa de los planes de manejo y uso sostenible de los páramos de Mamapacha y Bijagual. Tunja. 38p. En el texto se cita como MAVDT *et al.* 2002a.
- Ministerio de Ambiente , Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT (Ministerio del Medio Ambiente), Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR, Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACÁ. 2002. Nuestro páramo: Proceso de concertación para la zonificación ambiental de los macizos de Mamapacha y Bijagual. Proyecto implementación participativa de los planes de manejo y uso sostenible de los páramos de Mamapacha y Bijagual. Tunja 23p. En el texto se cita como MAVDT *et al.* 2002b.
- Ponce de León, E. (*editora*). 2000. Memorias del Seminario de restauración ecológica y reforestación. Fundación Alejandro Ángel Escobar, Fundación Friederich Ebert de Colombia FESCOL, Foro Nacional Ambiental y GTZ. 2 y 3 de diciembre de 1999. Bogotá. 385p.
- Quintero, J.C. 1998. Aplicación de las leyes de potencia para identificar ecosistemas estratégicos. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Biología. Bogotá.
- Ramírez Sandoval, R.S. (*consultor*) 1996. Plan ambiental para el municipio de Ramiriquí. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR. Garagoa. 211p.
- Ramos, E. (*consultor*). 1995. Plan ambiental del municipio de Macanal: Memorias de límites veredales y cuencas hidrográficas. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR. 133pp.
- Rubio-Togler, F. 2000. Humedales de la región Corporación Autónoma Regional de Chivor, CORPOCHIVOR. *En*: Ministerio del Medio Ambiente. Manejo de humedales: Memorias curso de entrenamiento. Bogotá. 69-71pp.
- Salcedo, N.E. (*consultor*). 1996. Plan de desarrollo ambiental del municipio de Tenza. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR. Garagoa. 98pp.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J., Margules, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5 (1): 18-31.
- Soler Ibáñez, T. (*consultor*). 1996. Plan ambiental del municipio de Jenesano. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR. Garagoa. 146pp.
- van der Hammen, T. y Andrade, G. (*directores generales*). 2003. Estructura ecológica principal para Colombia: Primera aproximación. Informe final. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM y Fundación para la conservación del patrimonio natural Biocolombia. Bogotá. 70p.
- Velosa, M.N. (*consultor*). 1996. Plan ambiental del municipio de Ciénega. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Chivor CORPOCHIVOR. Garagoa. 146pp.

ANEXOS DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO

- Anexo 1.** Glosario
- Anexo 2.** Elementos conceptuales de la evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres
- Anexo 2.** Tipos principales de ecosistemas y hábitat de la Cuenca del Río Garagoa
- Anexo 3.** Memoria explicativa de la salida de campo

Anexo 1 Glosario

Bienes y servicios ambientales. Beneficios directos o indirectos que las poblaciones humanas derivan de los atributos estructurales y funcionales de los ecosistemas.

Conservación.

Corredor biológico. Sistema de hábitat o ecosistema, con patrón espacial lineal o en banda, conservado o restaurado, el cual como mínimo aumenta la conectividad de las poblaciones de vida silvestre y puede ayudar a superar las principales consecuencias de la fragmentación, en relación con la conservación de la biodiversidad.

Cuenca. Área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a un red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor, el cual, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. Una cuenca está delimitada por la divisoria o divorcio de aguas.

Ecosistema. Sistema ecológico conformado por comunidades bióticas interactuando entre sí y con el medio físico, cuyos atributos emergentes son ciclos de materia, flujos de energía e información y procesos de homeostasis. Dado que los ecosistemas no poseen límites precisos, se definen como una unidad geográfica que contiene el proceso que interesa conocer o manejar.

Ecosistema original. Aquel ecosistema que posee en tiempos actuales las características de uno maduro, en términos de composición y riqueza de especies, y atributos funcionales tales como, en el caso de los bosques, distribución diamétrica con alta variabilidad por unidad de área, presencia de árboles muy grandes, presencia de lianas y epífitas y estructura vertical del dosel muy variable.

Fragmentación. División de un ecosistema continuo en bloques discontinuos como resultado de un cambio ambiental macro o cambio en el régimen de perturbaciones.

Gestión ambiental. Manejo participativo de los elementos y problemas ambientales de una región, de los diversos actores sociales mediante el uso selectivo y combinado de herramientas jurídicas, de planeación, técnicas, económicas, financieras y administrativas, para lograr el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Índice de hábitat. Porcentaje del área con vegetación natural remanente; donde un valor bajo del índice señala que el área está fuertemente transformada, mientras un valor alto indica que una cobertura de vegetación natural es dominante en el área

Inductor. Población dominante de los rastrojos y bosques, que se introducen en el proceso intermedio o al final de la restauración.

InfraEstructura ecológica. Conjunto de los ecosistemas estratégicos presentes en una región conectados estructural y funcionalmente mediante corredores biológicos; se emplea el prefijo “infra” para denotar que subyace a la estructura productiva empleada de forma directa por el hombre, pero que constituye el soporte de la anterior.

Ley de potencia. Distribución estadística en la cual unos pocos elementos dentro de un sistema desempeñan un papel funcional y estructuralmente muy significativo, mientras una gran cantidad de elementos son mucho menos importantes.

Población. Conjunto de organismos de una especie que habitan un área geográfica definida y poseen intercambio genético con lo cual tienen un acervo genético común.

Precursor leñoso. Especies pioneras en la sucesión vegetal, que corresponden a la primera serie ecológica en el desarrollo de un ecosistema; el término leñoso hace referencia a una forma de vida

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

caracterizada por tener sus órganos lignificados (produce madera), por ejemplo, árboles, arbolitos, arbustos y lianas.

Priorización. Proceso mediante el cual se seleccionan y ordenan las propuestas o alternativas de solución para resolver de la manera más racional y con equidad los problemas identificados y planteados en un diagnóstico determinado. Partiendo que en toda cuenca las demandas por acciones específicas y las necesidades de la población por bienes y servicios pueden ser infinitas, y que por lo regular los recursos son limitados, es necesario definir prioridades de acuerdo a criterios.

Reforestación. Restablecimiento de cobertura forestal, independientemente de las especies, métodos y fines con que se haga.

Restauración. Restablecimiento artificial total o parcial de la estructura y función de ecosistemas deteriorados por causas naturales o antrópicas. Sinónimo de sucesión asistida.

Revegetalización. Restablecimiento de la cobertura vegetal; se entiende como sinónimo de restauración pasiva.

Sucesión. Proceso de reemplazamiento de las poblaciones que conforman una comunidad por otras a través del tiempo. Desarrollo del ecosistema tendiente a la mayor captación del flujo de energía disponible, a través del crecimiento y organización gradual de su estructura.

Vivero. Instalación destinada a la propagación vegetal y el mantenimiento del material previo a su transporte al sitio de plantación.

Anexo 2 Elementos conceptuales de la evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres

A continuación se presentan las definiciones de los elementos conceptuales empleados para la evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de la Cuenca del Río Garagoa, tomados de Dinnerstein *et al.*, 1995.

Bloque de hábitat. Variable a nivel de paisaje que evalúa el número y tamaño de bloques continuos de hábitat, considerando las necesidades de tamaño requeridas por poblaciones y ecosistemas para funcionar naturalmente.

Eco-región. Una eco-región representa un ensamblaje geográficamente definido, constituido por comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies, la dinámica ecológica, las condiciones ambientales y cuyas interacciones ecológicas son críticas para su persistencia a largo plazo.

Estado de conservación. Evaluación del estado de los procesos ecológicos y la viabilidad de las poblaciones en una eco-región. Las diferentes posibles categorías son: extinta, crítica, en peligro, vulnerable, relativamente estable y relativamente intacta. El estado de conservación instantáneo está definido a partir de los valores de variables a nivel de paisaje.

Grado de Fragmentación. Variable a nivel de paisaje que mide el grado de separación entre bloques de hábitats remanentes discretos y más pequeños.

Grado de Protección. Variable a nivel de paisaje que evalúa la eficacia con la cual los humanos han preservado grandes bloques de hábitat intacto y la biodiversidad en ellos contenida. En el estudio se mide el número y tamaño de bloques protegidos utilizando un sistema dependiente del tamaño de hábitat y la eco-región.

Pérdida de hábitat. Variable a nivel de paisaje, medida como el porcentaje de tierra original de una eco-región que ha sido perdida (convertida). Enfatiza la rápida pérdida de especies y la perturbación de los procesos ecológicos que se prevén en ecosistemas cuando decrece el área total de hábitat.

Tipo principal de ecosistema. Grupo de tipos principales de hábitat cuyas eco-regiones comparten: (a) requerimientos mínimos de área para conservación, (b) respuestas similares a las perturbaciones, (c) niveles de diversidad beta y (d) generalmente una estructura de vegetación similar.

Tipo principal de hábitat. Grupo de eco-regiones que experimentan condiciones climáticas comparables, tienen comunidades vegetales con una estructura similar, despliegan patrones espaciales de diversidad similares (o diversidad beta) y cuya flora y fauna muestran una estructura de gremios e historias de vida parecidos.

Variables a nivel de paisaje. Parámetros utilizados para evaluar el estado de conservación de una eco-región.

Anexo 3 Tipos principales de ecosistemas y hábitat de la Cuenca del Río Garagoa

A continuación se presenta una descripción básica de los tipos principales de ecosistemas TPE y tipos principales de hábitat representados en la Cuenca del Río Garagoa, tomada de Márquez (2003a).

TPE Bosques tropicales de hoja ancha

Los Bosques, en el sentido de Fosberg (1970), se caracterizan por vegetaciones leñosas de más de 5 m de altura y dosel cerrado. Los Bosques Tropicales (concepto que aquí se asimila al de Selva utilizado por diversos autores, entre ellos Hernández y Sánchez, 1992 y Colciencias, 1990) son densos, tienen varios estratos, árboles de fuste liso, lianas verdaderas, elevada diversidad alfa y beta, abundantes endemismos. Funcionalmente se caracterizan por una elevada productividad primaria y mucha biomasa mantenida por unidad de energía consumida (razón B/E). Ver otras características en los autores citados. Se encuentran los siguientes TPH en la Cuenca.

TPH Bosques (Selvas) Basales Húmedos. Se distribuyen por debajo de 1.000msnm, con temperaturas promedio por encima de 24°C y precipitaciones superiores a 1.500 msnm, vegetación muy densa, dosel, con alturas por encima de 20 m y en general más altos, con árboles emergentes de hasta 50 m, tiene menos del 50% dominado por especies caducifolias; predominan hojas con alero de goteo. La productividad es muy elevada y tiende a ser consumida en su totalidad; la biomasa sostenida por unidad de energía utilizada es la más alta en los ecosistemas terrestres. Hay balance entre producción y consumo. Gran abundancia de simbiosis y de detritívoros. La fauna, muy diversa, incluye numerosos insectos, aves, monos y jaguares. Ciclos de nutrientes cerrados y determinados por la acumulación de nutrientes en la biomasa. Suelos poco aptos para actividades agropecuarias. Predomina en Amazonia y Pacífico. Regulador climático y reserva de biodiversidad.

TPH Bosques Submontanos (subandinos). Bajo este nombre se agrupa, ante la dificultad de cartografiados dado su elevado grado de transformación, a todos los bosques que se desarrollan entre 1.000 y 2.000 msnm, en las laderas de los Andes, la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de la Macarena. Por limitaciones del sustrato y de la temperatura rara vez superan los 25 m, no tienen estratos definidos, son muy diversos, presentan numerosas epífitas y aves, y composiciones que reúnen elementos de los bosques basales y de los montanos; presentan diferentes grados de estacionalidad dependiendo de los ciclos de lluvias, con materia orgánica acumulada en el suelo y productividad elevada, sobre todo los que tienen influencia de cenizas volcánicas. Composiciones que reúnen elementos de los bosques basales y de los montanos; presentan diferentes grados de estacionalidad dependiendo de los ciclos de lluvias, con moderada materia orgánica acumulada en el suelo y productividad elevada. Gran diversidad de aves. Ciclos con acumulación en el suelo. Muy biodiversos: insectos, aves, monos, mamíferos. Propicios a uso humano. En Colombia este bosque está transformado casi por completo por efecto del cultivo del café. Incluye varios tipos de bosques que han sido llamados selva submontana, selva estacional montana, bosques premontanos, bosques subandinos y selva siempre verde seca, correspondientes a variaciones en altura, humedad y estacionalidad; corresponden a los orobiomas. También los llamados bosques de niebla, que corresponden a las zonas de condensación hacia 1.800 msnm, aunque, en sentido estricto, bosques de niebla hay en otros pisos térmicos donde también hay cinturones de condensación.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

TPH Bosques Montanos (andinos). Se encuentran por encima de 2.000 y alcanzan 2.700 msnm; son bosques bajos, 25 m o, por lo común más bajos, densos, con numerosas epífitas que se incrementan con la humedad. Siempre verdes, diversos, con pocos elementos caducifolios y poca evidencia de estacionalidad, excepto los más secos. Insectos, aves, osos andinos, venados, conejos. Acumulan nutrientes en el suelo pues su tasa de producción es superior a la de consumo y descomposición, afectada esta última por las relativamente bajas temperaturas. Elevada diversidad y complejidad. Muy alterados por usos humanos, en especial ganadería de tierra fría.

TPH Bosques Montanos altos (altoandinos). Bosques por encima de 2.700 msnm y llegan hasta el límite de los árboles, cerca de los 3.200 msnm en condiciones favorables. Bajos, muy densos, con gran abundancia de epífitas que ayudan a condensar la humedad. Producción mucho más alta que el consumo, da lugar a acumulación de materia orgánica en el suelo. Insectos, colibríes, osos andinos, cóndores. Muy importantes en ciclos hidrológicos. Suelos ácidos pero aptos para pastos y papa. Muy presionados por uso agropecuario.

TPE Pastizales/Sabanas/Matorrales

El TPE de Pastizales /Sabanas /Matorrales reúne ecosistemas muy diversos, como sabanas, humedales y páramos, que tienen en común el predominio de especies no arbóreas, de distribución amplia, pero en especial el ser relativamente resistentes a las perturbaciones a corto plazo, a diferencia de los bosques. El conjunto incluye los humedales dentro del TPH Pastizales Inundables, mientras los páramos figuran como Pastizales Montanos, lo cual no refleja su singularidad. En la Cuenca se encuentra el siguiente TPH.

TPH Pastizales montanos (Páramos). Dinnerstein et al. (1995) definen de manera esquemática al páramo como un “pastizal /sabana que se encuentra por encima de la línea de árboles en los Andes y Costa Rica”. En efecto se trata de un ecosistema caracterizado por una matriz herbácea (pastizal) con elementos arbustivos no leñosos (en especial frailejones), dispersos como en una sabana. Esta descripción no es adecuada a la singularidad ni importancia de los páramos. Con excepción de los frailejones, en este hábitat predominan plantas de hojas muy pequeñas, esclerificadas. Los frailejones tienen una cubierta densa de pelos que recubren hojas, tallos y ramillas. Los páramos se desarrollan en la parte alta de las montañas, en condiciones de frío y alta irradiación, con ciclos diurnos extremos de temperatura, desde menos de 10° hasta 20° ó más en las horas de mayor insolación, y baja disponibilidad de agua y nutrientes dada la dificultad de absorción por las bajas temperaturas. Representan islas separadas entre sí en las cumbres de las montañas, de elevada diversidad y endemismo. Productividad moderada. Presencia de insectos, conejos, cusumbos, venados, osos, cóndores. Mucha acumulación de materia orgánica en el suelo, por dificultad de descomposición por las bajas temperaturas. Son importantes en el ciclo del agua con suelos muy orgánicos; poco favorables, pero utilizados para siembra de papa y ganado. Hasta aquí llega el límite de la distribución humana por restricciones climáticas. Dominan en partes altas de los Andes y de la Sierra Nevada de Santa Marta.

TPE Ríos y otros sistemas de aguas corrientes (sistemas lóticos)

Los arroyos, quebradas y ríos constituyen un tipo principal de ecosistemas acuáticos que se diferencia por el continuo y rápido flujo de sus aguas; esto crea condiciones especiales para la vida y para la organización de las estructuras y procesos ecológicos básicos: flujos de energía, materia, información, mantenimiento de los equilibrios ecológicos, generación de biodiversidad, sucesión. Un rasgo importante es la estructura longitudinal y altitudinal de los sistemas lóticos, que determina diferencias entre las partes altas y bajas de un mismo cuerpo de agua, el cual puede verse como un continuo que varía a medida que desciende; más complejo y maduro en las partes bajas que en las altas. Otro rasgo de interés son los intercambios con los ecosistemas terrestres adyacentes, a

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

lo largo de su recorrido; por ejemplo hojarasca que cae de los bosques ribereños e insectos acuáticos que pasan al bosque. Aquí no se entrará en detalles sobre la compleja ecología de los sistemas de aguas lentas (lagos y lagunas), lo cual deberá ser objeto del material que acompañe videos específicos al respecto. En la Cuenca se encuentra:

TPH Ríos y otras corrientes de montaña. Su principal atributo es el carácter torrencial y el flujo turbulento de las aguas, en pendientes acentuadas, con cascadas y raudales, sobre sustratos rocosos de bloques y cantos rodados. Aquí, la productividad primaria es baja basada en plantas resistentes a las corrientes y muy poco plancton, pero reciben aportes de la vegetación ribereña. El consumo lo hacen invertebrados, larvas de insectos y peces adaptados a la corriente y a ambientes muy oxigenados. La diversidad y complejidad son bajas, pero son de enorme importancia ecológica como fuentes de agua. Los ríos y quebradas andinas pertenecen a este TPH. En su parte baja dan origen a ríos claros y blancos (ver más adelante).

TPE Lagos y otros sistemas de aguas lentas (sistemas lénticos)

Los lagos y lagunas se caracterizan por ser cuerpos de agua relativamente profundos, con bajas tasas de renovación (aguas en movimiento lento, por contraste con los ríos, de aguas corrientes) y que en general tienen un flujo unidireccional de las mismas, a través de una o varias corrientes afluentes y otra efluente; se exceptúan los lagos llamados endorreicos, que carecen de efluente y pierden agua sólo por evaporación. El flujo unidireccional las diferencia de las ciénagas, que en general son menos profundas, ligadas a ríos a través de caños cuyo curso cambia del río hacia la ciénaga y viceversa, según el nivel de las aguas por influencia de las lluvias. En la Cuenca se encuentran:

TPH Lagos y lagunas de montaña. Son cuerpos de agua confinados a cubetas de origen tectónico (por plegamientos de la corteza terrestre), volcánico (en cráteres de volcanes) o glaciar (lagunas formadas en valles formados por ríos de hielo y taponados por morrenas: muros de piedra formados por el mismo glaciar). Tienen aguas muy frías, claras, con pocos nutrientes y sufren mezclas muy frecuentes, por lo cual permanecen oxigenados y sin estratificación térmica. Tienen baja productividad, elevada diversidad principalmente del planctónica aunque baja de peces. En muchos de ellos se han introducido truchas. En Colombia no existen grandes lagos; los mayores son las lagunas de Tota y de La Cocha; hay numerosas lagunas de alta montaña, en especial de origen glaciar.

TPE Embalses

Los embalses son cuerpos de agua artificiales formados por el represamiento de ríos, se consideran TPE diferentes pues son ecosistemas intermedios entre aguas corrientes (ríos) y lentas (lagos), pues su agua se mueve y renueva mucho más lentamente que en los primeros, pero mucho más rápido que en los últimos. En la Cuenca se encuentran:

TPH Embalses Fríos y Templados de Montaña. Ubicados por encima de los 1.000 msnm y destinados tanto a generación de energía como al abastecimiento de poblaciones humanas (acueductos) y, en menos grado, a riego y recreación. Sus aguas se estratifican moderada y ocasionalmente; las superficiales permanecen bien oxigenadas y, en general, mantienen buenas condiciones de uso. La productividad es moderada (meso- a eutróficos). El fitoplancton es diverso pero las comunidades ícticas no lo son tanto y están dominadas por truchas y carpas. Los conflictos ambientales son moderados en especial por sedimentación. Son de gran importancia social.

Anexo 4 Memoria explicativa de la salida de campo

Durante los días 7 a 8 de agosto de 2004 se realizó una salida de campo de reconocimiento y validación en campo de la imagen de satélite Aster de Diciembre de 2000, que sirvió de base para la elaboración del Mapa 29 –Cobertura de vegetación y usos actuales. El trabajo de la salida fue realizado por Elizabeth Valenzuela, Claudia Romero, Philippe Chenut y Ferney Cárdenas del IDEA-UN; cabe señalar que únicamente el primer día se contó con acompañamiento de un funcionario de Corpochivor (Carlos Alfonso).

El recorrido se realizó por diferentes municipios, así:

Día 1 Bogotá, Chocontá, Villapinzón, Ventaquemada, Nuevo Colón, Jenesano, Turmequé, Garagoa

Día 2 Garagoa, Macanal, Almeida, Tenza, La Capilla, Pachavita

Día 3 Garagoa, Macanal, Santa María, Chivor

En la siguiente tabla se presenta la información sistematizada de las observaciones sobre la cobertura de vegetación y usos actuales del suelo para cada una de las estaciones; se señalan también las coordenadas (X – Y) y altitud de las mismas⁴.

Estación	Coordenada		Altitud (m)	Cobertura de vegetación y usos actuales
	X	Y		
Día 1				
1	5°21'644	73°31'009	2.580	Río en el cruce de carretera.
2	5°19'819	73°30'089	2.270	Potrereros, plantación de eucaliptos, cultivos Vegetación de bajo porte con afloramientos rocosos
3	5°21'300	73°27'454	2.495	Cobertura: cultivos (frutales, manzana, pera, ciruelas, feijoa) <i>Nuevo Colón</i>
4	5°24'967	73°20'831	2.142	Potrereros con árboles aislados y afloramientos rocosos, eucaliptos, algunos cultivos <i>Jenesano – Puente Camacho</i>
5	5°24'207	73°18'644	2.310	Cultivos (frijol, arracacha, maíz, lechuga), rastrojos, pastos. En las área de fuerte pendiente se conserva la vegetación natural (rala) con afloramientos rocosos
6	5°24'993	73°19'102	2.216	Pastos, potrereros, rastrojos con árboles dispersos. Matorrales <i>Río Jenesano</i>
7	5°25'112	73°19'344	2.310	Potrereros, vegetación rala con afloramientos rocosos. Cultivos, plantaciones (eucalipto) entremezcladas con pastos
8	5°16'051	73°24'347	1.975	Rastrojos, pastos con árboles dispersos y pinos
9	5°14'898	73°24'409	2.044	
10	5°14'724	73°24'249	2.029	
11	5°07'913	73°21'811	1.512	Arbustos en una matriz de pastos, en las áreas de mayor pendiente vegetación muy rala <i>Quebrada La Moya</i>

⁴ Estos datos se obtuvieron con un GPS Garmin Modelo II Plus.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Estación	Coordenada		Altitud	Cobertura de vegetación y usos actuales
Día 2				
12	5°00'926	73°22'306	1.336	Vegetación muy rala sobre roca expuesta
13	5°01'240	73°21'722	1.336	Vegetación arbustiva, cultivos, potreros <i>Quebrada El Dátil</i>
14	5°01'239	73°21'7220	1.336	Roca expuesta, cobertura mínima <i>Quebrada El Volador, trasvase del Río Tunjita</i>
15	4°58'399	73°20'825	1.460	Cultivos (incluye pinos) y vegetación arbustiva cerca al embalse La Esmeralda; áreas con vegetación muy rala
16	4°58'399	73°20'832	1.550	Vegetación arbustiva, densa con elementos arbóreos <i>Quebrada Guanejes</i>
17	4°58'621	73°21'322	1.534	<i>Quebrada La Floresta</i>
18	4°59'223	73°21'758	1.620	Vegetación rala con afloramientos rocosos. Derrumbes. Relleno sanitario de Almeida <i>Cuenca Quebrada Seca</i>
19	4°58'973	73°22'194	1.702	Cultivos (caña, pinos), rastrojos y pastos pequeños parches de vegetación arbustiva
20	5°00'342	73°25'899	1.324	Vegetación muy rala. Rastrojos con árboles dispersos, matorrales y potreros. En la parte más alta, pastos para ganadería (sin vacas) <i>El Salitre – Cruce Río Súnuba en la carretera</i>
21	5°00'266	73°25'628		Deslizamientos
22	5°02'699	73°23'862	1.423	Matorrales, rastrojos, potreros, cultivos (caña) Deslizamientos
23	5°06'526	73°25'770	2.146	<i>Frente a Mamapacha, en la parte inferior del Cerro de Cristales</i>
Día 3				
24	4°52'583	73°23'149	2.140	Bosques en divisorias de aguas (“cejas de monte”), potreros y cultivos
25	4°51'224	73°27'789	2.148	Mina de esmeraldas
26	4°51'166	73°22'981	1.946	Mina de esmeraldas

En general, se destacó durante la salida la predominancia de una cobertura de vegetación muy transformada y heterogénea, en especial de potreros sin evidencias de uso (ganado), matorrales y rastrojos con afloramientos rocosos en áreas de fuerte pendiente. En las partes más altas se conservan pequeños relictos de bosques, así como en las riberas de algunos ríos y quebradas; sin embargo, en la mayor parte de los casos, se encuentran cultivos y potreros en las rondas.

VII. COMPONENTE BIODIVERSIDAD

Guiomar Nates

Lc. Biología y Química, Mg Ciencias. Dpto. de
Biología -UN

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	VII-1
METODOLOGÍA.....	VII-2
<i>Área de Estudio</i>	VII-2
RESULTADOS	VII-3
<i>Aves</i>	VII-5
<i>Mamíferos</i>	VII-6
<i>Reptiles</i>	VII-10
<i>Peces y Anfibios</i>	VII-10
<i>Invertebrados</i>	VII-10
COMENTARIOS FINALES	VII-11
RECOMENDACIONES FINALES	VII-14
BIBLIOGRAFÍA	VII-15

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA VII-1. GRUPOS FAUNÍSTICOS EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOCHIVOR.....	VII-4
TABLA VII-2. DISTRIBUCIÓN DE LAS 254 ESPECIES SEGÚN GRUPOS FAUNÍSTICOS	VII-5
TABLA VII-3. LOS PRINCIPALES PÁRAMOS DE LA REGIÓN	VII-7
TABLA VII-4. ZONAS DE VIDA EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOCHIVOR	VII-8
TABLA VII-5. DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE GRANDES GRUPOS FAUNÍSTICOS, REGISTRADAS EN 10 MUNICIPIOS DE LA JURISDICCIÓN DE CORPOCHIVOR	VII-9

INTRODUCCIÓN

El área de la Cuenca del Río Garagoa corresponde, en parte, a la región geográfica del Valle de Tenza y está conformada por muy diferentes paisajes, climas y naturalmente elementos de fauna y flora. Forma parte de las Provincias biogeográficas Norandina (distritos andino oriental, selvas nubladas orientales) y de la Orinoquia (distrito piedemonte Meta), este último con especies afines al piedemonte amazónico de Colombia, Ecuador y Perú (Hernández-Camacho *et al*, 1992b).

Debido a la diversidad de ecosistemas presentes en el área de la cuenca y en especial a que se encuentran algunos de los páramos mas importantes del país (Tabla VII-3) es necesario revisar el estado de la biodiversidad¹ y proponer áreas prioritarias de conservación. Ya de por si, los páramos son regiones que deben ser protegidas, cuidadas, mantenidas, por que de ahí dependen, en buena medida, los recursos hídricos de la zona.

Sin embargo y a pesar de la riqueza potencial en cuanto a fauna y flora se refiere, la zona en general se encuentra bastante deteriorada y hay amenazas graves para muchos de sus elementos faunísticos. Además, gran parte de la región se encuentra dentro de uno de los centros de endemismo propuestos por Hernández *et al.* (1992a): el altiplano cundiboyacence.

¹ Los indicadores de riqueza de especies nos permite conocer el número de especies en una comunidad. Son válidos desde que se apliquen sobre datos confiables, tomados en muestreos sistemáticos con una planeación adecuada. En el caso presente y dado la heterogeneidad de la información obtenida no se creyó pertinente aplicar estos indicadores puesto que los datos recopilados no son uniformes en cuanto a la metodología, duración e intensidad de muestreos. Solamente se pueden obtener datos de presencia/ausencia sin que sea posible evaluar diversidad, riqueza, ni abundancia. El objetivo del Sistema de indicadores estado-presión- respuesta, para biodiversidad, es hacer un seguimiento a la Política Nacional de Biodiversidad, registrando los cambios en las características de la misma, las modificaciones de las presiones que se ejercen sobre ella y los avances de las acciones de la política de conocimiento, conservación y uso sostenible en los Andes Colombianos. Esto quiere decir que tal sistema de indicadores se aplicaría sobre datos obtenidos como resultado de monitoreos en regiones definidas y de una forma sistemática. Con datos tan fragmentados como los del presente informe la aplicación de tales índices no serían adecuados ni confiables.

METODOLOGÍA

1. Revisión bibliográfica: bibliotecas, infografía
2. Revisión colecciones de insectos del LABUN e Instituto de Ciencias Naturales (ICN)
3. Elaboración de una base de datos con los siguientes campos: No. Catálogo, nombre científico, coleccionista, localidad, fecha de colección, altura sobre el nivel del mar. Regional CHIVOR
4. Elaboración de matriz de datos
5. Análisis de datos

Área de Estudio

La región presenta un rango altitudinal bastante amplio (Aprox. 300 a 3.000 msnm²) donde se pueden identificar 8 zonas de vida (Tabla VII-4). Con climas variados, tiene condiciones para albergar una gran diversidad de fauna, sin embargo las drásticas alteraciones y transformaciones de sus bosques ha diezclado las especies nativas.

Las regiones con bosques húmedos y muy húmedos albergan valles y regiones montañosas en donde todavía quedan algunos pequeños relictos de bosques o especies vegetales nativas dispersas.

Las regiones de Selva subandina, andina y altoandina (Bosque submontano y montano, 1000-2800 msnm) tienen una extensión de 29.752 has. (11,75 % cobertura de Corpochivor) con ecosistemas muy biodiversos que enfrentan un alto grado de deterioro. En esta región hay todavía algunos relictos que ameritan atención prioritaria. Hasta ahora se han hecho caracterizaciones preliminares y plan de manejo para la cuchilla del Varal y Zonas circundantes de páramos de Mamapacha, Bijagual, Cristales y Rabanal (2.800 y 3.000 msnm). También hay un inventario rápido de fauna de Santa María hecho por el ICN (*sin publicar*).

² msnm: metros sobre el nivel del mar

RESULTADOS

A partir de la información recopilada se organizó una base en donde se consignaron datos tales como: especie animal, Municipio, provincia, fecha, estado de las poblaciones o especie, referencia. Se obtuvieron 307 registros para especies de fauna en 10 municipios, algunos con datos muy específicos (Páramo del Bijagual, Provincia de Márquez y Cuenca Río Blanco en San Luis de Gaceno, Los cristales, Castillejo, Cuchilla El Choque y Villapinzón) distribuidos como se muestran en la Tabla VII-5: Esto corresponde a: Anfibios (10 registros), Aves (116), Reptiles (41), Peces 17) y Mamíferos (89).

Sin embargo, la información está bastante fragmentada y los muestreos no son comparables por cuanto utilizan metodologías distintas, con distintos esfuerzos de muestreo. Es así que para algunos municipios hay inventarios muy completos (e.g. Garagoa), con muestreos y avistamientos mientras que para otros la información es bastante reducida y sólo se mencionan datos suministrados por pobladores de la zona, o no está disponible.

Se pudo obtener un listado de ausencia / presencia de fauna en los distintos lugares para los cuales se tiene información. Los municipios donde se registra el mayor número de especies son quizás donde la corporación ha contratado estudios para organizar los Planes Ambientales.

En la región se encuentran 6 páramos principales, y en 4 de ellos hay algunos inventarios de fauna (Bijagual y Mamapacha, Castillejo y Cristales) que dan evidencia de la presencia de un importante número de especies, a pesar del gran deterioro que están enfrentando debido a presiones antrópicas de diferentes clases (Tabla VII-3)³.

En la base de datos que se recopiló se presentan 254 especies de animales distribuidas así, según porcentajes.

³ Las regiones altas **enfrentan** un alto grado de deterioro: el 79% de su hábitat se ha perdido, hay fragmentación de alta a media, y solamente en los páramos se determina un grado de fragmentación bajo; en general se determina que los bosques basales y Bosques premontanos están en peligro. A pesar de que el ecosistema montano se mencione como estable, presenta un alto grado de presión antrópica por obtención de leña, y también por expansión de la frontera agrícola y ganadera. No ha sido mas el deterioro porque tiene regiones de difícil acceso y esas son las que todavía se conservan en un relativo buen estado.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla VII-1. Grupos faunísticos en la jurisdicción de Corpochivor

Grupos faunísticos	%
Aves	35%
Mamíferos	30,4%
Reptiles	13,6%
Invertebrados	8,8%
Peces	6,8%
Anfibios	6,4%

Sin embargo, es pertinente aclarar que algunos de estos grupos, por ejemplo las aves, tienen inventarios periódicos organizados por entidades particulares (Clubes de ornitología) que pueden hacer o no presencia en algunos municipios, mientras que para otros grupos, reptiles o insectos, los inventarios para la región son escasos o no existen.

Lo que podemos sacar en claro es que en la jurisdicción todavía queda una cantidad importante de especies animales, que prestan valiosos servicios ambientales como dispersores de semillas, polinizadores, control biológico y control de plagas, pero que por el deterioro acelerado de los ecosistemas y la cacería de consumo, sus poblaciones están realmente amenazadas de desaparición de la región (algunas ya lo han hecho).

Exceptuando los mamíferos y los peces en los demás grupos se encontró por lo menos una especie endémica de la zona. Es de esperarse que con inventarios sistemáticos y análisis de distribución geográfica y altitudinal se encuentren más especies endémicas, puesto que esta región queda en uno de los centros de endemismos del país (Hernández *et al.*, 1992a).

Por otro lado, mucha de la fauna que habita esa región está en peligro debido a factores como: deforestación, caza indiscriminada, contaminación y urbanización, factores estos que ocasionan la disminución de los sitios de anidamiento, sitios de reproducción y fuentes de alimento.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla VII-2. Distribución de las 254 especies según grupos faunísticos

Grupo Taxonómico	Cantidad de especies	Especies Endémicas	Especies Amenazadas
Aves	89	2 :lorito de páramo (<i>Pirrhura calliptera</i>) Águila real de montaña (<i>Oroaetus isidoro</i>)	Las dos endémicas y <i>Vultur gryphus</i>
Anfibios	16	1 rana <i>Hyla garagoensis</i>	
Invertebrados	22	4 especies del género <i>Parapartamona</i> spp (abejas)	
Mamíferos	76		12: Todos los grandes mamíferos y especies utilizadas en alimentación humana
Peces	17		
Reptiles	34	<i>Phenacosaurus</i> spp (género exclusivamente montano)	

Aves

Es el grupo que mas inventarios tiene en la región. Garagoa, Jenesano y S. Luis de Gaceno son los municipios donde se registran gran cantidad de especies porque son localidades donde se han realizado muestreos específicos. Muestreos particulares también se han hecho en el páramo de Mamapacha, en donde se alcanzan a contar 266 especies. Muchos de los registros para los diferentes municipios corresponden a aves migratorias que han encontrado hábitats propicios para descanso y reproducción. Como datos importantes se registran especies endémicas como el lorito de páramo, águila real de montaña (*Oroaetus isidoro*) o especies emblemáticas como el cóndor (*Vultur gryphus*) que están en peligro o ya han sido declaradas extintas. Su hábitat se extendía desde el norte de los Andes hasta Tierra de fuego y alguna vez hubo poblaciones silvestres en los andes Colombianos. Hoy gracias a los esfuerzos de varias entidades nacionales e internacionales (Zoológico de California, Zoológico de Cleveland, Corpochivor, entre otras) se está intentando repoblar mediante la liberación de jóvenes animales criados en cautiverio. Si bien no hay poblaciones silvestres, ya se ha logrado la liberación exitosa de algunos animales (En el año 2.001 se inició un programa de adaptación y liberación de adultos. En el año 2.003 se logró la liberación de 4 en el municipio de Guayatá), que posiblemente sean la semilla de nuevas poblaciones que sobrevuelen los Andes Colombianos.

Afortunadamente, la mayoría de las especies son bastante adaptables a las condiciones de alteración de su hábitat y muchas de ellas encuentran sitios de nidificación y fuentes de alimento en áreas modificadas.

Mamíferos

Dentro de los mamíferos registrados en diversos informes de planes de ordenamiento territorial podemos hablar de dos categorías: **Grandes mamíferos** y **Pequeños mamíferos**. Con respecto a grandes mamíferos la información colectada arroja 8 especies *Felis concolor*, *Panthera onca*, *Felis pardalis*, *Felis yaguaroundi*, *Mazama americana*, *Odocoileus virginianus*, *Tremarctos ornatus*, *Tapirus pinchaque*. Algunos de estos mamíferos, como la danta de páramo (*Tapirus pinchaque*) están casi extintos debido a la cacería intensiva. Los venados (géneros *Odocoileus* y *Mazama*) también suelen ser cazados. El caso del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*, especie emblemática y dispersora de semillas) ha merecido la atención de otras corporaciones con el fin de protegerlo y contrarrestar la disminución de sus poblaciones. Corpochivor esta actualmente atendiendo la liberación y seguimiento de un ejemplar en el Páramo de Mamapacha.

En municipios como Jenesano, ya no hay **fauna nativa mayor**⁴ por que no hay bosques que les permitan vivir adecuadamente. Con la disminución de bosques también lo ha hecho la frontera vital de especies como los grandes gatos, que se ven obligados a merodear cerca de las habitaciones humanas en busca de alimentación, la que obtienen de las especies domesticadas.

En cuanto a mamíferos pequeños se detectó la presencia de especies que son utilizadas para alimentación humana, pero sin un plan de manejo adecuado; es el caso de la paca (*Agouti paca*), el borugo⁵ (*Stictomys taczanowskii*), el armadillo (*Dasyprocta novemcintus*), especies susceptibles de manejo para producción sostenible.

Algunas especies de la fauna se registran como raras en unos municipios, mientras que son frecuentes en otros. Eso podría indicar el grado de perturbación que se está ejerciendo sobre sus poblaciones. Así es con el armadillo y el conejo silvestre que aparecen frecuentes en Turmequé pero raros en Macanal.

⁴ No se menciona que Jenesano no tenga fauna, por que de hecho se recopiló un listado de aproximadamente 33 especies de **fauna menor** (aves, mamíferos, reptiles y aves) que aparecen mencionadas en documentos del Esquema de ordenamiento Territorial de Jenesano (1998-2000) Obviamente el Municipio de Jenesano también debe entrar en los planes de conservación de la fauna que todavía alberga.

⁵ En el documento de esquema de ordenamiento territorial para el Municipio de Tibaná (1998-2000, pag 17) se menciona el borugo (*Stictomys taczanowskii*) como una de las especies de mamíferos silvestres que todavía quedan y que podría estar en vía de extinción

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla VII-3. Los principales páramos de la región

	Bijagal	Mamapacha	Rabanal	Castillejo	Cristales	S. Cayetano
Aves		266 especies especie en peligro: loro de páramo				
Grandes mamíferos		2 especies en peligro: Oso andino <i>Tremarctos ornatus</i> y soche <i>Mazama sp</i>				
Mamíferos		65 especies				
Observaciones	2800-3400 msnm zona de altos endemismos Muy intervenido: deforestación Hay un listado de fauna potencial	Páramo (2600-3400 y selva andina 2000-2600 msnm) Muy modificado y amenazado Cacería, tala y quema, construcción oleoducto Listas de mamíferos y aves	2800-3800 msnm Muy modificado. parcelaciones	Altamente intervenido. Tala, incendios, mal uso el suelo Alt. Máx. 3400 msnm Lista de especies	2600-3500 msnm Relativamente bien conservado. Difícil acceso. Lista de algunas especies	No hay información. Alto deterioro por actividades de minería, agropecuarias e inestabilidad geológica.
Diagnóstico	Debido a ser región de endemismos se debe proteger	Factible de ser declarada reserva, además hay varias especies en peligro por destrucción de hábitat	Debe ser declarada reserva por. Suministro e agua y recuperación de bosques	Reserva para manejo e agua	Reserva para manejo de agua y protección de bosques	

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla VII-4. Zonas de vida en la jurisdicción de Corpochivor

ZONA DE VIDA	RANGO ALTITUDINAL (msnm)	CARACTERÍSTICAS
Bmh-T Selva basal Cuatrecasas, 1958 (zonobioma tropical alternohigrico, Hernández y Sánchez, 1992)	0-500	La humedad y las temperaturas altas son propicias para muchas epífitas y por ende para la presencia de anfibios. Se ubica al sur y sur-oriente del embalse, vías Santa María- S.L. Gaceno, Cuenca baja R. Lengupá, Flora diversa
Bh-PM Selva subandina Cuatrecasas, 1958 (Selva andina, Hernández y Sánchez, 1992)	500-1000	Bosques originales desaparecidos: relictos. Norte y occidente del embalse: Garagoa. Somondoco y sur embalse. Relativamente seca
Bmh-PM Selva subandina Cuatrecasas, 1958 (Selva andina, Hernández y Sánchez, 1992)	500-2000	Muy montañoso. Bosques con árboles altos, restringidos a áreas de difícil acceso. La fracción de bosque, aun intervenida, es muy húmedo y es el último relicto de vegetación original de la región. Creciente presión antrópica. Zona meridional del embalse, occidente y suroriente de Macanal, sur y Norte de Almeida y Chivor
Bp-PM Selva subandina Cuatrecasas, 1958 (Selva subandina, Hernández y Sanchez, 1992)	500-2000	Montañosa, húmeda. favoreciendo la presencia de epífitas. Cuencas de los ríos Rucio, Negro, Q. de rincón en el Sur occidente del embalse
Bh-MB Subpáramo-Selva altoandina Cuatrecasas, 1958 (Páramo, Hernández y Sanchez, 1992)	2000-3000	Quedan pequeños relictos de bosque por que la mayor parte han sido desplazados por cultivos agrícolas y actividades pecuarias. Occidente del embalse, sur de Somondoco y Guayatá y occidente de Almeida, Jenesano
Bp-MB Subpáramo-Selva altoandina Cuatrecasas, 1958 (Páramo, Hernández y Sánchez 1992)	1800-3000	Alta humedad y bajas temperaturas. Provincia de Márquez. Se conservan especies vegetales propias de esta formación (mortiño, cucharo, laurel, siete cueros, romero)
Bs-MB Subpáramo-Selva altoandina Cuatrecasas, 1958 (Páramo, Hernández y Sanchez, 1992)	2000-2800	Bastante intervenida; pérdida de vegetación nativa; pequeños relictos de guayabo, arrayán, aliso, cedro de montaña, gague, ficus. Prov. de Márquez. Procesos erosivos particularmente en Jenesano
Bmh- MB Subpáramo-Selva altoandina Cuatrecasas, 1958 (Páramo, Hernández y Sanchez, 1992)	2000-3000	Algunos bosques naturales en peligro por las actividades agropecuarias. Suroccidente del embalse, occidente de Macanal, franja sur-norte hacia Garagoa, Márquez y cuenca alta R. Tundita. P. Bijagal (Mpio Ciénega)) con bosque nativo muy transformado

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla VII-5. Distribución de especies de grandes grupos faunísticos, registradas en 10 municipios de la Jurisdicción de Corpochivor

	Villapinzón	Jenesano	Tibaná	Turmequé	Úmbita	Garagoa	Macanal	Pachavita	S. L. Gaceno	Santa maría	Total registros
Aves	9	26	12	10		25	4	7	23		116
Anfibios		2				2	4		3	1	10
Grandes mamíferos	2		2	2	2	5		5			18
Mamíferos	4	8	4	6	5	12	16	7	9		71
Peces							5	6	6		17
Reptiles		3				8	9	7	14		41
Total/especie/mpio	15	37	18	18	7	52	38	32	55	1	

Reptiles

Al igual que para los demás grupos, los inventarios no son completos ni están disponibles para todos los municipios. Se obtuvo información de 34 especies entre serpientes, lagartos, salamandras e iguanas. De la misma forma que para las especies de mamíferos, también los reptiles sufren los rigores de las alteraciones de los ecosistemas. Además, algunos de ellos, como las serpientes, representan un peligro potencial para las comunidades humanas como *Bothrops atrox*.

Peces y Anfibios

Para estos dos grupos la información es más escasa aún; 17 especies de peces y 16 de anfibios. Pero dentro de esta fauna también se encuentran especies endémicas como es el caso de *Hyla garagoensis* (rana de Garagoa). La fauna anfibia y acuática está expuesta a contaminación de ríos y quebradas, como por ejemplo la fauna de la Cuenca del río Garagoa: es receptor de contaminación de los asentamientos humanos y actividades productivas de la región (agricultura, minería) Ninguno de los municipios del área de influencia de la cuenca cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales y además no hay manejo sostenible de recursos naturales que todavía quedan.

Invertebrados

Este es un enorme grupo de animales, donde sólo hay algunos inventarios o listados muy deficientes para abejas, escarabajos, mariposas y mosquitos.

Dentro de las abejas se encontraron 20 especies de abejas sociales, organismos importantes porque junto con las mariposas y cucarrones pueden ser indicadores de perturbación de hábitats. Por otro lado, son organismos que tienen una interacción muy estrecha con las plantas y les sirven como agentes polinizadores. Los abejorros del género *Bombus* presentes en la región (Villapinzón) particularmente *B. funebris* y *Bombus rubicundus* son indicadores de sistemas conservados, puesto que son especies que no soportan intervención humana. Otras abejas sociales como abejas del género *Melipona* también son sensibles a las alteraciones del ambiente, pero todavía no hay un inventario completo para la región que permita relacionar su presencia o ausencia con las alteraciones del medio.

Abejas solitarias como aquellas del género *Colletes* o *Dialictus* también fueron encontradas en ambientes relativamente conservados (Tunja- Iguaque).

COMENTARIOS FINALES

Las 254 especies que aparecen registradas para la jurisdicción son evidencia de la riqueza potencial de especies de fauna silvestre, sin embargo, la caracterización faunística de la jurisdicción es muy incompleta debido a la ausencia de estudios sistemáticos de biodiversidad para la mayoría de los municipios de la Jurisdicción Chivor. El hecho de que en la jurisdicción se encuentre diversidad de ecosistemas desde las zonas del piedemonte llanero hasta los páramos, permite estimar más de las 254 especies referidas en este informe.

Es de destacar que en los POT de algunos municipios, una de las preocupaciones es justamente la desaparición o disminución de elementos de la fauna, que por informaciones de los abuelos, alguna vez existió en la zona. Se proponen planes como la recuperación de corredores biológicos y el control de la expansión de la frontera agrícola, aunado a un manejo sostenible de los recursos naturales. El manejo de agroecosistemas con diversidad de cultivos es un atractivo para diversos tipos de especies polinizadoras, frugívoras y otras que pueden suplir sus necesidades alimenticias y de nidificación en estos sistemas.

En general se percibe que hay enormes alteraciones de los ecosistemas naturales, en parte por la construcción de la Hidroeléctrica Chivor que tuvo repercusiones sobre la fauna nativa, y en parte por las necesidades de establecer áreas de cultivos para proveer de alimento a las poblaciones humanas asentadas en estos territorios. Estas repercusiones se pueden resumir en tres puntos:

Fragmentación de hábitat y disminución de su poblaciones, particularmente aquellas con requerimientos de hábitat naturales (grandes mamíferos, reptiles, mamíferos pequeños)

La fragmentación de hábitat hace que se pierda la continuidad de espacios vitales utilizado particularmente por animales de porte mayor, como los felinos y el oso; de igualmente desaparecen los corredores biológicos que permiten comunicar ecosistemas diferentes y que pueden ser utilizados por muchas especies animales. No sólo se disminuyen las especies vegetales que dan alimento a la fauna, sino también los sitios de nidificación, reproducción y protección.

Debe considerarse de importancia vital la conectividad (corredores biológicos) de zonas protegidas y áreas con una biodiversidad importante, con el fin de contrarrestar la fragmentación de los hábitats. En la actualidad son propuestos como una herramienta novedosa para promover la conservación de la naturaleza. Para la Cuenca del río Garagoa se puede pensar en el establecimiento de corredores biológicos que unan diferentes áreas protegidas como por ejemplo entre las Reservas de la sociedad civil, o entre los páramos que albergan fauna importante (p. ej.

Mamapacha, Rabanal). En la sección Ecosistémica se hacen otros comentarios al respecto y se proponen corredores biológicos para la región: rondas de los ríos, embalses y lagunas, crestas de las montañas, zonas de amortiguación de áreas protegidas y cercas vivas a lo largo de la interfaz potrero-cultivo-matorral.

Aumento de poblaciones cosmopolitas ya sea por disminución de sus depredadores o por encontrar abrigos artificiales para nidificación (p. ej. Aves)

Si bien esto puede ser benéfico para tales especies, se genera un desequilibrio por el aumento desmesurado de éstas, que va en detrimento de otros elementos de la fauna que encuentran en las especies cosmopolitas competidores voraces. Por otro lado, el alto nivel de una determinada especie anidando o viviendo en los asentamientos humanos puede traer conflictos por invasión de depósitos de comida, obstrucción de canales o alcantarillas, y aún transmisión de enfermedades.

Aumento de la frontera agrícola y ganadera

Para lograr este incremento se tiene que deforestar y este es otro de los factores importantes en la reducción de especies y poblaciones de fauna silvestre. Casi sin excepción hay una alta intervención antrópica a nivel de todos los municipios analizados, que ha causado el desplazamiento o la desaparición de muchas especies de la fauna.

La mayor parte del Territorio de Corpochivor está por encima de los 2.000 m y es sabido que, a medida que se asciende se disminuye el número de especies, y las que quedan presentan hábitos restringidos adaptados a las condiciones de alturas. En esta Jurisdicción se encuentran algunos de los páramos más importantes del país, regiones que funcionan como corredores biológicos para muchos de sus más importantes habitantes. El maravilloso oso andino de anteojos (*Tremarctos ornatus*) recorre el corredor de páramos y los bosques de niebla asociados desde la Cordillera de Mérida en Venezuela hacia Perú en el sur. El cóndor (*Vultur gryphus*) quien puede fácilmente volar 150 km/día, lo hace sobre zonas de páramo y tierras de cultivo no interrumpidas por áreas urbanas. El puma (*Felis concolor*) se mueve también a través de un mosaico de páramo y bosque. Muchas de las aves del páramo son dependientes de las “islas” remanentes de *Polylepis* sp (coloraditos) que les proveen de alimento y refugio a lo largo de los altos Andes. El símbolo de la flora del páramo *Espeletia* spp. es uno de los mejores ejemplos de diversificación y adaptación a un nuevo ambiente. Las consideraciones anteriores hacen que las áreas de páramo merezcan una atención especial, particularmente cuando está sometida a altos grados de deterioro y amenaza (Castaño *et al.*, 2.000).

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Además cabe resaltar una vez mas que los páramos son zona de endemismos. En la región paramuna de Colombia hay registros confirmados para 15 especies de reptiles (9 géneros). Seis de las 11 especies de lagartos y 3 de las 4 de serpientes se han registrado solamente para Colombia y es posible que en los páramos de esta Jurisdicción se encuentre la gran mayoría de estos reptiles. La fauna restringida al páramo (3.000-4.100 msnm) debería considerarse endémica sin importar las fronteras que abarque, puesto que su área de distribución seguirá siendo mínima en relación con las áreas totales de los países poseedores de este bioma.

RECOMENDACIONES FINALES

Dado Que un interés prioritario de los POMCA, para áreas de conservación, deben ser los páramos (Bijagual, Mamapacha, Los Cristales, Rabanal), los bosques montanos vecinos asociados, y cualquier relicto de formación boscosa remanente, que permita ser hábitat de fauna local, se hace indispensable la debida protección legal y formal de estas formaciones.

Con el objetivo de realizar un buen diagnóstico de diversidad en la Región de la cuenca del Río Garagoa se requiere implementar un programa de largo plazo que permita realizar un inventario biótico (fauna y flora) y la elaboración de una base de datos lo más completa posible, constituyendo una “línea base”, fundamental para hacer seguimiento a la evolución de la biodiversidad en la Cuenca. Esta información deberá ayudar a Determinar la distribución altitudinal, geográfica y espacial de las especies de la cuenca y por lo tanto los efectos de la influencia antrópica sobre sus poblaciones.: los cambios temporales en la distribución asociados a los factores climáticos, fenología de las plantas asociadas y, especialmente, a las presiones antrópicas

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, M.G. y J.A. Álvarez. 2000: Colombia diversidad biológica III. *En*: Rangel Ch., J.O. (ed.), La región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá
- Arias, E. 1984 Fauna Silvestre del Páramo de Guerrero, CAR. Bogotá.
- Castaño, O.V., Arévalo, G. y Hernández, E. 2000. Herpetofauna reptiliana en el bioma páramo, en *Páramos y bosques de niebla*: 58-62, CENSAT, Bogotá
- Corpochivor. 2000 Plan de gestión ambiental regional 2001-2006. www.corpochivor.gov.co/
- Corpochivor. Sin fecha. Plan de manejo cuenca río Blanco (S. Luis de Galeno). www.corpochivor.gov.co/docpdf/pmpb.pdf
- Cuervo, H. y Camacho, J. 1985. Lista Actualizada de Mamíferos de Colombia. INDERENA. Bogotá.
- Hernandez, J y H. Sanchez, 1992. Biomas terrestres de Colombia. *En*: Halffter, G. y Ezcurra, E. (eds.). 1992. La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. Volumen Especial.
- Hernández, J., Walchsburger, T., Ortiz, R. y Hurtado, A. 1992. Centros de endemismo en Colombia. *En*: Halffter, G. y Ezcurra, E. (eds.). 1992. La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. Volumen Especial. Citado como Hernández-Camacho *et al*, 1992a.
- Hernández, J., Walchsburger, T., Ortiz, R. y Hurtado, A. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. Incluye Mapa de Unidades Biogeográficas. *En*: Halffter, G. y Ezcurra, E. (eds.). 1992. La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. Volumen Especial. Citado como Hernández-Camacho *et al*, 1992b.
- INDERENA. 1985 Proyecto Cuenca Alto Magdalena, Una publicación de PROCAM. Bogotá. *Caldasia* 24(1):
- Rodríguez, C. y Montenegro, I. 2000. Gestión para la conservación de especies de fauna silvestre amenazada en páramos y bosques andinos en Paramos y bosques de niebla: 63-74, CENSAT, Bogotá.

ANEXOS DEL COMPONENTE DE BIODIVERSIDAD

Anexo 1. Listado de especies reportadas

VIII. COMPONENTE DEMOGRÁFICO

Luis Jorge Gracia

Dpto. de Geografía-UN

Luis Carlos Jiménez

Dpto. de Geografía-UN

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	VIII-1
METODOLOGÍA	VIII-2
<i>Tratamiento de la Información</i>	VIII-3
DISCUSIÓN TEÓRICA	VIII-4
<i>El Legado Indígena y Colonial</i>	VIII-4
<i>Las Ciudades y la Nueva División Socio Espacial</i>	VIII-6
DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA POBLACIÓN	VIII-8
<i>La Población de los Centros Rurales</i>	VIII-9
<i>La Población Rural</i>	VIII-10
<i>Patrones Dominantes de Distribución en la Cuenca del Río Garagoa</i>	VIII-12
CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN	VIII-15
<i>Cabeceras Municipales</i>	VIII-15
<i>Resto Rural</i>	VIII-15
ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN	VIII-17
<i>Variación Espacial de la Estructura de la Población Urbana y Rural</i>	VIII-17
<i>Densidad Bruta de la Población</i>	VIII-18
<i>Variación Espacial de la Población por Grupos de Edad</i>	VIII-19
SÍNTESIS DE POBLACIÓN	VIII-24
<i>Municipios Deprimidos (Rojos)</i>	VIII-25
<i>Municipios Medianamente Deprimidos (Amarillos)</i>	VIII-26
<i>Municipios No Deprimidos (Verdes)</i>	VIII-27
CONCLUSIONES	VIII-30
<i>Lineamientos para una Política de la Población</i>	VIII-31

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA VIII-1. MATRIZ SÍNTESIS DE LAS CONDICIONES DE LA POBLACIÓN	VIII-28
--	---------

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA VIII-1. CACICAZGOS	VIII-5
GRÁFICA VIII-2. CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN LOS ESTADOS DE COLOMBIA ENTRE 1825 - 1938.....	VIII-7
GRÁFICA VIII-3. CONCENTRACIÓN DE LA POBLACIÓN URBANA EN LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	VIII-9
GRÁFICA VIII-4. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN RURAL Y URBANA	VIII-17
GRÁFICA VIII-5-. PIRÁMIDE TIPO DE MUNICIPIOS DEPRIMIDOS (FUENTE: DANE, 1993).	VIII-26
GRÁFICA VIII-6. PIRÁMIDE TIPO DE MUNICIPIOS MEDIANAMENTE DEPRIMIDOS (FUENTE: DANE, 1993).	VIII-27
GRÁFICA VIII-7. PIRÁMIDE TIPO DE MUNICIPIOS NO DEPRIMIDOS (FUENTE: DANE, 1993).	VIII-27

INTRODUCCIÓN

En su ya tradicional obra *El hombre y la tierra en Boyacá*, Orlando Fals Borda afirmaba en 1957 que el conocimiento de la demografía es un factor *sine qua non* para el éxito de la política a seguir. Esta afirmación sigue siendo hoy una fuerte verdad. Para el caso del departamento de Boyacá hay dos hechos que llaman poderosamente la atención, la fuerte fragmentación de la tierra que tiene su expresión en los minifundios y microfundios y segundo, el número tan exagerado de municipios y sus reducidos tamaños. Pareciera que los municipios reproducen en el espacio lo que ha pasado con las propiedades, su fuerte fragmentación: Este hecho es vital para comprender los procesos demográficos, ya que fenómenos como la distribución espacial de la población, migración y hasta composición de la población, dependen de los modos o estilos de apropiación que los hombres han hecho del espacio.

En un territorio donde la propiedad rural está fuertemente fragmentada y donde más del ochenta por ciento de los municipios son rurales y por tanto podemos decir que la mayor parte de la población vive en el campo, la forma de los espacios construidos, su tamaño y disposición en el espacio -dentro de ellos los municipios- expresan las relaciones de conflicto entre individuos y condiciona la distribución de la población. Este hecho se comprueba fácilmente cuando estudiamos los procesos demográficos en Boyacá; pero adicionalmente, los fenómenos físico-bióticos, por ejemplo la topografía, las características del suelo y la disponibilidad de agua son importantes factores de localización de la población.

METODOLOGÍA

Este informe se realizó con información censal suministrada por el DANE. Para el análisis espacial de esta información se recurrió a diferentes procedimientos derivados del análisis como los patrones de distribución espacial.

Se recurrió a datos históricos para describir los cambios en la distribución de la población por estados, para esto se elaboró un gráfico que permite apreciar las variaciones espacio-temporales de la distribución de la población; la revisión de fuentes históricas también dan un indicio de cambios en la distribución de la población y del surgimiento de las estructuras dominantes en la actualidad.

La estructura de la población, por grupos de edad, se abordó desde una perspectiva espacial con el fin de tener elementos que permitieran establecer algunas asociaciones con factores físicos y socioeconómicos que covarían con ellos. En este caso se emplearon métodos cartográficos y se clasificó la población en tres grandes grupos: Población joven menor a 14 años, población en edad de trabajar entre 15 y 64 años y población vieja mayor a 65 años. Esto permitió asociar indirectamente la población en edad de trabajar con las actividades productivas características de cada provincia; a partir del análisis de la información se identificaron patrones de distribución espacial que permiten regionalizar el comportamiento de la estructura de la población. Partiendo de este análisis se identificaron pirámides de población tipo, que permitieron un análisis más detallado, por cuanto divide la población por sexo y por grupos quinquenales de edad.

Para describir la distribución de la población de las cabeceras municipales se recurrió tanto al método cartográfico como a la curva que permite describir tendencias de concentración de la población en las cabeceras y los cambios de distribución de la población en las cabeceras y en el resto rural.

Tratamiento de la Información

Se han trabajado un grupo de variables que permiten explicar la población. A continuación se presenta un cuadro explicativo de estas variables.

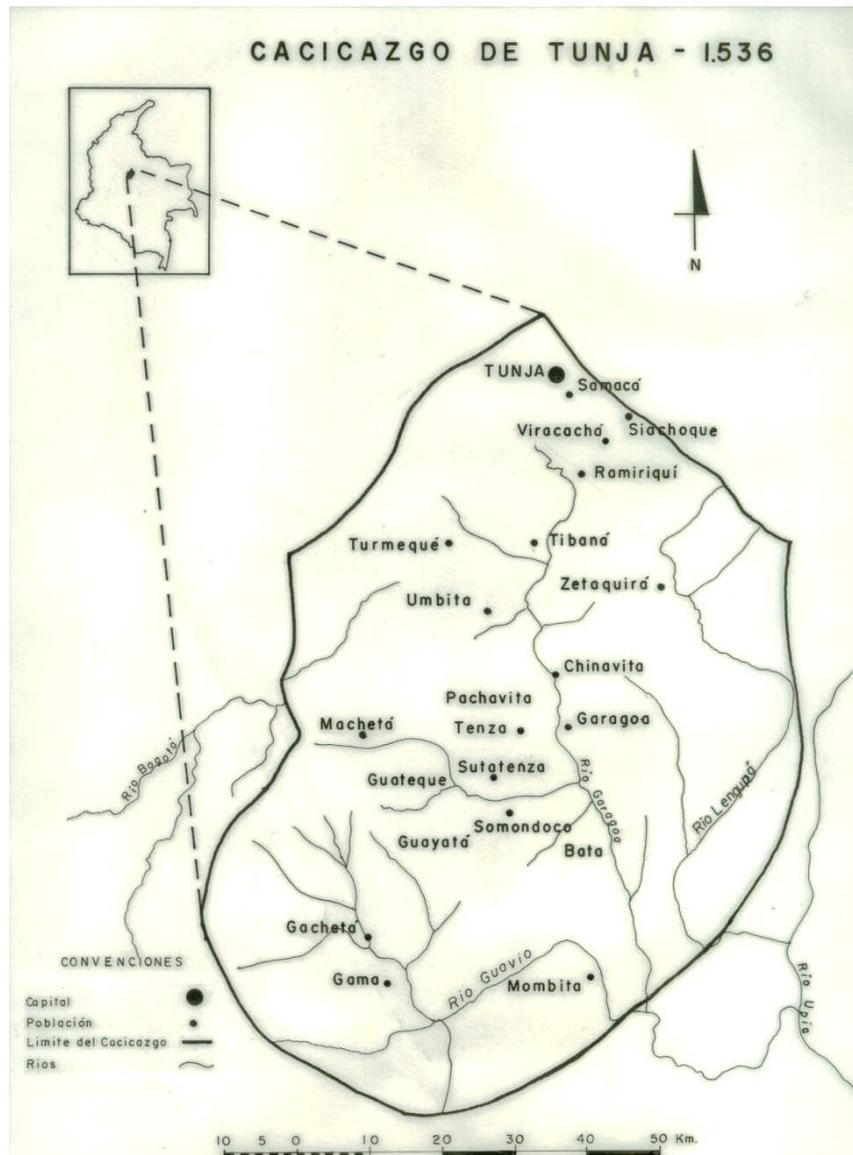
Variables	Explicación
POBLACIÓN RURAL Y POBLACIÓN URBANA	Como ya se indicó en el caso colombiano no es posible separar población rural y urbana, sino que debemos referir a población en la cabecera y en el resto. Se ha trabajado con los censos poblacionales de 1985 y 1993.
TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN URBANA 1985-1993	Se calculó la tasa de crecimiento de la población urbana para el periodo intercensal 1985-1993. Partiendo del cálculo de la tasa media de crecimiento r de la población entre dos fechas: o y n , separadas por n años: esta tasa es una media geométrica tal que las poblaciones correspondientes P_o y P_n están ligadas por la siguiente relación: $P_n = P_o (1+r)^n$. Donde P_o es la población del primer año y P_n la población del último año.
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA, P.E.A Y POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE INACTIVA, P.E.I.A.	Se obtiene del censo DANE 1993 con la variable "población de 12 años o más, censada en hogares particulares, por condición de actividad económica, según municipios y áreas". Se trabajaron agregadamente las P.E.A. y las P.E.I.A. sin entrar a especificar. En la P.E.A está considerada la población ocupada y desocupada; y en la P.E.I.A. la incapacitada, jubilada, estudiante y oficios del hogar.
POBLACIÓN POR GRANDES GRUPOS ETÁREOS	Partiendo de la información DANE "Población total censada por área y sexo, según municipios y grupos de edad" se agregaron los grupos para hacer tres grandes grupos: de 0 a 14 años, de 15 a 65 años y mayor a 65 años. Se consideró para efectos de la cartografía de la variable en un mismo grupo a hombres y mujeres. Estos tres grupos permiten diferenciar claramente la población en edad de trabajar P.E.T. de la población joven dependiente y de la población adulta mayor o vieja.
MOVILIDAD DE POBLACIÓN: INMIGRANTES DE OTRO MUNICIPIO DEL MISMO DEPARTAMENTO E INMIGRANTES DE MUNICIPIOS DE OTRO DEPARTAMENTO	No se trabajaron variables directamente explicativas de la movilidad o flujos de población. Se partió de la variable Censo 1993 "Población de 5 años o más, censada en hogares particulares, por lugar de residencia cinco años antes, según municipios de residencia". Es posible separar la población que hace cinco años tenía residencia en otro municipio del mismo departamento, de aquella que tenía residencia en municipios de otro departamento. No se trabajó la correspondiente a población que tenía residencia en otro país.
POBLACIÓN URBANA	Corresponde a la población que vivía en la cabecera municipal en el año 1993. En el mapa esta variable se convierte en tamaño de la cabecera municipal o población urbana.
POBLACIÓN RURAL	Corresponde realmente a la población que vivía en el "resto" del municipio en 1993, es decir población total municipal menos población de la cabecera.
DENSIDAD DE POBLACIÓN RURAL	Corresponde a la relación entre habitantes que viven en el área rural y extensión del municipio en Km^2 .

DISCUSIÓN TEÓRICA

Los procesos demográficos como crecimiento, distribución, migraciones y estructura se explican a partir de elementos limitantes y de elección. Las fuerzas constrictivas, son aquellas que limitan el crecimiento de la población entre ellas tenemos: clima, el espacio, la tierra, las formas de asentamiento, las enfermedades, la energía y los alimentos (Bacci, 1999). El autor citado destaca que las fuerzas limitantes apenas se pueden modificar por el hombre. El punto de partida es el espacio, este debe tomarse en varios sentidos: como fuente de recursos es el suelo de donde proceden los alimentos; como elemento topográfico condiciona las formas de asentamiento y distribución de la población, como elemento físico ofrece un límite de ocupación.

El Legado Indígena y Colonial

Antes de pasar a hablar del legado histórico debemos partir de definir localización absoluta y relativa de territorio muisca. Por localización absoluta se entiende la posición del lugar en relación con sus características locales como suelos, clima, vegetación y recursos naturales; la localización relativa se refiere a la posición de una región o localidad en relación con otros espacios culturales y socioeconómicos. En este último sentido Friede (1974) afirma que el territorio muisca era lugar de paso o una especie de nodo en el que se cruzaban caminos por el Norte, a través del río Magdalena, estaba rodeada por numerosos grupos independientes, con menor desarrollo de su cultura material y de organizaciones institucionales; con ellos mantenía relaciones de intercambio de productos por medio de trueque o relaciones bélicas. La cuenca del río Garagoa, dominio Muisca, estaba dividida en los reinos de Bogotá y Tunja. La Cuenca del río Garagoa pertenecía al cacicazgo de Tunja (Gráfica VIII-1). Según el mismo autor, por el oriente irrumpían los Tecuas que se localizaban en el río Lengupá, Los Morocotes frente a la Laguna de Tota y los Tunebos más al norte. Los afluentes del Meta permitían la comunicación con los indígenas de los Llanos.



Gráfica VIII-1. Cacicazgos

Acosta (1971[1848] 238) presenta un cuadro interesante que permite tener una idea del funcionamiento de los espacios relativos: “La feria más importante y concurrida de los chibchas era la de Coyaima, territorio de los Poincos, llamados por los españoles Yaporogos, del nombre de uno de sus caciques; estos habitaron en ambas orillas del Magdalena desde la desembocadura del río Coello hasta el de Neiva. Allí llevaban sal, esmeraldas, mantas pintadas, joyas de oro y traían este metal en polvo.... Traían los Chibchas de las ferias de tierras calientes mucha cantidad de guacamayas y loros... Otra feria se celebraba en los términos del cacique Zorocota donde después se fundó Puente Real ...concurrían los Chibchas del Norte, los Agates, Chipataes y los

industriosos Guanes que reproveían de sal en cambio de oro y mantas y tejidos de algodón de diversas calidades... La feria de Turmequé...y en ella se veían los frutos comunes, gran cantidad de esmeraldas sacadas de Somondoco...”

Los conquistadores españoles presentaron sorprendentes descripciones del territorio muisca, lo describen como los Alcázares, Valles poblados españoles con casas dispersas que no formaban un poblado nucleado.

Las Ciudades y la Nueva División Socio Espacial

Las ciudades no hacían parte de la concepción muisca del espacio. Esto no significa que en la época precolombina no existieran centralidades; Funza, Sogamoso, Duitama y Tunja eran las capitales de los principales cacicazgos, pero la idea de establecer un conglomerado con funciones que definen una clara separación entre el campo y la ciudad es introducida por los europeos en el siglo XVI. Las ciudades de la conquista y la colonia tuvieron varias funciones como elementos de dominación: Primero fueron fuertes militares habitadas por soldados que tenían la misión de establecer lugares semipermanentes desde donde pudieran organizar exploraciones del territorio; después fueron punto de partida de expediciones militares con la idea de incorporar nuevos territorios bajo su dominio y autoridad Real; por último, fueron centros difusores de las ideas, conceptos y usos europeizantes.

La cartografía de los siglos XVI y XVII, refleja una división espacial de la población basada en la etnia: Los pueblos blancos de los conquistadores y los pueblos de indios. Estas separaciones reflejan el distanciamiento social que establecieron los conquistadores con los naturales, el nuevo ordenamiento materializa las intenciones de los conquistadores de segregar a la población originaria. Herrera (1999) y Bonnett (2002) estudiaron la conformación de un ordenamiento espacial, que buscaba entre otras cosas hacer una distribución a la población que permitiera imponer un sistema de administración del territorio, que garantizará la dominación de la población nativa y la explotación del territorio.

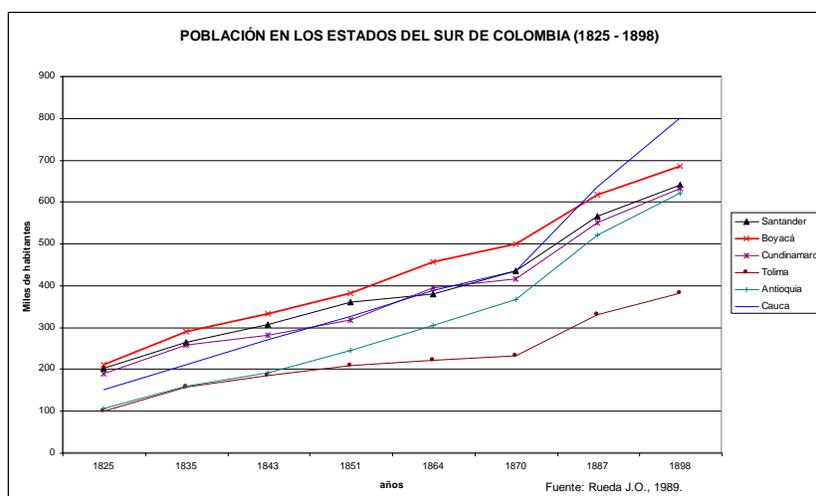
Herrera (1999: 80) encuentra una fuerte relación entre las formas de asentamiento coloniales, la composición de la población y la organización política, lo típico de los Andes centrales, según la autora fueron los pueblos de indios; Bonnett (2002) comenta que los pueblos de indios fueron organizaciones totalmente coloniales que procuraron juntar o reducir a los naturales en poblados diseñados al estilo castellano. Según la misma autora, en 1558 la audiencia emprendió la tarea de agrupar a los indios en pueblos y prohibir su convivencia con otros segmentos de la población. La autora afirma que durante la presidencia de Andrés Díaz Venero de Leyva (1564 – 1573) se

acrecentó esta política y se estableció que los naturales fueran reducidos a pueblos grandes y se pueblen como los pueblos españoles.

Conformación de grandes estructuras: 1825-1898

Ante la ausencia de estadísticas específicas para la Cuenca del Río Garagoa, se hace aquí una primera aproximación a las cifras tomando los datos agregados para varios Estados; este análisis permite tener elementos comparativos para comprender la estructura espacial de crecimiento de la población y por otra parte, el examen de las tendencias de crecimiento permite tener una idea aproximada del poblamiento en el área, aunque los límites del Estado de Boyacá difieren mucho de los actuales límites del Departamento. A partir de 1938 cuando ya disponemos de datos censales podremos hacer un análisis más específico del área de estudio; por lo pronto estos datos generales permiten establecer unas primeras estructuras.

La historia del poblamiento de los Estados Colombianos a lo largo del siglo XIX refleja inicialmente la supremacía del Estado de Boyacá en número de pobladores. Sin embargo, en el último cuarto del siglo se infieren tasas de crecimiento mayores para Cauca y Antioquia; a tal punto que en 1887 Cauca sobrepasa a Boyacá. Algunas razones del mayor dinamismo demográfico en el occidente de Colombia (Cauca y Antioquia) en detrimento del oriente (Boyacá, Cundinamarca...), son: el avance del proceso colonizador antioqueño en dirección sur por las dos vertientes de la cordillera Central, el surgimiento del café como producto de exportación y las expectativas por la construcción de los ferrocarriles y del canal de Panamá (Gráfica VIII-2).



Gráfica VIII-2. Crecimiento de la Población en los Estados de Colombia entre 1825 - 1938

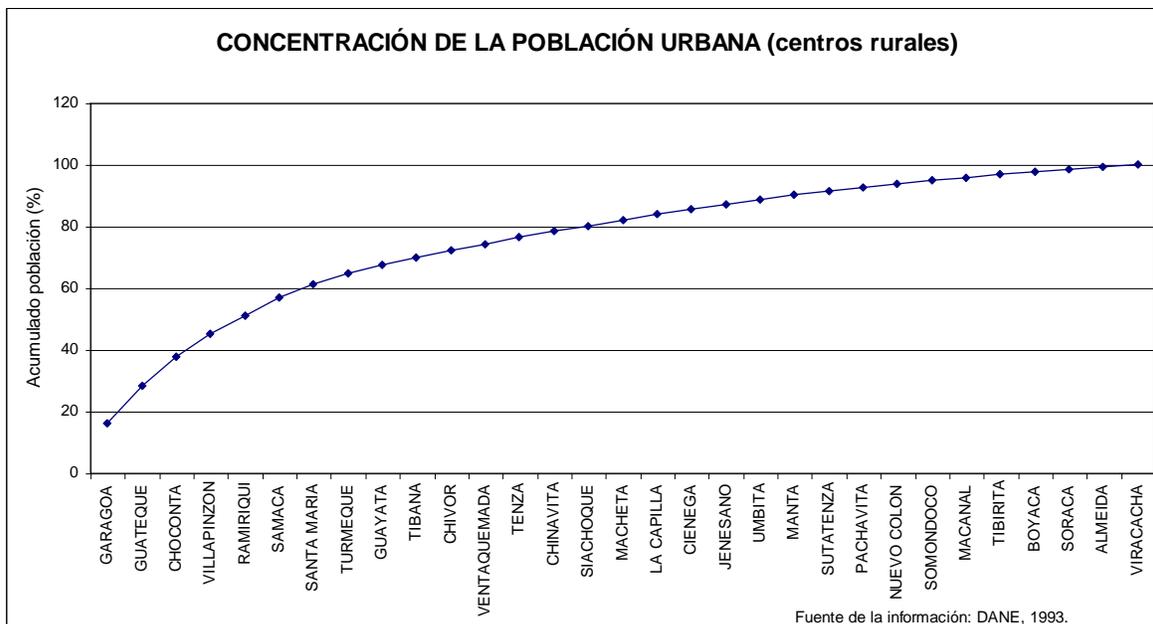
DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA POBLACIÓN

Antes de seguir adelante, es importante aclarar que se ha excluido de las bases de datos a Tunja; primero, porque si bien parte del municipio está conformando la cuenca, la parte urbana no lo está; segundo, por poseer un centro urbano de gran tamaño relativo, comparado con las cabeceras de los otros municipios de la cuenca. Sin embargo, las demás áreas urbanas no son ciudades o centros urbanos en el sentido estricto de la palabra sino más bien conglomerados de población que podemos denominar **centros rurales**; es decir son conglomerados de población cuyos centros tienen planos definidos pero con funciones económicas predominantemente rurales o dependientes de las actividades del campo y con cultura rural.

En una primera aproximación de la distribución de la población podemos comparar la población de los centros rurales con la población rural, en este orden de ideas se distinguen:

- Municipios con población localizada predominantemente en los centros rurales (*urbana*): Samacá, Guateque, Garagoa, Chocontá y Villapinzón.
- Municipios con población predominantemente localizada en el área rural (población dispersa): Turmequé, Soracá, Boyacá, Sutatenza, Guayatá, Jenesano, Nuevo Colón, Ciénega, Guateque, Tenza y Somondoco.
- Municipios con escasa población rural, situación destacable a partir de las bajas densidades de población rural: Santa María, Macanal, Chinavita, Chivor, y Machetá. Sin embargo, es posible incluir aquí también municipios que cumplen además la condición de tener población predominantemente localizada en *centros rurales* como: Garagoa, Chocontá, Villapinzón y Tunja. En los dos casos se reconocen bajas densidades de población rural, pero la explicación de tal situación es disímil. En el primer caso se atribuye a condicionantes principalmente naturales como pendiente, inestabilidad, sequía, etc.; mientras que en el segundo se atribuye a las características propias del tamaño de la propiedad y a los sistemas de producción, ligados a la ganadería (en el caso de los municipios del altiplano cundiboyacense).

La Población de los Centros Rurales



Gráfica VIII-3. Concentración de la población urbana en la cuenca del río Garagoa

El papel de la ciudad de Tunja como fuerte aglutinador de la población se refleja en el hecho de concentrar el 65 por ciento de la población urbana, si se le considera parte de la cuenca. Pero, efectivamente el casco urbano de Tunja no forma parte de la cuenca, en este caso: las 5 cabeceras municipales más grandes son Garagoa, Guateque, Chocontá, Villapinzón y Ramiriquí, las cuales concentran el 51% de la población urbana (Gráfica VIII-3); esta situación, aunada a lo mostrado por el mapa de población rural (mapa 40.1) demuestra que el área de estudio es predominantemente rural.

La Gráfica VIII-3 de concentración de la población urbana y el mapa 40.2 de población urbana (léase grado de urbanización) muestran la siguiente situación: los municipios con mayores centros urbanos son Garagoa y Guateque, en estos, más del 50% de la población es urbana. Hay otros municipios en los cuales el componente urbano es relativamente importante en el conjunto de la cuenca (la proporción de población urbana está entre 20 y 50%); éstos están asociados a la presencia de la carretera central del norte en áreas de desempeño semi industrial, de bodegaje, comerciales y de servicios, generadores de centralidades (Chocontá, Villapinzón, Samacá y Tunja); a áreas con desempeño en economías extractivas derivadas de las esmeraldas, o economías de enclave como la construcción y posterior funcionamiento de la central hidroeléctrica (Santa María y Chivor); y finalmente, a centros oferentes de bienes y servicios que organizan funcionalmente

espacios subregionales (Ramiriquí, Chinavita, Tenza y La capilla). En todos los casos anteriores, estas actividades tienden a concentrar población y expresan necesariamente condiciones favorables de desempeño económico (no demostrado aquí).

Sin embargo, al comparar la situación antes descrita con el mapa 40.3, de tasa de crecimiento de la población urbana, se observa que en algunos de esos municipios la cabecera municipal tiene tasa de crecimiento negativa, es decir está perdiendo población (entre 1985 y 1993). Son los casos de Santa María y Chivor, que se podrían explicar por fenómenos de violencia o porque simplemente las actividades económicas que las jalieron ya no operan.

Otros municipios tienden a decrecer en su parte urbana (entre 1985 y 1993), pero sin seguir un patrón espacial particular, ni factores explicativos claros; son estos: Viracacha Chinavita, Tibirita, Manta y Somondoco.

La Población Rural

En el caso de la población rural, -contrario a lo que sucede con la población urbana-, puede afirmarse que la mayor parte de los municipios son rurales, es decir, no hay concentración espacial de la población aunque entre municipios si existen contrastes en la distribución de densidades, la mayoría de ellos, cuentan con mayor proporción de población rural.

La variable de densidad *bruta de la población rural* tiene una limitante porque asume que la población se distribuye en forma homogénea en toda la superficie del municipio y no toma en cuenta las áreas que no están pobladas, bien sea por la fuerte pendiente del terreno, por limitaciones en la calidad de los suelos, por áreas inundables, o por presencia de cuerpos de agua, entre otros; sin embargo, permite distinguir unos primeros patrones de distribución de la población rural.

El mapa 40.4 muestra una área de mayor densidad de población rural en la parte central de la cuenca orientada en dirección norte-sur, que contrasta con dos áreas de baja densidad localizadas al sureste y al suroeste. Sin embargo, al interior del área de mayor densidad se destacan dos núcleos de muy alta densidad, uno al norte y otro al sur de la cuenca. A continuación un acercamiento a estos grupos:

Municipios de muy alta densidad. Núcleo localizado al norte o parte alta de la cuenca: Soracá, Boyacá, Jenesano, Nuevo Colón, Turmequé y Ciénega, los tres primeros, presentan prácticas tradicionales de agricultura que les permite remontarse a áreas de mayor pendiente, normalmente

no hay utilización de maquinaria agrícola y por sus carretables es difícil penetrar con campero en época de invierno; el caso de Nuevo Colón, Turmequé y Ciénega son municipios prósperos y con agricultura comercial.

Municipios con muy alta densidad. Núcleo localizado al sur en la parte media de la cuenca: Guayatá, Somondoco, Guateque, Tenza y Sutatenza, Son municipios de topografía quebrada, ocasionalmente con escarpes, hecho que dificulta la práctica agrícola y acelera los procesos erosivos.

Para los **municipios con mediana densidad** es posible hacer las siguientes diferencias, no expresadas en el mapa. Localizados en áreas del altiplano: Villapinzón, Ventaquemada, Samacá y Tunja, fuertemente relacionados con Bogotá, quizás las densidades medias, obedecen a que se practica agricultura comercial que requiere de extensiones de tierra de mayor tamaño e inversiones importantes de tecnología y capital para la producción.

Municipios con valores medios de densidad localizados principalmente en áreas de ladera en las dos vertientes, a lado y lado del eje fluvial principal que drena la cuenca (Este eje fluvial localmente recibe nombres diferentes, situación que puede estar reflejando ausencia de referencia y comunalidad en torno al hecho de compartir el río y la cuenca). Manta, Titirita, La Capilla, Úmbita, Pachavita, Tibaná, Ramiriquí, presenta topografía quebrada, agricultura tradicional que se desarrolla en minifundios, lo que determina una importante ocupación de los espacios productivos, es decir que las densidades de población son medias, pero la cantidad de predios por superficie es importante y limitada básicamente por la capacidad productiva de los minifundios. Viracachá y Siachoque se encuentran en la misma situación, pero además están influenciados por la cercanía de Tunja.

Municipios con muy baja densidad poblacional. En el oriente de la región encontramos: Chinavita, Garagoa, Macanal, Chivor y Santa María; en el occidente de la región encontramos a Chocontá y Villapinzón; en los primeros se explica por limitaciones derivadas del medio físico (pendientes fuertes, déficit de agua..) y un relativo aislamiento respecto a los principales centros de consumo; en el segundo caso, se explica porque presentan agricultura de tipo comercial que requiere mayor extensión de terreno que implica mayor inversión de capital debido al mayor grado de tecnificación.

Patrones Dominantes de Distribución en la Cuenca del Río Garagoa

Fals-Borda (1958) identificó asentamientos dispersos, en hilera o calle a lo largo de una línea y los nucleados que denominó pueblos agrícolas. El paisaje dominante, independiente del patrón, es de asentamientos dispersos.

En la cuenca del río Garagoa el patrón de distribución está asociado a tres elementos: Los ejes definidos por los cauces de los ríos; Los ejes viales principales; y Las áreas de menor pendiente.

Centros urbanos de mayor jerarquía y asociados a la red vial principal

Al sur de la cuenca en los municipios de Chivor y Santa María, incluidos municipios vecinos como Mámbita y San Luis de Gaceno, el patrón de poblamiento es lineal y definido por dos ejes. El primero corresponde con un lineamiento tectónico que forma parcialmente los ríos Trompeta, Garavito y Lengupá. Sobre éste están las cabeceras municipales de Santa María y Mambita. El segundo corresponde con otro lineamiento tectónico menos prolongado sobre el que se emplazan las cabeceras municipales de Chivor y Macanal. Se incluye en este último eje, las áreas de explotación de esmeraldas cercanas al municipio de Chivor: Mundo Nuevo, San Pedro, Buenavista, La Providencia y Chivor, en las cuales gran parte de los asentamientos y viviendas rurales son realmente campamentos de mineros. Todo el sur de la cuenca se caracteriza por presentar densidades de población muy bajas.

La parte media de la cuenca presenta un patrón de poblamiento semilineal y explicado por los siguientes elementos: primero, por la presencia de Garagoa y Guateque como los centros más importantes en la cuenca después de Tunja, centros además geométricamente muy alejados de la carretera central del norte y de la capital departamental; segundo, por el eje vial que resulta de la conexión de éstos dos centros con la carretera central del norte (hacia el occidente); tercero, por el eje vial que resulta de la conexión de los mismos dos centros con Tunja la capital departamental (hacia el norte); cuarto, el eje semilineal definido por el cauce del río Garagoa (aguas arriba denominado Tibaná y Jenesano).

En forma general se observa que la organización funcional y la estructura urbana regional está marcada por el estado de las vías y en general por las características de los ejes de viales; estas permiten diferenciar claramente la parte alta, de la parte media de la cuenca; fundamentalmente debido a que el eje vial que las comunica permanece en mal estado, debido a las condiciones geotectónicas presentes; situación que genera una relativa incomunicación entre Tibaná, Jenesano, entre otros (que se encuentran en la parte alta) y Garagoa, Guateque, entre otros (que se encuentran en la parte media).

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Por otro lado, la parte alta de la cuenca está doblemente vinculada: con Tunja (a través de un eje vial principal, pavimentado y en buen estado) y con Bogotá a través de ejes viales secundarios que la comunican con la carretera central del norte. Mientras que la parte media de la cuenca está vinculada principalmente con la carretera central del norte y con Bogotá a través del eje vial Guateque, Mchetá y Sisga, que tiene también grades dificultades geotectónicas. La funcionalidad descrita se observó claramente en campo y se confirmó partir de entrevistas informales con funcionarios municipales. En la parte alta de la cuenca no aparece otro centro rural de mayor jerarquía debido al efecto polarizador de la ciudad de Tunja, de esto se deriva que todos los vínculos comerciales y de servicios se establecen con Tunja o con Bogotá; mientras que en la parte media Garagoa y Guateque, en su orden, organizan el espacio subregional, pero estableciendo vínculos comerciales y de servicios principalmente con Bogotá.

Adicionalmente desde esta parte media de la cuenca se prolongan tres ejes de poblamiento. El primero, que sigue el eje vial secundario que comunica a Garagoa con Miraflores, al occidente; el segundo que sigue el río Fusavita permitiendo la comunicación entre veredas y centros rurales también ubicados al occidente (Montejo, Guayabal y San Antonio), en jurisdicción de los municipios de Chinavita y Ramiriquí; el tercero que sigue el eje de comunicación vial secundario entre Úmbita y Villapinzón, al oriente.

En general la parte media de la cuenca define un núcleo de alta densidad de población rural, limitado en algunos casos por la presencia de relieves escarpados y área de gran pendiente.

La parte alta de la cuenca está bajo la doble influencia o poder de atracción que ejercen la carretera Central del Norte y la ciudad de Tunja. Conforman el segundo núcleo de mayor densidad de población rural (mapa 40.4).

Los municipios de Tibaná, Turmequé, Jenesano, Nuevo Colón e indirectamente Ramiriquí están doblemente anclados a la carretera central del norte y al cauce del río Garagoa (que allí recibe los nombres de Tibaná y Jenesano), y comparten la característica de tener suelos que han demostrado potencial para el cultivo de un grupo importante de frutales de clima medio como curuba, feijoa, durazno, pera, ciruelas y manzanas, que han permitido el reconocimiento a la provincia de Márquez como la gran productora de frutas en Boyacá.

Los municipios de Ciénega, Viracachá, Soracá, Boyacá y Siachoque conforman un sector de muy alta densidad de población; los tres últimos localizados en el borde oriental del altiplano boyacense y los dos primeros insertados en un sector, compartido con Ramiriquí, caracterizado por su

emplazamiento en un sector de gran pendiente, la morfología del paisaje exhibe la presencia de minifundio, aunque con mediana productividad agrícola.

Movilidad espacial de la población

Las variables de población “*lugar de nacimiento*” y “*lugar de residencia cinco años antes*”, son la única información que permite observar desplazamientos de población en el largo tiempo; esta se muestra en el mapa de nacidos fuera del municipio (mapa 40.5). Para el caso de la cuenca del río Garagoa estas variables evidencian unas áreas de gran acogida de población en los municipios de Garagoa, Guateque y Santa María, este comportamiento está asociado a fenómenos urbanos capaces de ofertar una mayor diversidad de funciones; los dos primeros municipios corresponden además con los centros urbanos más grandes de la cuenca y por tanto, operan como receptores de población en su mayoría que se dirigen a las cabeceras de los municipios. En el caso de Santa María podría estar asociado a las actividades de la central hidroeléctrica y de alguna forma a la minería de las esmeraldas.

En segundo lugar de recepción de población, está un grupo de municipios que están asociados a los dos ejes de comunicación más dinámicos de la cuenca: se trata del eje definido por la carretera central del norte y el eje de comunicación definido por carretera que desde el sitio el Sisga conduce a los dos centros urbanos más importantes del sur (Garagoa y Guateque), y hacia el sur de la cuenca en la zona del embalse de Santa María y la zona esmeraldífera de Chivor. La influencia de los centros urbanos antes descrita y la de los ejes de comunicación se suman para definir un espacio dinámico y con crecimiento demográfico por migraciones como se observa en el mapa.

Al margen de aquellos ejes de gran recepción de inmigrantes están dos grupos de municipios, uno al suroeste y otro al noreste de la cuenca. El primero conformado por los municipios de Mchetá, Manta, Guayatá, Somondoco, y Almeida., y el otro conformado por Siachoque, Viracachá, Ciénega, Ramiriquí, La Capilla, Úmbita, Tibaná, Jenesano y Boyacá. Para estos dos grupos de municipios se estima una mayor función como expulsores de población, en razón a la presencia de economías campesinas tradicionales.

Al observar el *mapa de residentes fuera del municipio hace cinco años* se mantiene la tendencia antes descrita, tan sólo que por tratarse de movimientos recientes, últimos cinco años, se resalta un mayor dinamismo al sur de la Cuenca, asociado probablemente al dinamismo económico transitorio *a posteriori* de la construcción del embalse de Chivor.

CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

Se considera por separado el crecimiento de la población de las cabeceras y del resto municipal con el fin de tener una visión del crecimiento en las áreas urbanas y en las áreas rurales, pues como ya se afirmó, se trata de una región de población predominantemente rural y con fuerte concentración de la población de las cabeceras (Anexo 1).

Cabeceras Municipales

Cabeceras con fuerte crecimiento demográfico: Ciénega, Pachavita y Almeida, son pequeñas cabeceras en las que un pequeño incremento en términos absolutos se refleja en gran aumento de las tasas de crecimiento, por otra parte son municipios que experimentan pérdidas importantes en las tasas rurales, lo que podría sugerir que se trata de movimientos de población a nivel local.

Cabeceras con crecimiento medio: Al Norte y occidente de la región se observa una zona crecimiento medio de la población de las cabeceras, con tasas que oscilan entre 2 y 5 estas son: Tunja, Samacá, Ventaquemada, Villapinzón, Chocontá y Mchetá con fuertes vínculos con Bogotá, lo que explica una importante dinámica comercial. Por otra parte, la Capilla, es una cabecera pequeña con crecimiento rural casi estacionario. Al Oriente de la región, Ramiriquí y Garagoa presentan tasas medias, son municipios con tasas rurales negativas, lo que parece indicar algunos movimientos locales.

Cabeceras con tasas estacionarias: Corresponde a los municipios de Turmequé, Úmbita, Tibaná, Jenesano, Boyacá, Soracá y Siachoque.

Cabeceras con tasas negativas: Manta, Tibirita, Somondoco, Chivor, Santa María, Chinavita y Ciénega

Resto Rural

El fenómeno dominante en la región es el descenso de las tasas de crecimiento. Cerca de la tercera parte de los municipios presentan tasas negativas de crecimiento; 15% presentan tasas estacionarias y sólo el 15% presenta tasas positivas. Esto nos presenta un panorama con tendencias de despoblamiento rural, aunque no podemos saber si se presentan procesos de concentración de la tierra, lo más probable es que este fenómeno esté relacionado con la presencia de economías rurales de muy baja rentabilidad y la expulsión de población de grupos de edad o sexo específico (mapa 40.6).

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Crecimiento alto: Manta, Guayatá y Somondoco, La Capilla y Turmequé. Son municipios con tecnologías agrícolas muy tradicionales, con densidades altas de la población, aunque con relativo aislamiento.

Crecimiento estacionario: Tunja, Soracá, Siachoque, Ciénega, Ramiriquí, Titirita, Pachavita. Se trata de municipios con economías rurales muy tradicionales, pero cuya población se ha insertado en algún proceso productivo relevante.

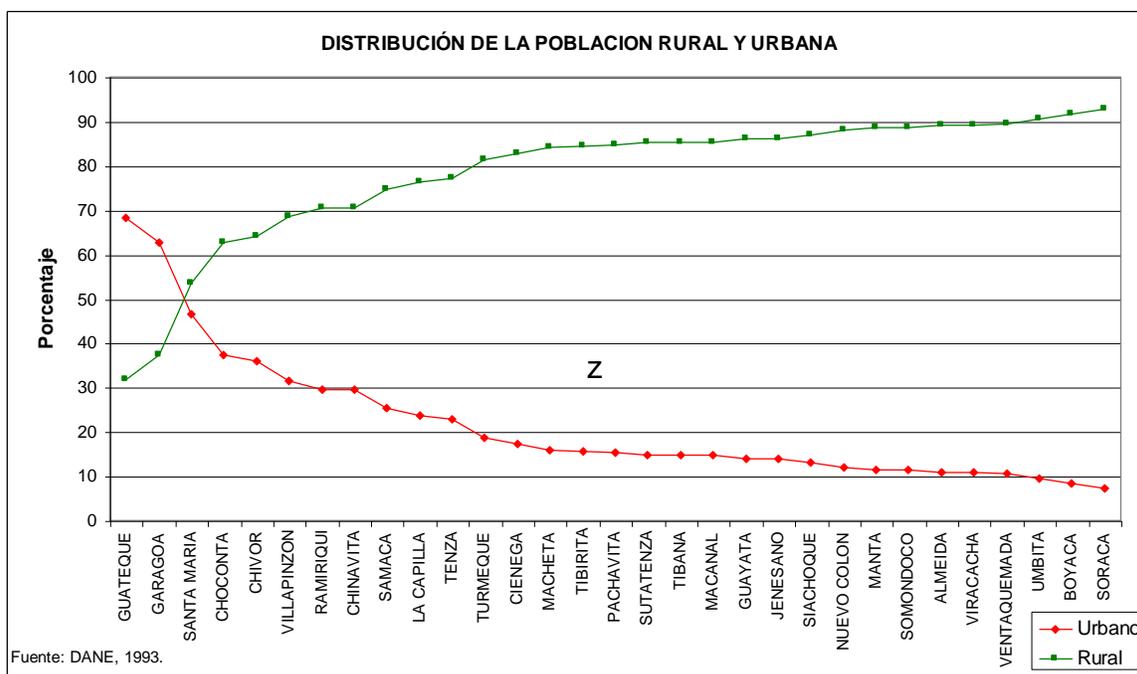
Decrecimiento Fuerte: Mchetá, Chinavita, Almeida, Macanal, Santa María.

Decrecimiento muy fuerte: Santa María.

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

Variación Espacial de la Estructura de la Población Urbana y Rural

Una primera aproximación se logra cuando analizamos la distribución espacial de la población urbana y rural, la Gráfica VIII-4 permite afirmar que la mayor parte de la población del área de estudio es rural, en efecto, de los treinta y dos municipios del área de estudio, 22 concentran más del 75 por ciento de sus poblaciones en las áreas rurales; seis municipios presentan 50 al 75 por ciento, dos municipios entre 25 a 50 por ciento de la población; lo que significa que el 90 por ciento de los municipios tienen un porcentaje de población rural superior al 50 por ciento y sólo un municipio registra una población rural inferior al 25 por ciento. A la inversa, en 22 municipios menos del 25 por ciento de la población vive en las cabeceras municipales, 7 municipios entre 25 y 75 por ciento, 2 entre 50 y 75 por ciento y uno registra más del 75 por ciento. De manera que por estructura de distribución de la población, pueden clasificarse como una región rural. Este simple patrón de distribución, significa que hay mayor número de habitantes distribuidos en las áreas rurales y transformando los espacios para la producción agrícola y pecuaria.



Gráfica VIII-4. Distribución de la población rural y urbana

Dado que se comprobó que la mayor proporción de las poblaciones de los municipios es rural, vale la pena detenerse un poco a analizar la distribución espacial de los municipios con mayor participación de población rural.

Más del 90 por ciento de los municipios tienen una población rural superior al 50 por ciento (Gráfica VIII-4), por otro lado, la Gráfica VIII-4 permite observar una variación espacial que permite distinguir nuevos patrones espaciales. En efecto se distinguen dos sectores de municipios que presentan participación de población rural superior al 80 por ciento, estos son: el sector sur compuesto por Machetá, Manta, Guayatá, Tibirita, Sutatenza, Somondoco, Almeida y Macanal. El Sector centro-norte compuesto por los municipios de: Pachavita, Úmbita, Turmequé, Ventaquemada, Nuevo Colón, Jenesano, Boyacá, Soracá, Siachoque, Viracachá, y Ciénega

Los municipios con población rural que oscila entre 50 y 80 por ciento, se difunde en sectores contiguos a los municipios que exhiben los mayores valores. Por último están los municipios que presentan población rural inferior al 50 por ciento: Tunja, Guateque y Garagoa.

Densidad Bruta de la Población

La densidad bruta de población rural (mapa 40.4) expresada en habitantes por kilómetro cuadrado, permite precisar sobre la distribución de la población rural en relación con la extensión de los municipios. En este mapa, se observa un patrón diferente; se destaca un sector central de alta densidad de población rural, superior a 30 hab/km² y dos sectores de bajas densidades, inferiores a 30 hab/km² (Ver Anexo 2).

Sector central de alta densidad: se divide en dos subsectores, el primero es una gran mancha que se orienta en sentido norte- sur, con municipios que presentan rangos de densidad entre 30 y 70 hab/km², conformado por los municipios de: Manta, Almeida, Tibirita, La Capilla, Pachavita, Úmbita, Villapinzón, Tibaná, Ramiriquí, Ventaquemada, Samacá, Tunja, Siachoque y Viracachá. Anidados en el anterior grupo de municipios, están dos grupos que presentan valores que varían entre 70 y 110 habitantes por Km². El primer grupo se localiza al norte de la región: Turmequé, Nuevo Colón, Jenesano, Boyacá y Soracá y Ciénega que son áreas de minifundio y en las que predominan formas tradicionales de producción; el segundo grupo, está conformado por Guayatá, Somondoco, Sutatenza, Guateque y Tenza, este segundo grupo tiene un relativo aislamiento por problemas en las vías y por limitantes topográficos.

Los municipios de menores densidades de población se ubican al oriente de la región: Chinavita, Garagoa, Macanal, Chivor y Santa María, Todos estos municipios están relacionados con el

embalse de Chivor, Todos presentan topografía quebrada y fuertes limitantes para el desarrollo de actividades agrícolas; en el caso de Chivor y Santa María, adicionalmente, la actividad esmeraldífera compite con la agricultura, por lo que puede considerarse un factor de expulsión de población; al occidente de la región se encuentran: Chocontá y Machetá, que son municipios con economías vinculadas a agricultura comercial y a industria, lo que explica parcialmente la mayor concentración de la población en las cabeceras municipales.

Variación Espacial de la Población por Grupos de Edad

Los grupos dependientes

Se denominan grupos dependientes a las personas que se encuentran en edad no productiva que son los menores de 15 años y los mayores de 65. Estos son unos estándares aceptados en la mayoría de países y funcionan donde hay reglamentaciones y mecanismos eficaces de control sobre la edad mínima requerida para trabajar y un sistema de pensiones que garantice un retiro a las personas de más de 64 años. Donde estas condiciones no se cumplen, la información debe manejarse con mucha precaución (Ver Anexo 3).

Población infantil y jóvenes menores de quince años

En el mapa 40.7 se observa el porcentaje de población menor a 14 años, la mayor frecuencia oscila entre 31 y 39 por ciento en relación con el total de población municipal. La distribución espacial de este grupo etareo muestra la demanda educativa específica para la escuela primaria y la media vocacional. Los municipios de Samacá, Soracá y Siachoque destacan como los que requieren mayor atención en este sentido, seguidos por Chocontá, Villapinzón, Úmbita, Tibaná, Ventaquemada, Tunja, Boyacá, Jenesano, Nuevo Colón, Viracachá, Ciénega, Ramiriquí, Chinavita, Macanal, Santa María, Sutatenza y Guateque. Este apenas constituye un primer indicador, que permite entender las necesidades de salud, educación y recreación para un significativo grupo de edad desde el punto de vista estadístico; ya que veintiún municipios presentan más del treinta y uno por ciento de población joven, de manera que toda la región puede calificarse con predominio de población joven.

El mapa 40.8 de *índice de juventud* muestra la proporción de jóvenes con respecto a la población vieja. En este mapa se aprecia una importante variación espacial, el caso más extremo lo constituye los municipios de Samacá, Tunja, Soracá y Siachoque al norte de la región y Chocontá y Santa María al suroeste y suroeste de la región respectivamente. En estos casos los municipios presentan altísimas proporciones de jóvenes, entre 700 y 1000 por cada 100 viejos. Los tres municipios presentan pirámides (ver Anexo 4) de la población de tipo progresivo, lo que indica las

tasas de natalidad son altas, también son impotentes las tasas de mortalidad y la esperanza de vida es baja, el comportamiento de esas tasas permite comprender la actual composición de la población.

Para el caso de Tunja debe tomarse en cuenta que se trata de un municipio con población predominantemente urbana y con tres funciones urbanas dominantes: Administrativa, residencial y educativa. Ante la ausencia de otras fuentes de trabajo, Tunja se perfila como una ciudad universitaria y como ciudad dormitorio, para los habitantes que trabajan en Duitama, Sogamoso y Belencito, principalmente.

El caso de Chivor, Villapinzón y Ventaquemada obedece a diferentes razones, los tres municipios presentan altos índices, 550 a 700 jóvenes por cada 100 viejos. Villapinzón es un municipio que está concentrando la población en la cabecera municipal, ya que presenta un alto índice de crecimiento urbano y una tasa de fuerte decrecimiento de la población rural; se trata el motor económico lo constituye la industria de cueros, que demanda mano de obra que se encuentra en edad reproductiva, la pirámide de que muestra la composición de la población por grupos de edad, es de tipo expansivo lo que significa altas tasas de natalidad; el caso de Chivor es bien particular, por un lado se encuentra en los mismos rangos que Villapinzón, sin embargo tiene una pirámide semi-regresiva especialmente en los grupos de 0 a 9 años y un importante incremento de población masculina en los grupos de 14 a 29 años; pero el DANE (1993) señala que Chivor tiene una tasa de fecundidad para adolescentes superior a 115, esto asociado a la atracción que ejercen la minería de esmeraldas para población masculina, podría explicar el alto índice de juventud para este municipio; por otra parte se presenta un fuerte vacío de las mujeres de 20 a 54 años, lo que incrementa el índice; en el caso de Ventaquemada, presenta una pirámide de tipo expansivo que permite comprender porque se presenta un índice de juventud elevado.

Los municipios de: Macanal, Garagoa, Almeida, Guateque, Úmbita, Turmequé, Nuevo Colón, Tibaná, Jenesano, Boyacá, Ramiriquí, Viracachá y Ciénega presentan entre 300 y 550 jóvenes por cada 100 viejos, son municipios que se asocian con algunas áreas a próspera agricultura tradicional, por lo cual no se constituyen en fuertes expulsores de población joven.

Población adulta mayor (Mayor de 65 años)

En general puede afirmarse que la región tiene una baja proporción de habitantes mayores de 65 años. El mapa 40.9 que muestra los porcentajes de población vieja respecto a los totales municipales, exhibe valores muy modestos, todos inferiores a 11 por ciento.

Sólo ocho municipios de los treinta y dos, tiene una proporción con edad mayor de 65 años que varía entre 11 y 16 por ciento: Machetá, Manta, Titirita, La Capilla, Tenza, Sutatenza, Chinavita y Pachavita. Todos son municipios de una larga tradición histórica y en los que hasta tiempos recientes predominó una agricultura basada en técnicas tradicionales lo que no ha representado históricamente desplazamiento de la población en edad de trabajar, situación que se traduce en un aumento de la proporción de la adulta mayor. Presentan pirámides de la población con perfil regresivo; es decir hay una disminución de los grupos de edad de 0 a 9 años y un aumento de los grupos mayores a 60 años. En los países desarrollados esta regresión se asocia con la transición demográfica, en nuestro caso se asocia con emigraciones de los grupos en edad productiva. El índice de vejez (mapa 40.10) es un excelente indicador que relaciona la proporción de población vieja por cada 100 jóvenes, los municipios ya mencionados presentan índices que indican hay entre 35 a 65 viejos por cada 100 jóvenes. Este grupo de adultos mayores, sin embargo, lejos de ser dependientes, hacen parte activa de la población productiva y eventualmente son la primera fuerza de trabajo, en los municipios que se volvieron expulsores de la población en edad productiva.

Población en edad de trabajar (PET)

En general podemos afirmar que la región presenta un déficit de población en edad de trabajar, siete municipios, presentan porcentajes que oscilan entre 49 y 55 por ciento de población en edad de trabajar (mapa 40.11), seis municipios tienen porcentajes de población en edad de trabajar entre 61 y 70 por ciento y 19 municipios presentan porcentajes de población en edad de trabajar que oscilan entre 55 y 61 por ciento. Estas cifras aunque parecen altas y por eso pueden dar una idea engañosa de la capacidad potencial de su población en edad de trabajar, debe sin embargo, matizar el análisis de ese potencial con el índice de dependencia que se tratará más adelante.

Distribución de la población económicamente activa

La comparación del mapa 40.12 y del mapa 40.13 de población económicamente activa (PEA) en la cabecera y del resto rural, permite afirmar que en las cabeceras municipales se concentra los valores más altos de población económicamente activa, esto llama la atención porque se trata de municipios en los que dominan características de economía rural y que adicionalmente presentan bajos niveles de tecnificación y en las que las cabeceras tiene escaso o nulo desarrollo manufacturero.

Población económicamente activa en las cabeceras

La mapa 40.12 puede concebirse como una forma de expresar el potencial de capital humano, considerando únicamente los grupos de edad que están en capacidad de trabajar. El comportamiento de este índice representa valores de una PEA cercana al 50% lo que indica un alto potencial si se toma en cuenta únicamente la estructura por edad. Para este caso se establecen tres grupos teniendo en cuenta que entre ellos hay poca dispersión de los datos.

Los municipios que están con mayores valores son: Chocontá, Tibirita, Tenza, Guayatá, Almeida, Chivor, Pachavita, Machetá, La Capilla, Nuevo Colon, Tunja y Soracá.

Municipios con valores medios: Machetá, Guateque, Villapinzón, Turmequé, Nuevo Colón, Ciéneaga, Viracachá y Tunja.

Municipios con valores bajos: caracteriza cerca del 50 por ciento de los municipios y corresponden con aquellos que no están próximos al eje de la carretera central del norte, ni a ejes que los articulen con Garagoa y Guateque; Tampoco se encuentran bajo la influencia directa de Tunja.

Estos patrones pueden contrastarse con la distribución de la PEA en el área rural como se verá en el siguiente apartado.

Población económicamente activa resto municipal

Para este caso se presenta un rango mucho mas amplio de PEA lo que permite establecer una clasificación con mayor número de grupos; pero en términos generales se puede decir que en los sectores rurales se presenta un fuerte potencial de trabajadores con rangos que oscilan entre 34 y 64 por ciento sin embargo, pueden establecerse tres categorías (mapa 40.13):

Los primeros con registros superiores a 51 por ciento como: Santa Maria, Guateque, Tenza, Garagoa y Almeida.

El grupo con valores más bajos esta conformado por los municipios de: Úmbita, Chinavita, Tibaná, Ventaquemada. Con valores inferiores al 42 por ciento.

Los municipios restantes presentan valores intermedios a los dos valores extremos es decir que varían entre 43 y 51 por ciento

Población dependiente

El índice de dependencia es un valor que relaciona dos subgrupos de población, un grupo de población económicamente dependiente con un grupo de población en edad de producir, en este caso se expresa mediante:

$$PD = \left(\frac{P_{14} + P_{65}}{P_{14-65}} \right) \times 100$$

Donde PD es el indicador de población dependiente; de modo que podemos saber cuantos dependientes hay por cada 100 personas en edad de trabajar. P_{14} es la población menor de 14 años, P_{65} la población mayor de 65 años y P_{14-65} la población entre 14 y 65 años.

Para tener puntos generales de referencia, tórnense en cuenta dos casos extremos, Francia en 1996 presentaba un índice bajo de dependencia igual a 53, mientras que Libia presentaba un alto índice de dependencia en 1995 que era igual a 92.

En la región que nos ocupa dominan índices altos de dependencia (mapa 40.14), el caso más extremo lo encontramos en los municipios de Samacá, Soracá, Siachoque y Viracachá al norte de la región; Tibaná y Chinavita al nororiente y, Sutatenza en el sur, todos presentan índices que oscilan entre 80 y 102 personas dependientes por cada 100 personas en edad de trabajar. Estos municipios presentan pirámides de población regresivas, con fuerte reducción de los grupos en edad productiva probablemente debido a emigraciones de los grupos en edad productiva, el caso más dramático es el de Sutatenza que muestra una pirámide con fuerte estrangulamiento en los grupos de 20 a 45 años. Esta tendencia demográfica puede tomarse como oportunidad para identificar las áreas que requieren conservación y/o recuperación ambiental o que podrían integrarse a las áreas de conservación, dentro de esos municipios.

SÍNTESIS DE POBLACIÓN

Se presentan dos instrumentos gráficos que permiten sintetizar las características demográficas de la población de la cuenca del río Garagoa: la matriz (Tabla VIII-1) síntesis de las condiciones de la población y el *mapa síntesis* (mapa 40.15). El mapa se elaboró a partir de los resultados de la matriz síntesis.

La matrices gráficas se realizaron utilizando el siguiente procedimiento:

1. Una matriz numérica surge del análisis de un grupo de variables e indicadores socioeconómicos y demográficos del nivel municipal asociadas a características laborales, movilidad de larga duración, proporción de grupos de edad y del crecimiento de la población: son éstos: población económicamente activa en la cabecera, población económica activa en el resto (rural), nacidos fuera del municipio, índice de dependencia, tasa de crecimiento de la población urbana, tasa de crecimiento de la población rural e índice de juventud (los procedimientos para la obtención de estos indicadores y variables ha sido descrito en la metodología, en el texto y mostrados resumidamente a continuación de la matriz (Tabla VIII-1).
2. Se seleccionaron estos indicadores y variables porque al analizar su distribución de frecuencias (estadísticamente) y la distribución espacial (cartográficamente) fueron las que mostraron mayor posibilidad de diferenciación entre municipios. A cada variable o indicador, independientemente, se le hace una clasificación y categorización en tres grupos en función de su propia expresión gráfica y espacial. Posteriormente, cada una de estas variables e indicadores se clasificó intrínsecamente en tres grupos con asignación numérica así: “3” que representa los valores óptimos, “2” los valores medios y “1” los valores críticos. Lo que permitió obtener una matriz de valores condensados, para facilitar la comparación de variables y municipios.
3. A partir de esta nueva información se construyó una matriz numérica que posteriormente se transformó en una matriz gráfica por colores: verde para los calificados con “3”, amarillo para los “2” y rojo para los “1”. En otras palabras, lo que se hace en este procedimiento es coger una variable que es cuantitativa y convertirla en una ordinal para poder jerarquizar y categorizar.
4. Se procedió a agrupar visualmente las filas y las columnas con ayuda de los patrones de colores con ayuda de las sumatorias horizontales; así resultaron tres grupos municipios que mostraban homogeneidad en el comportamiento de las variables (Tabla VIII-1).

5. Finalmente se procedió a elaborar el mapa síntesis de condiciones socioeconómicas de la población, con las tres categorías obtenidas arriba.

A continuación se hace una explicación y caracterización de los tres grupos resultantes.

R (rojo): deprimidos

A (amarillo): medianamente deprimidos

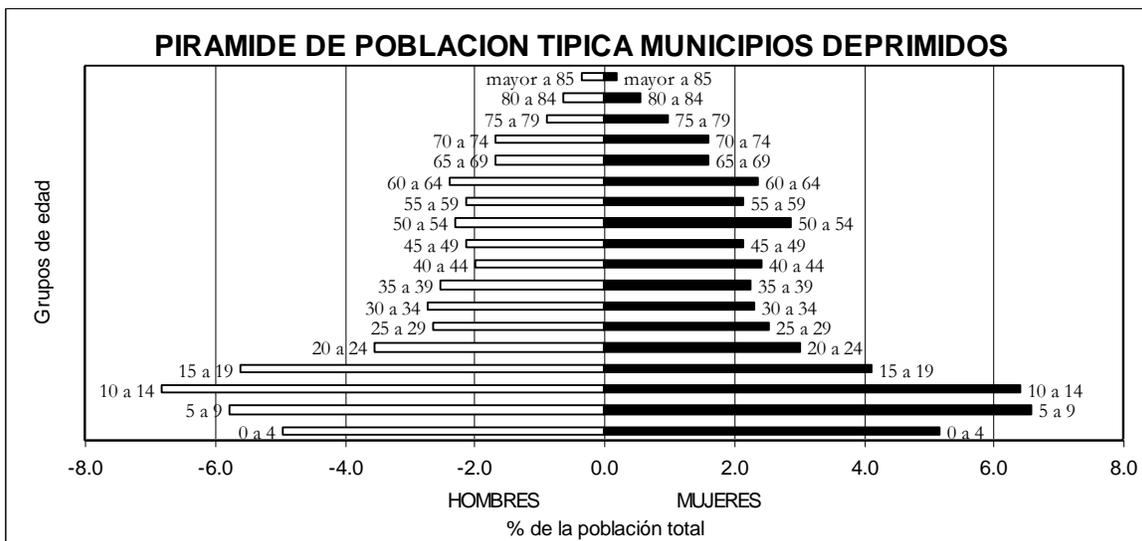
V (verde): no deprimidos

Municipios Deprimidos (Rojos)

Son municipios en los que la proporción de población económicamente inactiva PEIA es o tiende a ser superior a la población económicamente activa PEA. Por otra parte, las tasas de crecimiento de la población tienden a ser negativas. Los dos aspectos antes descritos se observan tanto para la zona rural como para la urbana. Estos municipios tienden a expulsar población en edad de trabajar, con excepción del caso de Santa María que es receptor y en el cual la proporción de jóvenes es de más de 700 por cada 100 personas adultas mayores. Para consultar la información fuente de las pirámides, así como las pirámides ver Anexo 4.

La mayor limitación para este grupo de municipios es que en el área rural la PEIA supera en proporción a la PEA, que demuestra la imposibilidad de éstos para insertarse con éxito en una economía agrícola más competitiva; eso considerando tan sólo el componente poblacional y obviando en otras limitaciones impuestas por el mercado y la oferta medio.

En el caso de Manta, Somondoco, Machetá y Almeida y Turmequé registran al menos un caso de crecimiento poblacional positivo en el área rural o en la urbana.

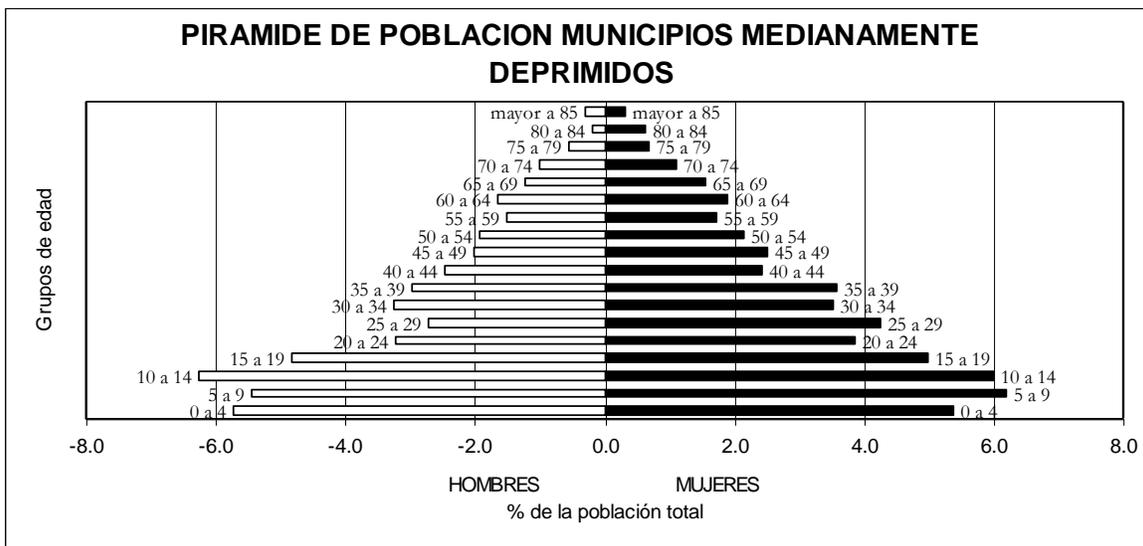


Gráfica VIII-5-. Pirámide tipo de municipios deprimidos (Fuente: DANE, 1993).

Municipios Medianamente Deprimidos (Amarillos)

Esta calificación no apunta al advenimiento de unas condiciones intermedias favorables sino más bien desfavorables. Sin embargo, a este grupo pertenecen municipios con mayor número de condiciones favorables en comparación con el anterior. A este grupo pertenecen municipios que no pueden considerarse como expulsores de población, además están aquí Garagoa y Guateque que son el segundo y tercer centro urbano, respectivamente más grandes de la cuenca. Aparecen también otras de las cabeceras urbanas más grandes o que cuentan con actividades económicas medianamente insertadas en el mercado regional o de Bogotá, con productos que requieren pequeños procesos semiindustrializados como la fabricación de arepas o el turismo: es el caso de Ramiriquí y Tenza.

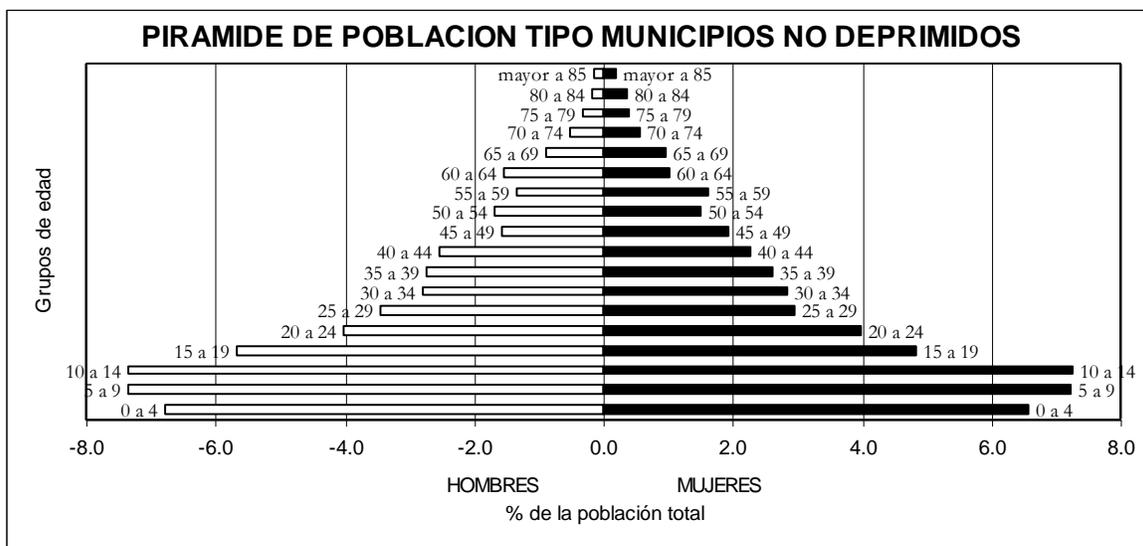
Estos municipios no son receptores de población, salvo Garagoa y Guateque; pero demuestran algún dinamismo poblacional asociado a una proporción importante de población joven menor a 15 años (Gráfica VIII-6). Los indicadores de dependencia, es decir la relación entre el número de jóvenes y adultos mayores respecto al de población en edad de trabajar PET son favorables, lo que permiten afirmar que estarían dadas las condiciones para un surgimiento socioeconómico.



Gráfica VIII-6. Pirámide tipo de municipios medianamente deprimidos (Fuente: DANE, 1993).

Municipios No Deprimidos (Verdes)

Son los municipios que demuestran las mejores condiciones en las variables poblacionales. Registran tasas de crecimiento poblacional en lo urbano y en lo rural muy favorables, sin embargo, se observa un dinamismo mucho más acentuado en sus cabeceras en comparación con los espacios rurales. La mayoría de ellos tienen índices de dependencia no favorables, es decir la proporción de niños y adultos mayores es superior a la de PET (Gráfica VIII-7).



Gráfica VIII-7. Pirámide tipo de municipios no deprimidos (Fuente: DANE, 1993).

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla VIII-1. Matriz síntesis de las condiciones de la población

Municipio	PEA c/ra (1)	PEA rural (2)	NFM (3)	PD (4)	TMU (5)	TMR (6)	IJ (7)
MUNICIPIOS DEPRIMIDOS (ROJOS)							
Boyacá	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Yellow
Chinavita	Red	Red	Yellow	Green	Red	Red	Red
Manta	Red	Red	Red	Yellow	Red	Green	Red
Somondoco	Red	Yellow	Red	Red	Red	Green	Red
Machetá	Green	Red	Red	Yellow	Green	Red	Red
Santa María	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Green
Almeida	Green	Red	Red	Red	Green	Red	Yellow
Sutatenza	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Red	Red
Tibaná	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Red
Viracachá	Yellow	Red	Red	Green	Red	Red	Yellow
Jenesano	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Red	Red
Úmbita	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Cienega	Yellow	Red	Red	Yellow	Green	Red	Yellow
Turmequé	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow
Macanal	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red	Yellow
MUNICIPIOS MEDIANAMENTE DEPRIMIDOS (AMARILLOS)							
Chivor	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Green
Garagoa	Red	Red	Green	Yellow	Green	Red	Yellow
Ramiriquí	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Yellow
Siachoque	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Green
Tenza	Green	Red	Yellow	Yellow	Green	Red	Red
Titirita	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red
Ventaquem.	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Green
Guateque	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow
Nuevo colon	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red
Guayatá	Green	Yellow	Red	Red	Green	Green	Red
Samacá	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Green
MUNICIPIOS NO DEPRIMIDOS (VERDES)							
La Capilla	Green	Yellow	Red	Yellow	Green	Green	Red
Pachavita	Green	Yellow	Yellow	Red	Green	Red	Red
Chocontá	Green	Red	Yellow	Yellow	Green	Red	Green
Tunja	Green	Red	Green	Red	Red	Yellow	Green
Villapinzón	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Red	Red
Soracá	Green	Red	Yellow	Green	Yellow	Green	Green

Fuente de datos: DANE, 1993.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

- 1) **PEA c/ra:** Población económicamente activa en la cabecera municipal (área urbana)
- 2) **PEA rural:** Población económicamente activa en el resto municipal (área rural)
- 3) **NFM:** Proporción o porcentaje de nacidos fuera del municipio (incluye los nacidos en otro municipio del mismo departamento y nacidos en un municipio de otro departamento)
- 4) **PD:** Índice de dependencia

$$PD = \left(\frac{P_{14} + P_{65}}{P_{14-65}} \right) \times 100$$

- 5) **TMU:** Tasa de crecimiento de la población de la cabecera municipal (urbana)
- 6) **TMR:** Tasa de crecimiento de la población del resto municipal (rural)
- 7) **IJ:** Índice de Juventud

$$IJ = \left(\frac{P_{15}}{P_{65}} \right) \times 100$$

Donde P_{15} es la población menor de 15 años y P_{65} la población mayor de 65 años.

CONCLUSIONES

La región de jurisdicción de **Corpochivor**, presenta las siguientes características demográficas, más sobresalientes:

1. Es una región de fuerte concentración de la población urbana; tres cabeceras: Tunja, Garagoa y Guateque concentran el 75% de la población de cabeceras.
2. En general la región es rural, sin embargo, la población en el último periodo intercensal está creciendo en las cabeceras y decreciendo en los sectores rurales de los municipios. “El despoblamiento rural está asociado a diversos factores, que varían de acuerdo con los municipios.
 - a) Los municipios próximos a Bogotá y que presentan agricultura de tipo comercial, requieren menos mano de obra y presenta patrones de asentamiento con baja densidad de población rural ya que los trabajadores pueden residir en las cabeceras o en veredas próximas, fuera de los cultivos.
 - b) En los municipios donde se practica agricultura tradicional y se presentan dificultades de comunicación con los principales centros de consumo; en este caso, la población en edad productiva se dirige a los centros de mayor producción agrícola o se dirigen a Bogotá en búsqueda de mejores oportunidades de trabajo y
 - c) Algunas áreas que presentan problemas de seguridad, como al sur de la cuenca, se convierten en áreas expulsoras de menores de edad y de mujeres, este caso en particular, obedece a que los hombres que trabajan en las minas de esmeraldas, procuran “sacar” del municipio a su esposa y a sus hijos, por seguridad.
3. Otra característica importante es que la región se puede distinguir, como un área con población predominantemente joven, menor de quince años, en algunos casos encontramos municipios en que hay de 700 a 1000 jóvenes por cada 100 viejos, esta estructura es típica de municipios con agricultura comercial y /o industria manufacturera. Estos municipios presentan pirámides de la población de tipo progresivo, lo que indica las tasas de natalidad son altas, también son importantes las tasas de mortalidad y la esperanza de vida es baja, el comportamiento de esas tasas permite comprender la actual composición de la población.

Para el caso de Tunja debe tomarse en cuenta que se trata de un municipio con población predominantemente urbana y con tres funciones urbanas dominantes: Administrativa, residencial y educativa. Ante la ausencia de otras fuentes de trabajo, Tunja se perfila como una ciudad universitaria y como ciudad dormitorio, para los habitantes que trabajan en Duitama, Sogamoso y Belencito, principalmente.

4. La región tiene una baja proporción de habitantes mayores de 65 años, el índice de vejez más alto se presenta en Machetá, Manta, Tibirita, La Capilla, Tenza, Sutatenza, Chinavita y Pachavita. Todos son municipios de una larga tradición histórica y en los que hasta tiempos muy recientes predominó una agricultura basada en técnicas tradicionales lo que no ha representado desplazamiento de la población adulta mayor. Presentan pirámides de la población con perfil regresivo; es decir hay una disminución de los grupos de edad de 0 a 9 años y un aumento de los grupos mayores a 60 años. En estos, casos los menores de edad y los adultos mayores participan activamente en las actividades productivas del campo.
5. Los municipios que presentan pirámides regresivas, es decir, que los grupos más jóvenes presentan disminución y hay un incremento en los grupos de mayor edad son: Somondoco, Sutatenza, Manta, Tenza, Macanal, La Capilla, Machetá, Sutatenza: Los perfiles de las pirámides descritas no son el resultado de cambios en las tasas de natalidad y mortalidad, sino en migraciones de los grupos que se encuentran en edad productiva.

Lineamientos para una Política de la Población

Debe aclararse que cualquier decisión que se tome sobre la distribución de la población debe respetar el derecho de la población a localizarse libremente, sin embargo cualquier decisión debe considerar: sostenibilidad ambiental, económica y social. En términos generales se puede pensar que las áreas que presentan problemas ambientales y condiciones poco apropiadas para la localización de asentamientos (Pendiente fuerte, suelos poco fértiles, déficit de agua, entre otros); poblaciones cuya estructura demográfica no permite el sostenimiento social y económico, pueden ser objeto de intervención.

Respecto a la población, los comportamientos demográficos permiten clasificar a los municipios en tres grupos lo que nos da una primera aproximación sobre posibles acciones aunque esto no significa que cualquier decisión afecte a la totalidad de los municipios sino más bien que a su interior se revise: (1) La normativa sobre protección de áreas naturales p.e. las rondas de los ríos, ecosistemas de reserva, entre otros y (2) Áreas de conflicto de uso.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Con estos elementos de base, se pueden sugerir dos tipos de acciones: Unas de desestímulo a la localización de la población y otras que son medidas restrictivas; las primeras se aplicarían en los municipios deprimidos como: Boyacá, Chinavita, Manta, Somondoco, Machetá, Santa María, Almeida, Sutatenza, Tibaná, Viracachá, Jenesano, Úmbita, Ciénega y Macanal, en que las tendencias generales de la población desfavorecen el mantenimiento de los municipios. En este grupo de municipios se recomienda no crear incentivos económicos con el fin de mantener la tendencia al despoblamiento en los sectores más críticos.

El segundo grupo de medidas de carácter coercitivo, debe aplicarse a las áreas que requieren protección y que se localizan directamente en la Cuenca y en la zona de la represa, en este caso debe prohibirse la localización de población en las terrazas del Río y en la zona de la represa.

ANEXOS DEL COMPONENTE DEMOGRÁFICO

- Anexo 1.** Población y tasas de crecimiento 1985 y 1993
- Anexo 2.** Población total, cabecera y resto, 1993. Urbanización y densidad rural
- Anexo 3.** Población total municipal y distribución porcentual según grupos etáreos, 1993
- Anexo 4.** Pirámides de población
- Anexo 5.** Estadísticas sector educación a nivel municipal, 2002. DANE
- Anexo 6A.** Instituciones de salud según tipo de servicio, 2004
- Anexo 6B.** Instituciones de salud según tipo de cama y número de camas

IX. COMPONENTE ECONÓMICO

Carmenza Castiblanco

Química, Esp. Estadística. Mg. Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales. IDEA-UN

Juana Camacho

Economista. Mg. Medio Ambiente y Desarrollo. IDEA - UN

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	IX-1
METODOLOGÍA	IX-3
<i>Sector Agropecuario</i>	IX-3
<i>Servicios Públicos y Residuos</i>	IX-3
<i>Otras Actividades</i>	IX-4
<i>Mapa de presión por actividades agropecuarias</i>	IX-4
RESULTADOS	IX-6
<i>Aspectos Generales</i>	IX-6
Cultivos Transitorios	IX-6
Cultivos Permanentes	IX-7
Cultivos Anuales	IX-8
Actividad Pecuaria	IX-9
<i>Aspectos Provinciales y Sectoriales</i>	IX-10
Provincia Márquez	IX-10
Provincia Neira	IX-24
Provincia Oriente	IX-37
Provincia Centro	IX-49
Provincia Almeidas	IX-57
Agroindustrias	IX-63
Minería	IX-65
Compañía CHIVOR S.A.	IX-66
Estructura Predial	IX-69
<i>Problemática de la Cuenca</i>	IX-70
Conflictos por uso del agua	IX-70
Problemas generados por practicas agropecuarias inadecuadas	IX-70
Contaminación de agua y suelo	IX-71
Conflictos por fraccionamiento de la propiedad	IX-73
Problemas de tipo tecnológico	IX-73
Los mercados de insumos y productos	IX-74
El acceso a recursos financieros	IX-74
Altos niveles de desempleo urbano y rural	IX-74
BIBLIOGRAFÍA	IX-77

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA XI-1. CLASIFICACIÓN DE LOS MUNICIPIOS SEGÚN EL ÍNDICE DE PRESIÓN POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS. CUENCA DEL RÍO GARAGOA. 2003.....	IX-5
TABLA XI-2. COMPORTAMIENTO DEL HATO GANADERO Y EL ÁREA EN PASTOS EN LOS MUNICIPIOS QUE PERTENECEN A LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA. 2001- 2003	IX-9
TABLA XI-3. COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD PORCÍCOLA Y AVÍCOLA SEGÚN NÚMERO DE INDIVIDUOS. MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA. 2001 - 2003	IX-9
TABLA XI-4. DISTRIBUCIÓN DEL SUELO POR USOS AGROPECUARIOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2003.....	IX-11
TABLA XI-5. DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA AGRÍCOLA POR TIPO DE CULTIVOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2003.....	IX-12
TABLA XI-6. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA Y COSECHADA DE LOS CULTIVOS PERMANENTES. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001- 2003.....	IX-13
TABLA XI-7. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS PERMANENTES. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001- 2003.....	IX-14
TABLA XI-8. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001- 2003.....	IX-15
TABLA XI-9. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA COSECHADA DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001 - 2003.....	IX-16
TABLA XI-10. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA Y COSECHADA DE LOS CULTIVOS ANUALES. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001- 2003.....	IX-16
TABLA XI-11. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001- 2003.....	IX-17
TABLA XI-12. COMPORTAMIENTO DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001-2003.....	IX-18
TABLA XI-13. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001- 2003.....	IX-18
TABLA XI-14. COMPORTAMIENTO DEL NÚMERO DE BOVINOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001 – 2003.....	IX-19
TABLA XI-15. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA EN PASTOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001- 2003.....	IX-19
TABLA XI-16. COMPORTAMIENTO DE OTRAS ESPECIES. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001- 2003	IX-20
TABLA XI-17. COMPORTAMIENTO DEL NÚMERO DE ESTANQUES. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2001-2003.....	IX-20
TABLA XI-18. COBERTURA URBANA DEL ACUEDUCTO Y FUENTES ABASTECEDORAS.....	IX-21
TABLA XI-19. CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS SEGÚN EOT Y PBOT MUNICIPALES DE LA PROVINCIA DE MÁRQUEZ.....	IX-22
TABLA XI-20. PRINCIPALES DATOS DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ. 2000	IX-23
TABLA XI-21. CARACTERÍSTICAS MUNICIPALES DEL MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS. PROVINCIA DE MÁRQUEZ.	IX-24
TABLA XI-22. DISTRIBUCIÓN DEL SUELO POR USOS AGROPECUARIOS. PROVINCIA DE NEIRA. 2003	IX-25
TABLA XI-23. DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA AGRÍCOLA. PROVINCIA DE NEIRA. 2003.....	IX-26
TABLA XI-24. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA Y COSECHADA DE LOS CULTIVOS PERMANENTES. PROVINCIA DE NEIRA. 2001 - 2003	IX-27
TABLA XI-25. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS PERMANENTES. PROVINCIA DE NEIRA. 2001- 2003	IX-27

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

TABLA XI-26. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA Y COSECHADA DE LOS CULTIVOS ANUALES. PROVINCIA DE NEIRA. 2001 - 2003	IX-28
TABLA XI-27. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA DE LOS CULTIVOS PERMANENTES. PROVINCIA DE NEIRA. 2001 - 2003	IX-29
TABLA XI-28. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA COSECHADA DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE NEIRA. 2001-2003	IX-29
TABLA XI-29. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS ANUALES. PROVINCIA DE NEIRA. 2001 - 2003	IX-30
TABLA XI-30. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE NEIRA. 2001- 2003	IX-30
TABLA XI-31. COMPORTAMIENTO DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE NEIRA. 2001 - 2003	IX-31
TABLA XI-32. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA EN PASTOS. PROVINCIA DE NEIRA. 2001 - 2003	IX-31
TABLA XI-33. COMPORTAMIENTO DEL HATO GANADERO BOVINO. PROVINCIA DE NEIRA. 2001- 2003	IX-32
TABLA XI-34. COMPORTAMIENTO DE OTRAS ESPECIES. PROVINCIA DE NEIRA. 2001-2003	IX-33
TABLA XI-35. COMPORTAMIENTO DEL NÚMERO DE ESTANQUES. PROVINCIA DE NEIRA. 2001-2003	IX-33
TABLA XI-36. FUENTES ABASTECEDORAS SUPERFICIALES DE LA PROVINCIA DE NEIRA	IX-34
TABLA XI-37. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DE NEIRA.....	IX-34
TABLA XI-38. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE ALGUNOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA. 2000.....	IX-35
TABLA XI-39. FUENTES RECEPTORAS DE ALCANTARILLADO Y MATADERO MUNICIPAL EN LA PROVINCIA DE NEIRA	IX-36
TABLA XI-40. SANEAMIENTO BÁSICO DE LA PROVINCIA DE NEIRA.....	IX-36
TABLA XI-41. DISTRIBUCIÓN DEL SUELO USO AGROPECUARIO. PROVINCIA DE ORIENTE. 2003.....	IX-37
TABLA XI-42. DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA AGRÍCOLA POR TIPO DE CULTIVO. PROVINCIA DE ORIENTE. 2003	IX-39
TABLA XI-43. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA Y COSECHADA DE LOS CULTIVOS PERMANENTES. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001-2003	IX-39
TABLA XI-44. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS PERMANENTES. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001-2003	IX-40
TABLA XI-45. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA Y COSECHADA DE LOS CULTIVOS ANUALES. PROVINCIA DE ORIENTE	IX-41
TABLA XI-46. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS ANUALES. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001 - 2003	IX-41
TABLA XI-47. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001 – 2003	IX-42
TABLA XI-48. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA COSECHADA DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001 - 2003	IX-42
TABLA XI-49. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001-2003	IX-43
TABLA XI-50. COMPORTAMIENTO DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001-2003	IX-43
TABLA XI-51. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA EN PASTOS. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001-2003	IX-44
TABLA XI-52. COMPORTAMIENTO DEL HATO BOVINO. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001-2003	IX-45

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

TABLA XI-53. COMPORTAMIENTO DEL NÚMERO DE ANIMALES DE OTRAS ESPECIES. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001-2003	IX-45
TABLA XI-54. COMPORTAMIENTO DEL NÚMERO DE ESTANQUES. PROVINCIA DE ORIENTE. 2001-2003	IX-46
TABLA XI-55. FUENTES ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTOS EN LA PROVINCIA DE ORIENTE.	IX-47
TABLA XI-56. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DE ORIENTE. 2002	IX-48
TABLA XI-57. FUENTES RECEPTORAS DE ALCANTARILLADO Y MATADERO MUNICIPAL EN LA PROVINCIA DE ORIENTE. ...	IX-48
TABLA XI-58. DISTRIBUCIÓN DEL SUELO POR USO AGROPECUARIO. PROVINCIA DE CENTRO. 2003	IX-49
TABLA XI-59. DISTRIBUCIÓN DEL SUELO AGRÍCOLA POR TIPO DE CULTIVOS. PROVINCIA CENTRO. 2003.....	IX-50
TABLA XI-60. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA DE CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE CENTRO. 2001-2003	IX-51
TABLA XI-61. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE CENTRO. 2001-2003	IX-52
TABLA XI-62. COMPORTAMIENTO DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE CENTRO. 2001-2003	IX-52
TABLA XI-63. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA Y COSECHADA DE LOS CULTIVOS ANUALES. PROVINCIA DE CENTRO. 2001-2003.....	IX-53
TABLA XI-64. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS ANUALES. PROVINCIA DE CENTRO. 2001-2003.....	IX-53
TABLA XI-65. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA EN PASTOS. PROVINCIA DE CENTRO. 2001-2003.....	IX-53
TABLA XI-66. COMPORTAMIENTO DEL HATO BOVINO. PROVINCIA DE CENTRO. 2001-2003.....	IX-54
TABLA XI-67. COMPORTAMIENTO DEL NÚMERO DE ANIMALES DE OTRAS ESPECIES. PROVINCIA DE CENTRO. 2001-2003	IX-54
TABLA XI-68. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PROVINCIA CENTRO	IX-56
TABLA XI-69. DISTRIBUCIÓN DEL SUELO SEGÚN USOS AGROPECUARIOS. PROVINCIA DE ALMEIDAS. 2003.....	IX-57
TABLA XI-70. DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA AGRÍCOLA. PROVINCIA DE ALMEIDAS. 2003	IX-57
TABLA XI-71. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA Y COSECHADA DE LOS CULTIVOS PERMANENTES. PROVINCIA DE ALMEIDAS. 2001-2003	IX-58
TABLA XI-72. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS PERMANENTES. PROVINCIA DE ALMEIDAS. 2001-2003.....	IX-59
TABLA XI-73. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE ALMEIDAS. 2001-2003	IX-59
TABLA XI-74. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE ALMEIDAS. 2001-2003	IX-60
TABLA XI-75. COMPORTAMIENTO DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS TRANSITORIOS. PROVINCIA DE ALMEIDAS. 2001-2003.....	IX-60
TABLA XI-76. COMPORTAMIENTO DEL ÁREA SEMBRADA Y COSECHADA DE LOS CULTIVOS ANUALES. PROVINCIA DE ALMEIDAS. 2001-2003	IX-61
TABLA XI-77. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS ANUALES. 2001-2003	IX-61
TABLA XI-78. PRINCIPALES INDICADORES AGROPECUARIOS: BOVINOS. PROVINCIA DE ALMEIDAS. 2003	IX-62
TABLA XI-79. CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO Y PÚBLICOS EN LA PROVINCIA DE ALMEIDA.....	IX-62
TABLA XI-80. PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOCHIVOR	IX-64

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

TABLA XI-81. TRANSFERENCIAS TOTALES DEL SECTOR ELÉCTRICO A LAS CORPORACIONES 1994-2000	IX-68
TABLA XI-82. EVOLUCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN QUE REALIZA CORPOCHIVOR CON TRASFERENCIAS DEL SECTOR ELÉCTRICO	IX-69
TABLA XI-83. CARGA CONTAMIANTE POR PROVINCIA Y SECTOR PRODUCTIVO. TOTAL Y PARTICIPACIÓN. 2003.	IX-71
TABLA XI-84. CUERPOS DE AGUA AFECTADOS POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS	IX-72

INTRODUCCIÓN

El análisis económico realizado desde la perspectiva ambiental, y en el marco del ordenamiento ambiental de cuencas se caracteriza por requerir un enfoque particular, y una evaluación de las relaciones que se entretajan entre la economía y el medio ambiente, que dista mucho del análisis económico convencional utilizado para realizar análisis sectoriales, para el diseño de planes de desarrollo o para evaluar el desempeño económico.

Desde la perspectiva ambiental, la información económica relevante para el desarrollo de las diferentes etapas del proceso de ordenamiento ambiental está relacionada con los siguientes aspectos:

- Funciones básicas que cumplen los recursos naturales de la cuenca como insumos o materias primas de los sistemas productivos o como bienes de carácter extractivos utilizados para el consumo directo. (Bienes y servicios ambientales).
- Impactos de contaminación, deterioro del paisaje, pérdida de biodiversidad, deterioro y pérdida de suelo, y demás externalidades negativas producto de las actividades económicas que se desarrollan en la cuenca.
- Afectaciones en los niveles de calidad de vida de la población ubicada en el área de influencia como consecuencia de los cambios en el uso del suelo y de las dinámicas poblacionales.
- Valoración de los beneficios de la conservación y protección frente a los costos del deterioro y la sobreexplotación.
- Diseño de un sistema de incentivos económicos para conservación y protección ambiental.
- Efectos de escala y de presión sobre los recursos naturales producto de las políticas de liberalización comercial vigentes.
- Transferencia y uso de tecnología
- Contribución de los recursos naturales a los sectores de mayor importancia económica regional.
- Sistemas de producción promisorios a nivel regional y nacional.
- Estructura predial y forma de tenencia de la tierra a nivel de municipios o subcuencas.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

El diagnóstico presentado se enmarca dentro de las disposiciones que establece el decreto 1729 sobre el ordenamiento de cuencas hidrográficas para la fase de diagnóstico. En éste se intentó recoger, en medio de las restricciones de información disponible, varios de los aspectos mencionados anteriormente. Otros aspectos relevantes se irán desarrollando en las etapas de prospectiva y formulación, y algunos como la valoración económica de los recursos ambientales de la cuenca, el diseño de un sistema de incentivos o las repercusiones ambientales de los tratados de libre comercio superan el alcance y la disponibilidad de recursos financieros y de tiempo del presente convenio.

El presente informe consta de tres partes y es complementado por un mapa sintético (Mapa 41.1 - Presión por actividades agropecuarias). La primera parte hace una breve presentación de los aspectos más relevantes de la Cuenca en el tema agropecuario como son la caracterización de los diferentes tipos de cultivos (transitorios, anuales y permanentes) y del sector pecuario (bovinos, porcinos, aves y peces) para el año 2003. La segunda parte hace un análisis provincial específico de estos temas donde se presenta el comportamiento de variables de área, producción y nivel tecnológico. Finalmente se hace una presentación breve de otros aspectos importantes de la Cuenca donde se incluyen otras actividades y la problemática general en temas económicos y ambientales.

El mapa sintético (Mapa 41.1 -Presión por actividades agropecuarias) busca mostrar el estado de los distintos municipios en el tema de presión sobre bienes y servicios ambientales de la Cuenca por actividades agropecuarias. Este mapa tiene tres colores que simbolizan el nivel de presión estimado que pueden estar ejerciendo. Este mapa es uno de los insumos para elaborar el mapa de Presión Social que se utiliza en la priorización de la Zonificación ambiental.

METODOLOGÍA

Para efectos del presente diagnóstico, la información utilizada se encuentra desagregada por municipios que se clasificaron en tres grupos: en el primero se ubican los pertenecientes a la jurisdicción de Corpochivor, los cuales fueron agrupados en tres provincias: Márquez, Neira y Oriente. El segundo grupo lo conforman los municipios que pertenecen a la jurisdicción de Corpoboyacá (Soracá, Tunja, Siachoque y Samacá) y en el tercer grupo se ubican los municipios que pertenecen a la jurisdicción de la CAR (Machetá, Tibirita, Villapinzón, Chocontá y Manta).

Sector Agropecuario

Para el sector agropecuario se hace un análisis de las áreas sembradas, cosechadas, la producción y los rendimientos por cultivos para el periodo 2001-2003, utilizando información de la Secretaría de Agricultura de los Departamentos de Boyacá y Cundinamarca. Dado que esta información está a nivel municipal esta será la escala de estudio, aunque se agrupan por provincias.

Como resultado del análisis se obtendrá el comportamiento de cada una de estas variables, para la provincia, por producto con el objetivo de establecer los principales cultivos, su nivel tecnológico y el posible impacto sobre los bienes y servicios ambientales de la región, manifestados en el uso del suelo y los rendimientos.

Aquí también se analiza la actividad pecuaria tanto para bovinos como otras especies (porcinos, aves y peces). Se estudian variables como: número de bovinos, porcinos, aves y estanques, junto con el área de pastos.

Servicios Públicos y Residuos

El tema de servicios públicos y residuos sólidos y líquidos busca establecer el estado de las provincias en cada uno de los temas, ya que estos dos sectores son demandantes importantes de bienes y servicios ambientales como el agua.

Para el tema de servicios públicos se hace una caracterización según cobertura y calidad. El tema de residuos se divide en líquidos y sólidos. Estos se caracterizan utilizando información de Corpochivor. En el caso de los residuos se busca determinar la producción, disposición y en lo posible la caracterización.

Otras Actividades

En este punto se hace un análisis de otras actividades económicas de la Cuenca las cuales tienen impactos sobre los bienes y servicios de la misma. Este análisis es menos detallado dada la disponibilidad de información, sin embargo se propusieron algunos impactos importantes de esas actividades y soluciones a la problemática que causan.

Uno de los temas importantes en la Cuenca es la estructura predial, sin embargo la información es restringida y para su acceso se necesitan recursos económicos importantes.

Mapa de presión por actividades agropecuarias

Este mapa (41.1) es la espacialización de un índice sintético calculado para el tema económico donde se busca representar la presión que ejercen las actividades agropecuarias de un municipio sobre la prestación de bienes y servicios ambientales por parte de los ecosistemas presentes en dicha unidad, principalmente.

Las variables que se escogieron fueron: actividad económica, tipo de cultivo, nivel tecnológico agrícola, nivel tecnológico bovino y presencia de otras actividades pecuarias (porcícola, avícola y acuícola). Los indicadores que se tomaron para cada variable fueron: % del área total en cultivos y pastos, % del área agropecuaria (cultivos y pastos) en cultivos, % del área agropecuaria en pastos, % del área agrícola en cultivos transitorios, % del área agrícola en cultivos anuales, % del área agrícola en cultivos permanentes, cultivo principal según área sembrada y producción, rendimiento del cultivo principal, capacidad de carga (Bovinos /Ha) y % municipal de porcinos, aves y estanques. Para establecer el tipo de relación con el flujo de bienes y servicios ambientales se hizo un análisis de correlación de cada indicador con el índice de hábitat como indicador del estado de los ecosistemas y en general de la Cuenca. Estos resultados se contrastaron con conceptos técnicos y se establecieron las relaciones.

En la Tabla IX-1 se presenta la clasificación de los municipios según cada uno de los indicadores en las categorías que se definieron¹.

¹ Cada uno de los indicadores se clasificó en tres categorías teniendo en cuenta el promedio y la desviación estándar y la relación con el nivel de conservación natural medido por el Índice de hábitat calculado por el tema de ecosistemas del presente trabajo.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-1. Clasificación de los municipios según el Índice de Presión por Actividades Agropecuarias. Cuenca del Río Garagoa. 2003

MUNICIPIO	Tipo de actividad	Tipo de cultivos	Cultivo principal	Nivel tecnológico agrícola 2003	Nivel tecnológico bovinos 2003	Otras especies	Nombre índice
Jenesano	Agrícola	Permanentes	Manzana	Moderado	Alto	No significativo	Alta presión por actividades agropecuarias
Pachavita	Agropecuaria	Anuales	Maíz	Rudimentario	Moderado	No significativo	Alta presión por actividades agropecuarias
Siachoque	Agropecuaria	Transitorios	Papa	Moderado	Rudimentario	No significativo	Alta presión por actividades agropecuarias
Somondoco	Pastos	Permanentes	Caña miel	Rudimentario	Moderado	No significativo	Alta presión por actividades agropecuarias
Soracá	Agrícola	Transitorios	Papa	Moderado	Moderado	No significativo	Alta presión por actividades agropecuarias
Sutatenza	Agropecuaria	Anuales	Maíz	Moderado	Rudimentario	Porcícola	Alta presión por actividades agropecuarias
Tenza	Pastos	Transitorios	Frijol	Moderado	Moderado	No significativo	Alta presión por actividades agropecuarias
Titirita	Pastos	Transitorios	Papa	Moderado	Moderado	No significativo	Alta presión por actividades agropecuarias
Tunja	Agropecuaria	Transitorios	Papa	Moderado	Alto	Porcícola	Alta presión por actividades agropecuarias
Chivor	Agrícola	Permanentes	Caña miel	Moderado	Moderado	Avícola	Baja presión por actividades agropecuarias
Ciénega	Agropecuaria	Transitorios	Arveja	Alto	Moderado	No significativo	Baja presión por actividades agropecuarias
Guateque	Pastos	Transitorios	Tomate	Rudimentario	Rudimentario	No significativo	Baja presión por actividades agropecuarias
Macanal	Pastos	Permanentes	Caña miel	Moderado	Rudimentario	No significativo	Baja presión por actividades agropecuarias
Ramiriquí	Pastos	Transitorios	Papa	Rudimentario	Alto	No significativo	Baja presión por actividades agropecuarias
Turmequé	Agropecuaria	Transitorios	Papa	Moderado	Moderado	Avícola	Baja presión por actividades agropecuarias
Umbita	Agrícola	Transitorios	Papa	Moderado	Moderado	No significativo	Baja presión por actividades agropecuarias
Ventaquemada	Agropecuaria	Transitorios	Papa	Moderado	Moderado	Porcícola	Baja presión por actividades agropecuarias
Almeida	Pastos	Transitorios	Frijol	Moderado	Alto	Acuícola	Moderada presión por actividades agropecuarias
Boyacá	Agropecuaria	Anuales	Arracacha	Moderado	Moderado	No significativo	Moderada presión por actividades agropecuarias
Chinavita	Pastos	Anuales	Maíz	Rudimentario	Rudimentario	No significativo	Moderada presión por actividades agropecuarias
Choconta	Agropecuaria	Transitorios	Papa	Moderado	Moderado	No significativo	Moderada presión por actividades agropecuarias
Garagoa	Pastos	Permanentes	Plátano	Rudimentario	Rudimentario	Porcícola	Moderada presión por actividades agropecuarias
Guayatá	Pastos	Permanentes	Café	Moderado	Alto	No significativo	Moderada presión por actividades agropecuarias
La Capilla	Agropecuaria	Transitorios	Frijol	Alto	Moderado	No significativo	Moderada presión por actividades agropecuarias
Machetá	Pastos	Transitorios	Papa	Moderado	Rudimentario	No significativo	Moderada presión por actividades agropecuarias
Manta	Pastos	Transitorios	Tomate	Rudimentario	Rudimentario	No significativo	Moderada presión por actividades agropecuarias
Nuevo Colón	Agrícola	Permanentes	Pera	Moderado	Rudimentario	No significativo	Moderada presión por actividades agropecuarias
Samacá	Agropecuaria	Transitorios	Arveja	Rudimentario	Rudimentario	No significativo	Moderada presión por actividades agropecuarias
Santa María	Pastos	Permanentes	Caña miel	Rudimentario	Alto	Avícola	Moderada presión por actividades agropecuarias
Tibaná	Pastos	Permanentes	Pera	Alto	Moderado	Acuícola	Moderada presión por actividades agropecuarias
Villapinzón	Agropecuaria	Transitorios	Papa	Rudimentario	Moderado	No significativo	Moderada presión por actividades agropecuarias
Virachachá	Agropecuaria	Transitorios	Papa	Rudimentario	Moderado	Avícola	Moderada presión por actividades agropecuarias

Fuente: URPA, 2001, 2003

RESULTADOS

Aspectos Generales

Desde el punto de vista agrícola, el énfasis de la Cuenca del Río Garagoa es la producción de cultivos transitorios con un 56% del área total sembrada para diciembre de 2003, le siguen los cultivos permanentes con un 26% y los cultivos anuales con 17% (URPA, 2003).

Cultivos Transitorios

El principal cultivo transitorio según área sembrada para los semestres 2002 B, 2003 A, 2003 B y 2004 A² fue la papa con una participación en el total regional promedio del 70%, de lejos siguió la arveja con una participación regional de 10%³. En términos de producción la papa también se llevó el primer lugar concentrando el 80% en promedio de la producción regional de transitorios para los cuatro periodos de análisis.

Desde el punto de vista departamental, la participación en la producción de papa de los municipios de Boyacá que pertenecen a la cuenca, ha venido disminuyendo al pasar de un 37% en el segundo semestre de 2002 a casi el 30% en el primer semestre de 2004⁴. Esta tendencia se presentó de forma paralela en las áreas sembradas para el mismo periodo. En cuanto a las áreas cultivadas en papa se observa que pasaron de ocupar un 24% del área departamental cultivada a un 19%. Esto es relevante ya que estos municipios ocupan tan sólo el 7% del total departamental.

En los municipios de la Cuenca que pertenecen al Departamento de Cundinamarca (Chocontá, Machetá, Manta, Tibirita y Villapinzón) también se observó una baja en las participaciones de este cultivo durante el periodo de análisis ya que se pasó de una participación en la producción del 11,6% al 10,5%. El área sembrada también disminuyó pasando del 12% al 11%. Estas cifras son importantes teniendo en cuenta que estos municipios ocupan el 4% del área total del Departamento de Cundinamarca.

En términos de rendimiento del cultivo de la papa, los municipios boyacenses superan el promedio departamental aunque han disminuido en el periodo análisis, empezando en el II-2002 con 16 ton/Ha y terminando en I-2004 con 15 ton/Ha. En el departamento de Cundinamarca los municipios

² Proyectado

³ Sin embargo desde un punto de vista departamental, la arveja producida en los municipios boyacenses de la cuenca constituye ceca del 50% de la producción de este Departamento para el periodo de estudio II-2002-I-2004

⁴ Proyectado

que pertenecen a la Cuenca también superaron el promedio departamental pero al contrario de los anteriores presentaron un leve incremento de los rendimientos para este cultivo.

Otros cultivos importantes en los municipios de la Cuenca que pertenecen al departamento de Boyacá son: *la ahuyama, el garbanzo, la habichuela y el pepino*, para los cuales los municipios boyacenses aportaron la totalidad de la producción en el periodo de análisis. Los cultivos transitorios importantes son: *la remolacha, la zanahoria, el tomate larga vida y la arveja*. Una característica que resulta de este análisis es que cultivos que son poco importantes a nivel regional también lo son a nivel departamental.

Cultivos Permanentes

Los cultivos permanentes presentan una mayor diversidad en productos con altas participaciones dentro de la producción regional. En este tipo de cultivos se observaron cuatro con participaciones altas en la producción regional, estos son: la pera (25%), la curuba (20%), la ciruela (12%) y la fresa⁵ (10%). Desde el punto de vista del área sembrada la pera ocupó el 19% del área regional sembrada en permanentes tanto en el año 2002 como en el 2003. La curuba, la ciruela y la fresa ocuparon aproximadamente el 13% del área sembrada en permanentes. Otros cultivos permanentes con participaciones regionales poco significativas tanto en área cultivada como en área sembrada son: la caña miel y el café.

Desde el punto de vista departamental, en el departamento de Boyacá, la pera la ciruela y la curuba ocupan el 98%, 84% y 58% del área sembrada respectivamente. En cuanto a la producción la proporción es la misma. De acuerdo con los pronósticos de la Secretaría de Agricultura del Departamento, se espera una leve disminución en estas variables para el año 2004 que no es muy significativa.

En los municipios de la Cuenca que pertenecen al Departamento de Cundinamarca el principal cultivo es la fresa aunque también se cultivan los caducifolios. El primero participó en la producción departamental del 2003 con un 32% mostrando un leve alza con respecto al pronóstico del 2004. En términos de área sembrada respecto al total del Departamento ocupa el 37%. En el caso de los caducifolios la participación en área sembrada departamental como en producción fue baja, alrededor del 6% pero con perspectivas de aumento en seis puntos porcentuales para el año 2004.

⁵ Municipios de Cundinamarca

En términos de rendimiento, los cultivos del Departamento de Boyacá estuvieron por encima del promedio, siendo la pera el cultivo con mayor rendimiento aproximadamente 12 ton/Ha, seguido de la curuba con 11 y la ciruela con 9. En Cundinamarca la situación fue otra con rendimientos inferiores al promedio departamental hasta en 5,5 ton/Ha.

Otros cultivos importantes desde la perspectiva del departamento de Boyacá, ya no regional (Cuenca del río Garagoa), son los caducifolios, *la manzana*, *el fique*, *la feijoa* y *el lulo* cuyas participaciones en la producción departamental son: 85%, 78%, 69%, 55% y 36%, respectivamente. Nuevamente se observa que los cultivos que son poco importantes a nivel regional, también lo son a nivel departamental.

Cultivos Anuales

Los cultivos anuales más importantes para la Cuenca según su participación en la producción regional son en su orden: el tomate larga vida, el maíz y la arracacha con un 58%, 18% y 16% aproximadamente para el año 2003. Para estos cultivos se observa una organización interesante de la actividad, en términos de área cultivada, mientras el tomate larga vida acapara la mayor parte de la producción, solamente ocupa el 2% del área cultivada, esto debido a que se utilizan tecnologías intensivas como siembra en invernadero. El segundo cultivo con mayor participación en la producción es el maíz, el cual ocupa el 75% del área sembrada de la Cuenca. La arracacha ocupa el 10%.

Desde un punto de vista departamental, el producto más importante en los municipios de la cuenca que pertenecen a Boyacá es la arracacha ya que ocupa el 58% del área departamental, con una producción equivalente al 55% del total departamental. Le sigue el tomate con un porcentaje de participación en la producción departamental de Boyacá menor, alrededor del 25%, finalmente viene el maíz que tiene participaciones por debajo del 10%. En el tema de rendimientos, estos cultivos en la Cuenca tienen rendimientos por encima del promedio departamental, destacándose el tomate larga vida con un rendimiento de 166 Ton/Ha.

En los municipios de la Cuenca pertenecientes a Cundinamarca sólo se produce arracacha y maíz los cuales participan con un 15% aproximadamente tanto en área sembrada como en producción.

Otros cultivos anuales presentes en la cuenca son la yuca, el haba y el sagú.

Actividad Pecuaria

Desde el punto de vista pecuario se tiene el siguiente comportamiento en pastos y bovinos para las provincias boyacenses (Centro, Márquez, Oriente y Neira) de la cuenca:

Tabla IX-2. Comportamiento del hato ganadero y el área en pastos en los municipios que pertenecen a la cuenca del río Garagoa. 2001- 2003

Año	Bovinos	Área pastos corte (Has)	Área Pastos Tradicional (Has)	Área Pradera mejorada (Has)	Total pastos (Has)	Capacidad de carga Bovinos/Ha
2001	142.741	6.440	100.315	9.783	116.538	1,22
2002	128.286	3.419	86.380	6.003	95.802	1,33
2003	144.993	5.179	86.420	4.683	96.282	1,50
Crecimiento 2001-2002	-10,12	-46,90	-13,89	-38,63	-17,79	9,32
Crecimiento 2002-2003	13,02	51,47	0,04	-21,98	0,50	12,45

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003.

Como se observa en el cuadro para el periodo de estudio 2001-2003 hubo un incremento en el número de cabezas de bovinos para las provincias de Márquez, Neira, Oriente y Centro que se corresponde con un decrecimiento en general del área total en pastos del 17%. Este comportamiento se refleja en la capacidad de carga de la región donde se observó un incremento del 10% aproximadamente. En el tema de pastos se observa que los pastos de corte se recuperaron entre el año 2002 y 2003 aunque disminuyeron en el total del periodo. La distribución por tipos de pastos no se ha alterado significativamente.

Otras especies tuvieron el siguiente comportamiento para las mismas provincias:

Tabla IX-3. Comportamiento de la actividad porcícola y avícola según número de individuos. Municipios de la cuenca del río Garagoa. 2001 - 2003

Año	Porcinos	Ponedoras	Engorde	Estanques
2001	49.629	328.170	669.740	1.470
2002	41.679	355.990	405.720	
2003	47.558	287.054	363.443	1.097
2001-2002	-16,02	8,48	-39,42	
2002-2003	14,11	-19,36	-10,42	-25,37

Fuente URPA, 2001, 2002, 2003

En general la producción de otras especies (porcinos, aves y peces) disminuyó en el periodo de análisis, oscilando esta baja entre 1% y 25%. La actividad con mayor disminución fue la acuícola con una disminución en la producción del 25%. Una de las principales causas para este comportamiento puede ser el aumento de los costos de transporte y los costos de producción que

le restan competitividad a estos productos. Otro problema que puede explicar este comportamiento es la incertidumbre en la comercialización ya que no existen estructuras productivas que la garanticen.

A continuación se hace una presentación de las principales características de la Cuenca por municipios agrupados en provincias⁶ desglosando la información pertinente en la unidad básica de análisis, el municipio.

Una vez hecha esta caracterización regional se puede concluir que los cultivos más importantes de la Cuenca son los transitorios, cuya producción ha contribuido al deterioro del suelo, el arrastre de materiales. Los principales cultivos transitorios son la papa, la arveja y el tomate larga vida, desde el punto de vista de los rendimientos. En la producción departamental cultivos como la ahuyama y el pepino representan muy bien a la región. Sin embargo, dadas las características ambientales y productivas de la Cuenca, los cultivos permanentes se perfilan como promisorios ya que contribuyen a la conservación al no remover suelo tan frecuentemente como los cultivos anuales y transitorios. Productos como la pera, la ciruela, la feijoa y frutales similares se constituyen en una fortaleza productiva de la región, la cual debe ser extendida a todo el territorio de la Cuenca. Sin embargo, éstos deben ser acompañados de una estrategia de comercialización para garantizar un mercado estable para estos productos, la cual debe ser promovida en cooperación con las entidades de desarrollo rural de la zona.

Desde el punto de vista pecuario, se nota un incremento, pequeño, en la productividad en bovinos. Para otras especies importantes en la zona es indispensable formular estrategias para consolidar su proceso productivo y la comercialización hacia el interior y el exterior.

Aspectos Provinciales y Sectoriales

Provincia Márquez

Esta provincia está compuesta por 9 municipios del departamento de Boyacá, los cuales ocupan 75.200 hectáreas. El 54 % de esta área se encuentra transformada ya que es ocupada por cultivos y pastos. Estos últimos ocupan el 41 % del área total de la provincia. Los municipios más transformados son Ciénega, Viracachá y Boyacá. Los menos transformados son Turmequé, Úmbita y Jenesano.

⁶ Aunque Corpochivor asume a Ventaquemada como municipio de la provincia de Márquez aquí no se hace y se incorpora en el análisis de la provincia Centro.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla IX-4. Distribución del suelo por usos agropecuarios. Provincia de Márquez. 2003

Municipio	Área total IGAC (Has)	Área agropecuaria (Has)	Área agrícola (Has)	Área total en pastos (Has)
Boyacá	4.800	3.290	590	2.700
Ciénega	5.500	3.596	586	3.010
Jenesano	5.300	2.385	985	1.400
Nuevo Colón	5.000	2.805	2.165	640
Ramiriquí	13.900	6.678	174	6.504
Tibaná	13.300	8.458	858	7.600
Turmequé	8.000	3.810	810	2.200
Umbita	13.000	9.904	2.384	3.010
Virachachá	6.400	1.161	1.161	3.600
Total general	75.200	42.086	9.712	30.664

Fuente: URPA, 2003

Sector Agropecuario

Estructura Productiva

En esta provincia el énfasis económico es agrícola con un 30 % del área agropecuaria dedicada a cultivos (12.200 Ha) pero, *contradictoriamente*, tiene aproximadamente 30.664 hectáreas dedicadas a pastos lo que representa el 34 % del área total de la provincia. La actividad ganadera ha venido disminuyendo hasta casi la mitad de la que existía hace diez años. La agricultura para el segundo semestre de 2003 se encontraba representada principalmente en cultivos de papa (27% del área total cultivada), los frutales (30%) y el maíz (5%).

Con relación al cultivo de la papa éste ha venido disminuyendo su producción en los últimos seis años, principalmente por factores fitosanitarios, lo que ha generado el incremento continuo del uso de agroquímicos que afecta los costos de producción. Sumado a lo anterior, se encuentran factores como la inestabilidad del precio, el deficiente manejo del empaque, el almacenamiento y la desorganización gremial en el país. La misma situación se presenta con relación a la producción de arveja, donde la provincia aporta el 30% de la producción departamental, pero su área cultivada también ha disminuido en los dos últimos años por los mismos factores que han afectado el cultivo de la papa. Un cultivo que se destaca son los frutales (manzana, ciruela, pera, durazno) con una participación importante en la producción del Departamento, pero encuentra serias limitaciones en los altos estándares de calidad impuestos por el mercado, lo que obliga a la producción especializada.

En la provincia, en general, se practica la agricultura tradicional y la ganadería extensiva y de subsistencia; existe baja rotación de los cultivos, se utiliza mano de obra familiar, se usan

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

agroquímicos en forma indiscriminada. En algunos municipios, como por ejemplo en Nuevo Colón, existen instalaciones para cadena en frío para el manejo poscosecha de frutales. En algunos cultivos como la papa, arveja y algunos frutales se utiliza agricultura parcialmente tecnificada.

Producción Agrícola

El área sembrada en la provincia, para los tres tipos de cultivo en general disminuyó, aunque no de manera representativa, durante el periodo 2001-2003. El área cosechada también disminuyó para los cultivos transitorios y anuales pero no para los permanentes. La producción de transitorios tuvo una disminución importante, los anuales tuvieron el mismo comportamiento, mientras que los permanentes aumentaron. Los rendimientos para los dos primeros tipos de cultivo han permanecido estables mientras que para los permanentes se observó una disminución.

Como se advierte en la siguiente tabla el énfasis agrícola de la provincia es en cultivos transitorios y anuales con un 67% del área sembrada, mientras que los cultivos permanentes representan sólo el 33%. Sin embargo, hay casos especiales como Jenesano, Nuevo Colón y Tibaná donde los cultivos permanentes ocupan la mayoría del área cultivada.

Tabla IX-5. Distribución del área agrícola por tipo de cultivos. Provincia de Márquez. 2003

Municipio	Área en cultivos transitorios I-03 (Has)	Área en cultivos transitorios II-03 (Has)	Área en cultivos permanentes 2003 (Has)	Área en cultivos anuales 2003 (Has)
Boyacá	135	260	94	236
Ciénega	191	393	60	133
Jenesano	185	245	675	65
Nuevo Colón	108	347	1.818	0
Ramiriquí	174	174	0	0
Tibaná	485	229	538	91
Turmequé	353	410	400	0
Umbita	1.030	1.560	331	493
Virachachá	419	615	6	540
Total general	3.080	4.233	3.922	1.558

Fuente: URPA, 2003

Cultivos permanentes

Desde el punto de vista del área sembrada el cultivo más importante de la provincia es la pera con 1.215 Has sembradas en el año 2003. Le siguen la curuba, la ciruela y la manzana. Para el periodo 2001-2002 todos estos cultivos disminuyeron su área sembrada, recuperándose entre el 2002 y el 2003. El área cosechada tuvo el mismo comportamiento aunque se advierte una diferencia importante entre esta última y el área sembrada.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-6. Comportamiento del área sembrada y cosechada de los cultivos permanentes. Provincia de Márquez. 2001- 2003

Cultivo	Área sembrada Has 2001	Área sembrada Has 2002	Área sembrada Has 2003	Crecimiento del área sembrada 01-02	Crecimiento del área sembrada 02-03	Área cosechada Has 2001	Área cosechada Has 2002	Área cosechada Has 2003	Crecimiento del área cosechada 01-02	Crecimiento del área cosechada 02-03
Caducifolios	22	-	0	-100,00	0,00	14	-	-	-100,00	0,00
Café	-	-	-	-	100,00	-	-	80	-	100,00
Caña miel	18	-	57	-100,00	100,00	18	-	125	-100,00	100,00
Ciruella	597	476	820	-20,35	72,45	540	411	670	-23,98	63,22
Curuba	1.073	837	925	-21,99	10,51	1.042	844	853	-19,00	1,07
Durazno	204	176	225	-13,73	27,84	181	157	164	-13,54	4,79
Feijoa	76	57	73	-25,00	28,07	76	54	60	-28,95	11,11
Lulo	-	-	20	-	100,00	-	-	90	-	100,00
Manzana	665	307	354	-53,83	15,31	663	299	348	-54,90	16,39
Mora	12	30	16	156,41	-46,67	10	17	85	70,00	400,00
Pera	1.184	1.063	1215	-10,22	14,30	1.171	863	1.146	-26,30	32,79
Plátano	-	-	-	-	100,00	-	-	70	-	100,00
Tomate de árbol	83	151	195	81,93	29,14	70	96	117	37,14	21,88
Uchuvas	7	11	22	57,14	100,00	6	5	11	-16,67	120,00
Total general	3.941	3.108	3.922	-21,14	26,21	3.791	2.745	3.819	-27,59	39,13

Fuente URPA, 2001, 2002, 2003

En el año 2003 se produjeron 14.490 Ton de pera, siendo ésta la cifra más alta para el periodo. La curuba sin embargo tuvo un decrecimiento constante en el periodo, pasando de 16.388 Ton en 2001 a 11.572 en 2003. La ciruela aumentó su producción en dicho periodo y finalmente la manzana disminuyó. Otros productos que aumentaron producción en el periodo fueron: la mora, el tomate de árbol y la uchuva.

Para el 2003, los cultivos con mayores rendimientos fueron: el tomate de árbol, la pera, el lulo, la curuba y la uchuva con 13.000, 12.375, 11.750, 11.277 y 1.250 Kg/Ha respectivamente. Sin embargo, en el caso del tomate de árbol este rendimiento fue el más bajo observado durante el periodo de análisis. El rendimiento de la pera es bueno pero inferior al del año inmediatamente anterior. Para el lulo sólo hay datos para el año 2003. El caso de la curuba es similar al del tomate de árbol.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla IX-7 Comportamiento de la producción y los rendimientos de los cultivos permanentes. Provincia de Márquez. 2001- 2003

Cultivo	Producción Ton 2001	Producción Ton 2002	Producción Ton 2003	Crecimiento de la producción 01-02	Crecimiento de la producción 02-03	Rendimientos Kg/Ha 2001	Rendimientos Kg/Ha 2002	Rendimientos Kg/Ha 2003	Crecimiento de los rendimientos 01-02	Crecimiento de los rendimientos 02-03
Caducifolios	225	-	0	-100,00	0,00	25.000	-	0	-100,00	0,00
Café	-	-	72	-	100,00		-	900	-	100,00
Caña miel	108	-	470	-100,00	100,00	6.000	-	3.800	-100,00	100,00
Ciruela	3.755	4.609	6.935	22,73	50,48	7.833	8.960	10.375	14,38	15,79
Curuba	16.388	12.580	11.572	-23,24	-8,01	14.125	12.183	11.277	-13,75	-7,44
Durazno	1.357	1.149	1.143	-15,32	-0,52	8.017	7.410	7.300	-7,57	-1,48
Feijoa	689	516	532	-25,11	3,10	7.400	7.600	5.500	2,70	-27,63
Lulo	-	-	830	-	100,00	-	-	11.750	-	100,00
Manzana	6.215	3.161	3.332	-49,13	5,40	7.940	9.770	9.200	23,05	-5,83
Mora	132	70	337	-46,97	381,43	15.000	5.000	5.575	-66,67	11,50
Pera	10.323	11.115	14.490	7,67	30,36	11.750	12.500	12.375	6,38	-1,00
Plátano	-	-	280	-	100,00	-	-	4.000	-	100,00
Tomate de árbol	1.036	1.504	1.805	45,14	20,05	14.500	18.600	13.000	28,28	-30,11
Uchuvas	120	45	203	-62,50	350,00	20.000	9.000	11.250	-55,00	25,00
Total general	40.347	34.748	42.001	-13,88	20,87	12.506	10.114	7.593	-19,13	-24,92

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Cultivos transitorios y anuales

Los cultivos transitorios y anuales son aquellos cuyo ciclo productivo no dura más de un año, por lo que tienen impactos importantes sobre la calidad del suelo por constantes remociones, aunque el efecto real depende de la tecnología utilizada.

Para la provincia de Márquez, los principales cultivos según área sembrada son: la papa, la arveja, el maíz y la arracacha. La arveja tiene en el segundo semestre del año su época principal de siembra por ser la rotación del cultivo de la papa. Los datos muestran una caída sistemática del área sembrada de este cultivo en la provincia, tomando como referencia el segundo semestre de 2000, 2001, 2002 y 2003. El comportamiento de la papa ha sido más estable aunque en 2002 presentó una baja importante que fue recuperada en el segundo semestre de 2003. El área sembrada del maíz como de la arracacha tuvo una caída en el 2002 la cual fue recuperada en el siguiente año. Esta caída se explica por las condiciones adversas ambientales⁷.

⁷ URPA Boyacá. 2003. Coyuntura transitorios y anuales. Secretaría de Agricultura. Tunja.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-8. Comportamiento del área sembrada de los cultivos transitorios. Provincia de Márquez. 2001- 2003

Cultivo	Área sembrada 2000-B Has	Área sembrada Has 2001-A	Área sembrada Has 2001-B	Área sembrada Has 2002-B	Área sembrada Has 2003-A	Área sembrada Has 2003-B	Crecimiento del área sembrada 01A-03A	Crecimiento área sembrada 00B-01B	Crecimiento del área sembrada 02B-03B
Ahuyama	-	-	-	25	25	25	0	0	0
Arveja	931	366	885	655	223	594	-39,07	-4,94	-9,31
Cebolla bulbo	10	10	10	10	10	10	0,00	0,00	0
Cilantro	8	8	8	5	4	5	-50,00	0,00	0
Frijol	256	200	238	218	161	214	-19,50	-7,03	-1,83
Garbanzo	3	4	3	4	1	5	-75,00	0,00	12,50
Lechuga	1	2	1				-100,00	0,00	0
Maiz	10	230	12	30	329	20	43,04	20,00	-33,33
Papa	3.770	2642	3.905	2.990	2325	3.347	-12,00	3,58	11,94
Pepino	0,35	0,4	0,40	-	-	-	-100,00	14,29	0
Remolacha	12	5,5	12	-	-	-	-100,00	0,00	0
Tomate	15	10		-	-	-	-100,00	-100,00	0
Zanahoria	8	2	11	13	2	13	0,00	37,50	0
Total general	5.024	3.480	5.085	3.950	3.080	4.233	-11,49	1,22	7,15

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

El comportamiento del área cosechada de estos cultivos es similar al del área sembrada. Para la arveja la disminución se presenta de igual manera para el periodo de estudio. La papa tiene también el mismo comportamiento aunque la diferencia entre área sembrada y cosechada es mínima. Para la arracacha la tendencia del área cosechada es la misma que aquella del área sembrada. Igual para el maíz.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-9. Comportamiento del área cosechada de los cultivos transitorios. Provincia de Márquez. 2001 - 2003

Cultivo	Área cosechada 2000-B Has	Área cosechada Has 2001-A	Área cosechada Has 2001-B	Área cosechada Has 2002-B	Área cosechada Has 2003-A	Área cosechada Has 2003-B	Crecimiento del área cosechada 01A-03A	Crecimiento área cosechada 00B-01B	Crecimiento del área cosechada 02B-03B
Ahuyama	-	-	-	20	20	20	0	0	0
Arveja	910	355	784	620	211	573	-40,60	-13,85	-7,58
Cebolla bulbo	10	10	10	10	10	10	0,00	0,00	0
Cilantro	8	8	8	5	4	5	-47,37	0,00	0
Frijol	238	193	233	198	153	207	-20,73	-2,31	4,55
Garbanzo	3	4	3	4	1	5	-75,00	0,00	12,50
Lechuga	1	2	1	-	-	-	-100,00	0,00	0
Maíz	10	230	12	30	329	20	43,04	20,00	-33,33
Papa	3.565	2.537	3.805	2.978	2.125	3.337	-16,24	6,73	12,06
Pepino	0	0	0	-	-	-	-100,00	25,00	0
Remolacha	12	5	12	-	-	-	-100,00	3,99	0
Tomate	15	10		-	-	-	-100,00	-100,00	0
Zanahoria	8	2	11	13	2	13	0,00	37,50	0
Total general	4.780	3.356	4.879	3.878	2.855	4.190	-14,93	2,07	8,03

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Tabla IX-10. Comportamiento del área sembrada y cosechada de los cultivos anuales. Provincia de Márquez. 2001- 2003

Cultivo	Área sembrada Has 2001	Área sembrada Has 2002	Área sembrada Has 2003	Crecimiento del área sembrada 01-02	Crecimiento del área sembrada 02-03	Área cosechada Has 2001	Área cosechada Has 2002	Área cosechada Has 2003	Crecimiento del área cosechada 01-02	Crecimiento del área cosechada 02-03
Arracacha	618	257	384	-58,41	49,42	596	254	384	-57,36	51,18
Haba	224	205	107	-8,17	-47,87	221	204	105	-7,50	-48,59
Maíz	928	561	630	-39,61	12,40	907	556	630	-38,77	13,41
Total general	1.770	1.023	1.121	-42,20	9,61	1.724	1.014	1.119	-41,19	10,38

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Desde el punto de vista de la producción y los rendimientos, la papa y la arveja ocupan los dos primeros lugares con 48.610 toneladas y 2.540 respectivamente. Para la arveja, entre los segundos semestres de 2000 y 2001 se observó un decrecimiento del 10,6% mientras que entre el 2002 y el 2003, para el mismo semestre, este decrecimiento disminuyó al 4% aproximadamente. De acuerdo con la Secretaría de Agricultura del Departamento, esta provincia fue junto con la de Centro las mayores aportantes al total de producción de la arveja en el año 2003. Los rendimientos del cultivo aumentaron en el departamento alrededor del 30% en los dos periodos del año agrícola 2003, aunque la provincia de Márquez sólo aumentó en 1,25% los suyos. En el total del periodo

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

disminuyó el crecimiento de los rendimientos de la arveja en 8 puntos. La papa disminuyó su producción en el periodo 2000-2003 de 58.500 toneladas a 48.610. Los rendimientos aumentaron en todo el periodo pasando de 14.460 Kg/Ha a 15.000. La producción de arrachacha cayó en aproximadamente 2.400 toneladas en el total del periodo sucediendo lo propio con los rendimientos aunque a una tasa menor. El maíz también disminuyó producción aunque aumentó rendimientos.

Tabla IX-11. Comportamiento de la producción de los cultivos transitorios. Provincia de Márquez. 2001- 2003

Cultivo	Producción 2000-B Ton	Producción 2001-A Ton	Producción 2001-B Ton	Producción 2002-B Ton	Producción 2003-A Ton	Producción 2003-B Ton	Crecimiento de la producción 01A-03A	Crecimiento de la producción 00B-01B	Crecimiento de la producción 02B-03B
Ahuyama	-	-	-	400	400	400	0	0	0
Arveja	3.034	1.374	2.713	2.646	872	2.540	-36,56	-10,59	-3,99
Cebolla bulbo	200	200	200	170	170	170	-15,00	0,00	0
Cilantro	14	13	14	9	7	9	-42,99	-1,10	0
Frijol	394	304	486	334	213	360	-30,12	23,39	7,82
Garbanzo	3	6	3	6	1	7	-85,00	0,00	16,67
Lechuga	10	17	10	-	-	-	-100,00	0,00	0
Maiz	10	268	12	45	515	30	91,98	20,00	-33,33
Papa	58.500	43.603	63.640	51.081	30.135	48.610	-30,89	8,79	-4,84
Pepino	5	5	6	-	-	-	-100,00	22,00	0
Remolacha	223	100	230	-	-	-	-100,00	3,09	0
Tomate	675	450		-	-	-	-100,00	-100,00	0
Zanahoria	195	30	285	324	29	324	-3,33	46,15	0
Total general	63.263	46.371	67.598	55.014	32.341	52.449	-30,26	6,85	-4,66

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-12. Comportamiento de los rendimientos de los cultivos transitorios. Provincia de Márquez. 2001-2003

Cultivo	Rendimientos Kg/Ha 2000-B	Rendimientos Kg/Ha 2001-A	Rendimiento Kg/Ha 2001-B	Rendimientos Kg/Ha 2002-B	Rendimientos Kg/Ha 2003-A	Rendimientos Kg/Ha 2003-B	Crecimiento de los rendimientos 01A-03A	Crecimiento de los rendimientos 00B-01B	Crecimiento de los rendimientos 02B-03B
Ahuyama	-	-	-	20.000	20.000	20.000	0	0	0
Arveja	3.347	3.336	3.434	3.889	3.643	3.938	9,20	2,59	1,25
Cebolla bulbo	20.000	20.000	20.000	17.000	17.000	17.000	-15,00	0,00	0
Cilantro	1.675	1.654	1.650	1.800	1.800	1.800	8,82	-1,49	0
Frijol	1.439	1.533	1.745	1.618	1.585	1.668	3,37	21,26	3,07
Garbanzo	1.000	1.500	1.000	1.500	900	1.556	-40,00	0,00	3,70
Lechuga	10.000	10.000	10.000	-	-	-	-100,00	0,00	0
Maiz	500	1.150	500	1.500	1.650	1.500	43,48	0,00	0,00
Papa	14.460	14.551	13.006	15.644	14.556	15.000	0,03	-10,06	-4,11
Pepino	15.625	15.294	15.250	-	-	-	-100,00	-2,40	0
Remolacha	17.500	17.558	17.500	-	-	-	-100,00	0,00	0
Tomate	45.000	45.000	0	-	-	-	-100,00	-100,00	0
Zanahoria	22.500	7.500	22.500	21.250	14.500	21.250	93,33	0,00	0
Total general	12.754	11.590	8.882	9.356	8.404	9.301	-27,49	-30,36	-0,58

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Tabla IX-13. Comportamiento de la producción de los cultivos transitorios. Provincia de Márquez. 2001-2003

Cultivo	Producción Ton 2001	Producción Ton 2002	Producción Ton 2003	Crecimiento de la producción 01-02	Crecimiento de la producción 02-03	Rendimientos Kg/Ha 2001	Rendimientos Kg/Ha 2002	Rendimientos Kg/Ha 2003	Crecimiento de los rendimientos 01-02	Crecimiento de los rendimientos 02-03
Arracacha	5.787	2.402	3.382	-58,49	40,77	8.657	8.448	8.458	-2,41	0,11
Haba	198	189	118	-4,80	-37,50	1.177	1.648	1.177	40,06	-28,60
Maíz	1.116	1.096	794	-1,82	-27,54	1.233	1.988	1.420	61,23	-28,59
Total general	7.102	3.687	4.294	-48,09	16,46	3.689	4.028	3.685	9,20	-8,53

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Pastos y producción bovina

La producción bovina entre el 2001 y el 2003 aumentó de manera global para la provincia aunque hubo una disminución entre 2001 y 2002. El total de bovinos para 2003 es 46.921. El número de vacas en ordeño es de 10.731 las cuales producen 53.446 litros de leche al día en el año 2003. El 83% de los bovinos es utilizado para doble propósito. La raza predominante es Normando.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-14. Comportamiento del número de bovinos. Provincia de Márquez. 2001 – 2003

Municipio	Bovinos total 2001	Bovinos total 2002	Bovinos total 2003	Crecimiento del total de bovinos 01-02	Crecimiento del total de bovinos 02-03
Boyacá	2.800	3.055	2.900	9,11	-5,07
Ciénega	4.199	3.550	4.494	-15,46	26,59
Jenesano	3.083	3.420	3.160	10,93	-7,60
Nuevo colon	2.000	1.650	1.500	-17,50	-9,09
Ramiriqui	3.201	3.200	7.770	-0,03	142,81
Tibana	5.101	4.900	7.800	-3,94	59,18
Turmeque	6.770	7.150	7.815	5,61	9,30
Umbita	6.607	6.000	5.982	-9,19	-0,30
Viracacha	3.880	1.500	5.500	-61,34	266,67
Total general	37.641	34.425	46.921	-8,54	36,30

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

El área en pastos en el 2003 es aproximadamente 30.000 hectáreas de las cuales 100 son pastos de corte y 100 pradera mejorada, el resto es pradera tradicional, kykuyo principalmente. En el periodo 2001-2003, esta área disminuyó en aproximadamente 4%. La capacidad de carga promedio de la provincia es de 1,4 aunque aumentó entre 2001 y 2003 de 1,1 a 1,55.

Tabla IX-15. Comportamiento del área en pastos. Provincia de Márquez. 2001- 2003

Municipio	Área pastos de corte Has 2001	Área en pradera tradicional Has 2001	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2001	Área pastos de corte Has 2002	Área en pradera tradicional Has 2002	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2002	Área pastos de corte Has 2003	Área en pradera tradicional Has 2003	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2003	Crecimiento del área total en pastos 01-02	Crecimiento del área total en pastos 02-03
Boyacá	0	2.800	0	-	2.800	-	-	2.700	-	0,00	-3,57
Ciénega	10	3.000	0	-	3.000	-	10	3.000	-	-0,33	0,33
Jenesano	36	1.395	41	40	1.415	40	35	1.320	45	1,56	-6,35
Nuevo colon	0	800	500	-	600	-	-	600	40	-53,85	6,67
Ramiriqui	2	6.500	1	-	-	-	4	6.500	-	-100,00	-
Tibana	700	6.000	10	-	-	-	80	7.500	20	-100,00	-
Turmeque	0	2.000	0	-	2.000	-	-	2.000	-	0,00	0,00
Umbita	10	4.000	80	15	8.500	92	10	3.000	-	110,44	-65,03
Viracacha	22	3.800	0	20	3.600	-	-	3.600	-	-5,29	-0,55
Total general	780	30.295	632	75	21.915	132	139	30.220	105	-30,23	37,71

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Otras especies

La actividad porcícola en la provincia a mostrado un incremento en el periodo 2001-2003 pasando de 11.290 cabezas a 15.847. La actividad avícola en cambio ha venido disminuyendo para la producción de huevos y para engorde hubo una pequeña recuperación en el 2003. Úmbita es el

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

municipio con mayor proporción de porcinos para el 2001 y 2002, en el 2003 es reemplazado por Turmequé. En aves ponedoras, Úmbita tiene el mismo comportamiento en el periodo con una caída significativa para el año 2003, pasando de 20.000 aves a 5.000. En pollos de engorde Tibaná tiene el primer puesto en el 2001 y el 2003.

Tabla IX-16. Comportamiento de otras especies. Provincia de Márquez. 2001- 2003

Municipio	Porcinos 2001	Ponedoras 2001	Engorde 2001	Porcinos 2002	Ponedoras 2002	Engorde 2002	Porcinos 2003	Ponedoras 2003	Engorde 2003
Boyacá	300	7.000	3.000	360	6.700	2.300	197	4.500	3.200
Cienega	450	3.000	2.000	325	3.000	2.000	1.250	3.000	2.000
Jenesano	728	6.150	2.600	774	3.800	2.900	900	2.000	1.500
Nuevo colon	756	8.000	4.000	190	-	-	170	7.000	3.000
Ramiriqui	1.620	12.500	4.500	0	-	-	1.970	-	-
Tibana	2.200	15.000	7.000	0	-	-	3.300	11.000	4.000
Turmeque	1.168	12.000	0	1.870	12.000	-	3.960	12.000	
Umbita	3.368	25.000	5.000	7.135	20.000	5.200	3.500	5.000	2.000
Viracacha	700	5.230	1.650	700	6.000	1.800	600	6.000	2.500
Total general	11.290	93.880	29.750	11.354	51.500	14.200	15.847	50.500	18.200

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

La producción acuícola es importante según el número de estanques presentes en la provincia ya que es la que mayor número tiene de todas las provincias que componen la Cuenca, además presenta un incremento considerable tanto a nivel global 2001-2003 como a nivel particular del 2002 al 2003.

Tabla IX-17. Comportamiento del número de estanques. Provincia de Márquez. 2001-2003

Municipio	Número de estanques 2001	Número de estanques 2002	Número de estanques 2003	Crecimiento del total de estanques 01-02	Crecimiento del total de estanques 02-03
Boyacá	10	35	37	250,00	5,71
Cienega	20	-	4	-100,00	-
Jenesano	182	190	210	4,40	10,53
Nuevo colon	4	-	-	-100,00	-
Ramiriqui	50	-	55	-100,00	-
Tibana	150	-	7	-100,00	-
Turmeque	3	3	350	0,00	11566,67
Umbita	40	-	25	-100,00	-
Viracacha	32	2	16	-93,75	700,00
Total general	491	230	704	-53,16	206,09

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Los principales cultivos de la provincia de Márquez según área sembrada, área cosechada, producción y rendimientos son la pera, la curuba, la ciruela, la papa, la arveja y el maíz. Su actividad pecuaria bovina se concentra en doble propósito ocupando éste el 83% de las cabezas de ganado. La capacidad de carga es baja estando alrededor de 1,5 cabezas por hectárea. Otras actividades importantes en el contexto regional son la producción acuícola y en menor medida la avícola y porcícola en las cuales ocupan el segundo lugar después de la provincia de Oriente y Centro respectivamente. En el tema de pastos la mayor parte son pradera tradicional aunque se encuentran pastos de corte en Tibaná y Jenesano y pradera mejorada también en Jenesano y Nuevo Colón.

Servicios Públicos y Manejo de Residuos

Acueducto

En general, la provincia tiene 169 acueductos rurales, los cuales abastecen a 14.273 usuarios veredales. Los acueductos urbanos tienen 4.595 suscriptores. Tienen aproximadamente 17 fuentes superficiales de abastecimiento. Ninguno de estos municipios tiene fuentes abastecedoras subterráneas. Todos los municipios tienen una planta de tratamiento con tratamiento FIME, FLA y CONV.

Tabla IX-18. Cobertura urbana del acueducto y fuentes abastecedoras

Provincia	Municipio	Suscriptores urbano 2000	Cobertura urbana (%)	Fuente abastecedora
Márquez	Boyacá	260	96	Q. El Neme y n. El Neme
Márquez	Ciénega	291	72	Q. El Guamo
Márquez	Jenesano	369	95	Q. La Rosa y La Única
Márquez	Nuevo Colón	242	100	N. El cedro, Tejada Arriba y Quebradagrande
Márquez	Ramiriquí	1.206	98	N. Aguablanca y El Salvio
Márquez	Tibaná	581	80	Q. Chiguatá
Márquez	Turmequé	857	90	N. Guacal, Predegal, Arrayán y El Vergel
Márquez	Úmbita	490	98	N. La Balsa
Márquez	Ventaquemada	299	95	Q. El bosque
Márquez	Viracachá	275	92.5	N.D.

Fuente: Cámaras de Comercio de Tunja, Sogamoso y Duitama, 2003. Esquemas de Ordenamiento Territorial. Elaboró: IDEA-UN

De acuerdo con los Esquemas de Ordenamiento Territorial de la Provincia, la cobertura promedio del acueducto para área urbana es de 94% para los municipios que cuentan con datos. En el área rural según estos datos, la cobertura está alrededor del 60% con excepción de Úmbita donde sólo el 30% de la población rural accede al agua mediante acueducto. De acuerdo con las cifras existe un promedio de 129 usuarios por acueducto, siendo Jenesano el municipio con menor cobertura y

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tibaná el de mayor con 2.456 usuarios rurales, éste último cuenta con potabilización para la mayoría de veredas.

Tabla IX-19. Características de los servicios públicos domiciliarios según EOT y PBOT municipales de la provincia de Márquez⁸

Municipio	Servicios públicos
Boyacá	Acueducto 96% cobertura área urbana y 70% rural, energía 94% cobertura área urbana y 70% área rural. Teléfono 35% cobertura área urbana y rural casi nulo. No potabilización
Ciénega	Energía 90%. No potabilización.
Jenesano	Energía eléctrica, acueducto 95% cobertura (urbano), sistema de potabilización, alcantarillado 90% área urbana. Recolección de basuras.
Nuevo Colón	Urbano: acueducto: Quebrada Grande, Tejar Arriba (potabilización), El Cedro lits/seg., El Espejo. Total captación 12.2 l/seg, 937 usuarios, cobertura 100%. Energía cobertura 100%. Alumbrado público 90%. Teléfono, TV y emisora local. Rural: cobertura acueductos 57%, número total 22. Energía cobertura 85%.
Tibaná	Urbano :fuente abastecedora quebrada Chiguatá, energía cobertura 100%. Rural: no potabilización, 59 acueductos. Energía cobertura 80%.
Turmequé	Urbano: acueducto 90% (nacederos El Gacal , vda Guanzaque, El Pedregal y El Arrayán vda Sigueque. Caudal total entre 9.71 y 12 l/seg). Energía 100%. Rural: 46 acueductos con cobertura 76% (solo 10 tienen permiso concesión agua), energía 88.5%, promedio. No potabilización y no cumple calidad.
Úmbita	Urbano: 98% acueducto, 97% energía eléctrica. Rural: acceso agua 30% acueducto, 17% manantial o río, 52% pozo o aljibe y 1.2 pozo con bomba, carrotanque u otros. 88% electricidad.
Viracachá	Urbano: acueducto sistema potabilización en construcción - remodelación, no existe permiso de concesión de aguas. Fuente abastecedora vdas Chuscal y Honda (Q. Rumá), cobertura 92.5%. Energía cobertura 100%. Rural: 17 acueductos. Todas vdas excepto La Isla e Icarina. No potabilización. Energía 75%.
Ramiriquí	Urbano: acueducto 98% cobertura, captación nacimientos El Salvio y Agua Blanca. No potabilización. Energía cobertura 97%. Teléfono 22.2%. Rural: acueductos 98% cobertura, no potabilización.

Fuente: EOT municipales, varios años, Elaboró: IDEA-UN

Residuos sólidos

La provincia de Márquez produce aproximadamente 3.000 toneladas de residuos sólidos al año según datos de Corpochivor, La forma de manejo principal es el botadero a campo abierto o el relleno sanitario. Boyacá, Nuevo Colón y Jenesano disponen sus residuos en Tunja. Municipios como Ciénega⁹ y Úmbita, cuentan con rellenos sanitarios, donde este último municipio cuenta con sistema de recolección y recirculación de lixiviados.

⁸ No incluye Ventaquemada

⁹ Según información suministrada por Corpochivor.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla IX-20. Principales datos del sistema de manejo de residuos sólidos par algunos municipios de la Cuenca. 2000

Municipios encuestados	Prest serv Mun.	Frecuencia de recolección semanal	Cobertura	Distancia al lugar de disposición fina (Km)	Producción de residuos sólidos Ton /sem	Producción de residuos sólidos Ton/Día	Producción de residuos sólidos Kg/Hab/Día	Tipo de residuos	Tipo de desiposición
Almeida									Relleno Sanitario
Boyacá	Prest serv Mun.	4	75-100	0-10	1	0,14	0,023	Domésticos	Relleno Sanitario Tunja
Chinavita									Botadero
Chivor	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	2	0,29	0,074	Domésticos	Relleno Sanitario
Ciénaga	Prest serv Mun.	1	75-100	10,1-20	4	0,57	1,058	D.C.H	Botadero
Cucaita									
Garagoa	Prest serv Mun.	5	75-100	0-10	7	1	0,059	D.C.H	SIMRS*
Guateque									Botadero
Guavatá	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	8	1,14	0,102	D.C.H	Botadero
Jenesano	Prest serv Mun.	2	75-100	-	8	1,14	0,994	D.C.H	Relleno Sanitario Tunja
La Capilla									Botadero
Macanal	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	3	0,43	0,087	D.C.	Botadero
Nuevo Colón	Prest serv Mun.	2	75-100	>30	4,5	0,64	0,109	D.C.H	Relleno Sanitario Tunja
Pachavita									Relleno Sanitario
Ramiriquí	Prest serv Mun.	3	75-100	0-10	12	1,71	0,118	D.H.	Botadero
Samacá	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	5,2	0,74	0,054	D.C.H.I.	Botadero
Santa María	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	5,6	0,8	0,116	D.C.H	SIMRS
Siachoque	Emp. Serv.			>30					Relleno Sanitario Tunja
Somondoco									Botadero
Soracá	Emp. Serv.			>30					Relleno Sanitario Tunja
Sutatenza	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	2	0,29	0,06	Domésticos	Botadero
Tenza	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	10	1,43	1,19	Domésticos	Botadero
Tibaná	Prest serv Mun.	3	75-100	>30	10	1,43	0,128	D.C.H.I.	Botadero
Tunja	Emp. Serv.	5	50-75	0-10	500	71,429	0,42	D.C.	Relleno Sanitario
Turmequé	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	9,5	1,36	-	D.C.H.I.	Botadero
Úmbita	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	2,836	0,71	0,481	D.C.H.I.	Relleno Sanitario
Ventaquemada	Emp. Serv.	1	25-50	>30					Relleno Sanitario Tunja
Viracachá	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	73,53	0,07	0,15	D.C.H.I.	Relleno Sanitario fuera de uso

*SIMRS: Sistema Integral de Manejo de Residuos Sólidos

En promedio el servicio de recolección se hace 2 días a la semana atendiendo 16.000 personas en promedio en toda la provincia. La cobertura del servicio para todos los municipios oscila entre el 75 y 100%. La mayoría de sitios de disposición se encuentran muy cerca del perímetro urbano, a menos de 10 Km. La producción de residuos sólidos en promedio es de 37 toneladas por semana. Los principales componentes de los residuos de estos municipios son materia orgánica, el papel y otros residuos como madera, huesos, etc. El botadero de Ciénega cuenta con licencia ambiental y plan de manejo al igual que el de Tibaná. En el relleno sanitario de Ramiriquí los residuos hospitalarios reciben tratamiento diferenciado. Estos sistemas presentan fallas operativas, de infraestructura y ambientales.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Residuos Líquidos

Para el tema de saneamiento se utilizó exclusivamente la información contenida en los EOT y PBOT. Como se observa en el siguiente cuadro ninguno de los municipios tiene planta de tratamiento de aguas residuales para áreas urbanas.

Tabla IX-21. Características municipales del manejo de residuos líquidos. Provincia de Márquez.

Municipio	Saneamiento
Boyacá	No PTAR área urbana y sólo 5% área rural realizan tratamiento
Ciénega	Matadero sin manejo de residuos líquidos ni sólidos. Área rural sin alcantarillado. Área Urbana tiene alcantarillado mixto y no cubre todo el área. No hay PTAR. Industrias Lácteas descargan a la Qda. El Guamo y Las Delicias.
Jenesano	No PTAR. Vertimiento Río Jenesano. Matadero localizado área urbana y sin PTAR.
Nuevo Colon	Urbano: Alcantarillado mixto, 90% cobertura, No PTAR, vierte Qda Grande y El Espejo. Área rural: 0% alcantarillado, 20% cuenta con sistema de eliminación de excretas. Se colecta el 9%, el restante de arrojan al patio o lote, excepto en escuelas algunas veredas donde incineran.
Tibaná	Rural: 75% viviendas rurales carecen de unidades sanitarias. Urbano: Alcantarillado mixto.
Turmequé	Urbano: Alcantarillado mixto 100% cobertura. Descarga quebradas La Cocha y Chupaneca o Calicanto (Cuenca Río Turmequé). Matadero área urbana, vertimientos a campo abierto y sin conducción. Rural: No alcantarillado.
Úmbita	Urbano: 81% alcantarillado. No PTAR, vierte quebrada Barrosa. Matadero vertimiento quebrada Barrosa. Rural: 79% viviendas no tienen sanitario, 6% letrina, 8% inodoro sin conexión a pozo séptico, 5,8% posee conexión a pozo séptico y 0,2 conexión a alcantarillado.
Viracachá	Urbano: No PTAR. Matadero en área urbana, no PTAR, no manejo ambiental. Alcantarillado cobertura 71,7%.
Ramiriquí	Urbano: No PTAR, alcantarillado mixto, cobertura 85% deteriorada, descarga a quebrada.

Fuente: EOT Municipales.

Provincia Neira

Esta provincia está compuesta por 5 municipios del departamento de Boyacá, los cuales ocupan 113.500 hectáreas. El 38% de esta área se encuentra transformada¹⁰ ya que es ocupada por cultivos y pastos. Estos últimos ocupan el 36 % del área total de la provincia. Los municipios más transformados son Chinavita, Garagoa y Macanal con el 54%, 56% y 52% del área total transformada, respectivamente. Los menos transformados son Santa María y Pachavita, con el 22% y 33% respectivamente.

¹⁰ Los datos para el municipio de Macanal corresponden al año 2001 ya que no hay datos disponibles para 2002 y 2003.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-22. Distribución del suelo por usos agropecuarios. Provincia de Neira. 2003

MUNICIPIO	Área total IGAC (Has)	Área agropecuaria 2003 (Has)	Área agrícola 2003 (Has)	Área total en pastos (Has)
Chinavita	12.800	6.912	312	6.600
Garagoa	21.000	11.683	263	11.420
Macanal	19.800	10.358	358	10.000
Pachavita	6.700	2.195	675	1.520
Santa María	53.200	11.910	710	11.200
Total general	113.500	43.058	2.318	40.740

Fuente: URPA, 2003

Sector Agropecuario

Estructura Productiva

Esta provincia tiene fortaleza en los cultivos semestrales y anuales, el área cultivada (1.246 ha sembradas) presentó, en el periodo de análisis una disminución cercana al 30%, se cree que esto se debió principalmente al agotamiento del agua, lo que ha sacado del mercado a los productores más ineficientes en el manejo del recurso, situación que se refleja en un aumento del volumen de producción aunque el área sembrada ha disminuido. Un hecho sobresaliente es la reconversión agrícola hacia cultivos anuales como el maíz, la yuca y la arracacha. Con relación a la producción pecuaria, el 95% del territorio transformado se encuentra dedicado a la explotación extensiva de ganadería bovina. Una ventaja de la región, que no ha sido explotada, es el potencial turístico, dada su proximidad con un mercado tan importante como Bogotá.

Con relación al nivel tecnológico, con excepción de los cultivos de invernaderos que son medianamente tecnificados; el sector agrícola se caracteriza por una explotación tradicional, con escasez de mano de obra, uso indiscriminado de agroquímicos y baja rotación de cultivos. La falta de asistencia técnica y de apoyo al crédito hacen que el acceso a la tecnología sea muy difícil.

En general, la estructura productiva de esta provincia puede ser diversificada hacia el sector de servicios (agroturismo, ecoturismo, deportes) sin embargo, se mantiene en el sector primario con énfasis en agricultura. Esta dedicación se ve afectada por el agotamiento de bienes y servicios ambientales como el agua y la regulación hídrica. Un elemento importante es la intensificación de la actividad en términos de producción ya que ésta ha aumentado en el periodo analizado sin que lo haga el área sembrada.

Producción Agrícola

El área sembrada en la provincia de Neira en el periodo 2001-2003 tuvo un leve incremento para los cultivos anuales y permanentes, no siendo así para los cultivos transitorios. De manera paralela

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

el área cosechada también aumentó para los tres tipos de cultivos. En términos de producción los cultivos transitorios disminuyeron su participación, mientras que los cultivos permanentes y anuales la aumentaron en un 40% aproximadamente. Desde el punto de vista tecnológico, los rendimientos disminuyeron para los cultivos anuales y permanentes y tuvieron un levísimo incremento en los cultivos transitorios.

Tabla IX-23. Distribución del área agrícola. Provincia de Neira. 2003

Municipio	Área en cultivos transitorios y anuales 2003 (Has)	Área en cultivos permanentes 2003 (Has)
Chinavita	187	125
Garagoa	140	123
Macanal	162	196
Pachavita	397	279
Santa María	360	350
Total general	1.246	1.073

Fuente: URPA, 2003

Cultivos permanentes

En la provincia de Neira los principales cultivos permanentes durante el año 2003 fueron: la caña miel, el plátano y el café con una participación de 36%, 28% y 15% del área sembrada respectivamente. Durante el periodo de análisis, la caña miel disminuyó en 1% el área sembrada, el plátano aumentó en 43 hectáreas y el café aumentó en 20 hectáreas aunque entre 2003 y 2002 disminuyó en casi el 40%. Un cultivo que incrementó en área sembrada en el periodo es el lulo. En términos de área cosechada se mantienen los mismos cultivos aunque la razón área cosechada vs área sembrada es superior a 1.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-24. Comportamiento del área sembrada y cosechada de los cultivos permanentes. Provincia de Neira. 2001 - 2003

CULTIVO	Área sembrada Has 2001	Área sembrada Has 2002	Área sembrada Has 2003	Crecimiento del área sembrada 01-02	Crecimiento del área sembrada 02-03	Área cosechada Has 2001	Área cosechada Has 2002	Área cosechada Has 2003	Crecimiento del área cosechada 01-02	Crecimiento del área cosechada 02-03
Cacao	10	12	12	20,00	0,00	10	12	12	20,00	0,00
Caducifolios	17	17	17	0,00	0,00	10	12	12	20,00	0,00
Café	147	269	167,3	82,95	-37,88	147	269	137,3	83,20	-49,02
Caña miel	392	284	395	-27,55	39,08	380	260	335	-31,58	28,85
Cítricos	25	20	23	-20,00	15,00	19	17	20	-10,53	17,65
Fique	63	40	60	-36,51	50,00	43	35	60	-18,60	71,43
Lulo	83	44	93	-47,27	112,64	52	24	71	-53,85	193,75
Mora	13	5	4	-64,00	-11,11	10	3	4	-70,00	33,33
Plátano	259	250	302	-3,47	20,80	237	237	270	0,00	13,92
Total general	1.008	940	1.073	-6,73	14,09	908	869	921	-4,26	5,92

Fuente: URPA; 2001, 2002, 2003

En términos de producción se mantienen como primeros los cultivos plátano con 3.140 toneladas y la caña miel con 1.229 toneladas. El café pierde su importancia y es reemplazado por el lulo, los cítricos y los caducifolios. Entre el año 2001 y 2002, productos como el cacao, los caducifolios y el café incrementaron su producción, entre el 2002 y 2003 pro el contrario sólo el café disminuyó la producción. Los rendimientos del plátano en el periodo aumentaron de 6.600 Kg/Ha a 8.440; la caña miel también aumentó pero de manera más leve, el café pasó de 547 Kg/Ha a 745. Finalmente el lulo disminuyó pasando de 11.200 Kg/Ha a 10. 506 en el 2003.

Tabla IX-25. Comportamiento de la producción y los rendimientos de los cultivos permanentes. Provincia de Neira. 2001- 2003

Cultivo	Producción Ton 2001	Producción Ton 2002	Producción Ton 2003	Crecimiento de la producción 01-02	Crecimiento de la producción 02-03	Rendimientos Kg/Ha 2001	Rendimientos Kg/Ha 2002	Rendimientos Kg/Ha 2003	Crecimiento de los rendimientos 01-02	Crecimiento de los rendimientos 02-03
Cacao	3	4	5	44,00	40,00	250	300	420	20,00	40,00
Caducifolios	80	96	96	20,00	0,00	8.000	8.000	8.000	0,00	0,00
Café	75	102	83	36,85	-19,05	517	563	745	9,03	32,18
Caña miel	1.379	819	1.229	-40,61	50,06	3.560	3.325	3.740	-6,60	12,48
Cítricos	173	119	140	-31,21	17,65	11.000	7.000	3.500	-36,36	-50,00
Fique	46	35	57	-24,24	62,86	1.133	1.000	950	-11,76	-5,00
Lulo	680	242	739	-64,35	204,66	11.200	9.800	10.506	-12,50	7,20
Mora	43	20	28	-52,34	37,25	5.400	6.800	3.500	25,93	-48,53
Platano	1.615	1.985	3.140	22,91	58,19	6.600	7.571	8.440	14,72	11,47
Total general	4.093	3.422	5.516	-16,39	61,18	5.296	4.929	4.422	-6,92	-10,28

Fuente: URPA; 2001, 2002, 2003

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Resumiendo los cultivos permanentes más importantes de la provincia de Neira para el periodo 2001-2003, desde el punto de vista del área sembrada, área cosechada y rendimientos son el plátano, la caña miel, el café y el lulo.

Cultivos transitorios y anuales

Los principales cultivos anuales teniendo en cuenta el área sembrada fueron el maíz y la yuca, los cuales crecieron en el periodo 2001-2003 aunque disminuyeron en el año 2002. El tomate larga vida y la arracacha son los dos cultivos anuales restantes, los cuales ocuparon un área correspondiente al 7% del total en cultivos anuales. Sin embargo el crecimiento del tomate en este periodo fue casi del doble iniciando con 10 hectáreas en el 2001. La yuca creció un 5%. El área cosechada de estos cuatro cultivos tuvo el mismo comportamiento que el área sembrada. El caso del tomate larga vida es único ya que la relación es uno, dado el nivel tecnológico que se maneja.

Tabla IX-26. Comportamiento del área sembrada y cosechada de los cultivos anuales. Provincia de Neira. 2001 - 2003

Cultivo	Área sembrada Has 2001	Área sembrada Has 2002	Área sembrada Has 2003	Crecimiento del área sembrada 01-02	Crecimiento del área sembrada 02-03	Área cosechada Has 2001	Área cosechada Has 2002	Área cosechada Has 2003	Crecimiento del área cosechada 01-02	Crecimiento del área cosechada 02-03
Arracacha	22	22	21	0,00	-4,55	22	22	21	0,00	-4,55
Maíz	240	130	310	-45,83	138,46	220	120	300	-45,45	150,00
Tomate Iv	10	25	23	156,41	-8,00	9	25	23	172,13	-8,03
Yuca	244	197	255	-19,26	29,44	229	192	240	-16,30	25,00
Total general	516	374	609	-27,48	62,83	481	359	584	-25,31	62,69

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Los principales cultivos desde el punto de vista del área sembrada para el segundo semestre del 2003 son el maíz y el frijol los cuales participan con el 43% y 36 % respectivamente. En el periodo II-2000 y II-2003, el maíz disminuyó en área sembrada y el frijol aumentó. En esta provincia la papa no es muy importante aunque el área sembrada ha crecido en este periodo. Las áreas cosechadas tienen el mismo comportamiento y corresponden al área sembrada, evitando ineficiencias en el uso del suelo.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla IX-27. Comportamiento del área sembrada de los cultivos permanentes. Provincia de Neira. 2001 - 2003

Cultivo	Área sembrada 2000-B Has	Área sembrada Has 2001-A	Área sembrada Has 2001-B	Área sembrada Has 2002-B	Área sembrada Has 2003-A	Área sembrada Has 2003-B	Crecimiento del área sembrada 01A-03A	Crecimiento área sembrada 00B-01B	Crecimiento del área sembrada 02B-03B
Arveja	44	4	46	39	15	31	275,00	4,55	-20,78
Frijol	222	112	223	190	22	255	-80,36	0,45	34,21
Habichuela	14	11	13		12	17	9,09	-7,41	100,00
Maíz	220	332	220	200	332	210	0,00	0,00	5,00
Papa	23	35	15	25	40	45	14,29	-34,78	80,00
Pepino	20	30	30				-100,00	50,00	-
Tomate	59	37	48	25	10	26	-72,97	-18,64	4,00
Total general	602	561	595	479	431	584	-23,17	-1,16	21,94

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Tabla IX-28. Comportamiento del área cosechada de los cultivos transitorios. Provincia de Neira. 2001- 2003

Cultivo	Área cosechada 2000-B Has	Área cosechada Has 2001-A	Área cosechada Has 2001-B	Área cosechada Has 2002-B	Área cosechada Has 2003-A	Área cosechada Has 2003-B	Crecimiento del área cosechada 01A-03A	Crecimiento área cosechada 00B-01B	Crecimiento del área cosechada 02B-03B
Arveja	44	4	46	36	15	30	289,47	4,09	-16,53
Frijol	197	112	211	189	22	245	-80,36	7,11	29,63
Habichuela	14	11	13		12	17	9,09	-7,41	100,00
Maíz	220	332	220	200	332	210	0,00	0,00	5,00
Papa	22	34	14	25	39	44	14,71	-36,36	76,00
Pepino	18	26	26				-100,00	44,44	-
Tomate	50	36	46	25	10	26	-72,22	-8,00	4,00
Total general	565	555	575	475	430	572	-22,53	1,91	20,41

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Los principales cultivos anuales según niveles de producción fueron el tomate larga vida y la yuca. Del primero se produjeron 3.560 toneladas, durante el año 2003, exhibiendo rendimientos de 150 toneladas por hectárea, sin embargo, este rendimiento ha venido disminuyendo desde 2001 pasando de 185,375 Ton/Ha las 15 antes mencionadas. La yuca obtuvo 1.213 toneladas a razón de 5.383 Kg/Ha en el año 2003. Estos rendimientos al contrario del anterior cultivo han aumentado.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-29. Comportamiento de la producción y rendimientos de los cultivos anuales. Provincia de Neira. 2001 - 2003

Cultivo	Producción Ton 2001	Producción Ton 2002	Producción Ton 2003	Crecimiento de la producción 01-02	Crecimiento de la producción 02-03	Rendimientos Kg/Ha 2001	Rendimientos Kg/Ha 2002	Rendimientos Kg/Ha 2003	Crecimiento de los rendimientos 01-02	Crecimiento de los rendimientos 02-03
Arracacha	150	160	154	6,67	-3,75	6.667	7.167	7.167	7,50	0,00
Maíz	181	96	264	-46,96	175,00	900	800	867	-11,11	8,33
Tomate Iv	1.634	4.535	3.560	177,59	-21,50	185.375	170.000	150.000	-8,29	-11,76
Yuca	1.124	859	1.213	-23,60	41,15	5.033	4.222	5.383	-16,11	27,50
Total general	3.089	5.650	5.191	82,91	-8,13	49.494	45.547	40.854	-7,97	-10,30

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Los cultivos transitorios más destacados en niveles de producción son: el tomate, el frijol y la papa con 475, 424 y 352 toneladas respectivamente. Esta producción disminuyó sistemáticamente para el tomate hasta el segundo semestre de 2002, recuperándose en el segundo semestre de 2003 sin embargo los rendimientos en Kg/Ha aumentaron. El frijol presenta un comportamiento cambiante con bajas y recuperaciones en los cuatro semestres de cosecha que abarca el periodo de estudio. Los rendimientos son estables con una leve tendencia a la alza. La producción de papa aumentó junto con los rendimientos, los cuales se ubican alrededor de las 9 toneladas por hectárea.

Tabla IX-30. Comportamiento de la producción de los cultivos transitorios. Provincia de Neira. 2001 - 2003

Cultivo	Producción 2000-B Ton	Producción 2001-A Ton	Producción 2001-B Ton	Producción 2002-B Ton	Producción 2003-A Ton	Producción 2003-B Ton	Crecimiento de la producción 01A-03A	Crecimiento de la producción 00B-01B	Crecimiento de la producción 02B-03B
Arveja	87	7	91	78	32	61	361,99	3,94	-21,88
Frijol	349	50	385	334	20	424	-60,00	10,44	27,06
Habichuela	162	135	169	-	150	213	11,11	4,17	100,00
Maíz	240	392	240	285	554	285	41,33	0,00	0,00
Papa	200	272	112	213	312	352	14,71	-44,00	65,26
Pepino	216	312	312	-	-	-	-100,00	44,44	-
Tomate	850	682	802	465	195	475	-71,41	-5,65	2,15
Total general	2.104	1.850	2.110	1.374	1.263	1.809	-31,75	0,31	31,64

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-31. Comportamiento de los rendimientos de los cultivos transitorios. Provincia de Neira. 2001 - 2003

CULTIVO	Rendimientos Kg/Ha 2000-B	Rendimientos Kg/Ha 2001-A	Rendimiento Kg/Ha 2001-B	Rendimientos Kg/Ha 2002-B	Rendimientos Kg/Ha 2003-A	Rendimientos Kg/Ha 2003-B	Crecimiento de los rendimientos 01A-03A	Crecimiento de los rendimientos 00B-01B	Crecimiento de los rendimientos 02B-03B
ARVEJA	1.933	600	1.933	2.055	2.100	2.014	6,31	250	4,15
FRÍJOL	1.410	89	1.420	1.502	909	1.504	6,51	918,18	5,93
HABICHUELA	12.000	12.273	13.500		12.500	12.500	-100	1,85	-7
MAÍZ	733	1.186	733	1.350	1.667	1.250	84,09	41	70,45
PAPA	6.333	5.333	2.667	8.333	9.000	8.333	31,58	68,75	213
PEPINO	12.000	12.000	12.000				-100	-100	-100
TOMATE	15.625	12.625	15.625	18.750	19.500	18.500	20	54,46	18,40
Total general	7.148	6.301	6.840	6.398	7.613	7.350	-10,49	20,82	7,46

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Los principales cultivos anuales y transitorios de la provincia de Neira son el tomate larga vida, el tomate, la yuca, el frijol y la papa.

Pastos y producción bovina

En la provincia de Neira 40.740 hectáreas aproximadamente¹¹ se encontraban usadas en pastos, según reportes del año 2003. De estas hectáreas 3.720 son pastos de corte, los cuales se concentran en Chinavita y Garagoa; 31.600 están en pradera tradicional de las cuales 11.000 están en el municipio de Santa María. El área en pradera mejorada son 6.420 de las cuales 4.000 están en Macanal, según datos de 2001. Respecto al cambio en el área total de pastos, Chinavita incrementó esa área en casi el 60% en el periodo 2001-2002, sin embargo se perdieron entre 2002 y 2003 el 37% de esas hectáreas. Otro municipio que incrementó su área en pastos fue Garagoa.

Tabla IX-32. Comportamiento del área en pastos. Provincia de Neira. 2001 - 2003

Municipio	Área pastos de corte Has 2001	Área en pradera tradicional al Has 2001	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2001	Área pastos de corte Has 2002	Área en pradera tradicional Has 2002	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2002	Área pastos de corte Has 2003	Área en pradera tradicional Has 2003	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2003	Crecimiento del área total en pastos 01-02	Crecimiento del área total en pastos 02-03
Chinavita	1.400	4.700	500	100	10.300	100	1.400	4.700	500	59,09	-37,14
Garagoa	980	7.920	1.720	1.100	8.300	1.920	1.200	8.300	1.920	6,59	0,88
Macanal	400	5.600	4.000	-	-	-	-	-	-	-100,00	#DIV/0!
Pachavita	520	1.000	5	520	1.000	-	520	1.000	-	-0,33	0,00
Santa maria	60	11.000	0	60	11.000	-	200	11.000	-	0,00	1,27
Total general	3.360	30.220	6.225	1.780	30.600	2.020	3.320	25.000	2.420	-13,58	-10,64

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

¹¹ Dado que no hay datos para Macanal se asume la misma área desde 2001.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Con respecto al ganado bovino, la provincia cuenta con un hato de 38.248 cabezas para 2003, cifra que muestra una disminución respecto al periodo inicial, 2001 pero una recuperación en 2002. La caída fue del 12% la cual no fue recuperada ya que el incremento entre 2002 y 2003 fue tan sólo de 2%. En Chinavita, donde aumentaron las hectáreas en pastos, hubo una disminución y posterior estabilización del número de bovinos en el periodo de estudio. Garagoa, que se encuentra en la misma situación tuvo una disminución entre 2001-2002 y una leve recuperación que compensó la anterior caída.

Tabla IX-33. Comportamiento del hato ganadero bovino. Provincia de Neira. 2001- 2003

Municipio	Bovinos total 2001	Bovinos total 2002	Bovinos total 2003	Crecimiento del total de bovinos 01-02	Crecimiento del total de bovinos 02-03
CHINAVITA	4.500	4.000	4.000	-11,11	0,00
GARAGOA	10.499	9.300	10.340	-11,42	11,18
MACANAL	5.503	5.500	6.220	-0,05	13,09
PACHAVITA	3.700	3.500	3.500	-5,41	0,00
SANTA MARIA	18.501	15.086	14.188	-18,46	-5,95
Total general	42.703	37.386	38.248	-12,45	2,31

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

El ganado bovino es utilizado en promedio 40% para ceba integral y 60% para doble propósito. La lechería especializada es nula aunque se presenta una pequeñísima proporción en Pachavita. La principal raza es el cebú cruzado. La provincia cuenta con aproximadamente 9.000 vacas de ordeño que producen 31.000 litros de leche diarios en toda la provincia.

Otras especies

Otras actividades pecuarias incluyen los porcinos, las aves y los estanques acuícolas. El total de porcinos entre 2001-2003 disminuyó al pasar de 12.828 a 8.918. El énfasis de la actividad avícola está en aves ponedoras es decir producción de huevos, aunque también se engordan pollos. Esta actividad se ha visto seriamente reducida en el periodo de análisis. En la actividad porcícola, Chinavita es el municipio más importante. En términos de producción de huevos Pachavita fue el municipio más importante en los años 2001 y 2002, cediéndole el puesto a Chinavita luego de presentar una abrupta caída en el número de aves para el año 2003.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-34. Comportamiento de otras especies. Provincia de Neira. 2001-2003

Municipio	Porcinos 2001	Ponedoras 2001	Engorde 2001	Porcinos 2002	Ponedoras 2002	Engorde 2002	Porcinos 2003	Ponedoras 2003	Engorde 2003
Chinavita	5.600	35.000	18.000	6.000	8.000	15.000	3.800	4.500	1.000
Garagoa	3.588	20.000	15.000	2.020	20.000	25.000	2.460	25.000	40.000
Macanal	2.100	15.000	30.000	0			590	2.300	2.800
Pachavita	460	60.000	10.000	360	60.000	10.000	360	1.500	2.000
Santa Maria	1.080	2.100	4.800	1.550	3.100	3.800	1.708	3.200	4.000
Total general	12.828	132.100	77.800	9.930	91.100	53.800	8.918	36.500	49.800

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

En la actividad acuícola, Chinavita y Macanal tienen el mayor número de estanques para el periodo total, sin embargo en el 2003, Garagoa tiene el primer lugar con 100. Sigue Macanal y Chinavita. Para el total de la provincia, el número de estanques ha disminuido en un 18% aproximadamente, pasando de 437 en 2001 a 286 en 2003.

Tabla IX-35. Comportamiento del número de estanques. Provincia de Neira. 2001-2003

Municipio	Número de estanques 2001	Número de estanques 2002	Número de estanques 2003	Crecimiento del total de estanques 01-02	Crecimiento del total de estanques 02-03
Chinavita	150	100	60	-33,33	-40,00
Garagoa	92	90	100	-2,17	11,11
Macanal	100	-	92	-100,00	-
Pachavita	55	60	30	9,09	-50,00
Santa maria	40	50	4	25,00	-92,00
Total general	437	300	286	-31,35	-4,67

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Los principales cultivos de la provincia de Neira son el café, el tomate larga vida, la caña miel, la yuca y el tomate. Aunque el principal uso del hato ganadero de la provincia es doble propósito también se observa la ceba integral como un fuerte competidor. La actividad avícola con énfasis en ponedoras es muy importante en esta provincia y la hace destacarse.

Servicios Públicos y Manejo de Residuos

Acueducto

En general, la provincia tiene 44 acueductos rurales en Chinavita, Garagoa y Macanal. En el caso de Pachavita siete (7) de las ocho (8) veredas tienen acueducto con cobertura alrededor del 70%¹².

¹² Echeverri R, Jairo Alberto. Diagnostico de los Sistemas de Disposición de Residuos Líquidos y Caracterización de Vertimientos Líquidos en el Área de los Municipios de la Provincia De Neira. 2001.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Santa María tiene una cobertura deficiente en el área rural y no existe ningún tipo de tratamiento. El acueducto de Garagoa abastecen a 1.108 usuarios veredales. Para Chinavita y Macanal no hay información sobre usuarios. En Pachavita los usuarios rurales están clasificados en habitantes, viviendas y usuarios.

En el área urbana el acueducto de Macanal tiene cobertura del 100% igual que en Pachavita. Para Chinavita no se especifica cobertura, Santa María y Garagoa tienen el 99%. Las principales fuentes superficiales de abastecimiento son: Quebrada El Hato, Las Moyas, La Quinua, La Chupa, La Cristalina y el nacedero Agua Blanca (Ver Tabla IX-36). Ninguno de estos municipios tiene fuentes abastecedoras subterráneas. Todos los municipios tienen una planta de tratamiento con FIME, FLA y CONV a excepción de Macanal que no tiene ningún tipo de planta de tratamiento. Sin embargo la presencia de planta no es un indicador de buena calidad ya que en la gran mayoría de estos municipios el tratamiento que se hace es simplemente remoción de partículas como arenas.

Tabla IX-36. Fuentes abastecedoras superficiales de la Provincia de Neira

Municipio	Suscriptores Urbano 2000	Cobertura urbano	Fuente abastecedora
Chinavita	422	85	N. Agua blanca, alto de la medalla. Nacedero eldinia díaz
Garagoa	2552	95	Q. Las moyas, los hatillos, la colorada y la quinua
Macanal	201	98	Q. El hato
Pachavita	226	100	Q. La chupa
Santa Maria	N.d.	99	Q. La cristalina

Fuente: Cámaras de Comercio de Tunja, Sogamoso y Duitama, 2003. Esquemas de Ordenamiento Territorial. Echeverri, 2001.. Elaboró: IDEA-UN

Residuos sólidos

La disposición de residuos sólidos para la Provincia de Neira en los tres de sus cinco municipios se hace en botaderos, por quemas o despeñaderos. Solamente los municipios de Garagoa y Santa María cuentan con un sistema integral de manejo de residuos. En ninguno de ellos se hace tratamiento a lixiviados. En total, el sistema de recolección de basuras recoge aproximadamente 78.4 toneladas semanales. En todos los municipios con información existe el servicio de barrido.

Tabla IX-37. Disposición de residuos sólidos en la Provincia de Neira

Municipio	Barrido	Recolección estimada de basuras ton/semana m ³	Disposición final	Tratamiento de lixiviados
Chinavita	Si	10	Botadero o quema a cielo abierto	No
Garagoa	Si	50	Sistema Integral de manejo	No
Macanal	Si	8	Botadero o quema a cielo abierto	No
Pachavita	Si	10.4	Botadero o quema a cielo abierto	No
Santa Maria	-	5.6	Sistema Integral de manejo	-

Fuente: Cámaras de Comercio de Tunja, Sogamoso y Duitama, 2003. Elaboró: IDEA-UN

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla IX-38. Características de los sistemas de manejo de residuos sólidos de algunos municipios de la Cuenca. 2000.

Municipios encuestados	Prest serv Mun.	Frecuencia de recolección semanal	Cobertura	Distancia al lugar de disposición final (Km)	Producción de residuos sólidos Ton /sem	Producción de residuos sólidos Ton/Día	Producción de residuos sólidos Kg/Hab/Día	Tipo de residuos	Tipo de desposición
Almeida									Sanitario
Boyacá	Prest serv Mun.	4	75-100	0-10	1	0,14	0,023	Domésticos	Relleno Sanitario
Chivor	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	2	0,29	0,074	Domésticos	Relleno Sanitario
Ciénaga	Prest serv Mun.	1	75-100	10,1-20	4	0,57	1,058	D.C.H	Botadero
Cucaita									
Garagoa	Prest serv Mun.	5	75-100	0-10	7	1	0,059	D.C.H	SIMRS
Guateque									Botadero
Guayatá	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	8	1,14	0,102	D.C.H	Botadero
Jenesano	Prest serv Mun.	2	75-100	-	8	1,14	0,994	D.C.H	Relleno Sanitario
La Capilla									Botadero
Macanal	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	3	0,43	0,087	D.C.	Botadero
Nuevo Colón	Prest serv Mun.	2	75-100	>30	4,5	0,64	0,109	D.C.H	Relleno Sanitario
Ramiquirí	Prest serv Mun.	3	75-100	0-10	12	1,71	0,118	D.H.	Botadero
Samaca	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	5,2	0,74	0,054	D.C.H.I.	Botadero
Santa María	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	5,6	0,8	0,116	D.C.H	SIMRS

Fuente: Corpochivor, 2000. SIMRS: Sistema Integral de Manejo de Residuos Sólidos

Para los municipios de Garagoa, Macanal y Santa María, la recolección se hace en promedio 3 días a la semana aunque hay dos extremos, Garagoa con 5 y Macanal con 1. La cobertura está entre el 75-100%, la producción semanal promedio de residuos sólidos es 6 toneladas. Dos de estos tres municipios tienen Sistema Integral de Manejo de Residuos Sólidos, Garagoa, el cual se encontraba en fase experimental hasta junio de 2003, y el de Santa María. Los principales elementos que componen los residuos sólidos de estos municipios son la materia orgánica (53% promedio), el papel (14% promedio) y el plástico (9,5% promedio).

Residuos líquidos

En la Provincia de Neira, el alcantarillado cubre a 8.139 usuarios urbanos. En total la provincia tiene 13 puntos de descarga siendo Garagoa y Chinavita los municipios con mayor cantidad con cuatro y tres (4 y 3) respectivamente. Las fuentes receptoras del sistema de alcantarillado son quebradas como Bolívar, Siaguiza y Manzanos.

En el tema de tratamiento, el sector urbano (alcantarillado y matadero) no hace tratamiento a las aguas servidas a las quebradas como en el caso del municipio de Chinavita. En cambio el sector pecuario en la actividad porcícola tiene sistema de tratamiento para aguas residuales y vertimientos. Para el caso de Garagoa existen intentos de tratamiento mediante rejillas de captación y pozos. El sector productivo en este municipio tiene tratamiento para los residuos a excepción de dos porcícolas de cinco (5). En Macanal ni el alcantarillado urbano ni el matadero tienen tratamiento de aguas negras. El sector productivo es un

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

contaminador poco importante aunque vierten al embalse y a quebradas sin tratamiento. Los dos últimos municipios tienen bajo impacto en las fuentes receptoras aunque ni el sector urbano ni el productivo hacen tratamiento a sus aguas residuales.

Tabla IX-39. Fuentes receptoras de alcantarillado y matadero municipal en la Provincia de Neira

Municipio	Cobertura alcantarillado	Fuente receptora municipal	Número de puntos de descarga municipal
Chinavita	80	Quebrada bolívar y quebrada Siaguiza	3
Garagoa	65	Alcantarillado, quebrada tejar, quebrada manzanos y quebrada quinua	4
Macanal	98	Pastos y quebrada manantial	2
Pachavita	70	Quebrada el caibo	1
Santa María	75	Caño cangrejo y quebrada argentina	3

Fuente: Echeverri, 2001. Elaboró: IDEA-UN

El sector productivo se divide en porcícola y piscícola. En total se manejan 1.436 cerdos/mes y 40.500 peces/mes. Esto es generado por cuatro (4) y tres (3) municipios respectivamente. En general las fuentes receptoras son quebradas o campo abierto y el alcantarillado. No existe información sobre puntos de descarga y tratamiento para residuos líquidos agroindustriales.

La información para el tema de servicios y comercio no es continua por lo que se omitirá en este diagnóstico general.

De acuerdo con los Esquemas de Ordenamiento Territorial de la provincia, en el siguiente cuadro se presenta la caracterización en el tema de saneamiento:

Tabla IX-40. Saneamiento básico de la Provincia de Neira

Municipio	Saneamiento básico
Chinavita	Servicio de recolección residuos sólidos área urbana.
Macanal	No PTAR, vierte a Qda Manantial. Residuos sólidos recolectados y depositados y enterrados vda. El Volador. Matadero por baja producción cumple con manejo de residuos sólidos y líquidos.
Garagoa	Área Urbana: Vertimiento Qda los Manzanos y El Tejar y Quinua. En algunas áreas se vierte al suelo. No PTAR. Nueva planta tratamiento integral de residuos para 8 municipios. en trámite la licencia ambiental, disposición final (relleno sanitario) terminando vida útil. Alcantarillado cobertura < 90%. Plan Maestro de Alcantarillado diseñado pero sin ejecutar.

Fuente: EOT. Elaboro: IDEA-UN¹³.

¹³ No hay información disponible de los EOT de Santa María y Pachavita

Provincia Oriente

Esta provincia está compuesta por 8 municipios del departamento de Boyacá, los cuales ocupan 49.800 hectáreas. El 42 % de esta área se encuentra transformada ya que es ocupada por cultivos y pastos. Estos últimos ocupan el 37 % del área total de la provincia. Los municipios más transformados son Tenza, La Capilla, Guayatá y Guateque. Los menos transformados son Chivor (6%) y de lejos Somondoco (31%)¹⁴.

Tabla IX-41. Distribución del suelo uso agropecuario. Provincia de Oriente. 2003

Municipio	Área total IGAC 2001 (Has)	Área agropecuaria 2003 (Has)	Área agrícola 2003 (Has)	Área total en pastos 2003 (Has)
Almeida	5.700	1.471	116	1.355
Chivor	11.100	715	395	320
Guateque	3.700	4.008	128	3.880
Guayatá	8.100	4.800	510	4.290
La Capilla	5.400	3.197	662	2.535
Somondoco	6.800	2.100	170	1.930
Sutatenza	4.100	1.579	264	1.315
Tenza	4.900	3.145	225	2.920
Total general	49.800	21.014	2.469	18.545

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Sector Agropecuario

Estructura Productiva

La proximidad con Bogotá, el potencial de sus suelos, la infraestructura vial desde y hacia el centro de consumo más importante del país, son ventajas de la región para competir en el principal mercado del país. En esta provincia predomina una estructura agraria basada en minifundios y microfundios, por esta razón los procesos de producción son de pequeña escala, es decir, no incluyen procesos de transformación o de mejora de suelos o tecnología. A pesar de tener buenas posibilidades en la explotación minera, esta actividad es de tipo artesanal con muy poca generación de empleo.

El 98% de los predios esta por debajo de la unidad agrícola familiar (UAF) y cerca del 60% tiene menos de una hectárea (microfundio), situación que dificulta la generación de ingresos capaces de sostener a las unidades productivas. De otra parte, la ganadería al contrario de las demás provincias, no es la actividad que genere gran volumen de empleo. Los sectores de servicios y la

¹⁴ Existe una incongruencia entre los datos de la URPA Boyacá y los datos sobre Área total del IGAC, para el municipio de Guateque.

agricultura, son los que más mano de obra involucran, siendo los soportes de la actividad económica. Se destaca también la actividad avícola tanto de engorde como de ponedoras que ha desplazado alguna mano de obra de la agricultura.

La actividad agrícola especialmente en cultivos transitorios ha disminuido en los tres últimos años por lo que también ha bajado su participación a nivel departamental. Esta disminución ha sido ocasionada principalmente por el agotamiento de los suelos y la topografía lo que también afectan la calidad de los productos. El 49% del área productiva se encuentra en predios de menos de tres hectáreas haciendo demasiado costosa la producción y perdiendo competitividad. La actividad agrícola de la zona también se ha visto afectada por la construcción del embalse La Esmeralda por lo que se ha alterado la temperatura y las condiciones de humedad.

Otro factor que incide en la baja condición de la producción agrícola es el nivel de educación, la cobertura de la educación secundaria es del 26% y la relación de profesionales en la provincia (13 por cada 1.000 habitantes) lo que demuestra que esta actividad así como los procesos de comercialización los realizan personas de bajo nivel de capacitación que requiere ser mejorado. Sus cultivos mas importantes son: la habichuela (88.5%) y tomate (27.5%). La producción de estos cultivos se ha incrementado en el 13%. En cuanto a la actividad minera, es la segunda zona productora en esmeraldas del mundo después de Muzo o Coscuez.

Esta provincia es la que menos homogeneidad presenta. Existe participación de distintos sectores sin que ninguno se destaque en términos de producción. La ocupación se divide entre el sector agropecuario, extracción de materiales, agroindustria y comercio. El nivel tecnológico es precario en general lo que no ha permitido fortalecer actividades para competir en mercados regionales, aunque para productos específicos como el tomate, el desarrollo tecnológico ha permitido alcanzar rendimientos muy altos. Además el agotamiento de los bienes y servicios ambientales como suelo y agua dificultan más la consolidación del sector productivo provincial.

Producción Agrícola

El área sembrada en la provincia de Oriente en el periodo 2001-2003 tuvo un leve incremento para los cultivos anuales y permanentes, no siendo así para los cultivos transitorios los cuales pasaron de 939 hectáreas en el II semestre de 2000 a 736 en el II de 2003. Sin embargo, entre el 2002 y el 2003 se presentó un leve incremento. De manera paralela el área cosechada también aumentó para los cultivos permanentes y anuales pero disminuyó para los transitorios, como es de esperarse. En términos de producción los cultivos transitorios y anuales disminuyeron su participación, mientras que los cultivos permanentes aumentó. Desde el punto de vista tecnológico,

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

los rendimientos disminuyeron para los cultivos transitorios, anuales y permanentes aunque se observó una mejoría entre el año 2002 y el 2003.

Tabla IX-42. Distribución del área agrícola por tipo de cultivo. Provincia de Oriente. 2003

Municipio	Área en cultivos transitorios y anuales (Has)	Área en cultivos permanentes (Has)
Almeida	66	50
Chivor	164	231
Guateque	100	28
Guayatá	67	443
La Capilla	599	63
Somondoco	7	163
Sutatenza	226	38
Tenza	138	87
Total general	1.366	1.103

Fuente: URPA, 2003

Cultivos permanentes

En el año 2003, los principales cultivos permanentes desde el punto de vista de área sembrada fueron: la caña miel y el café. Durante todo el periodo de análisis, la caña miel aumentó en 6 hectáreas el área sembrada y el café disminuyó en 60 hectáreas aproximadamente. Otros cultivos con área sembrada importante en el 2003 son el lulo y la mora. El área sembrada de durazno se incrementó durante todo el periodo de análisis. En términos de área cosechada se mantienen los mismos cultivos aunque la razón área cosechada vs. área sembrada es superior a 1.

Tabla IX-43. Comportamiento del área sembrada y cosechada de los cultivos permanentes. Provincia de Oriente. 2001-2003

Cultivo	Área sembrada Has 2001	Área sembrada Has 2002	Área sembrada Has 2003	Crecimiento del área sembrada 01-02	Crecimiento del área sembrada 02-03	Área cosechada Has 2001	Área cosechada Has 2002	Área cosechada Has 2003	Crecimiento del área cosechada 01-02	Crecimiento del área cosechada 02-03
Caducifolios	8	7	-	-12,50	-100,00	0	7	-	100,00	-100,00
Café	473	467	411	-1,27	-11,99	387	382	386	-1,16	1,05
Caña miel	425	368	431	-13,41	17,12	309	331	394	7,12	18,88
Ciruela	4	4	5	0,00	25,64	3	4	4	21,88	0,00
Cítricos	50	52	39	4,00	-25,00	42	41	29	-2,38	-29,27
Durazno	8	9	11	6,10	22,99	7	8	10	23,08	25,00
Feijoa	7	5	5	-23,08	0,00	4	3	3	-37,50	0,00
Granadilla	-	-	3	-	100,00	-	-	-	-	100,00
Lulo	89	88	81	-1,12	-7,95	41	63	79	53,66	25,40
Manzana	5	5	5	0,00	2,13	5	5	5	0,00	0,00
Mora	5	8	6	60,00	-25,00	5	5	5	0,00	0,00
Plátano	103	105	97	1,94	-7,62	85	97	89	14,12	-8,25
Tomate de árbol	8	11	9	36,14	-17,70	5	8	6	56,60	-24,10
Uchuvas	-	-	0	-	100,00	-	-	-	-	-
Total general	1.185	1.129	1.103	-4,73	-2,31	892	953	1.009	6,86	5,82

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

En términos de producción los cultivos más importantes en el año 2003 fueron: la caña miel, el lulo, el café y el plátano con producciones de 1.370, 696, 458 y 380 toneladas respectivamente. La caña miel aumentó su producción de manera constante durante el periodo pasando de 1.115 a 1.370 toneladas. El lulo tuvo este mismo comportamiento junto con la ciruela y el durazno. El café tuvo una pequeña disminución en la primera parte del periodo, 3% y se recuperó hacia el final sin compensar la caída inicial. En términos de rendimientos la caña miel aumentó en la primera parte del periodo y cayó en casi 500 Kgs por Ha al final del periodo. Los cítricos se comportaron a la inversa, disminuyendo al inicio y aumentando entre el 2002-2003. El lulo terminó el periodo bajando los rendimientos también. En esta ocasión el durazno es otra vez el único cultivo que aumentó sostenidamente sus rendimientos en la provincia.

Tabla IX-44. Comportamiento de la producción y los rendimientos de los cultivos permanentes. Provincia de Oriente. 2001-2003

Cultivo	Producción Ton 2001	Producción Ton 2002	Producción Ton 2003	Crecimiento de la producción 01-02	Crecimiento de la producción 02-03	Rendimientos Kg/Ha 2001	Rendimientos Kg/Ha 2002	Rendimientos Kg/Ha 2003	Crecimiento de los rendimientos 01-02	Crecimiento de los rendimientos 02-03
Caducifolios	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Café	468	454	458	-3,09	0,88	1.273	1.131	1.100	-11,14	-2,76
Caña miel	1.115	1.288	1.370	15,52	6,37	3.643	3.667	3.189	0,65	-13,04
Ciruela	19	23	23	21,88	0,00	6.000	6.000	6.000	0,00	0,00
Citricos	385	343	282	-11,04	-17,66	8.167	7.833	9.231	-4,08	17,84
Durazno	42	51	65	23,08	27,34	6.400	6.400	6.700	0,00	4,69
Feijoa	28	18	18	-37,50	0,00	7.000	7.000	7.000	0,00	0,00
Granadilla	-	-	0	-	100,00	-	-	0	-	100,00
Lulo	480	690	696	43,75	0,87	11.000	11.000	9.096	0,00	-17,31
Manzana	38	38	38	0,00	0,00	8.000	8.000	8.000	0,00	0,00
Mora	-	25	25	100,00	0,00	-	5.000	5.000	-	0,00
Plátano	419	452	380	8,00	-15,93	4.625	4.250	3.813	-8,11	-10,29
Tomate de árbol	50	76	59	52,42	-21,83	8.500	9.000	7.875	5,88	-12,50
Uchuvas	-	-	0	-	100,00	-	-	0	-	100,00
Total general	3.043	3.457	3.414	13,60	-1,24	5.727	5.487	4.873	-4,20	-11,18

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Cultivos anuales y transitorios

Teniendo en cuenta el área sembrada los principales cultivos son la yuca y el maíz con 70 y 388 hectáreas en el 2003. En la primera parte del periodo de estudio, el maíz aumento en un 40% su área sembrada mientras que la yuca la mantuvo igual. Para la segunda parte el maíz tuvo una leve disminución mientras que la yuca bajo en un 30%. Las áreas cosechadas tuvieron un comportamiento similar.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-45. Comportamiento del área sembrada y cosechada de los cultivos anuales. Provincia de Oriente.

Cultivo	Área sembrada Has 2001	Área sembrada Has 2002	Área sembrada Has 2003	Crecimiento del área sembrada 01-02	Crecimiento del área sembrada 02-03	Área cosechada Has 2001	Área cosechada Has 2002	Área cosechada Has 2003	Crecimiento del área cosechada 01-02	Crecimiento del área cosechada 02-03
Arracacha	28	26	26	-7,14	0,00	28	26	26	-7,14	0,00
Maíz	279	388	385	39,14	-0,82	278	383	383	37,84	-0,05
Tomate Iv	49	51	48	5,36	-7,05	45	46	43	3,36	-7,38
Yuca	100	100	70	0,00	-30,00	80	80	70	0,00	-12,50
Total general	456	565	529	24,11	-6,51	431	535	522	24,31	-2,54

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Utilizando la producción y los rendimientos, los principales cultivos son el tomate larga vida y el maíz. El primero obtuvo para el 2003 6.443 toneladas de producción mientras que el maíz obtuvo 742. El tomate presenta una disminución constante en este volumen en promedio del 5%, mientras que el maíz aumentó en promedio 19% en los dos periodos. Los demás cultivos anuales de la provincia tuvieron comportamientos variados, la arracacha disminuyó en el primer periodo, y se mantuvo para el 2003. La yuca en cambio inició bien pero se desplomó en un 46%. Desde el punto de vista de los rendimientos, el tomate larga vida se lleva el primer puesto ya que se encuentran alrededor de las 200 toneladas por hectárea, a pesar que presenta una disminución constante también en este indicador de nivel tecnológico. Le sigue la arracacha que se mantuvo igual en los tres años. El maíz tiene los rendimientos más bajos aunque en aumento.

Tabla IX-46. Comportamiento de la producción y los rendimientos de los cultivos anuales. Provincia de Oriente. 2001 - 2003

Cultivo	Producción Ton 2001	Producción Ton 2002	Producción Ton 2003	Crecimiento de la producción 01-02	Crecimiento de la producción 02-03	Rendimientos Kg/Ha 2001	Rendimientos Kg/Ha 2002	Rendimientos Kg/Ha 2003	Crecimiento de los rendimientos 01-02	Crecimiento de los rendimientos 02-03
Arracacha	280	260	260	-7,14	0,00	10.000	10.000	10.000	0,00	0,00
Maíz	534	727	742	36,15	2,15	1.833	1.853	1.862	1,10	0,44
Tomate Iv	7.271	6.684	6.443	-8,08	-3,61	226.167	165.000	194.625	-27,04	17,95
Yuca	336	420	224	25,00	-46,67	4.200	5.250	3.200	25,00	-39,05
Total general	8.421	8.091	7.669	-3,92	-5,21	125.155	75.646	88.587	-39,56	17,11

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Dentro de los cultivos transitorios de la provincia también se encuentra el tomate larga vida pero clasificado como transitorio y el tomate. Analizando el área sembrada, los cultivos transitorios más importantes son el frijol, la arveja y el tomate con 436, 123 y 92 toneladas respectivamente. Este

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

indicador ha venido disminuyendo para la arveja y el tomate con breves recuperaciones. Para el frijol se ha mantenido el incremento. El mismo comportamiento presenta el área cosechada.

Tabla IX-47. Comportamiento del área sembrada de los cultivos transitorios. Provincia de Oriente. 2001 – 2003

Cultivo	Área sembrada 2000-B Has	Área sembrada Has 2001-A	Área sembrada Has 2001-B	Área sembrada Has 2002-B	Área sembrada Has 2003-A	Área sembrada Has 2003-B	Crecimiento del área sembrada 01A-03A	Crecimiento área sembrada 00B-01B	Crecimiento del área sembrada 02B-03B
Arveja	104	56	120	127	30	123	-46,43	15,38	-3,15
Frijol	370	77	375	372	24	436	-68,83	1,35	17,24
Garbanzo	4		3	6		5	-	-30,00	-18,03
Habichuela	122	69	92	55	91	52	31,88	-24,59	-5,45
Maíz	100	550	100		450		-18,18	0,00	0,00
Papa	12	10	14				-100,00	16,67	0,00
Pepino	134	101	74				-100,00	-44,57	0,00
Pimenton		4		2	2	2	-50,00	100,00	0,00
Tomate	94	66	89	117	77	92	16,97	-5,35	-21,67
Tomate I.v.				10	15	26	100,00	100,00	160,00
Total general	939	933	866	689	689	736	-26,16	-7,74	6,76

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Tabla IX-48. Comportamiento del área cosechada de los cultivos transitorios. Provincia de Oriente. 2001 - 2003

Cultivo	Área cosechada 2000-B Has	Área cosechada Has 2001-A	Área cosechada Has 2001-B	Área cosechada Has 2002-B	Área cosechada Has 2003-A	Área cosechada Has 2003-B	Crecimiento del área cosechada 01A-03A	Crecimiento área cosechada 00B-01B	Crecimiento del área cosechada 02B-03B
Arveja	91	54	106	120	27	115	-50,93	16,54	-3,93
Frijol	352	70	363	362	24	426	-65,71	3,13	17,69
Garbanzo	4	-	3	6		5	-	-34,21	-18,03
Habichuela	119	67	90	51	90	50	34,33	-24,37	-0,99
Maíz	80	520	80	-	440	-	-15,38	0,00	-
Papa	10	9	10	-	-	-	-100,00	0,00	-
Pepino	131	97	73	-	-	-	-100,00	-44,27	-
Pimenton	-	3	-	2	2	2	-33,33	100,00	0,00
Tomate	87	61	84	112	74	83	21,09	-3,35	-25,94
Tomate I.v.	-	-	-	10	12	23	100,00	-	142,71
Total general	874	881	809	661	668	704	-24,15	-7,45	6,41

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Teniendo en cuenta la producción y los rendimientos, los principales cultivos son el tomate larga vida, el tomate y el frijol. Para el final del periodo el tomate disminuyó el volumen de producción

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

aunque hacia el inicio tuvo una recuperación importante. El tomate larga vida tuvo un incremento constante desde el segundo semestre de 2002. El frijol presentó el mismo comportamiento del tomate, empezando con una disminución y terminando con un incremento del 21% para el segundo semestre de 2003. Los cultivos con rendimientos más altos son el tomate larga vida con 105 toneladas por hectárea, por debajo de aquél considerado como anual. Le sigue el tomate con 29 Ton/Has y el pimentón con 18 Ton/Ha. Para el tomate larga vida el rendimiento fue el mismo desde II de 2002. Para el tomate se observó un vaivén, mientras que el pimentón se mantuvo.

Tabla IX-49. Comportamiento de la producción de los cultivos transitorios. Provincia de Oriente. 2001-2003

Cultivo	Producción 2000-B Ton	Producción 2001-A Ton	Producción 2001-B Ton	Producción 2002-B Ton	Producción 2003-A Ton	Producción 2003-B Ton	Crecimiento de la producción 01A-03A	Crecimiento de la producción 00B-01B	Crecimiento de la producción 02B-03B
Arveja	195	100	221	230	50	221	-50,00	13,66	-4,21
Frijol	660	87	678	672	48	818	-44,57	2,73	21,68
Garbanzo	2	-	1	2	-	2	-	-33,33	-17,98
Habichuela	1.904	1.054	1.440	783	1.422	756	34,91	-24,37	-3,39
Maíz	96	641	96	-	596	-	-7,10	0,00	-
Papa	90	72	90	-	-	-	-100,00	0,00	-
Pepino	2.104	1.510	1.166	-	-	-	-100,00	-44,58	-
Pimenton	-	54	-	36	36	36	-33,33	-	0,00
Tomate	2.257	1.462	2.112	2.993	1.906	2.034	30,37	-6,42	-32,05
Tomate larga vida	-	-	-	1.008	1.260	2.450	100,00	-	143,06
Total general	7.307	4.980	5.804	5.724	5.318	6.316	6,79	-20,57	10,34

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Tabla IX-50. Comportamiento de los rendimientos de los cultivos transitorios. Provincia de Oriente. 2001-2003

Cultivo	Rendimientos Kg/Ha 2000-B	Rendimientos Kg/Ha 2001-A	Rendimiento Kg/Ha 2001-B	Rendimientos Kg/Ha 2002-B	Rendimientos Kg/Ha 2003-A	Rendimientos Kg/Ha 2003-B	Crecimiento de los rendimientos 01A-03A	Crecimiento de los rendimientos 00B-01B	Crecimiento de los rendimientos 02B-03B
Arveja	2.049	1.449	2.044	2.283	1.700	2.296	17,35	-0,29	0,60
Frijol	1.586	1.029	1.571	1.492	2.000	1.520	94,44	-0,90	1,91
Garbanzo	395	0	400	374	-	374	100,00	1,33	0,06
Habichuela	16.000	15.000	16.000	14.500	14.500	14.000	-3,33	0,00	-3,45
Maíz	600	1.250	600	-	1.341	-	7,30	0,00	-
Papa	9.000	8.000	9.000	-	-	-	-100,00	0,00	-
Pepino	14.912	14.625	14.875	-	-	-	-100,00	-0,25	-
Pimenton	-	18.000	-	18.000	18.000	18.000	0,00	-	0,00
Tomate	30.571	28.667	30.571	30.392	31.086	29.133	8,44	0,00	-4,14
Tomate l.v.	-	-	-	105.000	105.000	105.000	100,00	-	0,00
Total general	11.321	10.306	11.312	14.953	19.887	14.608	92,96	-0,08	-2,30

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Pastos y producción bovina

En la provincia de Oriente 18.545 hectáreas aproximadamente se encuentran en pastos para el año 2003. De estas hectáreas 1.560 son pastos de corte, los cuales se concentran en Tenza, Guateque y Guayatá; 16.390 has están en pradera tradicional de las cuales la mayoría están en los municipios de Guateque y Guayatá. El área en pradera mejorada son 595 has de las 420 están en Tenza, según datos de 2003. Respecto al cambio en el área total de pastos, la pradera tradicional disminuyó entre 2001 y 2003. El área en pastos de corte aumentó y con la pradera mejorada ocurrió lo propio.

Tabla IX-51. Comportamiento del área en pastos. Provincia de Oriente. 2001-2003

Municipio	Área pastos de corte Has 2001	Área en pradera tradicional Has 2001	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2001	Área pastos de corte Has 2002	Área en pradera tradicional Has 2002	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2002	Área pastos de corte Has 2003	Área en pradera tradicional Has 2003	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2003	Crecimiento del área total en pastos 01-02	Crecimiento del área total en pastos 02-03
Almeida	70	2.500	0	-	-	-	35	1.300	20	-100,00	!
Chivor	20	200	100	100	200	20	100	200	20	0,00	0,00
Guateque	380	3.500	0	380	3.500		380	3.500	-	0,00	0,00
Guayata	360	3.850	0	300	3.800	20	380	3.860	50	-2,14	4,13
La capilla	16	2.550	21	16	2.550	21	15	2.500	20	0,00	-2,01
Somondoco	110	1.800	0	-	-	-	130	1.800	-	-100,00	
Sutatenza	9	1.200	85	100	85	1.800	20	1.230	65	53,40	-33,75
Tenza	490	2.000	220	500	2.000	220	500	2.000	420	0,37	7,35
Total general	1.455	17.600	426	1.396	12.135	2.081	1.560	16.390	595	-19,86	18,79

Fuente: URPA; 2001, 2002, 2003

El número de bovinos en el periodo de estudio 2001-2003 disminuyó aunque entre 2002y 2003 hubo un pequeño incremento del 14%. El hato ganadero más importante en el año 2003 lo tenía Guayatá con 4.270 cabezas el cual era superior en los años anteriores. La mayoría de esos bovinos son dedicados a doble propósito (73%) y el resto dedicado a ceba integral. Sólo Guayatá cuenta con un pequeñísimo porcentaje dedicado a lechería especializada. La provincia cuenta con 4.707 vacas para ordeño que producen 16.953 litros de leche diaria.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-52. Comportamiento del hato bovino. Provincia de Oriente. 2001-2003

Municipio	Bovinos total 2001	Bovinos total 2002	Bovinos total 2003	Crecimiento del total de bovinos 01-02	Crecimiento del total de bovinos 02-03
Almeida	2799	1350	2500	-51,77	85,19
Chivor	2301	1600	2739	-30,47	71,19
Guateque	2099	2100	2150	0,05	2,38
Guayata	4999	4500	4270	-9,98	-5,11
La capilla	2350	2400	3100	2,13	29,17
Somondoco	3000	2700	3105	-10,00	15,00
Sutatenza	1750	1750	1510	0,00	-13,71
Tenza	3597	2875	2720	-20,07	-5,39
Total general	22895	19275	22094	-15,81	14,63

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Otras especies

Otras actividades pecuarias incluyen los porcinos, las aves y los estanques acuícolas. El total de porcinos en esta provincia entre 2001-2003 aumentó al pasar de 11.405 a 12.673. El énfasis de la actividad avícola está en aves de engorde, aunque también se tienen aves ponedoras. Esta actividad se ha visto seriamente reducida en el periodo de análisis pasando de 534.400 aves de engorde en el 2001 a 259.500 en el 2003. Somondoco es el municipio con mayor participación en esta actividad. En la actividad porcícola, Guayatá es el municipio más importante. En términos de producción de huevos Sutatenza fue el municipio más importante en los años 2002 y 2003.

Tabla IX-53. Comportamiento del número de animales de otras especies. Provincia de Oriente. 2001-2003

Municipio	Porcinos 2001	Ponedoras 2001	Engorde 2001	Porcinos 2002	Ponedoras 2002	Engorde 2002	Porcinos 2003	Ponedoras 2003	Engorde 2003
Almeida	345	3.000	20.000	0			150	500	25.000
Chivor	340	6.000	4.000	660	6.000	2.000	28		
Guateque	530	1.000	80.000	1.440	3.000	10.000	4.330	3.000	10.000
Guayata	3.890	5.000	100.000	3.420	5.000	100.000	3.270	4.500	8.000
La capilla	2.940	6.000	1.400	2.950	6.000	2.000	1.030	1.200	8.500
Somondoco	2.250	3.500	280.000	0			1.125	5.500	28.000
Sutatenza	470	28.000	19.000	1.970	35.000	165.000	2.090	18.000	150.000
Tenza	640	12.000	30.000	650	120.000	30.000	650	120.000	30.000
Total general	11.405	64.500	534.400	11.090	175.000	309.000	12.673	152.700	259.500

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

En el tema acuícola, la provincia de Oriente tiene una participación moderada en el total de la cuenca. Además el número de estanques ha venido disminuyendo pasando de 281 en el 2001 a 107 en el 2003.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-54. Comportamiento del número de estanques. Provincia de Oriente. 2001-2003

Municipio	Número de estanques 2001	Número de estanques 2002	Número de estanques 2003	Crecimiento del total de estanques 01-02	Crecimiento del total de estanques 02-03
Almeida	60	-	-	-100,00	-
Chivor	45	35	35	-22,22	0,00
Guateque	-	1	2	-	100,00
Guayata	60	40	50	-33,33	25,00
La capilla	50	50		0,00	-100,00
Somondoco	30	8	20	-73,33	150,00
Sutatenza	36	36	-	0,00	-100,00
Tenza	-	-	-	-	-
Total general	281	170	107	-39,50	-37,06

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Los principales cultivos de la provincia de Oriente según área sembrada, área cosechada, producción y rendimientos son la caña miel, el café, el lulo y el tomate larga vida. También se pueden considerar los cítricos y el pimentón. Esta provincia es la que presenta los mayores rendimientos para el cultivo de tomate larga vida. Su principal actividad pecuaria son las aves de engorde, seguido por las aves ponedoras y porcícolas. En el tema acuícola y ganadero participa de manera moderada al interior de la cuenca.

Servicios Públicos y Manejo de Residuos

Acueducto

La provincia tiene 184 acueductos rurales los cuales abastecen a 14.344 usuarios veredales. El acueducto urbano tiene 11.480 suscriptores. Tiene aproximadamente 14 fuentes superficiales de abastecimiento entre las cuales se encuentran: Quebrada Chivor, Quebrada La Guaya y el nacedero Los Laureles. Ninguno de estos municipios tiene fuentes abastecedoras subterráneas. Todos los municipios tienen una planta de tratamiento FIME, FLA y CONV.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-55. Fuentes abastecedoras de acueductos en la Provincia de Oriente.

Municipio	Suscriptores urbano 2000	Cobertura urbana	Fuente abastecedora
Almeida	91	95	N. La sabana, q. El chital y el rosal
Chivor	712	98	Q. Chivor, n. Lanquetas
Guateque	2033	99	Q. La tocola
Guayata	654	90	Q. Los tanques y san cayetano
La Capilla	348	97	Q. La guaya
Somondoco	422	98	Q. Páramo y la cuya
Sutatenza	244	100	Q. La guaya y las delicias
Tenza	439	100	Q. La quiña y n. Los laureles

Fuente: Cámaras de Comercio de Tunja, Sogamoso y Duitama, 2003. Esquemas de Ordenamiento Territorial. GRADEX, 2001. Elaboró: IDEA-UN

Residuos sólidos

Guateque es el municipio que recibe más residuos sólidos, ya que su botadero municipal le sirve a Machetá, Manta, Tibirita, Tenza, Somondoco y Sutatenza. Almeida y Chivor cuentan con Relleno Sanitario. El segundo funciona bien de acuerdo con observaciones de campo de los funcionarios de Corpochivor. El botadero de Guateque no tiene manejo ambiental y presenta fallas importantes en temas ambientales, físicos y de infraestructura. El promedio de días de recolección de los municipios de la provincia que tienen información son 2,45 días a la semana siendo Guateque el que mayor número tiene y Chivor el que menos.

Con una población promedio de 71.100 habitantes urbanos, esta provincia produce, también en promedio, 8,8 toneladas por semana. La composición de estos residuos en promedio es la siguiente: materia orgánica (49%), papel (16%) y otros residuos (12%). El relleno de Chivor y el botadero de Guayata cuentan con licencia ambiental y plan de manejo.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla IX-56. Disposición de residuos sólidos en la Provincia de Oriente. 2002

Municipios encuestados	Prest serv Mun.	Frecuencia de recolección semanal	Cobertura	Distancia al lugar de disposición final (Km)	Producción de residuos sólidos Ton /sem	Producción de residuos sólidos Ton/Día	Producción de residuos sólidos Kg/Hab/Día	Tipo de residuos	Tipo de disposición
Almeida									Relleno Sanitario
Boyacá	Prest serv Mun.	4	75-100	0-10	1	0,14	0,023	Domésticos	Relleno Sanitario
Chinavita									Botadero
Chivor	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	2	0,29	0,074	Domésticos	Relleno Sanitario
Ciénaga	Prest serv Mun.	1	75-100	10,1-20	4	0,57	1,058	D.C.H	Botadero
Cucaita									
Garagoa	Prest serv Mun.	5	75-100	0-10	7	1	0,059	D.C.H	SIIMRS
Guateque	Prest serv Mun.	5	75-100	0-10	43	6,14	0,843		Botadero
Guayatá	Prest serv Mun.	3	75-100	0-10	2,75	0,39	0,166	D.C.H	Botadero
Jenesano	Prest serv Mun.	2	75-100	-	8	1,14	0,994	D.C.H	Relleno Sanitario
La Capilla									Botadero
Macanal	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	3	0,43	0,087	D.C.	Botadero
Nuevo Colón	Prest serv Mun.	2	75-100	>30	4,5	0,64	0,109	D.C.H	Relleno Sanitario
Pachavita									Relleno Sanitario
Ramiquirí	Prest serv Mun.	3	75-100	0-10	12	1,71	0,118	D.H.	Botadero
Samaca	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	5,2	0,74	0,054	D.C.H.I.	Botadero
Santa María	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	5,6	0,8	0,116	D.C.H	SIMRS
Siachoque	Emp. Serv.			>30					Relleno Sanitario Tunja
Somondoco									Botadero Guateque
Soracá	Emp. Serv.			>30					Relleno Sanitario Tunja
Sutatenza	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	2	0,29	0,06	Domésticos	Botadero Guateque
Tenza	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	10	1,43	1,19	Domésticos	Botadero Guateque

Fuente: Corpochivor, 2000, 2002. Cámaras de Comercio de Tunja, Sogamoso y Duitama, 2003. Elaboró: IDEA-UN. SIMRS: Sistema Integral de Manejo de Residuos Sólidos

Residuos líquidos

La disposición de residuos líquidos se separó por sectores siendo éstos el municipal (urbano) y el productivo. El primero utiliza el alcantarillado e incluye el matadero, mientras que el segundo incluye porcícola y piscícola, y utiliza el alcantarillado también puede tener un sistema alternativo.

Tabla IX-57. Fuentes receptoras de alcantarillado y matadero municipal en la Provincia de Oriente.

Municipio	Cobertura Alcantarillado urbano	Fuente receptora municipal
Almeida	98	Quebrada ancha
Chivor	85	Quebrada Juan Ángel y quebrada Civor
Guateque	80	Quebrada suaitoque, quebrada tencuita y quebrada cantora o moyitas
Guayata	95	Alcantarillado y quebrada risatá
La capilla	90	Quebrada guzba y quebrada honda
Somondoco	90	Quebrada mangle
Sutatenza	95	Alcantarillado y quebrada alto de la arepa
Tenza	90	Río guaya

Fuente: LAQMA Ltda. GRADEX, 2004. Elaboró: IDEA-UN

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

En la Provincia de Oriente, el alcantarillado cubre a 15.556 usuarios urbanos. La mayoría de municipios no tiene información disponible sobre número de puntos de descarga, solamente Chivor que tiene dos. Las fuentes receptoras del sistema de alcantarillado son quebradas como Juan Ángel, Chivor, Suaitoque y el río Guaya. Dos municipios no tienen tratamiento para las aguas residuales del alcantarillado, mientras que el resto no tiene información al respecto.

El sector productivo se divide en porcícola y piscícola. Para cada uno se presenta la cobertura en número de unidades de producción generadas al mes. Para el primero, en total se manejan 868 cerdos/mes y 57.700 peces/mes. Esto es generado por cinco y tres municipios respectivamente. En general las fuentes receptoras son quebradas o campo abierto, ninguno de estos sectores vierte al alcantarillado. No existe información sobre puntos de descarga y tratamiento para residuos líquidos agroindustriales.

La información para el tema de servicios y comercio no es continua por lo que se omitirá en este diagnóstico general.

Provincia Centro

Los municipios que tienen área en la cuenca del río Garagoa y que pertenecen a Corpoboyacá y a la provincia de Centro son seis: Samacá, Soracá, Siachoque, Tunja Cucaita y Ventaquemada¹⁵. En total estos municipios suman 68.600 hectáreas. El 39% del área total se encuentra transformada ya que es ocupada por cultivos y pastos. Estos últimos ocupan el 35% del área total de la provincia. Los municipios más transformados son Tunja y Samacá. El menos transformado es Cucaita.

Tabla IX-58. Distribución del suelo por uso agropecuario. Provincia de Centro. 2003

MUNICIPIO	Área total IGAC (Has)	Área agropecuaria 2003 (Has)	Área agrícola 2003 (Has)	Área total en pastos 2003 (Has)
Samacá	15.000	6.660	1.840	4.820
Siachoque	16.700	5.395	1.795	3.600
Soracá	5.700	2.015	1.325	690
Tunja	11.800	6.806	1.583	5.223
Ventaquemada	15.100	5.449	2.488	9.000
Cucaita	4.300	690	290	400
Total general	68.600	27.015	9.321	23.733

¹⁵ Corpochivor la toma como de la provincia de Márquez para cuestiones operativas.

Sector Agropecuario

Estructura Productiva

La provincia Centro el 91% del área agrícola está dedicada a cultivos transitorios y solamente el 8% a cultivos anuales. Los cultivos permanentes ocuparon tan sólo el 1% del área agrícola en el año 2003 y están ubicados en su totalidad en Ventaquemada. Esta provincia cuenta con la ventaja de albergar la capital del departamento, Tunja, lo que permite mayores facilidades en el tema tecnológico, financiero y de comercialización. En esta medida, la plaza de Tunja es el centro de acopio más importante de donde se distribuye a Bogotá y los Santanderes. Allí también se encuentra toda la institucionalidad del nivel departamental para el sector agropecuario, por lo que los pequeños productores tiene mayores oportunidades de acceder a esta oferta.

Otra ventaja que presenta la provincia es la accesibilidad vial a nivel municipal, todo debido a la presencia de la capital departamental. Sin embargo, existen falencias en este tema que pueden estar afectando la producción de los diferentes municipios.

La predominancia de cultivos de ciclo corto hace más vulnerable la base ambiental de esta provincia ya que, aunque el acceso a tecnología puede ser mayor, las prácticas de la mayoría de los pequeños productores aún no han entrado en la línea de sostenibilidad como se ha observado en los talleres comunitarios que se realizaron y en las salidas correspondientes.

Tabla IX-59. Distribución del suelo agrícola por tipo de cultivos. Provincia Centro. 2003

MUNICIPIO	Área en cultivos transitorios I-03 (Has)	Área en cultivos transitorios II-03 (Has)	Área en cultivos permanentes 2003 (Has)	Área en cultivos anuales 2003 (Has)
Samacá	3.320	1.760	0	80
Siachoque	1.745	1.595	0	200
Soracá	1.478	1.115	0	210
Tunja	1.593	1.503	0	80
Ventaquemada	3.205	2.245	66	177
Cucaita	640	290	0	0
Total general	11.981	8.508	66	747

Fuente: URPA, 2003.

Producción Agrícola

En la provincia de Centro, el comportamiento del área sembrada para los diferentes tipos de cultivos presentes fue equilibrado durante el periodo de análisis. Una leve baja en los cultivos transitorios fue compensada por una leve alza en los cultivos transitorios, lo mismo sucedió con el área cosechada. Por otro lado, la producción de los diferentes cultivos en general aumentó con

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

pequeñas disminuciones al interior del periodo. El principal cultivo en términos de producción para el año 2003 fue la papa. Los rendimientos se mantuvieron estables siendo el cultivo de la zanahoria el que exhibe mayores rendimientos para el año 2003, con 22 Ton/Ha. Los cultivos permanentes en la provincia son: ciruela, durazno y claveles.

Tabla IX-60. Comportamiento del área sembrada de cultivos transitorios. Provincia de Centro. 2001-2003

CULTIVO	Área sembrada 2000-B Has	Área sembrada Has 2001-A	Área sembrada Has 2001-B	Área sembrada Has 2002-B	Área sembrada Has 2003-A	Área sembrada Has 2003-B	Crecimiento del área sembrada 01A-03A	Crecimiento área sembrada 00B-01B	Crecimiento del área sembrada 02B-03B
Arveja	1.495	820	1.500	1.523	1.728	1.238	110,73	0,33	-18,71
Cebada	105	200	60	55	60	55	-70,00	-42,86	0,00
Cebolla bulbo	810	655	600	1.018	355	240	-45,80	-25,93	-76,42
Papa	6.550	7.530	7.030	4.479	7.420	5.260	-1,46	7,33	17,44
Remolacha	70	130	80	100	100	100	-23,08	14,29	0,00
Trigo	315	620	250	300	360	220	-41,94	-20,63	-26,67
Zanahoria	220	295	210	300	480	280	62,71	-4,55	-6,67
Total general	9.565	10.250	9.730	7.775	10.503	7.393	2,47	1,73	-4,91

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Desde la perspectiva de tendencia del área sembrada, la papa y la arveja mostraron comportamientos ascendentes debido a su relación en la rotación, mientras que cultivos como el trigo, la cebolla y la cebada mostraron bajas con relación a este aspecto entre el II-2000 y el II-2003. La ampliación del área sembrada del cultivo de la papa en la zona puede ser un llamado de alerta sobre las áreas de mayor altura de la provincia como el páramo de Rabanal. El comportamiento del volumen de producción de la papa presenta tendencia a la baja pasando en el II-2001 de 114.275 Ton a 79.685 Ton en II-2003. Aunque esta última cifra es resultado de una recuperación entre 2002 y 2003 del 8% aproximadamente. La remolacha muestra el mismo comportamiento.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-61. Comportamiento de la producción de los cultivos transitorios. Provincia de Centro. 2001-2003

Cultivo	Producción 2000-B Ton	Producción 2001-A Ton	Producción 2001-B Ton	Producción 2002-B Ton	Producción 2003-A Ton	Producción 2003-B Ton	Crecimiento de la producción 01A-03A	Crecimiento de la producción 00B-01B	Crecimiento de la producción 02B-03B
Arveja	8.783	4.338	8.804	6.816	7.304	2.212	68,38	0,24	-67,54
Cebada	175	225	105	96	106	98	-52,89	-40,00	2,08
Cebolla bulbo	23.093	16.129	14.877	20.749	8.481	5.553	-47,42	-35,58	-73,24
Papa	102.750	129.350	114.275	75.558	115.910	79.685	-10,39	11,22	5,46
Remolacha	1.400	2.400	1.600	2.000	2.000	2.000	-16,67	14,29	0,00
Trigo	744	1.066	419	830	1.118	696	4,88	-43,66	-16,14
Zanahoria	4.950	5.777	4.260	7.800	12.960	6.200	124,34	-13,94	-20,51
Total general	141.895	159.285	144.340	113.849	147.879	96.444	-7,16	1,72	-15,29

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

En términos de rendimientos, la arveja perdió eficiencia, mientras que la papa aumentó en términos globales aunque tuvo una disminución en el último periodo. La remolacha se mantuvo alrededor de las 20 Ton/Ha.

Tabla IX-62. Comportamiento de los rendimientos de los cultivos transitorios. Provincia de Centro. 2001-2003

Cultivo	Rendimientos Kg/Ha 2000-B	Rendimientos Kg/Ha 2001-A	Rendimiento Kg/Ha 2001-B	Rendimientos Kg/Ha 2002-B	Rendimientos Kg/Ha 2003-A	Rendimientos Kg/Ha 2003-B	Crecimiento de los rendimientos 01A-03A	Crecimiento de los rendimientos 00B-01B	Crecimiento de los rendimientos 02B-03B
Arveja	3.810	3.713	3.880	3.278	3.219	2.620	-13,29	1,84	-20,07
Cebada	1.750	1.750	1.750	1.850	1.850	1.850	5,71	0,00	0,00
Cebolla bulbo	17.300	22.550	21.673	17.200	18.600	20.125	-17,52	25,28	17,01
Papa	15.964	17.000	17.750	16.000	16.400	15.400	-3,53	11,19	-3,75
Remolacha	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	0,00	0,00	0,00
Trigo	2.367	2.367	2.233	3.067	3.000	3.000	26,76	-5,63	-2,17
Zanahoria	23.692	21.713	23.000	26.000	26.000	22.250	19,74	-2,92	-14,42
Total general	11.811	13.359	13.129	11.621	11.991	11.264	-10,24	11,15	-3,08

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Los únicos cultivos anuales presentes en la provincia son el maíz y el haba. El primero aumentó el área sembrada entre el 2001 y el 2003 mientras que el haba la disminuyó. La producción inició con una fuerte caída entre el 2001 y 2002, recuperándose de manera satisfactoria en el siguiente periodo. Los rendimientos para el haba se mantuvieron mientras que los del maíz tuvieron el mismo comportamiento de la producción.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-63. Comportamiento del área sembrada y cosechada de los cultivos anuales. Provincia de Centro. 2001-2003

Cultivo	Área sembrada Has 2001	Área sembrada Has 2002	Área sembrada Has 2003	Crecimiento del área sembrada 01-02	Crecimiento del área sembrada 02-03	Área cosechada Has 2001	Área cosechada Has 2002	Área cosechada Has 2003	Crecimiento del área cosechada 01-02	Crecimiento del área cosechada 02-03
Haba	53	50	50	-5,66	0,00	52	48	48	-7,69	0,00
Maiz	515	530	560	2,91	5,66	495	530	540	7,07	1,89
Total general	568	580	610	2,11	5,17	547	578	588	5,67	1,73

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Tabla IX-64. Comportamiento de la producción y los rendimientos de los cultivos anuales. Provincia de Centro. 2001-2003

Cultivo	Producción Ton 2001	Producción Ton 2002	Producción Ton 2003	Crecimiento de la producción 01-02	Crecimiento de la producción 02-03	Rendimientos Kg/Ha 2001	Rendimientos Kg/Ha 2002	Rendimientos Kg/Ha 2003	Crecimiento de los rendimientos 01-02	Crecimiento de los rendimientos 02-03
Haba	52	49	49	-6,36	0,00	1.050	1.050	1.050	0,00	0,00
Maiz	943	733	1.178	-22,35	60,82	1.693	1.530	2.090	-9,64	36,60
Total general	995	781	1.227	-21,51	57,03	1.509	1.393	1.793	-7,72	28,72

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Pastos y producción bovina

En la provincia de Oriente 14.723 hectáreas aproximadamente se encuentran en pastos para el año 2003. De estas hectáreas 160 son pastos de corte, los cuales se concentran en Soracá; 13.010 has están en pradera tradicional de las cuales la mayoría están en los municipios de Tunja y Siachoque.

Tabla IX-65. Comportamiento del área en pastos. Provincia de Centro. 2001-2003

Municipio	Área pastos de corte Has 2001	Área en pradera tradicional Has 2001	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2001	Área pastos de corte Has 2002	Área en pradera tradicional Has 2002	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2002	Área pastos de corte Has 2003	Área en pradera tradicional Has 2003	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2003	Crecimiento del área total en pastos 01-02	Crecimiento del área total en pastos 02-03
Cucaita	20	1.500	0	-	-	-	-	400	-	-100,00	-
Samaca	25	3.700	1.500	18	3.700	1.600	20	3.400	1.400	1,78	-9,36
Siachoque	250	3.500	0	80	3.500	150	40	3.500	60	-0,53	-3,49
Soraca	50	1.050	0	70	550	20	100	550	40	-41,82	7,81
Tunja	0	4.950	0	-	4.980	-	-	5.160	63	0,61	4,88
Ventaquemada	500	7.500	1.000	-	9.000	-	-	-	-	0,00	-100,00
Total general	845	22.200	2.500	168	21.730	1.770	160	13.010	1.563	-7,35	-37,75

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

El área en pradera mejorada son 1.563 has de las cuales 1.400 están en Samacá, según datos de 2003. Respecto al cambio en el área total de pastos, ésta viene disminuyendo de manera importante en el periodo 2001-2003 pasando de aproximadamente 26.000 hectáreas a las 14.000 mencionadas al principio.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

El hato ganadero de la provincia se cuenta para el 2003 en 37.730 cabezas las cuales están principalmente en Ventaquemada, Tunja y Samacá. En el total del periodo el hato disminuyó, aunque entre 2002 y 2003 se dio una leve recuperación. Al igual que las demás provincias, la mayoría del ganado de esta provincia está dedicado, en orden jerárquico, a doble propósito, ceba integral y lechería especializada. La raza principal es la normando con cruces. En la provincia hay 9.269 vacas en ordeño que producen 53.031 litros de leche al día.

Tabla IX-66. Comportamiento del hato bovino. Provincia de Centro. 2001-2003

Municipio	Bovinos total 2001	Bovinos total 2002	Bovinos total 2003	Crecimiento del total de bovinos 01-02	Crecimiento del total de bovinos 02-03
Cucaita	1.100	1.100	1.860	0,00	69,09
Samaca	7.400	6.700	7.400	-9,46	10,45
Siachoque	4.550	4.050	4.100	-10,99	1,23
Soraca	4.888	3.950	4.290	-19,19	8,61
Tunja	6.556	6.900	7.045	5,25	2,10
Ventaquemada	15.008	14.500	13.035	-3,38	-10,10
Total general	39.502	37.200	37.730	-38	81

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Otras especies

Esta provincia es la que mayor número de porcinos registra para 203. En actividad avícola tiene una participación moderada. La actividad acuícola ha venido disminuyendo desde 2001.

Tabla IX-67. Comportamiento del número de animales de otras especies. Provincia de Centro. 2001-2003

Municipio	Porcinos 2001	Ponedoras 2001	Engorde 2001	Porcinos 2002	Ponedoras 2002	Engorde 2002	Porcinos 2003	Ponedoras 2003	Engorde 2003
Cucaita	490	1.000	1.500	0					490
Samaca	5.700	4.500	9.500	5.100	4.400	9.600	4.000	9.200	5.100
Siachoque	4.758	2.000	700	1.150	650	400	6.000	4.000	1.100
Soraca	790	11.100	2.500	520	12.000	4.000	15.000	6.000	600
Tunja	1.068	3.090	1.590	1.205	3.340	1.720	3.354	1.743	1.270
Ventaquemada	1.300	16.000	12.000	1.330	18.000	13.000	19.000	15.000	1.560
Total general	14.106	37.690	27.790	9.305	38.390	28.720	47.354	35.943	10.120

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

El principal cultivo de la provincia es la papa en términos de área sembrada, cosechada y producción. En términos de rendimiento el cultivo de papa de la provincia Centro presentó los más alto de las provincias de Boyacá. La arveja, al estar amarrada al cultivo de la papa también presentó una dinámica importante. De igual forma la zanahoria se destaca en términos de rendimiento. El maíz es el cultivo anual más importante en términos de comportamiento. La

provincia se destacó en la producción porcina frente a las provincias de Boyacá que pertenecen a la cuenca. La actividad acuícola se vió disminuida en el periodo de análisis.

Servicios Públicos y Manejo de Residuos

Acueducto

Para los municipios de la provincia Centro, Samacá, Soracá, Siachoque y Tunja hay en total 25.503 usuarios para el año 2.000, teniendo en cuenta que Tunja es capital de Departamento.

Residuos sólidos

Los municipios de Soracá y Siachoque disponen sus residuos sólidos en el relleno sanitario de Tunja el cual cuenta con licencia ambiental, plan de manejo y hace tratamiento diferenciado para residuos hospitalarios, sin embargo tiene fallas ambientales. Para Tunja, la producción de residuos sólidos semanales asciende a 500 toneladas. Según datos sobre residuos sólidos para Boyacá, facilitados por Corpochivor¹⁶ señala que la mayoría es materia orgánica (46%), papel (20%) y otros (hueso, maderas, etc.). Samacá y Cucaita no cuentan con un sistema de manejo de residuos sólidos, ya que disponene en botaderos. Para Samacá hay datos sobre composición de residuos sólidos: materia orgánica (52%), papel (16%) y plástico (12%). La producción semanal de residuos sólidos para este municipio es de 5 toneladas.

¹⁶ Corpochivor. Caracterización de los sistemas de manejo de residuos sólidos de la Provincia de Márquez. 2000

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla IX-68. Disposición de residuos sólidos de la Provincia Centro

Municipios encuestados	Prest serv Mun.	Frecuencia de recolección semanal	Cobertura	Distancia al lugar de disposición final (Km)	Producción de residuos sólidos Ton /sem	Producción de residuos sólidos Ton/Día	Producción de residuos sólidos Kg/Hab/Día	Tipo de residuos	Tipo de desiposición
Almeida									Relleno Sanitario
Boyacá	Prest serv Mun.	4	75-100	0-10	1	0,14	0,023	Domésticos	Relleno Sanitario
Chinavita									Botadero
Chivor	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	2	0,29	0,074	Domésticos	Relleno Sanitario
Ciénaga	Prest serv Mun.	1	75-100	10,1-20	4	0,57	1,058	D.C.H	Botadero
Cucaita									
Garagoa	Prest serv Mun.	5	75-100	0-10	7	1	0,059	D.C.H	SIMRS
Guateque	Prest serv Mun.	5	75-100	0-10	43	6,14	0,843		Botadero
Guayatá	Prest serv Mun.	3	75-100	0-10	2,75	0,39	0,166	D.C.H	Botadero
Jenesano	Prest serv Mun.	2	75-100	-	8	1,14	0,994	D.C.H	Relleno Sanitario
La Capilla									Botadero
Macanal	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	3	0,43	0,087	D.C.	Botadero
Nuevo Colón	Prest serv Mun.	2	75-100	>30	4,5	0,64	0,109	D.C.H	Relleno Sanitario
Pachavita									Relleno Sanitario
Ramiquirí	Prest serv Mun.	3	75-100	0-10	12	1,71	0,118	D.H.	Botadero
Samaca	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	5,2	0,74	0,054	D.C.H.I.	Botadero
Santa María	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	5,6	0,8	0,116	D.C.H	SIMRS
Siachoque	Emp. Serv.			>30					Relleno Sanitario Tunja
Somondoco									Botadero
Soracá	Emp. Serv.			>30					Relleno Sanitario Tunja
Sutatenza	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	2	0,29	0,06	Domésticos	Botadero
Tenza	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	10	1,43	1,19	Domésticos	Botadero Guateque
Tibaná	Prest serv Mun.	3	75-100	>30	10	1,43	0,128	D.C.H.I.	Botadero
Tunja	Emp. Serv.	5	50-75	0-10	500	71,429	0,42	D.C.	Relleno Sanitario
Turmequé	Prest serv Mun.	2	75-100	0-10	9,5	1,36	#¡DIV/0!	D.C.H.I.	Botadero
Úmbita	Prest serv Mun.	1	75-100	0-10	2,836	0,71	0,481	D.C.H.I.	Relleno Sanitario
Ventaquemada	Emp. Serv.	1	25-50	>30					Relleno Sanitario Tunja

Fuente: Corpochivor, 2000; Cámaras de Comercio de Tunja, Sogamoso y Duitama, 2003. Elaboró: IDEA-UN. SIMRS: Sistema Integral de Manejo de Residuos Sólidos

Provincia Almeidas

Los municipios que tienen área en la cuenca del río Garagoa y que pertenecen la CAR y a la provincia de Almeidas son cinco: Chocontá, Machetá, Manta, Tibirita y Villapinzón. En total estos municipios suman 92.100 hectáreas pero a la cuenca sólo pertenecen 50.544 hectáreas¹⁷. El 45% del área total se encuentra transformada ya que es ocupada por cultivos y pastos. Estos últimos ocupan el 41% del área total de la provincia. Los municipios más transformados son Machetá y Manta. El menos transformado es Chocontá.

Tabla IX-69. Distribución del suelo según usos agropecuarios. Provincia de Almeidas. 2003

Municipio	Área total IGAC (Has)	Área agropecuaria 2003 (Has)	Área agrícola 2003 (Has)	Área total en pastos 2003 (Has)
Choconta	30.200	7.202	1.102	6.100
Machetá	22.400	14.206	606	13.600
Manta	10.300	6.136	236	5.900
Tibirita	5.700	3.233	272	2.961
Villapinzón	23.500	10.694	2.794	9.250
Total general	92.100	41.471	5.010	37.811

Fuente: URPA, 2001.

El 80% del área agrícola de la provincia está en cultivos transitorios, el 15% en cultivos anuales y el 5% en cultivos permanentes, los cuales se concentran en Chocontá. En el sector pecuario se encuentra que la actividad avícola para engorde es importante. También existe un hato ganadero importante.

La cercanía a la vía central que comunica Bogotá con el norte y oriente del país le ofrece a la provincia una ventaja comparativa en términos de costos de transporte, acceso a centros de comercialización e información importantes y le permite ser punto de paso de flujos importantes.

Tabla IX-70. Distribución del área agrícola. Provincia de Almeidas. 2003

MUNICIPIO	Área en cultivos transitorios I-03 (Has)	Área en cultivos transitorios II-03 (Has)	Área en cultivos permanentes 2003 (Has)	Área en cultivos anuales 2003 (Has)
Choconta	977	907	195	
Machetá	210	545	23	38
Manta	199	148	5	83
Tibirita	226	197		75
Villapinzón	3.525	2.210	8	576
Total general	5.137	4.007	231	772

¹⁷ Dado que la información disponible está para municipios, aquí se trabaja la totalidad de ellos y no el área correspondiente a la cuenca.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Municipios como Machetá presentan una dinámica asociativa alrededor de temas agropecuarios, importante lo que también la fortalece dentro de la cuenca y fuera de ella.

Producción agrícola

El área sembrada en la provincia inició el periodo de estudio con una tendencia a la baja, la cual se mantuvo hasta el año 2003. Por otro lado, la producción en general tuvo un incremento que se manifiesta de distinta forma entre los diferentes cultivos. Los rendimientos en general se mantuvieron estables.

Cultivos permanentes

Los únicos cultivos permanentes presentes en la provincia son los caducifolios y la fresa, la cual se cultiva principalmente en Chocontá. El área sembrada de estos cultivos en el periodo 2001-2003, ha venido disminuyendo pasando de 266 hectáreas en 2001 a 231 en 2003, lo que significa una disminución del 6% aproximadamente. El área cosechada se recuperó entre el 2001 y 2002, al disminuirse la razón área cosechada y área sembrada. La fresa es el cultivo que mayor extensión ocupa.

Tabla IX-71. Comportamiento del área sembrada y cosechada de los cultivos permanentes. Provincia de Almeidas. 2001-2003

Cultivo	Área sembrada Has 2001	Área sembrada Has 2002	Área sembrada Has 2003	Crecimiento del área sembrada 01-02	Crecimiento del área sembrada 02-03	Área cosechada Has 2001	Área cosechada Has 2002	Área cosechada Has 2003	Crecimiento del área cosechada 01-02	Crecimiento del área cosechada 02-03
Caducifolios	33	28	28	-15,15	0,00	29	26	28	-10,34	7,69
Fresa	233	228	203	-2,15	-10,96	212	228	203	7,55	-10,96
Total general	266	256	231	-3,76	-9,77	241	254	231	5,39	-9,06

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003.

En términos de producción la fresa también se encuentra en primer lugar con 6.050 toneladas en el año 2003. Sin embargo, esta cifra es inferior a la reportada para 2002. Los caducifolios reportaron 209 toneladas en 2003 mostrando también una disminución con respecto al año anterior. Los rendimientos de cada uno de la fresa se han mantenido estables en 27,5 Ton/Ha, mientras que los de los caducifolios se recuperaron entre 2002 y 2003.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-72. Comportamiento de la producción y los rendimientos de los cultivos permanentes. Provincia de Almeidas. 2001-2003

Cultivo	Producción Ton 2001	Producción Ton 2002	Producción Ton 2003	Crecimiento de la producción 01-02	Crecimiento de la producción 02-03	Rendimientos Kg/Ha 2001	Rendimientos Kg/Ha 2002	Rendimientos Kg/Ha 2003	Crecimiento de los rendimientos 01-02	Crecimiento de los rendimientos 02-03
Caducifolios	209	199	209	-4,78	5,03	5.667	7.333	6.000	29,41	-18,18
Fresa	6.300	6.800	6.050	7,94	-11,03	27.500	27.500	27.500	0,00	0,00
Total general	6.509	6.999	6.259	7,53	-10,57	16.583	17.417	16.750	5,03	-3,83

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003.

Cultivos transitorios y anuales

Al igual que en la provincia de Centro, aquí el principal cultivo es la papa, desde el punto de vista del área sembrada, contando con 3.628 hectáreas para el II-2003 y con 4.673 para el semestre inmediatamente anterior. Sin embargo, el comportamiento es a la baja al igual que el área cosechada. El tomate y la arveja son los otros dos cultivos importantes desde esta perspectiva. El primero ha venido disminuyendo de forma sistemática mientras que la arveja se ha recuperado.

Tabla IX-73. Comportamiento del área sembrada de los cultivos transitorios. Provincia de Almeidas. 2001-2003

CULTIVO	Área sembrada 2000-B Has	Área sembrada Has 2001-A	Área sembrada Has 2001-B	Área sembrada Has 2002-A	Área sembrada Has 2002-B	Área sembrada Has 2003-A	Área sembrada Has 2003-B	Crecimiento del área sembrada 00B-01B	Crecimiento área sembrada 01A-02A	Crecimiento del área sembrada 02B-03B	Crecimiento del área sembrada 02A-03A
Arveja	138	42	131	96	125	83	152	-5,07	128,57	21,60	-13,54
Cebolla bulbo	35				40		35	-100,00	#DIV/0!	-12,50	
Frijol	10	8	12	5	12	12	14	20,00	-37,50	16,67	140,00
Frijol	5	5	5		7	6	10	0,00	-100,00	42,86	
Haba	50	20	47	42	10	50	15	-6,00	110,00	50,00	19,05
Maiz mazorca	110	151	80	150		170	0	-27,27	-0,66	#DIV/0!	13,33
Papa	3.761	4.076	3.756	3.586	3.719	4.673	3.628	-0,13	-12,02	-2,45	30,31
Pimenton	6	6	6	6	6	8	8	0,00	0,00	33,33	33,33
Tomate	232	230	225	160	150	135	145	-3,02	-30,43	-3,33	-15,63
Total general	4.347	4.538	4.262	4.045	4.069	5.137	4.007	-1,96	-10,86	-1,52	27,00

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003.

En términos de producción y rendimientos, la papa ocupó el primer lugar, seguida del tomate y la cebolla bulbo. En el II-2003 se produjeron 69.355 toneladas de papa, que significa una disminución frente al semestre inmediatamente anterior. El tomate presentó un incremento de 120 toneladas. Los mejores rendimientos los presentó la cebolla bulbo con 22,5 toneladas por hectárea, le sigue la

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

papa con 19 y el tomate con 12. En este sentido esta es la provincia más productiva en el cultivo de la papa al interior de la cuenca, superando a la provincia de Centro.

Tabla IX-74. Comportamiento de la producción de los cultivos transitorios. Provincia de Almedias. 2001-2003

Cultivo	Producción 2000-B Ton	Producción 2001-A Ton	Producción 2001-B Ton	Producción 2002-A Ton	Producción 2002-B Ton	Producción 2003-A Ton	Producción 2003-B Ton	Crecimiento de la producción 00B-01B	Crecimiento de la producción 01A-02A	Crecimiento de la producción 02B-03B	Crecimiento de la producción 02A-03A
Arveja	554	161	525	464	459	379	631	-5,32	188,20	37,47	-18,43
Cebolla bulbo	630				900		788	-100,00	-	-12,50	-
Frijol	20	16	24	15	36	24	28	20,00	-6,25	-22,22	60,00
Frijol	5	5	5		21	18	30	0,00	-100,00	42,86	-
Haba	340	120	296	316	60	350	90	-12,94	163,33	50,00	10,76
Maiz mazorca	422	586	320	560		630	0	-24,17	-4,44	-	12,50
Papa	68.390	67.732	67.994	63.221	22.486	85.842	69.355	-0,58	-6,66	208,44	35,78
Pimenton	60	60	60	60	60	80	80	0,00	0,00	33,33	33,33
Tomate	2.696	2.550	2.605	1.830	1.765	1.655	1.775	-3,38	-28,24	0,57	-9,56
Total general	73.117	71.230	71.829	66.466	25.787	88.978	72.777	-1,76	-6,69	182,22	33,87

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003.

Tabla IX-75. Comportamiento de los rendimientos de los cultivos transitorios. Provincia de Almeidas. 2001-2003

Cultivo	Rendimiento Kg/Ha 2000-B	Rendimiento Kg/Ha 2001-A	Rendimiento Kg/Ha 2001-B	Rendimiento Kg/Ha 2002-A	Rendimiento Kg/Ha 2002-B	Rendimiento Kg/Ha 2003-A	Rendimiento Kg/Ha 2003-B	Crecimiento de los rendimientos 00B-01B	Crecimiento de los rendimientos 01A-02A	Crecimiento de los rendimientos 02B-03B	Crecimiento de los rendimientos 02A-03A
Arveja	3.700	4.000	3.700	4.500	3.688	4.063	3.850	0,00	12,50	4,41	-9,72
Cebolla bulbo	18.000				22.500		22.500	-100,00		0,00	
Frijol	2.000	2.000	2.000	3.000	3.000	2.000	2.000	0,00	50,00	-33,33	-33,33
Frijol	1.000	1.000	1.000		3.000	3.000	3.000	0,00	-100,00	0,00	
Haba	7.000	6.000	7.000	7.000	6.000	7.000	6.000	0,00	16,67	0,00	0,00
Maiz mazorca	3.800	3.800	4.000	3.667		3.667	0	5,26	-3,51		0,00
Papa	15.020	14.840	14.920	16.725	14.560	18.470	19.600	-0,67	12,70	34,62	10,43
Pimenton	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Tomate	12.500	12.500	12.500	12.500	12.750	12.500	12.500	0,00	0,00	-1,96	0,00
Total general	8.113	6.768	6.890	8.199	9.437	7.587	8.828	-15,08	21,15	-6,46	-7,46

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003.

Los cultivos anuales presentes en la provincia son la arracacha, el maíz, el sagú y la yuca. El maíz y la arracacha son los que mayor área sembrada ocuparon para el 2003 al igual que en volumen de producción aunque entre 2002 y 2003 hubo un crecimiento muy importante. Los rendimientos más importantes son los de la arracacha y la yuca.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-76. Comportamiento del área sembrada y cosechada de los cultivos anuales. Provincia de Almeidas. 2001-2003

CULTIVO	Área sembrada Has 2001	Área sembrada Has 2002	Área sembrada Has 2003	Crecimiento del área sembrada 01-02	Crecimiento del área sembrada 02-03	Área cosechada Has 2002	Área cosechada Has 2003	Crecimiento del área cosechada 01-02	Crecimiento del área cosechada 02-03
Arracacha	85	102	101	20,00	-0,98	85	100	101	17,65
Maíz	115	30	535	-73,91	1683,33	105	30	515	-71,43
Sagu	60	3	15	-95,00	400,00	60	3	15	-95,00
Yuca	50	60	45	20,00	-25,00	45	40	45	-11,11
Total general	310	195	696	-37,10	256,92	295	173	676	-41,36

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Tabla IX-77. Comportamiento de la producción y los rendimientos de los cultivos anuales. 2001-2003

Cultivo	Producción Ton 2001	Producción Ton 2002	Producción Ton 2003	Crecimiento de la producción 01-02	Crecimiento de la producción 02-03	Rendimientos Kg/Ha 2001	Rendimientos Kg/Ha 2002	Rendimientos Kg/Ha 2003	Crecimiento de los rendimientos 01-02	Crecimiento de los rendimientos 02-03
Arracacha	685	798	766	16,47	-3,99	7.500	8.033	7.333	7,11	-8,71
Maíz	138	45	664	-67,27	1374,44	1.375	1.500	1.233	9,09	-17,78
Sagu	120	6	30	-95,00	400,00	2.000	2.000	2.000	0,00	0,00
Yuca	158	140	158	-11,11	12,50	3.500	3.500	3.500	0,00	0,00
Total general	1.100	989	1.617	-10,11	63,53	3.594	3.758	3.517	4,58	-6,43

Fuente: URPA, 2001, 2002, 2003

Pastos y producción bovina

La información para Cundinamarca sobre ganado está disponible para 2003 únicamente, por lo que no es posible hacer el análisis de comportamiento. El hato ganadero de la región son 41.015 cabezas las cuales se encuentran en su mayoría en Chocontá y Villapinzón. Tibirita es el municipio con menor número de bovinos. Aproximadamente hay 37.000 hectáreas en pastos de los cuales 2.428 son pastos de corte, 28.450 pradera tradicional y 5.583 pradera mejorada. Aunque Machetá no cuenta con el hato ganadero más grande si tiene la mayor extensión en pastos tradicionales. Chocontá cuenta con la mayoría de pastos de corte, lo que sugiere una actividad tecnificada ganadera. El hato lechero está compuesto por 8.800 vacas aproximadamente, las cuales producen al día 58.415 litros.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla IX-78. Principales indicadores agropecuarios: bovinos. Provincia de Almeidas. 2003

Municipio	Bovinos Total 2003	Área pastos de corte Has 2003	Área en pradera tradicional Has 2003	Área en pradera mejorada tecnificada Has 2003	Capacidad de carga (Bovinos/Ha)
Choconta	14.300	430	2.900	2.770	2,34
Macheta	6.540	100	12.000	1.500	0,48
Manta	6.390	300	5.500	100	1,08
Tibirita	2.865	98	2.850	13	0,97
Villapinzon	10.920	1.500	5.200	1.200	1,38
Total general	41.015	2.428	28.450	5.583	1,12

Fuente: URPA, 2003

Los principales cultivos de la provincia son la papa, la arveja, el tomate, la cebolla bulbo, la arracacha y la fresa en términos de área sembrada, producción y rendimientos. Estas variables presentaron un comportamiento descendente en el periodo de análisis. Hay un actividad ganadera bovina importante aunque también se destaca la producción de aves de engorde.

Servicios públicos y manejo de residuos

Tabla IX-79. Características de los servicios de saneamiento y públicos en la provincia de Almeida

Municipio	Saneamiento	Servicios públicos
Villapinzón	Urbano: Alcantarillado mixto, cobertura 89.4%. Residuos sólidos recolección 100% . Deposito en Relleno Sanitario Vda Casa Blanca. Rural: Alcantarillado cobertura 4.9%. Recolección 0.8%, vdas. San Pedro y Casa Blanca.	Urbano: Acueducto cobertura 98.4%. Energía 97.9%. Rural: Cobertura Acueducto 47.8%, 14 acueductos veredales. Energía 76.4%.
Chocontá	Urbano: Matadero no PTAR, área urbana. Gobernación lidera proyecto "Diagnóstico, diseño y selección del predio para la implemenatción de sistema de tratamiento residuos sólidos - Provincia Almeidas". Recolección Residuos solidos 84.4%. Disposición final Vda Veracruz Relleno Sanitario. Programa educativo de reciclaje. Alcantarillado combinado, PTAR excepto 2 urbanizaciones descargan río Tejar y Bogotá. Rural: 62.7% quema o entierra y 35.8% disponen a cielo abierto.	Rural: 15 acueductos veredales, energía 89%. Urbano: Planta de potabilización, acueducto 93.94% cobertura, se abastece de 3 nacimientos El Choque, Carnecerías y Qda. Cuchilla Blanca a 3200 msnm. energía 100%, total cobertura servicios públicos 89.5%.
Manta	Alcantarillado: cobertura urbana 70%, combinado, pozos septicos 5%. Vierte a Qda. Fuchatoque. PTAR. Residuos sólidos: recolección 96%, disposición relleno Guateque. Problemas sanitarios por matadero (no manejo ambiental) y mal manejo de sistema potabilización.	Urbano: Acueducto Qdas, El Palmar o Farallones, Manta Grande y La Colorada. 442 usuarios. Sistema de pretratamiento pero no potabilización. Rural: 21 acueductos veredales 814 con usuarios y 1 acueducto interveredal con 180 usuarios.
Machetá	Urbano: PTAR en construcción, alcantarillado 3 descargas, receptor Qda el Pueblo, cobertura 70 - 85%. Residuos sólidos, recolección dos veces/ semana, cobertura 70%, disposición relleno sanitario Guateque. Rural: no alcantarillado ni manejo residuos sólidos, 14 acueductos rurales.	Urbano: Acueducto 415 usuarios, cobertura 98% sin concesión CAR, planta potabilización no cumple parametros calidad. Rural: acueducto cobertura 60%

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Municipio	Saneamiento	Servicios públicos
Tibirita	Urbano: Alcantarillado mixto. Qda el Pueblo, NO PTAR. Matadero área urbana y no PTAR. Residuos sólidos recolección 90% y depositados en Guateque. Rural: 40% pozo séptico.	Urbano: Acueducto Qda Tocola además surte vdas. Llanos, cañadas, Barbosa. Planta de potabilización no funciona. Rural: dos acueductos (1. Qda Tocola abastece vdas Laguna, Socoatá y Gusvita abajo. Tratamiento. 2. Vda Gusvita Arriba Qda La Colorada abastece vdas Resguardo, Fuguntá y Medio Quebradas, Resquira, Páramo y San Antonio). Vda Soatamo no acueducto por alta densidad de caños y uso de aguas subterráneas. Cobertura total energía eléctrica 85 - 90%.

Fuente: EOT, 1999-2001

Agroindustrias

En la jurisdicción de Corpochivor el sector agroindustrial es incipiente y está representado por las empresas dedicadas al procesamiento de derivados lácteos, estas empresas son importantes en la economía campesina de su área de influencia. Son empresas que poseen una infraestructura básica adecuada a un mediano desarrollo tecnológico, utilizan procesos tradicionales para el procesamiento de los lácteos. Entre 18 empresas procesan alrededor de 5.700 litros de leche al día. Sus principales productos son el queso campesino y el doble crema.

Desde el punto de vista ambiental estas empresas generan contaminación del recurso hídrico por vertimientos de detergentes y suero no utilizado, lo que produce además malos olores. Ninguna de las empresas posee sistemas de tratamiento de aguas residuales.

En la Provincia de Márquez, la producción de arepas es la industria más representativa. Sin embargo dado el bajo nivel tecnológico e ineficiencia en el uso de los recursos (madera para fogón), su impacto sobre los ecosistemas es alto. Según información proporcionada por la comunidad, el principal destino de estos productos es ciudades como Tunja y Bogotá. La transacción se realiza a través de intermediarios que compran las arepas a los productores y las llevan a estos centros poblados.

En el sector pecuario las empresas avícolas y porcícolas son las de mayor representatividad.

Producción Avícola

Este sector está conformado por productores grandes tecnificados y pequeños que desarrollan esta actividad por tradición familiar. Predomina la producción de pollos de engorde, a menor escala se producen aves de postura y en incubadora. Esta actividad se ha desarrollado de manera importante en la provincia de Oriente donde ha desplazado mano de obra de la agricultura.

Tabla IX-80. Producción avícola en la jurisdicción de CORPOCHIVOR

Municipio	Vereda	No de aves	Tipo de producción
Pachavita	Hato grande	80.000	Huevos reproductoras
Tenza	Coragrande	40.000	Reproductoras
Tenza	Aposentos	68.000	Reproductoras
Tenza	Aposentos	68.000	Reproductoras abuelas
Guateque	Chorro de oro	100.000	Huevos
Guateque	Chorro de oro	5000	Huevo
Guateque	Llano Gande	30.000	Huevo
Guateque	Cantoras	40.000	Engorde
Sutatenza	Gaque	30.000	Huevo
Sutatenza	Gaque	40.000	Engorde
Sutatenza	Piedra larga	30.000	Huevo

Fuente: documento de trabajo Corpochivor

Desde el punto de vista ambiental la producción avícola genera varios problemas: el primero tiene que ver con la carga contaminante que se produce por la emisión directa de desechos sobre los cuerpos de agua, lo que ha contribuido a aumentar de manera importante los parámetros de DBO, DQO, SST y coliformes fecales en los cuerpos de agua donde se ubican las granjas. Otro problema importante es el manejo de la gallinaza, ésta es vendida a los cultivadores de tomate bajo cubierta, para la fertilización agrícola, estos la utilizan sin ningún tipo de control, ni tratamiento, lo que ha afectado las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Otro problema importante es el manejo de la mortalidad, pocas avícolas utilizan sistemas de enterramiento de huevos no eclosionados, cáscaras y cadáveres. Generalmente, las aves muertas se utilizan para alimentar cerdos y por malos manejos se generan en las porquerizas problemas de contaminación por desechos orgánicos, malos olores e incremento de insectos y roedores.

El manejo sanitario que se da en las avícolas está dirigido a controlar epidemias y enfermedades, más que a controlar en manejo de residuos. Sólo una de las fincas, la finca el Descanso está implementando un proyecto piloto de inoculación de microorganismos de la pollinaza, con el fin de compostar este material orgánico. En general, los problemas ambientales del sector se pueden reparar implementado sistemas de manejo de residuos que no implican grandes inversiones.

Producción Porcícola

La producción porcícola constituye un reglón importante de la economía en la región. En la jurisdicción de CORPOCHIVOR aparecen registradas aquellas porcícolas que producen mas de 20 animales. En el año 2002 se contabilizaron alrededor de 77 porcícolas, los municipios de Chinavita, Tibaná y Ventaquemada alojan gran parte de estas granjas. La mayoría de ellas posee entre 20 y 100 animales, 5 granjas producen entre 100 y 300 animales y sólo 2 granjas producen más de 300 animales. La mayoría de granjas corresponden a organizaciones familiares no tecnificadas, sólo 6

de ellas se clasifican en la categoría de empresarial tecnificada. Las fincas ocupan áreas que oscilan entre 8.200 m² y 200 m². El mayor número de porcícolas están ubicadas en las provincias de Márquez y Neira, aunque en el municipio de Tenza, de la provincia de Oriente, se ubica una de las de mayor extensión. Cada empresa emplea en promedio entre 1 y 5 operarios. La mayoría se dedican a las actividades de cría y levante y no utilizan cerca perimetral, ni equipos de electricidad y ventilación en sus procesos. En general, toman el agua de nacimientos y el sistema de captación utilizado es por gravedad, el consumo de agua oscila entre 80 y 28.000 litros /día. Ninguna utiliza equipos de medición del consumo de agua.

Sólo 3 granjas poseen biodigestor y 9 realizan compostaje, la mayoría no realiza ningún manejo de excretas. La disposición final de aguas residuales generalmente lo hacen por infiltración y riego, y estas aguas son finalmente descargadas a los pastos. La evacuación de excretas se lleva a cabo entre 1 y 3 veces al día.

Los residuos sólidos que se generan con esta producción son plásticos, vidrios y envases de medicamentos, estos residuos se depositan o se queman a cielo abierto, sólo 2 porcícolas los reutilizan.

En general parece existir un bajo compromiso de los productores con la adopción de medidas para mitigar los impactos ambientales.

Minería

En la región la actividad minera se desarrolla con la explotación de arcillas, carbón, esmeraldas, fosfatos, materiales para construcción, mineral de cobre, mineral de hierro y yeso de acuerdo con ACIGEMI – Atlas Colombiano de Inversiones Mineras-.

Los municipios de la cuenca tienen un área con títulos mineros de 113 Km² para la explotación de carbón. Esta cifra disminuye cuando sólo se tiene en cuenta el límite por subcuencas ya que gran parte del área de los principales municipios con presencia carbonífera no está incluida dentro de la cuenca. Este mineral es explotado en los municipios de Samacá y Ventaquemada principalmente. También participan Turmequé, Villapinzón, Úmbita y Tunja.

Le siguen los materiales de construcción con un área de 19,89 Km² por municipios. Estas explotaciones se encuentran principalmente en Machetá, Tibirita y Manta. Esta área está incluida en su totalidad dentro de la cuenca. En Villapinzón también hay explotaciones de este tipo pero están por fuera del área de la cuenca.

Las otras explotaciones dentro de la cuenca son las esmeraldas en los municipios de Chivor y Macanal y el yeso en estos mismos municipios. Las áreas ocupadas por estas explotaciones en ambos municipios y otros como Somondoco y Guayatá son 14,32 y 9,2 Km², respectivamente.

Compañía CHIVOR S.A.

Este macroproyecto inicia actividades en 1970, el proyecto incluyó la inundación de 1.200 has ubicadas a lo largo de 22 Km. afectando los municipios de: Santa María, Macanal, Chivor, Almeida, Somondoco, Sutatenza y Garagoa. Entonces se compraron aproximadamente 804 predios que comprendían 2.500 has pertenecientes a 756 propietarios.

Las oficinas, talleres, casa de maquinas y bodegas de almacenamiento de la empresa actualmente están localizadas en la cabecera municipal del municipio de Santa María. La imagen que tienen los pobladores de este macroproyecto es ambigua, para algunos representa la oportunidad de conseguir empleo, temporal y permanente, de acceder a recursos económicos para proyectos comunitarios y para otros se constituye en orgullo pertenecer a la empresa que desarrolla la actividad económica más importante de la región. De otra parte, algunos pobladores afirman que la empresa no compensó a los habitantes de la región por los impactos causados por la construcción del embalse y por la infraestructura para la generación de energía. También afirman que la empresa no invierte en la región y que la generación de empleo a los pobladores locales es mínima.

Por causa de este proyecto en la región se han realizado tres grandes paros cívicos, en donde la población reclama principalmente por la construcción de obras de infraestructura regional y pavimentación de vías y mantenimiento de túneles.

La Ley 99 obliga a la empresa a la transferencia de recursos del sector eléctrico a los municipios. Sin embargo, la comunidad no está conforme con la forma como se utilizan estos recursos ya que dicen que se gastan en proyectos no relacionados con el Plan de Desarrollo Municipal. Tampoco, comparten que se le adjudique un porcentaje de recursos tan grande a CORPOCHIVOR ya que afirman que ésta entidad es burocrática y politizada.

Este macroproyecto ha traído conflictos relacionados con la tenencia y calidad de la tierra como son: el desalojo de propiedades, la invasión de terrenos de la empresa; inundaciones generadas por la construcción de las obras de infraestructura que han ocasionado desestabilización de taludes y deslizamientos; cambios en el caudal del río Bata ocasionando problemas de sequía e inundación aguas abajo.

Los propietarios afirman que con la construcción del embalse, la temperatura promedio de la región varió y los suelos se han vuelto ácidos, lo que ha afectado notoriamente la producción, ante lo cual los campesinos optaron por acostumbrarse a cosechar menos, los cultivos más afectados han sido los frutales y el café.

Existe la expectativa de turismo alrededor del embalse por eso pobladores y foráneos han abierto restaurantes para aprovechar el valor paisajístico del embalse. Los residentes que habitan los alrededores de la empresa son un grupo muy heterogéneo, muchos no son de la región y por tal razón no existe sentido de pertenencia. Existe una diferenciación económica amplia que va desde campesinos con un nivel de autosubsistencia hasta campesinos ricos que han logrado acumular capital y tienen inversiones dentro y fuera de la región. Esto genera intereses particulares que dificulta mucho convocar voluntades para dar solución a los problemas de la población afectada por el macroproyecto.

Evaluación de las transferencias del sector eléctrico a las Corporaciones Autónomas Regionales que tienen jurisdicción en la cuenca.

La Contraloría General de la República en convenio con ACOLGEN realizó a través de la Contraloría Delegada para el Medio Ambiente una evaluación de las transferencias del sector eléctrico a las Corporaciones Autónomas Regionales. De acuerdo con el artículo 45 de la Ley 99 las transferencias del sector eléctrico son rentas con destinación específica que transfieren las empresas de generación hidráulica o térmica, cuya potencia nominal instalada supere los 10.000 Kw. La Ley es clara al definir los destinos de estos recursos Art. 8 del Decreto. 1933 de agosto de 1994. “Los recursos que reciban las Corporaciones Autónomas Regionales por concepto de las transferencias, se destinaran a la protección del Medio Ambiente y a la defensa de la Cuenca Hidrográfica y del área de influencia del proyecto. Esta destinación de recursos se efectuará de conformidad con el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la cuenca hidrográfica y del área de influencia del proyecto....”.

Las hidroeléctricas transfieren el 6% de las ventas brutas de energía por generación propia, destinando un 3% para las Corporaciones Autónomas Regionales que tengan jurisdicción en área donde se encuentra localizada la cuenca hidrográfica y el embalse. El 3% restante se destina a los municipios, correspondiéndole un 1.5% de este valor a los municipios localizados en la cuenca hidrográfica que surte al embalse y el otro 1.5% a los municipios que se encuentran en el área del embalse.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

En sentencia C-275 de la Corte Constitucional las transferencias del sector eléctrico quedan excluidas del grupo de recursos propios de las corporaciones, quedando con ello negada la posibilidad de que dichas transferencias sean utilizadas para cubrir gastos de funcionamiento de las entidades. El cumplimiento normativo de la distribución de transferencias se define en el Art.9 Dec. 1933 de 1994, en donde se establece que solamente se podrá destinar hasta el 10% de estas transferencias para financiar gastos de funcionamiento.

El procedimiento para el calculo de las transferencias es un proceso unilateral por parte de las generadoras que es supervisado por diferentes entidades reguladoras del sector eléctrico.

En total los ingresos por transferencias que las corporaciones recibieron del sector eléctrico durante el periodo 1994-2000 es de \$269.479 millones de pesos de los cuales \$222.801 millones de pesos se generaron en hidroeléctricas, mientras que las termoeléctricas aportaron \$46.678 millones de pesos.

En la Tabla IX-81 se relacionan los montos recibidos por las corporaciones que tienen jurisdicción en la cuenca hidrográfica aportante al embalse de la Esmeralda de la Central hidroeléctrica de Chivor. Estas son las corporaciones Corpochivor, Corpoguavio, Corpoboyacá y la CAR.

Tabla IX-81. Transferencias totales del Sector Eléctrico a las Corporaciones 1994-2000

Corporación	Hidroeléctrica	Termoeléctrica	Miles de millones de pesos
Corpochivor	Chivor Guavio		15.384,00
Corpoboyacá	Chivor	Termopaipa I,II y III Termosochagotá IV	4.563,54
CAR	Chivor		29.550.13

Fuente: Informe sobre transferencias del Sector Eléctrico a las CAR's. Contraloría General de la República. Contraloría Delegada para el medio Ambiente.2002

Al relacionar los ingresos totales de las corporaciones y los montos transferidos del sector eléctrico, se encuentra que para Corpochivor las transferencias del sector eléctrico representan un 50% de sus ingresos totales, para Corpoboyacá un 17% y para la CAR el 36% de sus ingresos totales.

Con relación al uso que se hace de estas transferencias la contraloría destaca los siguientes aspectos: Los recursos transferidos no coinciden con la inversión realizada, aquí hay que resaltar el caso de Corpochivor que presentaba un acumulado sin ejecutar a diciembre del 2.000 de \$748 millones de pesos, lo mismo le sucedió en 1995 y 1997 cuando dejó sin ejecutar un presupuesto de \$691 y \$600 millones de pesos respectivamente.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Ninguna de las corporaciones que tienen jurisdicción en el embalse La Esmeralda y que reciben recursos de transferencias del sector, ha elaborado el respectivo plan de ordenamiento y manejo de las cuencas aportantes (POMCA), cuando esta es la herramienta de planificación que permite establecer problemáticas, priorizar la inversión, definir las responsabilidades y elaborar un cronograma para dar solución a las problemáticas ambientales de las cuencas aportantes.

Tabla IX-82. Evolución de la distribución de la inversión que realiza CORPOCHIVOR con transferencias del Sector Eléctrico

ITEM	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Inversión - Obras	64.60%	60.98%	59.19%	51.98%	35.35%	18.63%
Gastos de Personal	9.08%	13.10%	15.96%	36.42%	38.61%	24.47%
Gastos Operativos	4.25%	6.92%	0.22%	6.26%	3.15%	1.29%
Estudios	22.06%	19.00%	6.90%	4.32%	17.75%	5.62%
Convenios	0.00%	0.00%	7.74%	0.98%	4.85%	49.99%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Informe sobre transferencias del Sector Eléctrico a las CAR's. Contraloría General de la República. Contraloría Delegada para el medio Ambiente.2002

Como se puede observar Corpochivor realiza una alta inversión en estudios, hasta el año 2.000 se habían elaborado 49 planes de manejo integral de microcuencas, 7 planes de manejo ambiental para zonas de páramo, 3 estudios ecológicos, 7 geomorfológicos y de inestabilidad de taludes, 4 de caracterización de calidad del agua, un estudio limnológico, 25 estudios para diseño de saneamiento básico. Según el informe de la Contraloría en el año 2.000 ninguno de los planes de manejo elaborados habían sido implementados o estaban en ejecución. Respecto a programas de control de la erosión se referencia 26 proyectos realizados, algunos de ellos constituyen parte de los planes de manejo de microcuencas. Se presenta una mayor gestión en la parte alta de la cuenca y si bien esto es técnicamente lógico los problemas mayores de inestabilidad de taludes y márgenes hídricas se presentan en la parte media y baja de la cuenca aportante.

Estructura Predial

En la jurisdicción de Corpochivor se encuentran registrados 187.244 predios, correspondientes a 25 municipios, de los cuales el 76.29% tienen una extensión menor de 1 ha, 11.63% poseen una extensión entre 1- 3 hectáreas; 4.14% entre 3-5 has; 3% posee una extensión entre 10-40 has. En general, en los municipios de las provincias de Márquez y Oriente predomina el micro y el minifundio.

Problemática de la Cuenca

Conflictos por uso del agua

En los meses de verano los caudales se ven notoriamente disminuidos, especialmente en las zonas media y baja de las cuencas, en esta época las comunidades reportan escasez de agua para consumos humano, agrícola y pecuario, en algunos municipios llega a ser necesario programar racionamientos y asignar turnos para la distribución del recurso, (microcuenca de la quebrada la Guaya, municipios La Capilla y Tenza).

En general, no existen sistemas de control de caudal en las captaciones existentes para los acueductos ni en las derivaciones a lo largo de las fuentes, la ausencia de medición y de control en las concesiones otorgadas permite un consumo mayor del autorizado especialmente en los habitantes de las zonas altas de las cuencas, lo que repercute en la notoria disminución de cantidad y calidad de agua disponible para los pobladores de las partes bajas, lo cual tiene repercusiones directas en la disminución de sus ingresos. (Cuenca de la Quebrada la Quinua, Garagoa).

La tala indiscriminada de bosques en quebradas y nacimientos, así como las prácticas inapropiadas de uso del bosque en zonas montañosas afecta los regímenes de captación, infiltración, escurrimiento y evaporación, así como el régimen climático, lo que genera repercusiones importantes en la disponibilidad de agua y por ende en los niveles y rendimientos de la producción. En Chinavita y Pachavita con frecuencia se dan quemas y talas de bosque. No existe protección y aislamiento de las fuentes hídricas este problema lo reportan Ciénega y Chinavita.

Se presentan conflictos entre municipios por uso del agua, algunos conflictos detectados son: Ventaquemada tiene conflictos con Samacá por manejo del recurso hídrico y del suelo en el límite del páramo y con Tunja por manejo del recurso hídrico de la represa Teatinos; Guateque y Tibirita tienen conflictos por la quebrada la Tocola que abastece el acueducto de Tibirita; Ramiriquí tiene conflictos con Jenesano por aprovechamiento de agua en el sector la Chorrera (en Jenesano), que abastece el área urbana de Ramiriquí. En Manta existe déficit de agua en varias épocas del año y La Capilla tiene conflictos por recursos Hídricos con Sutatenza.

Problemas generados por prácticas agropecuarias inadecuadas

En la mayoría de los municipios se reportan problemas erosivos en las principales cuencas causados por el modelo de ganadería basado en pastoreo extensivo, especialmente en las zonas

altas, lo que genera carga permanente y excesiva sobre el suelo, debido a la falta de rotación de potreros, sobrepastoreo y otras prácticas pecuarias inadecuadas. Este problema es especialmente importante en la microcuenca de la quebrada La Guaya, que atraviesa los municipios la Capilla y Tenza.

El sistema de producción papa - ganado constituye uno de los principales problemas de las cuencas ubicadas en los municipios productores, el problema más grave está relacionado con el avance progresivo de este cultivo sobre la vegetación de páramo aún existente, seguido por los altos niveles de contaminación de suelos y aguas con los productos y empaques de agroquímicos de intenso uso y los problemas de compactación del suelo causados por los tractores y el pisoteo de ganado que agudizan los problemas de erosión y producción de sedimentos. (municipios Villapinzón, Ventaquemada, Samacá, Boyacá, Chocontá, Jenesano, Tibaná, nuevo Colón y Ramiriquí).

La ampliación de la frontera agropecuaria en las partes altas y las rondas de las fuentes hídricas así como la remoción de taludes para dedicar a la agricultura y pastoreo han contribuido a disminuir la capacidad de amortiguación y almacenamiento de agua de los suelos, convirtiéndose estas áreas en zonas de erosión y riesgo. (microcuenca de la quebrada la Guaya).

Contaminación de agua y suelo

La descarga directa de las aguas residuales domésticas y agroindustriales, residuos agrícolas de agroquímicos, fertilizantes y pesticidas, residuos sólidos y aguas residuales de mataderos y lavados de carros, afecta la mayoría de los cuerpos de agua principales de la cuenca, que en general presentan problemas de contaminación.

En la Tabla IX-83 se muestra la participación por provincias y sector productivo en descarga de DBO y SST para la jurisdicción de Corpochivor.

Tabla IX-83. Carga contaminante por provincia y sector productivo. Total y participación. 2003.

	Alcantarillado		Matadero		Porcícola		Lavaderos	
	DBO	SST	DBO	SST	DBO	SST	DBO	SST
Total provincias	59,839.20	54,121.88	3,721.50	3,842.00	10,282.25	9,811.84	219.5	706
Márquez	19,978.65	16,196.91	2,070.00	2,300.00	4,059.75	3,806.88	50	100
Participación %	33.39	29.93	55.62	59.86	39.48	38.80	22.78	14.16
Neira	18,906.55	18,427.37	816.75	907.50	2,128.75	2,110.40	55	110
Participación %	31.60	34.05	21.95	23.62	20.70	21.51	25.06	15.58
Oriente	16,233.05	14,986.47	679.50	462.00	3,881.13	3,690.44	77	421
Participación %	27.13	27.69	18.26	12.02	37.75	37.61	35.08	59.63

Fuente: Corpochivor, 2003.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Aunque sólo se encuentran mediciones periódicas para DBO y SST que permitan evidenciar la magnitud del problema de contaminación de aguas, hasta cierto punto, las comunidades, especialmente aquellas ubicadas en las partes bajas, perciben este problema como grave e identifican a los siguientes cuerpos de agua como los más afectados por problemas de contaminación:

Tabla IX-84. Cuerpos de agua afectados por actividades antrópicas

	Alcantarillado		Matadero		Porcícola		Lavaderos	
	DBO	SST	DBO	SST	DBO	SST	DBO	SST
Total provincias	59,839.20	54,121.88	3,721.50	3,842.00	10,282.25	9,811.84	219.5	706
Márquez	19,978.65	16,196.91	2,070.00	2,300.00	4,059.75	3,806.88	50	100
Participación %	33.39	29.93	55.62	59.86	39.48	38.80	22.78	14.16
Neira	18,906.55	18,427.37	816.75	907.50	2,128.75	2,110.40	55	110
Participación %	31.60	34.05	21.95	23.62	20.70	21.51	25.06	15.58
Oriente	16,233.05	14,986.47	679.50	462.00	3,881.13	3,690.44	77	421
Participación %	27.13	27.69	18.26	12.02	37.75	37.61	35.08	59.63

Fuente: Esquemas de Ordenamiento Territorial Municipal

Existe deficiente cobertura de servicio de acueducto, alcantarillado y saneamiento básico, especialmente en las áreas rurales, sumado a esto, los sistemas de acueducto presentan problemas de fugas y mantenimiento lo que repercute en la disminución de la calidad y cantidad de agua que es llevada a los usuarios. Con excepción de Tenza, Chocontá, Almeida, Guateque y Santa María, en los municipios no existen plantas de tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas y menos aún en áreas rurales, y la disposición de basuras se realiza a cielo abierto y se utilizan quemas.

Ausencia de regulación y control de vertimientos de porcícolas que depositan aguas residuales y manejo de excretas directamente a pastos sin ningún tratamiento previo. De las porcícolas también se derivan problemas de contaminación por olores y disposición de residuos. Los municipios y cuerpos de agua de la cuenca que resultan ser más afectados por la producción Porcícola son: Viracachá (Q. Chuscal), Ciénega (Q. Cebadal), Ramiriquí y Tibaná (Nacimientos de agua y río Garagoa), Nuevo Colón y Turmequé (Río Albarracín, Q. Zorrera), Chinavita, Somondoco, Guateque (vierten sobre el río Súnuba) y Macanal (Q. Curos).

La producción avícola también genera problemas importantes de contaminación por vertimientos sobre los cuerpos de agua. La gallinaza es vendida a los cultivadores de tomate bajo cubierta, para la fertilización agrícola, estos la utilizan sin ningún tipo de control, ni tratamiento, lo que ha afectado las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Otro problema importante es el

manejo de la mortalidad, pocas avícolas utilizan sistemas de enterramiento de huevos no eclosionados, cáscaras y cadáveres. Generalmente, las aves muertas se utilizan para alimentar cerdos y por malos manejos se generan en las porquerizas problemas de contaminación por desechos orgánicos, malos olores e incremento de insectos y roedores. Los Municipios que presentan producción avícola importante son: Pachavita, Tenza, Guateque y Sutatenza.

Conflictos por fraccionamiento de la propiedad

Un problema de tipo estructural es la excesiva fragmentación de la propiedad rural lo que genera riesgos económicos y pobreza. En general, en los municipios de la cuenca predomina una estructura agraria basada en minifundios y microfundios, razón por la cual los procesos de producción son de pequeña escala, es decir no incluyen procesos de transformación o de mejora de suelos o tecnología. Los niveles de pobreza de muchos municipios además de estar sustentados en las limitaciones tecnológicas, también se explican por el limitado acceso a la tierra que no les permite a los pobladores desarrollar sus actividades a una escala adecuada. Por ejemplo en la provincia de Oriente el 49% del área productiva se encuentra en predios de menos de tres hectáreas, lo que hace demasiado costosa la producción y la hace menos competitiva.

Es urgente buscar estrategias para fortalecer la mediana propiedad frente a la grande y sacar la pequeña de la fragmentación minifundista, con el fin de tener propiedades con unas condiciones sociales y económicas sostenibles en el largo plazo.

Problemas de tipo tecnológico

En general, el nivel tecnológico de los municipios de la cuenca es precario, se practica la agricultura tradicional y la ganadería extensiva y de subsistencia; existe baja rotación de cultivos, se utiliza mano de obra familiar y se usan intensivamente agroquímicos; estos aspectos repercuten en los costos de producción y no permiten el fortalecimiento de la actividad agropecuaria para competir en los mercados regionales. Existen productos específicos como el tomate de invernadero y la papa en cuya producción se utiliza un mayor grado de tecnificación lo que se evidencia en sus altos rendimientos. Sin embargo, en el caso de la papa, factores fitosanitarios, unido a la inestabilidad en el precio han llevado a disminuir la producción en los últimos años y a aumentar notablemente los costos de producción.

Al ser los recursos agua y suelo insumos fundamentales para la actividad agrícola, en algunos municipios de la cuenca, su escasez se ha convertido en un limitante importante para la producción. Es el caso de la provincia de Neira donde los cultivos semestrales han presentado una leve disminución que se atribuye a la escasez de agua, lo que ha sacado del mercado a los

productores más ineficientes en el manejo del recurso. (Conflictos por disponibilidad y uso del agua)

Los mercados de insumos y productos

Los desarrollos de mercados de insumos y productos para los bienes agropecuarios es uno de los principales desafíos que enfrentan los municipios de la cuenca. La comercialización de los productos es un tema crucial y el mayor reto para garantizar la estabilidad económica en especial de los pequeños y medianos productores.

Un fuerte limitante del desarrollo regional lo constituye la precaria infraestructura vial existente, las vías que conectan las veredas con las cabeceras municipales en su mayoría presentan deficiencias técnicas y mal estado de mantenimiento, en épocas lluviosas la situación se torna especialmente crítica, llegando en ocasiones a interrumpirse el tráfico normal. Es de resaltar el mal estado de las vías veredales de los municipios de Chinavita, Tenza y Turmequé.

El acceso a recursos financieros

Los recursos de capital de trabajo e inversión para los pequeños productores generalmente provienen del mercado financiero informal y de las instituciones públicas, dado que las instituciones privadas encuentran poco atractivo realizar pequeños créditos con altos costos de transacción y sin suficientes garantías, lo cual lleva a concluir que el sistema financiero en el sector rural se ha desarrollado para medianos y grandes productores.

Altos niveles de desempleo urbano y rural

Aunque no se cuenta con cifras actualizadas sobre los niveles de desempleo a nivel municipal y mucho menos veredal, de acuerdo a la información reportada en los esquemas de ordenamiento municipal se observa que los sectores servicios y agricultura son los que más mano de obra involucran en la mayoría de los municipios, aunque la ganadería se constituye en una de las principales actividades productivas de las provincias de Neira y Márquez, esta actividad no genera el mayor volumen de empleo. El sector comercio se constituye en el segundo reglón de ocupación para los habitantes que se ubican en los centros urbanos de Garagoa, Guateque y Ramiriquí. Los municipios que presentan las más altas tasas de desempleo son Ramiriquí (81%), Almeida (76%) y Macanal (67%).

Es muy importante fomentar la asesoría técnica para difundir opciones tecnológicas de bajo impacto ambiental como pueden ser: la labranza mínima, la siembra directa, la implementación de arreglos agroforestales las alternativas para reducir el uso de agroquímicos, minimizar el uso de

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

agua y realizar control biológico de plagas. En el caso de los pequeños productores el acceso a la tecnología se facilita a través de centros de servicios ubicados para coberturas más locales y cuyos alcances superen la unidad productiva y se planteen en términos de las dinámicas locales y regionales de los mercados. El servicio de asesoría tecnológica debe ser diferenciado según las condiciones de los productores respecto al mercado, la propiedad de los recursos y la capacitación recibida por el productor.

Se deben mantener las líneas de crédito especiales de FINAGRO, pero además se debe fortalecer el sector cooperativo como una vía de desarrollo de los mercados financieros rurales, esto requiere de un sólido proceso de organización de la pequeña producción en cooperativas de tamaño apreciable que tengan capacidad de articular los intereses de pequeños, medianos y grandes productores alrededor de un producto o una cadena agroindustrial competitiva y eficiente.

Es necesario plantear proyectos de desarrollo regional que generen oportunidades de empleo por fuera de las fincas y con permanencia de los productores en el área rural, la idea es combinar la agricultura y ganadería con otros ingresos extra-prediales, ingresos que pueden provenir de actividades de diversa índole: agroturismo, microempresas, agroindustria y la venta de servicios ambientales, entre otros.

Los incentivos económicos para la conservación ambiental deben extenderse a otras alternativas con las cuales se obtengan resultados similares a los que se obtienen mediante la reforestación. Entre las opciones de nuevas alternativas incentivables se encuentran los sistemas integrales sostenibles que contemplan la planificación total o parcial de una finca, en donde se proyectan cambios en los cultivos, en los pastos, en el manejo del ganado, etc. que corrijan la producción de sedimentos y la desregulación hídrica, también se debe incentivar la regeneración natural y la reconversión ganadera y por supuesto aquellos incentivos dirigidos a la reforestación.

Es muy importante el fortalecimiento institucional de las corporaciones autónomas regionales que tiene jurisdicción en los municipios de la cuenca, dicho fortalecimiento debe reflejarse en la consolidación de un sistema de información de los usuarios del agua, que permita ordenar, registrar y controlar las concesiones de agua otorgadas para los diferentes usos. De otro lado, es urgente mejorar la capacidad de medición, control y monitoreo de la contaminación ambiental, así como actualizar los sistemas de información, facturación y cobro, de tal forma que las corporaciones logren de manera efectiva y eficiente implementar en todos los municipios de la cuenca el cobro de las tasas retributivas y de las tasas por uso de agua. Los recursos recaudados por estos conceptos se constituyen en aportes fundamentales para implementar los proyectos y programas que surjan del Plan de ordenamiento.

Se observan fortalezas regionales que es importante fomentar: en los municipios de la Provincia de Márquez el cultivo de los caducifolios tiene expectativas interesantes de desarrollo al contar con mercados potenciales importantes (capitales de departamento), sin embargo, exige mayor grado de tecnificación para fortalecer su competitividad en el ámbito regional. El municipio de Ciénega tiene un importante potencial en la producción de arepas a nivel regional. Sin embargo, requiere de asesoría técnica para que los productores sustituyan la leña por gas o cualquier otro combustible que impacte menos las existencias de bosque. Chinavita tiene potencialidad en la elaboración de artesanías y proyección del turismo religioso, gracias al fervor que se tiene en la región por la Virgen del Amparo y la presencia de aguas termales en el municipio. Ramiriquí tiene potencial turístico y agroindustrial. En general existe gran receptividad por parte de los productores hacia la implementación de la agricultura orgánica y en varios municipios como Chinavita, Pachavita, Tenza y Garagoa existe gran interés en implementar a futuro este tipo de agricultura. La Provincia de Neira en general, tiene una ventaja regional para desarrollar el ecoturismo y actividades recreativas no convencionales como el montañismo, que le otorgan posibilidades importantes en el campo del turismo, dada su proximidad con un mercado tan importante como lo es Bogotá. Tenza tiene proyección en la agroindustria avícola y en la producción de artesanías.

BIBLIOGRAFÍA

- Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2002 - 2010. Garagoa.2001.
- Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2002 - 2010. Guateque.2001.
- Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2002 - 2010. Ramiriquí. 2001.
- Bonilla, Claudia Inés. 2002 Diagnóstico y evaluación de las actividades y creencias sobre los hábitos existentes en la comunidad frente al uso, conservación y disposición del recurso hídrico en los municipios de guateque, guayatá, somondoco y sutatenza pertenecientes a la cuenca del río súnuba en la jurisdicción de corpochivor. Contrato no. 113 – 01.
- Cámaras de Comercio de Tunja, Sogamoso y Duitama. 2002 Boyacá en cifras 2001. Tunja. .
- Corpochivor. 2001. Plan De Gestión Ambiental Regional 2001-2006. Garagoa.
- Sin fecha. Porcícolas. Documento Interno de Trabajo..
- Sin fecha. Esmeraldas Y Avícola. Documento Interno de Trabajo.
- Sin fecha. Tomate. Documento Interno de Trabajo.
- Departamento Nacional de Planeación. 2002. Información Básica De Cundinamarca. Bogotá.
- Echeverri , Jairo Alberto. 2001.Diagnostico de los sistemas de disposición de residuos líquidos y caracterización de vertimientos líquidos en el área de los municipios de la provincia de Neira. Garagoa.
- LAQMA LTDA. 2001. Diagnóstico de los sistemas de disposición de aguas residuales y caracterización de vertimientos líquidos en los municipios de la provincia de Oiente. Contrato 082-01. 2001.
- Medina López Vicente, Torres Gómez, Andrés. 2003. Determinación de las relaciones oferta – demanda hídrica en la micro cuenca de la quebrada la Quigua. Municipio de Garagoa (Boyacá). Garagoa,
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretaría agropecuaria de Boyacá. 2001. ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. Boyacá y Cundinamarca,
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretaría agropecuaria de Cudinamarca 2001. ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS.

X.COMPONENTE SOCIO-CULTURAL

Zulma Cristina Santos

Trabajo social, Esp. Planificación y administración del desarrollo regional, Mg. Medio Ambiente y Desarrollo. Dpto. Sociología -UN

Emely Ripoll

Socióloga, Mg. Educación ambiental. IDEA-UN

Tania Santos

Ingeniera Civil. IDEA-UN

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	X-1
GENERALIDADES	X-2
ORGANIZACIÓN COMUNITARIA Y PRESENCIA INSTITUCIONAL.....	X-3
NIVEL DE POBREZA DE LA POBLACIÓN.....	X-5
EDUCACIÓN	X-6
Educación Ambiental	X-7
SALUD.....	X-8
CULTURA, RECREACIÓN Y TURISMO.....	X-8
POLÍTICA	X-9
BIBLIOGRAFÍA	X-10

INTRODUCCIÓN

El siguiente diagnóstico permite identificar la situación ambiental de la cuenca hidrográfica, con el fin de ser utilizado como instrumento base para las autoridades encargadas de la formulación del Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa, como para la ciudadanía en general.

La metodología utilizada está referida a la revisión de fuentes secundarias de información, sustentando su recolección en fuentes pertinentes provenientes de DANE, Departamento Nacional de Planeación, Corpochivor, Ministerio de Educación Nacional, Bases de Datos del IDEA-Universidad Nacional de Colombia, EOT y POT municipales. La no disponibilidad de información en ciertos aspectos llevó a consultas de fuentes primarias con funcionarios de Corpochivor.

La información recopilada en las fuentes secundarias se consignó en matrices que permitieron la sistematización y posterior análisis agrupando datos por temas identificados como prioritarios, que dan cuenta de la realidad ambiental estudiada. Este proceso involucró la depuración de información relevante para el diagnóstico y presentación de la síntesis consignada en este documento.

Para lograr lo anterior se hizo necesario caracterizar las condiciones socio culturales de la población teniendo en cuenta la siguiente estructura:

COMPONENTES	TEMAS
1. GENERALIDADES	Localización, cabeceras de provincia, municipios.
2. ORGANIZACIÓN COMUNITARIA Y PRESENCIA INSTITUCIONAL	Tipos de organizaciones, No. afiliados, campos de intervención, niveles de participación, empoderamiento Estado Legal de la organización Actores que participan en proyectos de la Cuenca Coordinación interinstitucional: Grupo objetivo y su relación con actores públicos de atención Instituciones presentes
3. NIVEL DE POBREZA DE LA POBLACIÓN	Porcentaje de población con NBI Porcentaje de población en miseria Índice de Calidad de Vida ICV
4. EDUCACIÓN	Tipo de entidades, modalidad, estudiantes por niveles, tasa de escolaridad, analfabetismo. Programas de educación ambiental, PRAES
5. SALUD	Cobertura del Sistema general de Seguridad Social, PAB
6. CULTURA, RECREACIÓN Y TURISMO	Características específicas, etnias
7. POLÍTICA	Ejercicio del poder, Presencia de grupos armados.

GENERALIDADES

La Cuenca del Río Garagoa se encuentra localizada en los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Incluye cinco (5) municipios de la provincia de Almeida (Cundinamarca, CAR), cinco (5) municipios de la provincia Centro (Boyacá, CORPOBOYACÁ), uno (1) de Centro, ocho (8) de Oriente, nueve (9) de Márquez y cinco (5) de Neira (Boyacá, Corpochivor).

El censo nacional realizado por el DANE en 1993 arrojó para los municipios relacionados con la Cuenca del Río Garagoa, una población total de 227.868 habitantes, sin incluir la población de Tunja debido a que el área de influencia no es la totalidad de su territorio.

La degradación de la Cuenca del Río Garagoa, según los diferentes documentos analizados, es alta y crea la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua en el embalse La Esmeralda, donde son depositados los sedimentos generados por el uso indebido y la presión que se ejerce sobre el suelo (Corpochivor PGAR, 2002).

La interacción entre la población y las características propias de la región incide en la calidad de vida de los habitantes y la cotidianidad de éstos repercute en el estado actual de la cuenca en estudio, razón por la cual, su caracterización, análisis y conclusión es necesaria para el diagnóstico y posterior formulación del Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca.

En el diagnóstico sociocultural, es importante resaltar la incidencia que tiene el desarrollo rural sobre los recursos naturales. Las condiciones de existencia son construidas por la sociedad con base en su relación con la naturaleza. Es así como la intervención del mundo natural se hace a partir de la apropiación de los ecosistemas, ejerciendo presión sobre ellos, para satisfacer necesidades culturalmente creadas. De esta interacción se deriva la importancia de los procesos sociales en la comprensión de la dinámica de los recursos naturales y sus características según el uso que se haga de los mismos, superando en su análisis la parcelación sectorial de las ciencias tanto sociales como naturales.

Además de reconocer la importancia de la interacción entre la sociedad y la naturaleza, es preciso considerar que la base territorial de la cuenca es rural, situación que le imprime características especiales a la población como al uso que de los recursos naturales se hace.

La dinámica propia de la población rural que habita la Cuenca del Río Garagoa, muestra movimientos migratorios hacia las cabeceras de provincias y Bogotá. En este sentido la labor de hacer un Plan de Ordenamiento no debe ser la de dirigir los procesos de desarrollo que cuentan con una dinámica propia; es más bien estudiar, entender y prever estos movimientos poblacionales para orientarlos hacia el desarrollo humano en armonía con la naturaleza.

ORGANIZACIÓN COMUNITARIA Y PRESENCIA INSTITUCIONAL

Con relación a la participación ciudadana y comunitaria se encuentran aproximadamente 427 Juntas de Acción Comunal, 290 Juntas de Acueducto Veredales, 42 Organizaciones no Gubernamentales Ambientales, Veedurías en Prestación de Servicios de Salud, Presupuesto, Obras Públicas y Contratación, otros espacios de participación ciudadana como el Concejo de Planeación Municipal, Concejo Municipal de Cultura, Concejo Municipal de Desarrollo Rural (hoy Sociedades Agrícolas de Transformación SAT), Ente Municipal de Deportes, Junta de Educación Municipal, Comité de Participación Comunitaria, Empresas Asociativas de Trabajo, Asociaciones de Padres de Familia de los planteles educativos, Junta Administradora de Hogares Comunitarios, formas de economía solidaria (fondos mutuales, cooperativas y asociaciones) (Corpochivor 2004, EOT's municipales, 1999)¹.

Las Juntas de Acción Comunal, las Juntas de Acueducto Veredales y las ONGA's se encuentran legalmente constituidas.

Existe un número considerable de formas organizativas que varían en su constitución de acuerdo a los intereses individuales y colectivos de la población que las integra, reproduciéndose situaciones de atomización y bajo nivel de construcción colectiva alrededor de ejes estructurantes como puede ser uno de ellos el Plan de Ordenamiento de la Cuenca del Río Garagoa

La normatividad colombiana establece los mecanismos y espacios de participación ciudadana, a partir de la Constitución Política de 1991, situación que ofrece posibilidades para la organización social en los diferentes escenarios de la vida cotidiana en los territorios.

El análisis detallado de los EOT y POT de estos municipios muestra experiencias en materia de participación ciudadana que avanzan en la construcción de un clima social solidario, caracterizado por diversos niveles de participación que van desde la concepción de *beneficiario*, en donde su relación con la organización se sustenta en la recepción de un bien o servicio, como las juntas de acueducto veredal, con un alto número de usuarios. El siguiente nivel es el de *apoyo* donde la participación se dirige a la ejecución de acciones que han sido de iniciativa de otras personas, como es el caso de la Juntas de Acción Comunal. Un siguiente nivel son los *consultadores*, donde se tiene en cuenta la opinión de la población para proponer alternativas de solución a las problemáticas que los afectan, para avalar propuestas institucionales (Ejemplo: Los Comités, Asociaciones de Padres de Familia). Un mayor nivel de participación es la *vinculación a acciones*

¹ Ver Anexo 1

de planeación como los Comités de Planeación Municipal y los Concejos Municipales de Desarrollo Rural, donde es evidente la democracia representativa y finalmente un nivel de *toma de decisiones* que corresponde a la democracia participativa afianzada en el ejercicio de una autoridad compartida al cual se pretende llegar.

Algunas de las ONGA's identificadas en el área de estudio se involucran en procesos relacionados con la construcción de redes que permitan fortalecer el tejido social alrededor de proyectos ambientales. Estas organizaciones señalan como debilidades inherentes a su estructura organizativa deficiencia en la cantidad y calidad de información, necesidad de procesos formativos, educativos y de capacitación que incidan en la transformación de prácticas cotidianas de la población.

Con base en estas deficiencias Corpochivor ha trabajado en la Formación Ambiental Temática con las ONGA's y las juntas de acción comunal en temas como agricultura orgánica, reciclaje, protección de la palma de cera, seguridad alimentaria, formulación de proyectos y prevención del delito ambiental (Corpochivor, 2004). En general, este tipo de iniciativas han sido proyectos individuales y no colectivos que se enmarcan dentro de un Plan con fines específicos y no en una visión global de Desarrollo Sustentable.

Un tipo de asociación que tiene baja cobertura es la organización del sector *agrícola y empresarial*, teniendo en cuenta la vocación económica existente, donde el sector primario es el más representativo. Adicionalmente según los análisis existentes sobre las causas de deterioro de la Cuenca del Río Garagoa, la parcelación de la tierra y el uso del suelo han contribuido a la disminución de la cobertura de vegetación de la cuenca, con consecuencias e impactos negativos en el medio natural.

La institucionalidad local, regional, departamental y nacional es otro interlocutor que proporciona, al área de influencia de la cuenca, información, legitimidad, liderazgo, define las relaciones formales e informales y las redes de comunicación en el ámbito territorial, facilitando u obstaculizando la coordinación interinstitucional. En este sentido, la identificación de la misión y visión institucional, los medios, campos de intervención y contribución de cada una de ellas, es un trabajo que debe profundizarse, por cuanto a la fecha se dispone de una relación de estas instituciones en el ámbito socio cultural, pero se carece de un conocimiento riguroso de las dinámicas internas que en función del desarrollo sostenible se tiene de la región.

NIVEL DE POBREZA DE LA POBLACIÓN

El nivel de la pobreza de los habitantes de la Cuenca del Río Garagoa se analizó teniendo en cuenta los índices de necesidades básicas insatisfechas NBI rural y urbano, población en miseria rural y urbana e índice de calidad de vida ICV.

El NBI refleja el porcentaje de población que presenta deficiencias en los aspectos que involucra el cálculo de este índice como son acceso y calidad de los servicios públicos, educación, dependencia económica y vivienda. En la jurisdicción de Corpochivor el NBI de 42% que comparado con el NBI de 39% del Departamento de Boyacá, indica que la población de la Cuenca del Río Garagoa tiene un mayor nivel de pobreza.

Si consideramos por provincia este índice, tenemos que la provincia con mayor nivel de pobreza es Márquez con 46% seguida por Neira (42%) y finalmente Oriente con 37%. La población en miseria en Corpochivor corresponde al 14,1 % y en las provincias respectivas a 9,2%, 5,1% y 7,8%.

Otro factor importante por analizar es el índice de NBI discriminado por área urbana y rural. La población rural tiene un NBI que duplica el urbano en la mayoría de los municipios estudiados, afirmando este análisis que el nivel de vida del campesino es muy inferior al habitante urbano.

El ICV está asociado entre otros aspectos, al acceso que la población tiene a una amplia gama de servicios como: educación, recreación, salud, seguridad alimentaria, seguridad ciudadana, transporte, desarrollo urbano, la vivienda su estado y ubicación, además de la distribución de los servicios públicos y el espacio público entre otros. Tunja tiene un ICV de 81,1, mientras que las capitales de provincias no superan el ICV de 68. El resto de los municipios varía su ICV entre 40,9 (Siachoque) y 59 (Santa María, Chocontá y Villapinzón).

Como punto de referencia para analizar la situación de pobreza en estos municipios partimos del NBI del Departamento de Boyacá correspondiente al 39% por estar ubicados en su mayoría en esta área geográfica. Se consideran tres niveles para la agrupación de los municipios: entre 29 y 49% un valor medio de NBI, superior a 49% un valor alto de NBI e inferior al 29% un valor bajo de NBI. Bajo estas características los municipios con bajo nivel de necesidades básicas insatisfechas con respecto al Departamento de Boyacá son Tunja, Garagoa y Guateque, que son la capital de Departamento, capital de la provincia de Oriente y capital de la provincia de Neira respectivamente. En un nivel medio de necesidades básicas insatisfechas con respecto al Departamento de Boyacá tenemos 22 municipios. En los Municipios de Pachavita, Siachoque, Soracá, Boyacá, Ramiriquí, Tibaná y Úmbita se encuentra un nivel de necesidades básicas insatisfechas superior al 49%. En el

último municipio en particular existe un NBI de 58,6%, valor bastante alto que debe tenerse en cuenta como elemento de análisis en el comportamiento de la región (Ver Anexo 2).

EDUCACIÓN

El total de establecimientos educativos oficiales en el área de estudio es de 578 (475 rurales y 103 urbanos) y 96 no oficiales (89 son urbanos y 7 rurales) (DANE, 2002)².

La cobertura es de 54.960 alumnos sin tener en cuenta la población estudiantil de Tunja debido a que la totalidad del área no hace parte de la zona objetivo de este estudio. De esta cifra, 52.814 estudian en planteles oficiales y 2.146 en planteles no oficiales.

En el sector oficial se observa que en preescolar hay 5.102 alumnos (2.068 urbano y 3.034 rural), en primaria 29.737 (10.699 urbano y 19.038 rural), en secundaria 13.563 (10.480 urbano y 3.083 rural) y en media vocacional 4.412 (3.755 urbano y 657 rural).

La Secretaría de Educación del Departamento de Boyacá establece como relación Alumno /Docente rural un valor de 20 y urbano de 30. Este indicador se cumple en buena parte de los municipios. En la mayoría de los casos se observa relación muy baja alumno docente, así como alumno establecimiento, lo cual implica que la infraestructura se subutiliza.

Como principales debilidades en el sector educativo se señalan las siguientes:

- El cambio del orden jurídico de la Ley 60 de 1993 a la Ley 715 de 2001 sobre competencias en educación y salud en el ámbito municipal y departamental. La contratación y el presupuesto en este sector, por esta última ley, es manejado por los Departamentos.
- Los planteles educativos rurales son subutilizados debido a que en ellos estudian un número reducido de alumnos.
- Los municipios han alcanzado una cobertura amplia en primaria, especialmente en el área rural. En secundaria el sector urbano tiene la mayor cobertura con reducción en la población, por razones como desplazamiento, incremento en gastos familiares y vinculación laboral temprana.
- Disminución de la demanda efectiva pese a la existencia de planteles educativos y docentes suficientes.

² Ver Anexo 3

- La tasa de escolaridad promedio fluctúa alrededor del 63%. Quiere decir que de la población en edad escolar, sólo este porcentaje accede al servicio.
- El analfabetismo en los municipios analizados es superior al 7,89%, valor correspondiente al analfabetismo en Colombia en el año 2003 (Encuesta Calidad de Vida. DANE 2003). La información consignada en los EOT nos muestra la situación de analfabetismo en los siguientes municipios: Almeida 10,9%, Boyacá 38,0%, Ciénaga 12,0%, Chivor 13,8%, Somondoco 10,0% y Tibaná 33%.

Educación Ambiental

Es importante destacar la existencia de la institución educativa Colegio José Ignacio Márquez, Municipio de Ramiriquí, en la modalidad de educación media técnica en medio ambiente, como parte de una propuesta para implementar la especialidad de medio ambiente. Esta iniciativa contó con el apoyo del Ministerio de Educación y Corpochivor y lograron la primera promoción en el año 2003.

El Comité de Educación Ambiental generó una estrategia única para la identificación y acompañamiento de los proyectos ambientales más significativos, incorporándolos a los Planes Educativos Institucionales PEI. En los municipios de la jurisdicción de Corpochivor existen 51 PRAES de los cuales 27 han participado en las actividades de capacitación programadas por el Ministerio de Educación Nacional, que han cumplido la labor de sensibilizar a los estudiantes y profesores en el tema ambiental. En el Departamento de Cundinamarca no se han constituido los PRAES.

Corpochivor adelantó 44 talleres de seguimiento al material educativo ambiental titulado *Caja Ecológica*, utilizando el juego como herramienta de educación ambiental e incorporándola a las asignaturas de ciencias naturales y sociales y a la planeación del año escolar en cada uno de los centros educativos beneficiados.

Existen otros programas de educación ambiental como son: Ecología 2000, cadena ecológica integrada por las emisoras, emisión de documentales, mensajes educativos, periódico institucional Cosmos y programas de televisión, con el objetivo de informar y divulgar las acciones de educación ambiental que se realizan en la jurisdicción.

Respecto a la Educación en el área rural puede afirmarse que la infraestructura se subutiliza debido a la baja asistencia causada por las grandes áreas de cobertura de las escuelas, la necesidad de trabajo desde temprana edad y su prioridad sobre la educación y a factores culturales. En enseñanza media, los centros educativos se localizan generalmente en las

cabeceras municipales, generando desplazamiento de los jóvenes al área urbana o deserción. Los programas como PRAES o la caja ecológica no llegan aún al área rural de tal forma que la formación ambiental todavía se encuentra en proceso de organización.

SALUD

Otro aspecto importante para evaluar la calidad de vida de los habitantes y el desarrollo del territorio, es la salud. La infraestructura hospitalaria de entidades públicas se ubica en las cabeceras de provincia. El resto de municipios en el casco urbano cuenta con centros de salud. En las veredas se realizan brigadas de salud y vacunación. Cada municipio debería tener Plan de Atención Básica PAB, pero en la información encontrada en los EOT sólo pocos municipios han desarrollado este plan.

Las causas más frecuentes de consulta son caries dental, hipertensión arterial, infecciones digestivas y respiratorias, politraumatismos, parto normal, aborto no especificado.

CULTURA, RECREACIÓN Y TURISMO

Si bien en este diagnóstico no se trata de establecer una relación de causa efecto entre el estado de la cuenca y el papel de la cultura, si se puede afirmar que esta interacción es dinámica y con alto grado de complejidad, lo que incide directamente en la calidad de vida de los habitantes, la gobernabilidad y la sostenibilidad ambiental de la región. En este sentido, la población y la sociedad interactúan sobre los recursos y el territorio.

La caracterización cultural, consignada en los Esquema de Ordenamiento Territorial de los municipios, describe costumbres, ritos, festividades, leyendas, creencias religión, monumentos, patrimonio arquitectónico, inventario de infraestructura para la prestación de servicios culturales y programas que promueven actividades artísticas, recuperación de tradiciones, memoria de los antepasados de la región.

Los municipios pertenecientes a la Cuenca del Río Garagoa cuentan con infraestructura deportiva, zonas recreativas como parques, áreas verdes y espacios de permanencia que estimulan la integración de la comunidad. En el área rural se dispone de canchas deportivas en los planteles educativos, careciendo la población adulta e infantil de espacios de recreación. La participación ciudadana en este tipo de actividades es estimulada por los organismos locales encargados de tal función, logrando el desarrollo de olimpiadas, encuentros, campeonatos en el ámbito municipal y regional (según se señala en los EOT's municipales).

Las características geográficas, las riquezas arquitectónicas y la diversidad de pisos térmicos en la región hacen que se presente variedad en escenarios turísticos con afluencia de visitantes provenientes de diversos sitios del país. En la región se encuentran lugares con poca vocación turística y otros con altos potenciales. En particular el Puente de Boyacá, la ciudad de Tunja, Cueva del Garabato, Páramo de Mamapacha -conformado por diversos cerros y varias lagunas, como la Tarea, la Jarilla y San Nicolás-, Embalse La Esmeralda, municipios de Tenza y Sutatenza, entre otros, son lugares con alta demanda.

POLÍTICA

El ejercicio del poder en la región del Valle de Tenza ha estado a cargo del partido conservador quien tiene la mayor representatividad en las Alcaldías, Concejos municipales y demás instancias gubernamentales. En los últimos años esta situación ha variado dando espacio a movimientos independientes que comparten el poder.

En la provincia de Márquez el partido liberal ejerce mayor presencia y cuenta con respaldo ciudadano.

En la provincia de Centro se comparte el poder entre los dos partidos tradicionales.

Pese a los avances planteados en la Constitución Política de 1991 en cuanto al voto programático, el ejercicio de la democracia representativa continúa ligado a la forma tradicional de direccionamiento de la política, situación que implica bajos niveles de participación hacia la construcción de una autoridad compartida, que es el objetivo central de una democracia participativa.

La ubicación de la Cuenca en los Departamento de Boyacá y Cundinamarca es de interés para los actores armados al margen de la Ley, por la posibilidad de crear el corredores estratégicos, la disputa por los recursos de todo orden que ofrece el territorio y las condiciones socioeconómicas que caracterizan la oferta de desarrollo son inequitativas entre las regiones, constituyéndose por los niveles de pobreza, especialmente en el área rural en un foco de atracción para los citados grupos armados.

Los municipios de Manta, Mchetá, Tibirita, Villapinzón, Chocontá, Úmbita y Chinavita han sido utilizados por las FARC como parte del corredor que comunica al departamento de Cundinamarca

con los Llanos Orientales. La presencia de las fuerzas militares recientemente ha provocado una reducción de las acciones guerrilleras³.

En el Valle de Tenza existe presencia de grupos paramilitares de Casanare y Urabá que se enfrentan por el territorio y su posición ante la reinserción a la vida civil. Estos grupos hacen presencia en Santa María, Macanal, Chivor, Almeida, Garagoa y Guateque. Los enfrentamientos entre ellos han disminuido debido a que las AUC del Casanare se han replegado hacia otras zonas. (Corpochivor, 2004).

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍAS MUNICIPALES. Esquema de Ordenamiento Territorial Municipios de la Jurisdicción de Corpochivor, Villapinzón.1999.

Corpochivor, CAR, CORPOBOYACA Planes de Gestión Ambiental Regional. 2002.

Corpochivor: Cuadro de Juntas de Acción Comunal por municipio.

Corpochivor: Cuadro ONGAS por municipio. 2004.

Corpochivor: Informe de Centros Educativos de la Jurisdicción. 2004.

Corpochivor: Informe de Educación Ambiental, Balance Poder, Presencia Grupos armados. 2004.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. www.dane.gov.co. 2004.

DIRECCIÓN NACIONAL DE PLANEACIÓN con base en información DANE. Cuadro resumen de planteles educativos y estudiantes por niveles 2002.

FUNDACIÓN SOCIAL. Municipios y Regiones de Colombia. Una mirada desde la Sociedad Civil.1998

IDEA UNIVERSIDAD NACIONAL. Base de datos. SIAM-UN. 1999.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. PRAES Boyacá. 2004.

³ Ver Anexo 4

ANEXOS DEL COMPONENTE SOCIOCULTURAL

- Anexo 1.** Organización y participación
- Anexo 2.** Calidad de vida
- Anexo 3.** Educación
- Anexo 4.** Política y violencia

XI. COMPONENTE HISTÓRICO

Fabiola Estrada

Historiadora. Maestría Medio Ambiente y Desarrollo.
IDEA-UN

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	XI-1
METODOLOGÍA.....	XI-1
RESULTADOS	XI-2
Aspectos Generales.....	XI-2
Comercio de Productos Siglo XIX.....	XI-8
La División Político Administrativa Como Factor Limitante	XI-9
El Siglo XX en Boyacá	XI-16
Provincia de Oriente	XI-21
Provincia de Neira	XI-22
Provincia de Márquez.....	XI-24
Provincia de Almeidas	XI-25
Provincia Centro	XI-27
BIBLIOGRAFÍA	XI-35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla X-1. Flujos de comercio en el siglo XIX	XI-8
Tabla X-2. Municipios que presentan disminución en su población total en la segunda mitad del siglo XX	XI-17
Tabla X-3. Predios menores a 1 Ha. 1996	XI-34

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica X-1. Participación del departamento de Boyacá en la población total nacional siglos XIX - XX.....	XI-10
Gráfica X-2. División política del departamento de Boyacá siglo XIX	XI-11
Gráfica X-3. División política del Estado Soberano de Boyacá: 1863 y 1884.	XI-12
Gráfica X-4. Población en cabeceras por provincia. Cuenca del río Garagoa. Segunda mitad del siglo XX	XI-20
Gráfica X-5. Población de la Provincia de Oriente. Siglo XX	XI-21
Gráfica X-6. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Oriente. Población urbana (Tasa de crecimiento)	XI-21
Gráfica X-7. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Municipios Provincia de Oriente. Población rural (Tasa de crecimiento)	XI-22
Gráfica X-8. Población provincia de Neira. Siglo XX.....	XI-22
Gráfica X-9. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Neira. Población urbana. (Tasa de Cambio)	XI-23
Gráfica X-10. Evolución demográfica. Segunda Mitad del siglo XX. Provincia de Neira. Población Rural (Tasa de cambio)	XI-23
Gráfica X-11. Población Provincia de Márquez. Siglo XX.....	XI-24
Gráfica X-12. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Márquez. Población Urbana (Tasa de crecimiento)	XI-24
Gráfica X-13. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Márquez. Población rural (Tasa de crecimiento)	XI-25
Gráfica X-14. Población. Provincia de Almeidas. Siglo XX	XI-25
Gráfica X-15. Evolución Demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Almeidas. Población urbana (Tasa de crecimiento)	XI-26
Gráfica X-16. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Almeidas. Población rural (Tasa de crecimiento)	XI-26
Gráfica X-17. Población Provincia Centro. Siglo XX	XI-27
Gráfica X-18. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia Centro. Población urbana (Tasa de crecimiento)	XI-27
Gráfica X-19. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia Centro. Población rural (Tasa de crecimiento)	XI-28
Gráfica X-20. Participación del departamento en el total nacional y de la cuenca del río Garagoa en el total del departamento de Boyacá siglos XIX y XX.....	XI-29
Gráfica X-21. Variación intercensal siglo XIX y XX. Departamento de Boyacá y cuenca del río Garagoa. ..	XI-30

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Gráfica X-22. Relación agricultura y ganadería 1960-1975 (Participación económica en el departamento) XI-31
Gráfica X-23. Predios agrícolas: número de propiedades. Departamento 1960-1975..... XI-32
Gráfica X-24. Predios agrícolas por superficie. Departamento 1960-1980..... XI-32
Gráfica X-25. Predios micro y minifundio por provincias de la cuenca del río Garagoa. 1995..... XI-33

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa X-1. Ocupación del territorio.....XI-4
Mapa X-2. División política del departamento de Boyacá. 1863XI-14
Mapa X-3. División política del departamento de Boyacá. 1871XI-15

INTRODUCCIÓN

El componente histórico del diagnóstico hace un recorrido por la región de estudio desde la perspectiva de la población y la conformación político administrativa del territorio. Este recorrido busca caracterizar las tendencias de poblamiento desde el periodo prehispánico hasta el siglo XX con el objetivo de identificar municipios con características especiales en el tema de atracción o expulsión de población. En forma paralela se estudia la configuración político-administrativa del departamento de Boyacá en los mismos periodos.

METODOLOGÍA

La estructura del informe se organizó en una línea temporal que contempla los periodos: Prehispánico, Colonia (Siglo XVI-Siglo XVIII) República (Siglo XIX) y Contemporáneo (Siglo XX).

La información recolectada proviene en su mayoría de fuentes secundarias. Los datos obtenidos de la historiografía especializada, como los compendios generales, fueron sometidos a una selección y clasificación respecto al interés del trabajo. A lo largo de la revisión bibliográfica se ubicaron grandes temáticas que orientaron la búsqueda, consulta y posteriormente, la construcción de series informáticas. La verificación y validación de la información y datos obtenidos se realizó a partir de la confrontación y constatación con otras fuentes historiográficas. Finalmente se elaboraron los mapas los cuales fueron igualmente sometidos a verificación y validación.

En el trabajo realizado sobre los censos de población, al igual que la división político-administrativa, inicialmente se hizo la selección de la información para el Departamento de Boyacá, teniendo en cuenta el actual territorio y sobre éste se reconstruyeron las cifras y series, de tal forma que a lo largo del tiempo tuviésemos una unidad territorial homogénea sobre la cual realizar los análisis concretos. Cabe aclarar, que los censos del Siglo XIX fueron tomados de fuentes publicadas y en ningún momento se hizo la revisión de archivos históricos. Los censos del Siglo XX todos se trabajaron a partir de la información suministrada por el DANE directamente.

Si bien cada censo puede ser problematizado desde su metodología y criterios de elaboración, se ha utilizado como criterio la oficialidad de los datos que ofrecen. En tal sentido, este informe no contempla los cálculos demográficos para 1810 de José Manuel Restrepo, ni los presentados por el General Mosquera en su Geografía de la Nueva Granada para 1864, que habitualmente se usan como indicadores. Tampoco se considera el censo de 1928, por no haber sido aprobado. Finalmente, los datos censales se trabajan sin proyecciones.

Para la elaboración de los mapas de división político-administrativa, se consideraron las poblaciones registradas en cada uno de los censos, utilizando como criterio la existencia de un

ente reconocido socialmente y no se delimitaron fronteras para observar el avance del Estado en el territorio. Igualmente, se tuvo como referencia la unidad territorial que tuvo mayor vigencia a lo largo del tiempo, es así que el territorio de Boyacá se consideró como la unidad de este y las antiguas poblaciones de Casanare que lo constituían en el Silgo XX, hasta que fueron desmembradas recientemente.

Las unidades administrativas definidas constitucionalmente se respetaron en cada censo y sólo hasta el censo de 1918 se asume al municipio como unidad censal. Esto implica que los censos anteriores fueron trabajados a partir de la homologación de cantones y parroquias con la calidad de Municipios al presente.

RESULTADOS

Aspectos Generales

La Cuenca del río Garagoa comprende territorios de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Estos dos departamentos en la época prehispánica fueron ocupados por comunidades indígenas de la familia chibcha mayoritariamente. Sus pobladores, conocidos bajo la asignación general de Muisca, eran un conjunto de tribus que compartían una tradición cultural similar y las cuales habían logrado una organización social, económica y política centralizada en la figura del Cacicazgo. Los cacicazgos muisca organizaron confederaciones: Zipa, Zaque, Tundama y Suamox; cada una de ellas poseía el dominio de un territorio específico y ejercían control sobre un número de comunidades que tributaban centralmente al cacique del área en la cual estaban situados. Para el caso específico de los muisca, que ocuparon el actual departamento de Boyacá, agruparon distintos cacicazgos:

Tunja: Sede del Zaque, con influencia sobre Quimuiza, Tuta, Motavita, Sora, Ramiriquí, Turmequé, Tibaná, Tenza, Garagoa, Somondoco y Lenguazaque.

Tundama: Su influencia alcanzaba a Onzaga, Chicamocha, Soatá, Ocavita, Lupachoque, Sátiva, Chitagoto, Icabuco, Tutasá, Cerinza, Susacon y Susa. Indirectamente ejercía dominio sobre Moniquirá y Chiquinquirá que dependían del cacicazgo de Susa.

Sugamuxi: Su influencia se extendía a las poblaciones del Valle de Iraca, Gámeza, Firavitoba, Busbanza, Toca, Pesca y Tobaza.

Además de estas confederaciones, existían algunas tribus chibchas independientes, Sáchica, Tinjacá, Chispatá y Saboya; como otras comunidades indígenas denominadas generalmente como Lanches, quienes ocuparon la región del Cocuy, El Espino, Chita, Jericó, Guacamayas, Chiscas y

Guicán. También existían grupos Tunebos en el noroeste; Muzos en Simijaca, Muzo, Susa y en las cercanías de Chiquinquirá; y en el Territorio Vásquez, los indios Carares.

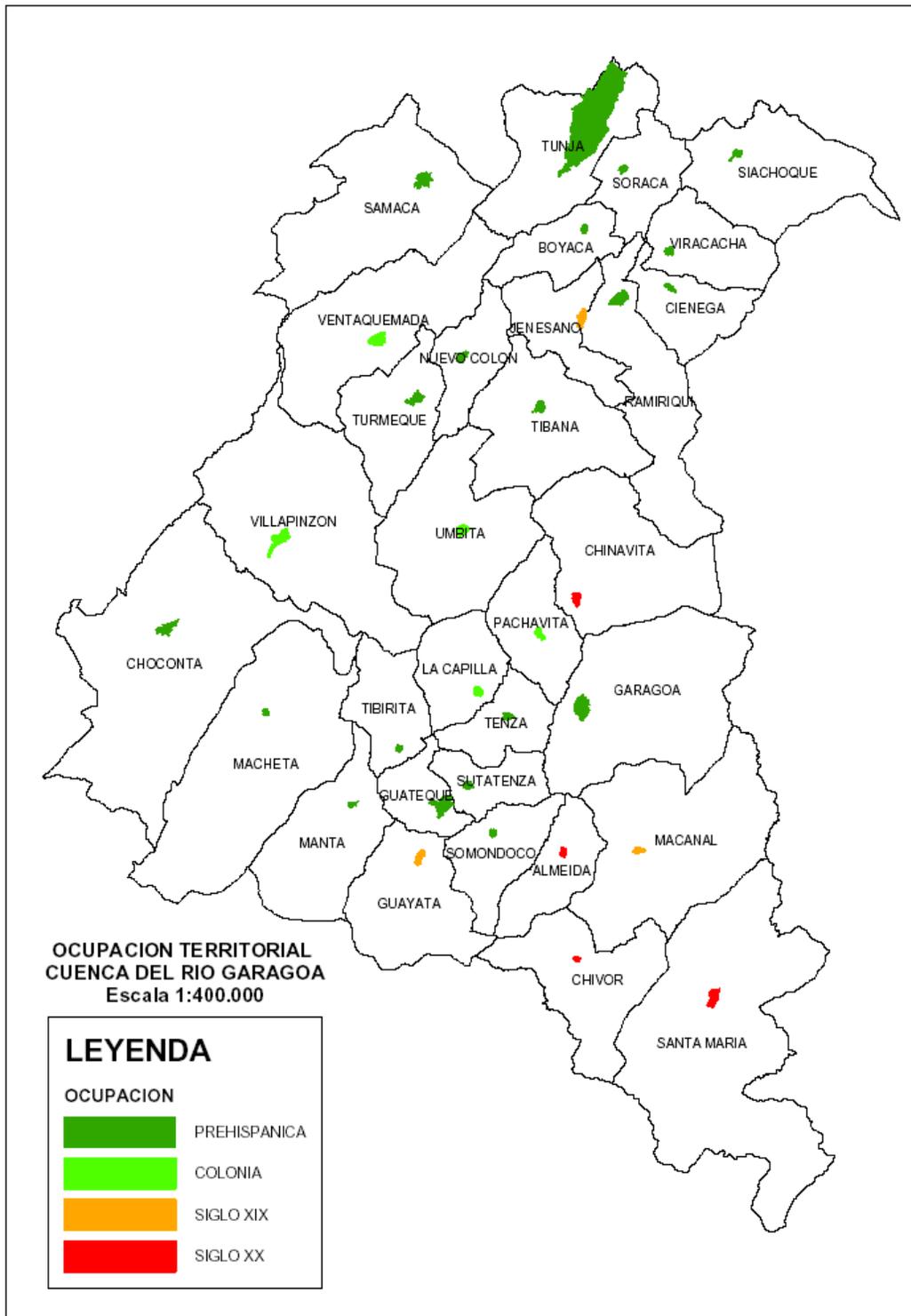
La ocupación indígena en el Departamento de Boyacá cubría los pisos térmicos frío y templado y la mayor densidad poblacional se localizó en terrenos por encima de los 2.000 metros. Cultivaban en sus sementeras maíz, nabos, cubios, frijoles, papas y frutas. Explotaban las minas de esmeraldas y carbón mineral; poseían una actividad alfarera y textil de importancia, especialmente en la producción de mantas y artículos en fique, así como una orfebrería destacada, pese a no ser productores de oro, trabajaron la tumbaga y utilizaron la técnica de la cera perdida. Desarrollaron una red de intercambio centrada en algunas de sus poblaciones y desde ellas construyeron caminos que posibilitaban el trueque con Cundinamarca, los Llanos y Santander.

El oro era obtenido mediante la relación comercial con Poinas y Yaporoges de las riberas del río Magdalena, intercambiándolo por sal, mantas y esmeraldas en Aipe, que como otros era un centro de intercambio con destinación específica, allí sólo era posible el trueque con tribus no chibchas. Al interior de la región, se destacaron algunos centros de intercambio como: Turmequé, donde se intercambiaban esmeraldas y mantas; Muequetá, mantas y tejidos, Sorocotá, sal, mantas y esmeraldas a cambio de oro en polvo de los Agatáes y algodón de los Guanes.

La conquista española comenzó en 1536 en el territorio boyacense. Animados por las noticias sobre las minas de esmeraldas, los españoles se dirigieron desde Cundinamarca a las tierras del actual municipio de Chivor. Posteriormente se establecieron en algunas de las comunidades indígenas y realizaron el repartimiento, entre las huestes conquistadoras, de las tierras y en ellas de la población nativa. La Encomienda¹ cubrió extensas porciones de tierra y en ellas se debía implementar el adoctrinamiento de los indios, demás de centralizarse el tributo y usufructuar el trabajo indígena.

¹ Entre las Encomiendas de las que se conserva registro, tenemos: la de Baganique, Bagaxique, Súnuba, Betéitiva, Bonza, Boyacá, Chivatá, Ciéneza, Cucaita, Garagoa, Guachetá, Icabuco, Guateque, Samacá, Somondoco, Soracá, Tenza, Tibaná, Turmequé, Viracacha, Tame entre otras.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



Mapa XI-1. Ocupación territorial en los cascos urbanos (Mapa 44 del Anexo cartográfico)

Esta forma de organización social y económica entre los muisca no era novedosa, por su pago de tributo en especie o trabajo gratuito a los caciques, los chibchas, relativamente, pudieron soportar

las nuevas relaciones sociales que se le impusieron. Pero la encomienda sufrió el permanente conflicto entre el español y el muisca, el primero impositivamente controlando al segundo, y el segundo huyendo constantemente del primero. Los indios no tenían en su tradición estar nucleados de manera permanente, a excepción del núcleo de residencia de los caciques y el Zaque, y si bien podían tener lugar de residencia permanente en un poblado, ellos transitaban por temporadas entre sus sitios de habitación y sus sementeras². En el Mapa XI-1 Ocupación Territorial en los cascos urbanos de la Cuenca del Río Garagoa, se puede apreciar la magnitud del poblamiento muisca en el territorio de Boyacá, ocupación del territorio que marcó el posterior desarrollo colonial, al superponerse a este la construcción de la sociedad mestiza y mantener una continuidad en los centros de poder y vías tanto de ocupación como económicas.

La dificultad de concentrar a los muiscas en las encomiendas, la implementación de la mita minera, las necesidades de abastecimiento de productos agrícolas y la merma drástica del número de nativos, llevaron a la Corona a tomar la decisión de constituir pueblos en los que sólo habitara la población indígena; los pueblos de indios fueron creados en su mayoría entre 1537 y 1540, estos pueblos se establecieron teniendo por referencia espacial y tributaria los antiguos cacicazgos. En 1556 hicieron presencia en Boyacá las comunidades religiosas de Dominicos y posteriormente de Agustinos, quienes fueron los encargados de establecer doctrinas a lo largo y ancho del actual Departamento, dando impulso a la determinación del Sínodo Eclesiástico de 1556 de dar categoría a los pueblos doctrineros, que muchas veces se confundían con repartimientos y encomiendas.

Para el año de 1600 la Corona Española determinó que a los indios se les asignaran tierras de resguardo en las que no podían asentarse ni blancos ni colonos mestizos, pero esta medida solo se generalizó entre 1595 y 1642. Esto implicó una tensión permanente, ya que los mestizos pobres se apoderaban de tierras al interior de los resguardos y en muchos casos cometían abusos contra la población indígena. Esta tensión se agudizó hacia el siglo XVIII cuando los funcionarios coloniales reevaluaron la existencia de los resguardos, argumentando que eran extensiones de tierra demasiado grandes para tan pocos nativos. Así, entre 1775 y 1778 las tierras de resguardo fueron sometidas a los remates y enajenación³.

² Para ampliar la información sobre las sociedades prehispánicas en el territorio Cundiboyacense puede consultarse: Armando Suescún, La economía chibcha; Eufasio Bernal, Monografía del Departamento de Boyacá; S.M, Broadbent, Los chibchas Organización Socio-política; Juan Friede, Los chibchas bajo la dominación española entre otros.

³ Teresa Suárez, La encomienda y la tenencia de tierras en Boyacá; Diego Monsalve, Apuntes para la historia agrícola de Boyacá; Espinosa Ordúz, Documentos para la Historia del Departamento de Boyacá; Orlando Fals Borda, El Hombre y la Tierra en Boyacá.

Durante la colonia, el territorio boyacense fue considerado como la despensa de la región y como abastecedor de trigo y ganado para el reino. Los españoles introdujeron especies animales y vegetales propias de Europa, las que fueron aclimatadas y sobre las cuales se establecieron cargas fiscales. El indígena fue sometido a un cambio abrupto en su forma de cultivar la tierra tanto en productos como en técnicas (adoptó el arado rudimentario complementando su tradicional palo excavado o azadón) dislocando la tradición cultural muisca. Otro de los cambios fundamentales se realizó en torno a las esmeraldas, riqueza material para los españoles, valor ritual o fuente de productos de primera necesidad para los muisca. Las minas fueron explotadas con mano de obra indígena, con nuevas herramientas y bajo condiciones laborales extenuantes. Tanto la apropiación de la tierra, las formas de producción y las relaciones sociales transformaron el mundo muisca para dar paso a una sociedad mezclada y organizada por condiciones raciales⁴.

La decadencia de la encomienda dio paso al predominio de la hacienda, constituida sobre tierras baldías o realengas hacia finales del siglo XVI, permitiendo la colonización de vastos territorios que alcanzaron alguna dinámica económica gracias a que aún seguía siendo el camino del Carare, el paso obligado del comercio desde la Costa Atlántica al interior del país a través del río Magdalena y el camino a Vélez, situación que cambiaría en el siglo XVIII, cuando pasó el camino de Honda Santafé a suplir las funciones del antiguo del Carare. Y es precisamente durante la segunda mitad del siglo XVIII, que la Corona abandona cualquier medida de protección a los indígenas. Sus tierras son rematadas para obtener recursos económicos y la concentración de la tierra en pocas manos se acentúa y, paralelamente, se dinamiza la fragmentación en fincas de pequeños cultivadores mestizos en antiguas tierras de resguardo, como la creación de nuevas parroquias en los otrora pueblos de indios.

En las postrimeras décadas coloniales se pudo apreciar una sociedad con un alto grado de mestizaje y conflicto. El orden colonial comenzaba a dar síntomas de decadencia, la población más vulnerable se hace partícipe del movimiento de los Comuneros y la situación económica, concentrada en las actividades agrícolas y artesanales, pese a una situación precaria desde finales de la Colonia hasta mediados del siglo XIX, representaba para el país una producción agrícola de importancia de la que obtenía trigo, maíz, papa, cebada, cacao, algodón y añil; además de tintes vegetales, maderas, plantas medicinales y fique.

El siglo XVIII abrió un período de estancamiento y decadencia económica en el territorio boyacense, que favorecido por las luchas independentistas y las medidas gubernamentales se

⁴ Angela Lasso Vega, Boyacá: invitación al paisaje, al hombre y la historia; Eufasio Bernal, Monografía del Departamento de Boyacá. Rafael Roa Medina, Raíces Boyacenses 1635X1978.

prolongó a lo largo del siglo XIX. Este fue un territorio en el cual la población hizo un gran aporte tanto económico como humano a las campañas libertadoras. El pueblo boyacense fue activo en la acción independentista y posteriormente fue foco de resistencia a la Reconquista española, situación que afectó, como en el resto del país, al sector agropecuario y dio una gran movilidad territorial a su población.

Pero además del ideario republicano, Boyacá estuvo sometida a lo largo del siglo XIX al ideario liberal. Los resguardos heredados de la Colonia fueron sometidos a leyes que pretendían su disolución; con estas se pretendía liberar grandes extensiones de tierra al mercado inmobiliario y dejar disponible un considerable volumen de mano de obra para las haciendas que venían fortaleciéndose para aquel entonces⁵.

El fenómeno que produjo la liquidación de los resguardos tuvo un carácter dual. En primer término contribuyó a la concentración de la tierra en pocas manos y en segundo, al dar la propiedad individual al campesino decimonónico, intensificó el minifundio. Esta dualidad tendría vigencia hasta el presente en el territorio boyacense y marcaría uno de los factores en la dinámica de su desarrollo.

Según Manuel Ancízar y la Comisión Corográfica, Boyacá a mediados del siglo XIX era una región “de una dispersión rural extrema” con muy pocos núcleos urbanos y su población se mantenía fiel a los patrones tradicionales de poblamiento definidos desde la época prehispánica. La pequeña propiedad campesina y patrimonial era el eje socioeconómico y político. La economía de subsistencia ejercida en las unidades de producción familiar se mantenía aislada de la innovación tanto a nivel técnico como productivo, y lejos de explorar nuevas posibilidades en la industria y el comercio.

Así, el alto grado de autosuficiencia campesina, suportada en la agricultura y la artesanía, con las viejas formas de producción, aún permitían el sustento de la familia campesina, que además gozaba de un excedente producto del comercio de la alfarería y el tejido, aunque esta era una actividades más o menos limitada.

La agricultura se concentraba en la producción de trigo, maíz, papas, cebada, arracacha, habas, arvejas, garbanzos, frijoles y lentejas. La explotación de maderas, tintes, resinas y plantas medicinales se hacía básicamente en los cantones de Guateque y Garagoa, mientras que la ganadería, ya extendida a una gran proporción de los territorios de Boyacá, tenía una presencia

⁵ Consúltese: Hermes Tovar Pinzón, *Hacienda Colonial y Formación Social*; Orlando Fals Borba, *Op. Cit.*; Germán Colmenares, *La Provincia de Tunja en el Nuevo Reino de Granada 1539-1810*.

importante en las distintas provincias, destacándose el ganado vacuno, caballar, cabruno, porcino y mular.

El comercio de artesanías como las frazadas, bayetas, ruanas, mantas, lienzo de algodón, calzado, alpargatas, sogas, mochilas de fique, clavos y herramientas como palas, barras, machetes, espuelas, frenos, herraduras, etc., como en épocas prehispánicas, abastecía las poblaciones vecinas. Con relación a otras industrias, la producción de miel de caña y panela, en los trapiches del Cantón de Guateque y Garagoa, que llegaron a contabilizar 130 y 140 respectivamente, no daban abasto para abastecer la región y por ello buena cantidad era introducida desde otras provincias. Las escasas industrias se situaban en la ciudad de Tunja en donde existía producción de loza de vidrio, jabón y muebles. Se explotaba sal (Tibirita, Manta, Garagoa y Guateque), Carbón mineral, hierro y cobre (Garagoa, Guateque, Tunja), cal y yeso (Turmequé), Plata, oro y esmeraldas (Guateque), cristal de roca (Tunja), pero lo limitado de la producción no permitía una circulación o comercialización más allá de las fronteras del departamento.

Comercio de Productos Siglo XIX

Tabla XI-1. Flujos de comercio en el siglo XIX

Vende – Destino	Productos	Compra - Origen	Productos
Bogotá	Frazadas, ruanas grandes y pequeñas, vaquetas, badanas, cordobanes, harinas de trigo, ganado vacuno gordo, quesos, huevos, aves domésticas, frutas	Bogotá	Sal, géneros, licores, acero, herramientas finas
Vélez	Ganado, harinas, vaquetas, anís, papa, cordobanes, mulas y conservas	Vélez	Azúcar, añil, algodón, miel de caña, arroz, bocadillos, conservas, yuca.
Socorro	Ganado, harinas, trigo, frutas	Socorro	Azúcar, panela, mantas, lienzo, sombreros, añil en grano, herramientas.
Soto	Bayetas, ruanas, mantas, lienzo, baquetas, cordobanes, badanas y quesos	Soto	Café, cacao, sombreros, géneros y licores.
Casanare.	Mulas y caballos, lienzo, productos de hierro.	Casanare	Ganado vacuno

Fuente: Geografía Física y Política de la Confederación Granadina. Volumen III Estado de Boyacá, Tomo II. Manuel Ancizar, Peregrinación de Alpha.

Como puede apreciarse, la producción y comercialización en el departamento de Boyacá satisfacía mercados muy localizados y el tráfico era sustentado en un número reducido de productos, cuya característica era el bajo rendimiento y productividad, y ninguno de ellos propio para la oferta y demanda mundial. En tal sentido, Boyacá durante el siglo XIX se vio relegada económicamente por sectores más dinámicos, ubicados hacia la exportación. Podría decirse que mientras que otras regiones buscaban la salida al mar de sus productos, Boyacá se mantenía prisionera en su

mercado interno y la satisfacción de algunos requerimientos de la Capital, factor que hacia el siglo XX constituiría una ventaja relativa para la región.

Para 1850 la migración hacia diferentes regiones del país, en especial hacia el pie de monte llanero y la ciudad de Bogotá se hace evidente. Las guerras civiles, la aparición de nuevos ejes económicos en el occidente del país, la crisis económica, la imposibilidad de obtener el recurso tierra ante el avance del hato y la hacienda, el agotamiento de tierras cultivables, la baja o inadecuada remuneración y la búsqueda de oportunidades de empleo, educación y servicios fueron motores de esta migración.

La División Político Administrativa Como Factor Limitante

El territorio de Boyacá ha sido escenario de múltiples fraccionamientos, los que han correspondido, en cada momento, a una reorganización interna como al desmembramiento de parte de su territorio para dar origen a otras unidades político-administrativas. Durante la Colonia, de su territorio se separan Mérida, San Cristóbal, Pedraza y Barinas en 1607 (hoy integrantes de la República de Venezuela). A finales del Siglo XVIII se segregan el Socorro, San Gil, Vélez y posteriormente Pamplona.

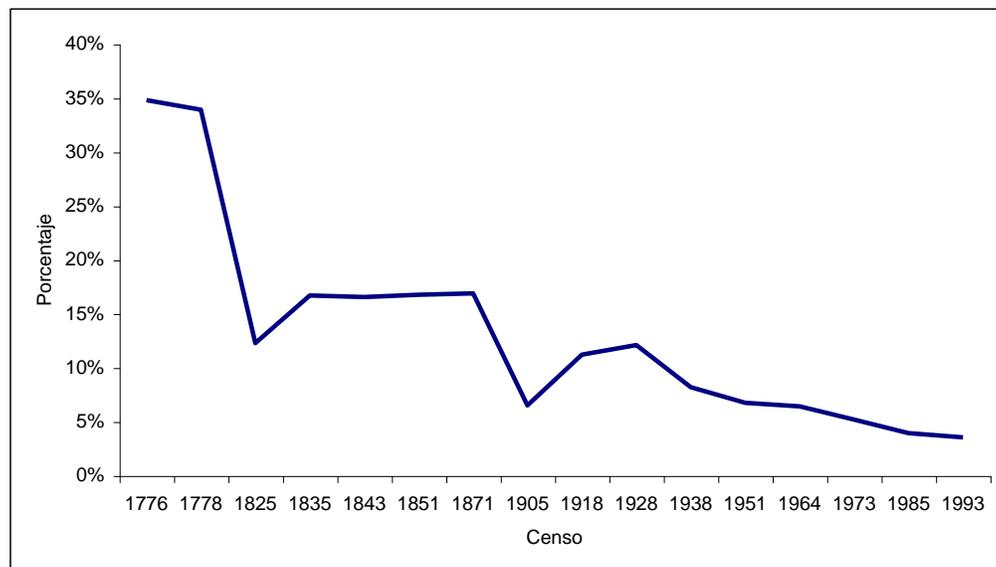
No siendo ya centro político administrativo, el territorio del actual departamento de Boyacá era, en el siglo XVIII, una provincia más que jugaba un modesto papel en la economía colonial dada su escasa explotación minera y lo dificultoso de sus vías. Pero pese a ello mantenía un buen nivel de comercio, aunque cada vez más limitado, por la vía del Carare y el Opón, abasteciendo a la capital, Santafé, de los productos de la provincia de Vélez, Socorro y en especial del Casanare. El declive económico también era alimentado por la concentración demográfica, la que representaba el 33.92% de la población de la Audiencia de Santafé, y la cual venía sufriendo cambios en su composición, haciéndose cada vez más mestiza, como lo indica el Censo de 1778 en el que los blancos representan un 37.3% y los mestizos un 42.25% del total de la población. Esta composición nos puede ayudar a entender cómo la población boyacense se unió al movimiento comunero en busca de reivindicaciones generales que también aquejaban al sector agrícola, comercial y artesanal en otras provincias⁶.

El proceso de independencia fue muy importante en Boyacá. La Constitución de 1811 declara la República de Tunja como independiente y dos años más tarde su separación total de España. El

⁶ Entre los pueblos que se unieron a los comuneros tenemos: Sogamoso, Cerinza, Tibasosa, Pasca, Moniquirá, Chita, Tunja, Villa de Leiva, Ramiriquí, turmequé, Chiquinquirá, Sutamarchán, Sotaquirá, Tasco, Socha, Tópaga, Firavitoba, Cámeza, Tota, Mongua, Samacá, Santa Rosa de Viterbo, Cucuy, Combita entre otros.

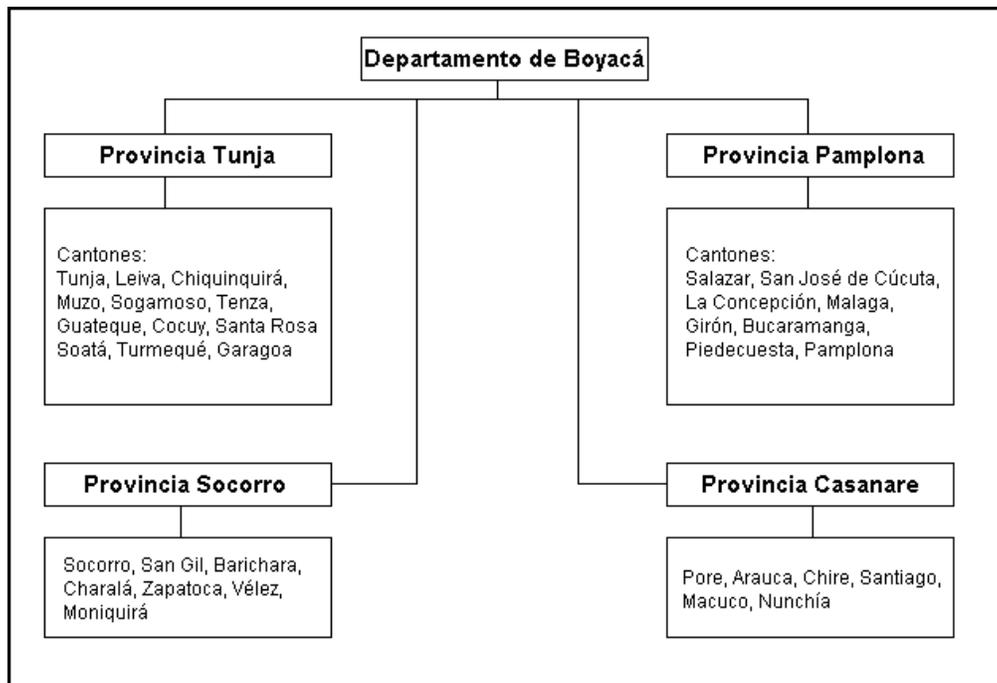
advenimiento de la Reconquista Española significó el arrasamiento del sector agrícola, la ruina de las haciendas ganaderas, y la resistencia patriota constituyó un elemento decisivo en la pérdida de vidas y el desplazamiento de población hacia zonas apartadas. La participación de los campesinos en las campañas libertadoras se ve reflejada en el descenso demográfico registrado en el período intercensal de 1778-1825, explicable fundamentalmente a partir de la guerra y sus consecuencias.

El Congreso de Angosturas conservó la división político-administrativa de la Colonia, dividió el territorio en tres departamentos: Cundinamarca, Venezuela y Quito. Al primero correspondían 15 provincias en las cuales se incluye la de Tunja. Sólo hasta la Constitución de Cúcuta, 1821, Boyacá cobró vida y se dividió el territorio de la Gran Colombia en departamentos, provincias, cantones y parroquias. El Departamento de Boyacá se subdividió en las provincias de Tunja, Socorro, Pamplona y Casanare, organización que no sería duradera por la separación de Venezuela y Ecuador que condujo a la desintegración de la Gran Colombia y al surgimiento de la Nueva Granada en 1831.



Gráfica XI-1. Participación del departamento de Boyacá en la población total nacional siglos XIX – XX. Fuente: Francisco Javier Vergara y Velasco. Nueva Geografía de Colombia, Gaceta de la Nueva Granada No. 211, 234, Gaceta oficial No. 1335, Censo Población DANE

Durante la existencia de la Nueva Granada, el Departamento Boyacá pasó a ser la Provincia de Tunja, subdivida en nueve cantones y estos en 87 parroquias, hasta que en 1849 se crea la Provincia de Tundama, segregando de Tunja los cantones de Soatá, Santa Rosa, Sogamoso, y dos años más tarde se crea el Cantón de Ricaurte al interior de la Provincia de Tundama.

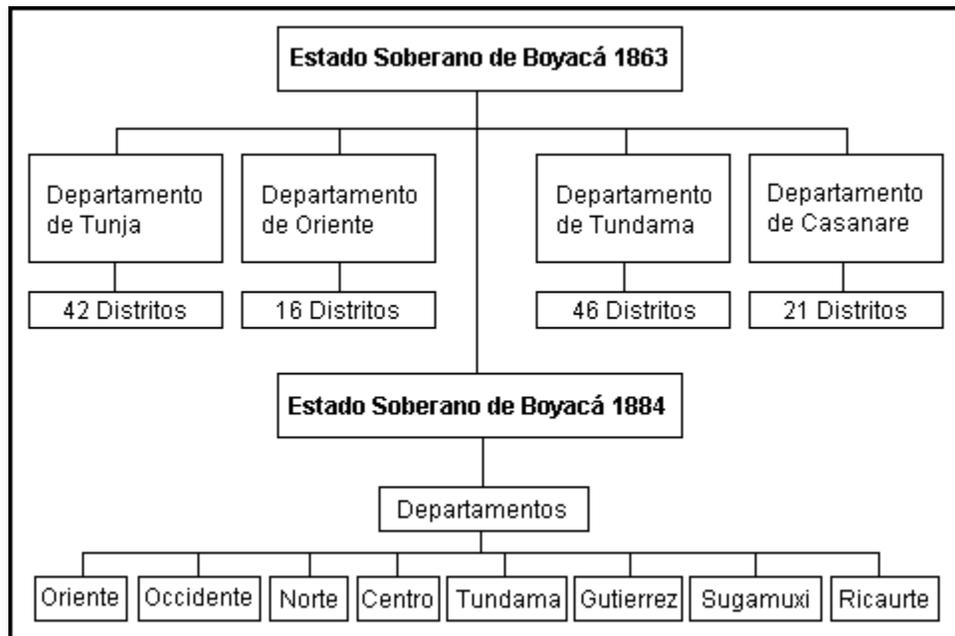


Gráfica XI-2. División política del departamento de Boyacá siglo XIX

El anterior proceso refleja la lucha de intereses y poderes locales, el cual se fue acomodando a los intereses de caudillos regionales y locales que tenían por intención controlar los recursos, la mano de obra y tener el poder político del territorio en el cual poseían intereses económicos y sociales. Entre los intereses más importantes para la consolidación geopolítica de Boyacá, podemos considerar el control sobre las tierras baldías y la expansión de las zonas de colonización hacia el pie de monte y los territorios de los actuales departamentos de Arauca y Casanare, que si bien muestran establecimiento de poblaciones discontinuos e intermitentes, consolida a lo largo del siglo XIX una ampliación administrativa como se puede apreciar en los mapas: División Política Departamento Nueva Granada, Boyacá, 1825 y División Política Estado Unidos de Colombia, Estado Soberano de Boyacá, 1871, página 11 y 12 de este documento.

Esta institucionalización de las lucha de intereses, no fue exclusiva del territorio boyacense, responde a una dinámica nacional que llevaría a la conformación de los Estados Soberanos organizados en la Confederación Granadina de 1858, la que generaría el pacto de los federados para crear los Estados Unidos de Colombia en 1861, ratificado en la Constitución de Rionegro en 1863.

El Estado Soberano de Boyacá observó la siguiente división política



Gráfica XI-3. División política del Estado Soberano de Boyacá: 1863 y 1884.

Desde la Constitución de 1863 el territorio se modificó varias veces, la primera de ellas, ese mismo año subdividió el Departamento de Oriente en los de Oriente y Sur. División que se alteró nuevamente al finalizar el año citado para quedar conformado el Estado Soberano por los Departamentos de: Casanare, Tundama, Norte, Occidente, Oriente y Centro.

En 1868 el Estado Soberano de Boyacá cedió al Gobierno Nacional el Departamento de Casanare, incorporándolo como Territorio Nacional, el que pasaría a ser el Departamento del Nordeste en 1869. Se creó un nuevo departamento en 1878, el Departamento de Gutiérrez y tres años más tarde, el Departamento del Nordeste se modifica por el de Sugamuxi y en 1884 se crea el departamento de Ricaurte.

Como ya se ha indicado, la división política durante el siglo XIX estuvo sometida al vaivén de los intereses de gamonales y caudillos regionales y locales. Durante la existencia del Estado Soberano, en un período de 21 años, fueron cinco las reformas implementadas, que además de lo ya señalado, contribuyeron a disgregar las inversiones en infraestructura y proyectos globales que permitieran crear un plan o un derrotero de desarrollo tanto regional como nacional. Dada la situación de Boyacá, marcada por el estancamiento y descenso económico, los bajos recursos fiscales y rentas propias, no ofrecieron condiciones para implementar mejoras y ampliación de las

vías y servicios para colocarse en una mejor situación y expandir y consolidar sus mercados micro y macro-regionales.

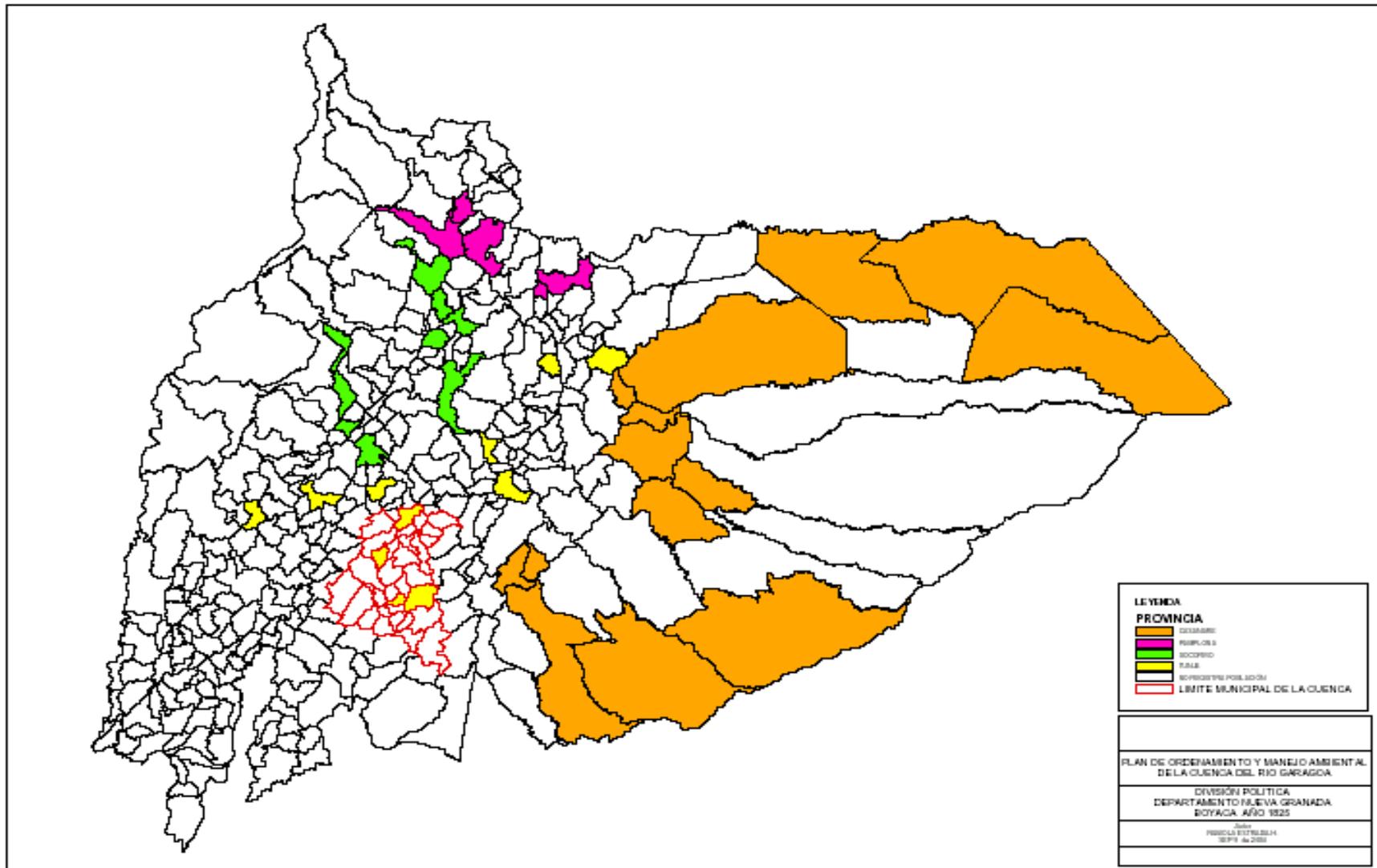
En centralismo político a nivel nacional se estableció en 1886 y los nuevos Departamentos reemplazarían los Estados Soberanos. Se institucionalizó un orden jerárquico que dejó al Departamento el derecho de crear provincias y municipios. Desde entonces, Boyacá ha sido modificada en su estructura político-administrativa en: 1891 se crea el Territorio Nacional de Arauca y un año después el Departamento se dividió en ocho provincias: Centro, Gutiérrez, Norte, Occidente, Oriente, Ricaurte, Sugamuxi y Tundama. División que nuevamente se modifica en 1896, cuando se crean las provincias de Neira y Nariño.

En 1905 se crea el Departamento de Tundama, segregando de Boyacá las provincias de Gutiérrez, Norte, Sugamuxi y Tundama, quedando Boyacá integrado por las provincias de Centro, Occidente, Ricaurte, Neira, Tenza y Márquez, con un total de 60 municipios.

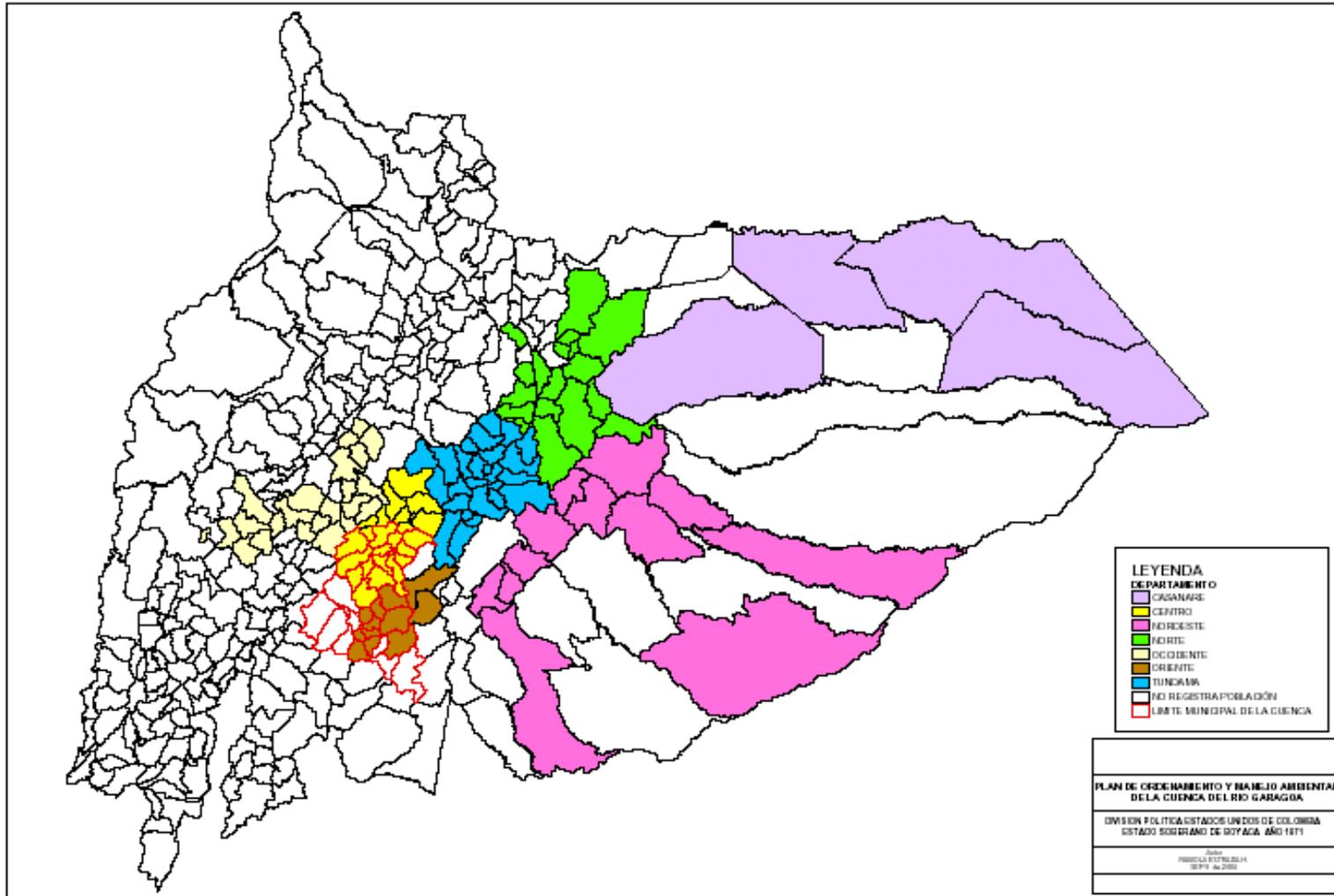
La desmembración de territorio se dio en 1911 cuando se segregan los municipios de Arauca, Arauquita, Cravo, Todos los Santos y El Viento, para conformar la Comisaría Especial de Arauca y en 1923 los municipios de Tame y San Lope que se integraron a esta Comisaría. Pasados cincuenta años, tras diversas reformas y movilidad en la estructuración de las provincias, la última segregación territorial correspondió a los territorios de la Provincia de Casanare (Nunchía, la Aguada, Manare, Maní, Marroquín, Moreno, Orocué, Pore, Támara, Ten y Trinidad), consolidándose los límites que hoy posee el departamento de Boyacá en 1973.

Si miramos el proceso de organización y reducción del territorio de Boyacá a lo largo del tiempo, podríamos decir que los sucesivos cambios en las unidades político-administrativas requirieron concentrar esfuerzos a todo nivel, los que no fueron producto de la planificación ni del reconocimiento de los bienes y servicios ambientales que podrían favorecer un desarrollo más armónico en lo que respecta a los recursos, su explotación y el mejoramiento de la calidad de vida de los boyacenses. A lo largo del tiempo tenemos un Departamento que se fue reduciendo en su área y en las posibilidades de lograr un equilibrio entre las zonas propias para la agricultura y las zonas propias para la ganadería. Es así como desde la expulsión de los jesuitas en el siglo XVIII, la combinación del hato ganadero de Casanare con la altiplanicie cundiboyacense sufrió una ruptura que no se recompuso durante el siglo XIX favoreciendo la extensión de la actividad ganadera en zonas propias para la agricultura y cortó un circuito económico en el que se comercializaban los productos de los pisos térmicos que una y otra región producían.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



Mapa XI-2. División política del departamento de Boyacá. 1863



Mapa XI-3. División política del departamento de Boyacá. 1871 (Mapa 43.5 del Anexo cartográfico)

Boyacá, pese a la ventaja relativa que significa su posición central en la República, se vio cada vez más forzada a comercializar sus productos y a establecer cultivos para satisfacer las demandas de la Capital del país, casi como su única posibilidad para mantener su actividad económica. El que Boyacá desde el siglo XIX no fuera uno de los polos de la agroexportación también marcó el desarrollo sobre la tenencia de tierra, fragmentando las haciendas decimonónicas hacia una estructura en la que predominaría mayoritariamente el micro- y minifundio. Esta situación se agudizaría en el siglo XX como lo veremos más adelante.

El Siglo XX en Boyacá

Entrado el siglo XX, el Departamento de Boyacá era eminentemente rural. Cerca del 90% de su población vivía en el campo dedicada a labores agrícolas. Esta condición se mantendría relativamente estable hasta los años 60 cuando la población urbana comenzó una tendencia de crecimiento. Para esa década, sólo una tercera parte del territorio estaba habitado y el censo de 1964 reportó una población que ascendía al 8% del total nacional y cuya composición indicaba un departamento de población mayoritariamente rural⁷.

En el período intercensal 1964-1973 la dinámica que comenzó a tomar fuerza fue el decrecimiento de la población rural y el incremento de la población urbana; de 75.9% en 1964 pasó la población rural a 69.7% en 1973 (Ver Tabla XI-2). Sin dejar de ser un Departamento de composición mayoritariamente rural, el quiebre dado a la dinámica demográfica por el crecimiento urbano situó a Boyacá en las transformaciones nacionales de la llamada modernización y urbanización. En el departamento de Boyacá este fenómeno se expresó de manera desigual, alcanzando sus mayores valores en las provincias de Sugamuxi, Tundama y Central, mientras que las provincias de Márquez, Gutiérrez, Lengupá, Neira, Norte, Oriente y Valderrama, en el mismo período, se presentaron tasas negativas de crecimiento.

La dinámica poblacional desde 1951 (ver Tabla XI-2: Municipios que presentan disminución de Población Total, Segunda Mitad del siglo XX), indica que de los 33 municipios que comprenden la Cuenca del Río Garagoa, sólo tres de ellos han mantenido una dinámica de incremento constante de población (Cucaita, Soracá y Tunja. No se incluye Chivor en los cálculos por ser un Municipio de reciente formación y su existencia no permite comparaciones intercensales). En los municipios restantes, aunque no de forma permanente, durante los últimos cincuenta años, se ha presentado una disminución de población total, concentrándose tal fenómeno en el área rural, mientras que las cabeceras se han mantenido o crecido a excepción de los municipios de Somondoco, Úmbita,

⁷ DANE Censos Población

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Manta y Viracachá (1964-1973), y los municipios de Almeida, Chinavita, Macanal, Santamaría, y Sutatenza, los que en uno u otro período intercensal (1973-1985 ó 1985-1993) han presentado disminución de su cabecera municipal. En el mismo sentido, el caso más significativo lo representa el municipio de Boyacá, el cual ha presentado de manera constante desde 1964 una disminución de población en su cabecera.

Tabla XI-2. Municipios que presentan disminución en su población total en la segunda mitad del siglo XX. (Se indica con X disminución en cabecera y/o resto)

Disminución Período Intercensal 1951-1964								
Municipio	1951-1964		1964-1973		1973-1985		1985-1993	
	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto
ALMEIDA						X		X
LA CAPILLA		X		X				
MACANAL		X		X	X	X		X
SUTATENZA				X	X	X		X
VIRACACHA		X		X		X	X	X
MANTA		X				X		
TIRIBITA		X				X	X	

Disminución Período Intercensal 1964-1973								
Municipio	1951-1964		1964-1973		1973-1985		1985-1993	
	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto
BOYACA				X	X	X	X	X
CHINAVITA				X		X	X	X
JENESANO				X		X		X
GUAYATA				X	X	X		
LA CAPILLA		X		X				
MACANAL		X		X	X	X		X
PACHAVITA				X		X		X
RAMIRIQUI				X				
SIACHOQUE		X		X				X
SOMONDOCO			X	X	X	X	X	
TENZA				X		X		X
TIBANA				X				X
TURMEQUE				X		X		
UMBITA			X	X				X
VIRACACHA		X	X	X		X	X	X
CHOCONTA				X				X
MACHETA								X
MANTA			X			X		

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Disminución Período Intercensal 1964-1973								
Municipio	1951-1964		1964-1973		1973-1985		1985-1993	
	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto
BOYACA				X	X	X	X	X
CHINAVITA				X		X	X	X
JENESANO				X		X		X
GUAYATA				X	X	X		
LA CAPILLA		X		X				
MACANAL		X		X	X	X		X
PACHAVITA				X		X		X
RAMIRIQUI				X				
SIACHOQUE		X		X				X
SOMONDOCO			X	X	X	X	X	
TENZA				X		X		X
TIBANA				X				X
TURMEQUE				X		X		
UMBITA			X	X				X
VIRACACHA		X	X	X		X	X	X
CHOCONTA				X				X
MACHETA								X
MANTA			X			X		

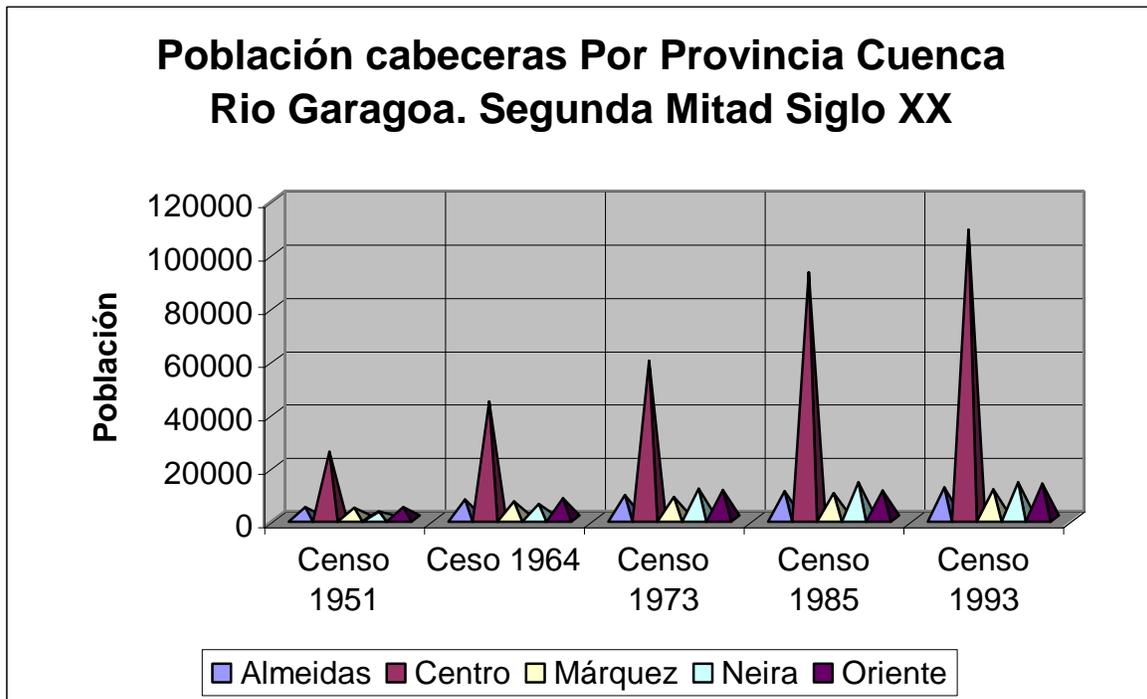
Disminución Período Intercensal 1973-1985								
Municipio	1951-1964		1964-1973		1973-1985		1985-1993	
	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto
ALMEIDA		X			X	X		X
BOYACA				X	X	X	X	X
CHINAVITA				X		X	X	X
CIENEGA						X		X
JENESANO				X		X		X
GUAYATA				X	X	X		
MACANAL		X		X	X	X		X
PACHAVITA				X		X		X
SANTA MARIA						X	X	X
SOMONDOCO				X	X	X	X	
SUTATENZA				X	X	X		X
TURMEQUE				X		X		
MANTA						X		
TIRIBITA						X	X	

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Disminución Período Intercensal 1985-1993								
Municipio	1951-1964		1964-1973		1973-1985		1985-1993	
	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto
ALMEIDA	X					X		X
BOYACA				X	X	X	X	X
CHINAVITA				X		X	X	X
CIENEGA						X		X
JENESANO				X		X		X
GARAGOA				X				X
GUATEQUE	X			X				X
MACANAL	X			X	X	X		X
NUEVO COLON								X
PACHAVITA				X		X		X
SAMACA								X
SANTA MARIA						X	X	X
SIACHOQUE	X			X				X
SUTATENZA				X	X	X		X
TENZA				X		X		X
TIBANA				X				X
UMBITA				X				X
VENTAQUEMADA								X
VIRACACHA	X			X		X	X	X
CHOCONTA				X				X
MACHETA								X
VILLA PINZON								X

FUENTE: Censos Población DANE.

Para los años noventa, la única provincia que se destacaba con una importante de población urbana es la de Centro, que a lo largo de los últimos cincuenta años ha consolidado como centro urbano de la región, la ciudad de Tunja y algunos centros industriales intermedios como Sogamoso, Duitama y Chiquinquirá, los que opacan y distorsiona la dinámica real de la Provincia, que al igual que los otros municipios del departamento (Ver: Gráfico X-1), en las últimas décadas han mantenido una población relativamente estable, con tendencia a la disminución y cuyas cabeceras, en su gran mayoría, no sobrepasaban los 5.000 habitantes.

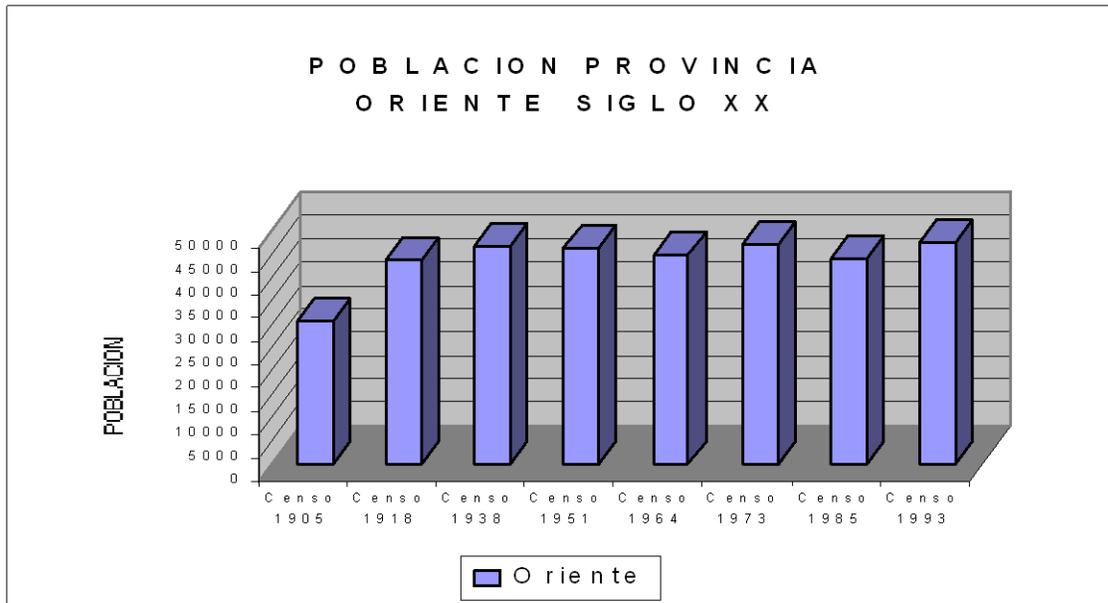


Gráfica XI-4. Población en cabeceras por provincia. Cuenca del río Garagoa. Segunda mitad del siglo XX

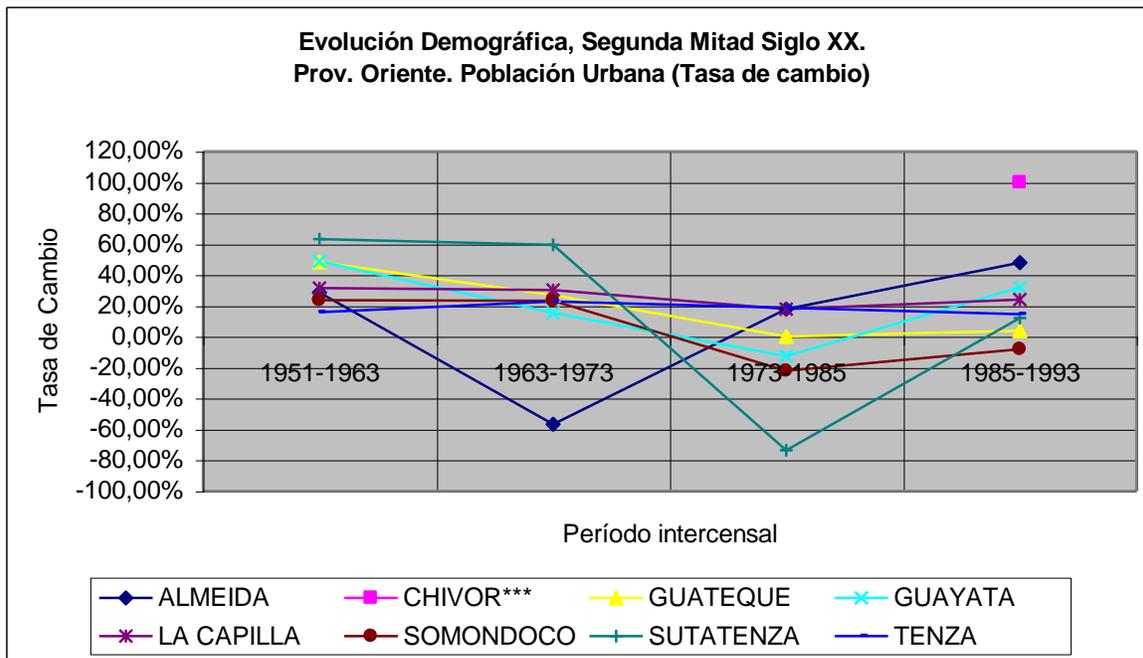
La población de Boyacá es en su composición fundamentalmente rural, hecho que se expresa de manera contundente en la Cuenca del Río Garagoa. Los centros urbanos en los últimos cincuenta años no han sido ejes dinamizadores en tanto expansión territorial ni aumento poblacional significativo. Son pocos los municipios que después de presentar un ciclo de decrecimiento y recuperación alcanzan los porcentajes que tuvieron en 1951. Igual fenómeno, aunque de manera más aguda se presenta en el sector rural. Podría afirmarse entonces, que la Cuenca presenta idéntica dinámica al resto del Departamento en lo referente al proceso migratorio. La Cuenca es expulsora de población, fenómeno que se concentra en la población rural, pero que también es evidente en los cascos urbanos.

Para apreciar la dinámica antes señalada veamos graficada la evolución demográfica y el comportamiento urbano y rural de ella según los censos de población:

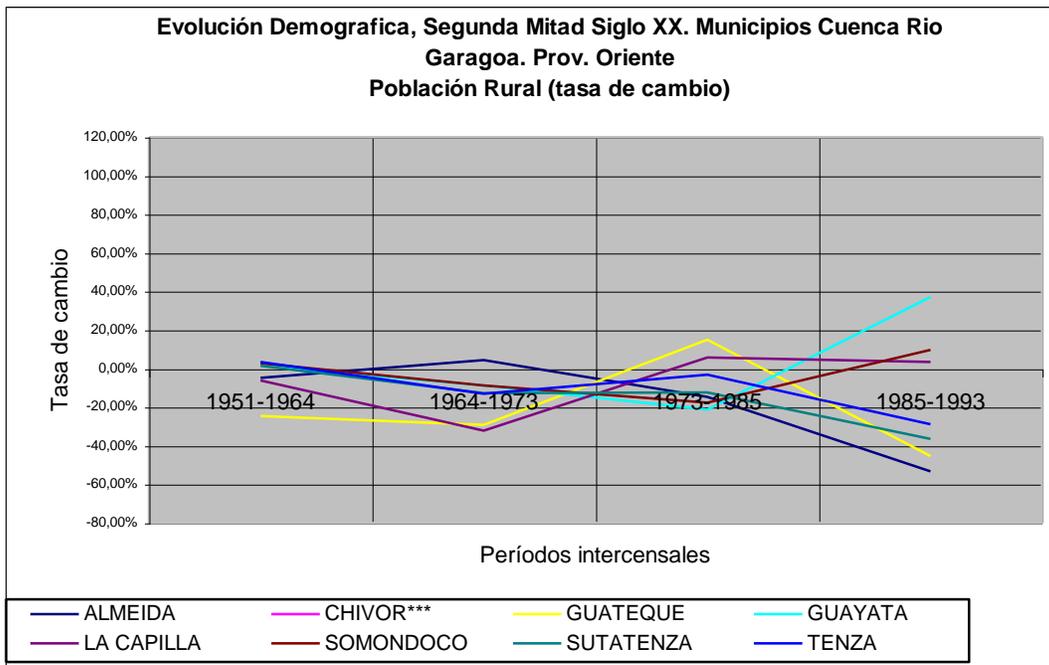
Provincia de Oriente



Gráfica XI-5. Población de la Provincia de Oriente. Siglo XX

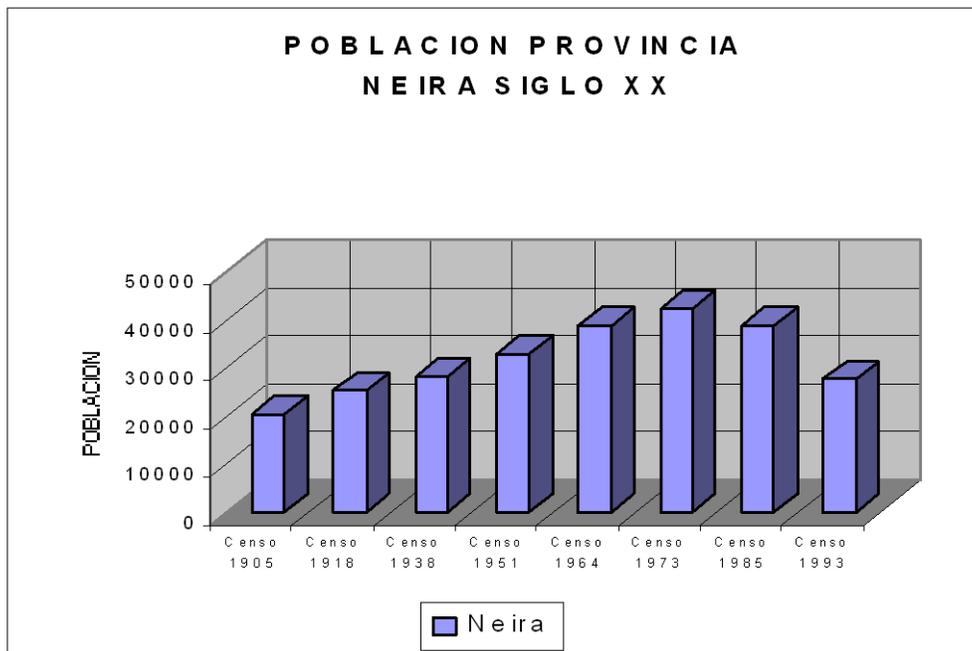


Gráfica XI-6. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Oriente. Población urbana (Tasa de crecimiento)

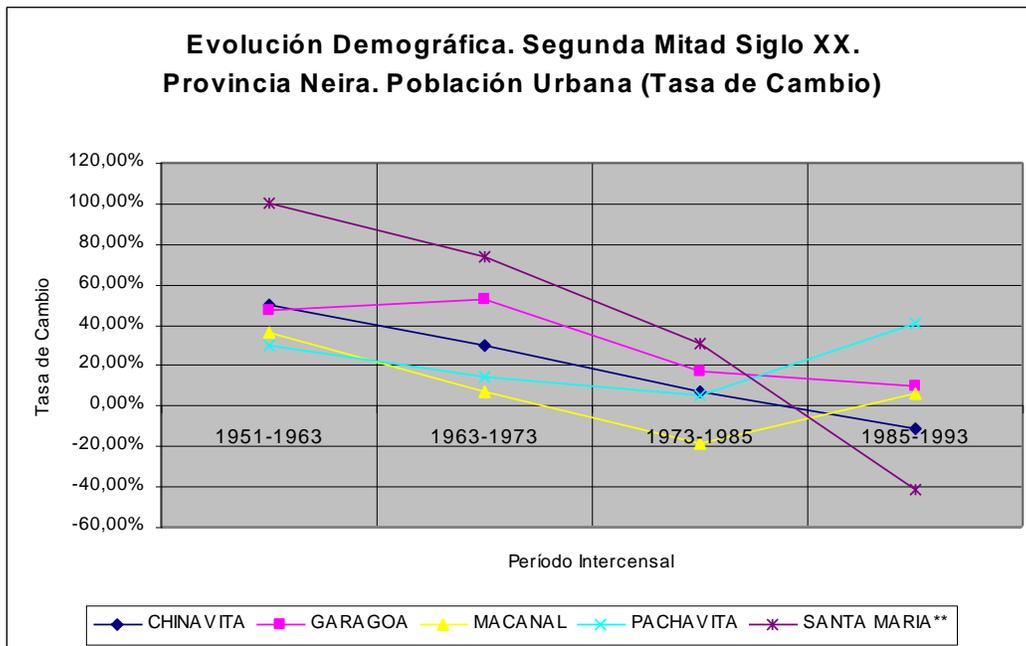


Gráfica XI-7. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Municipios Provincia de Oriente. Población rural (Tasa de crecimiento)

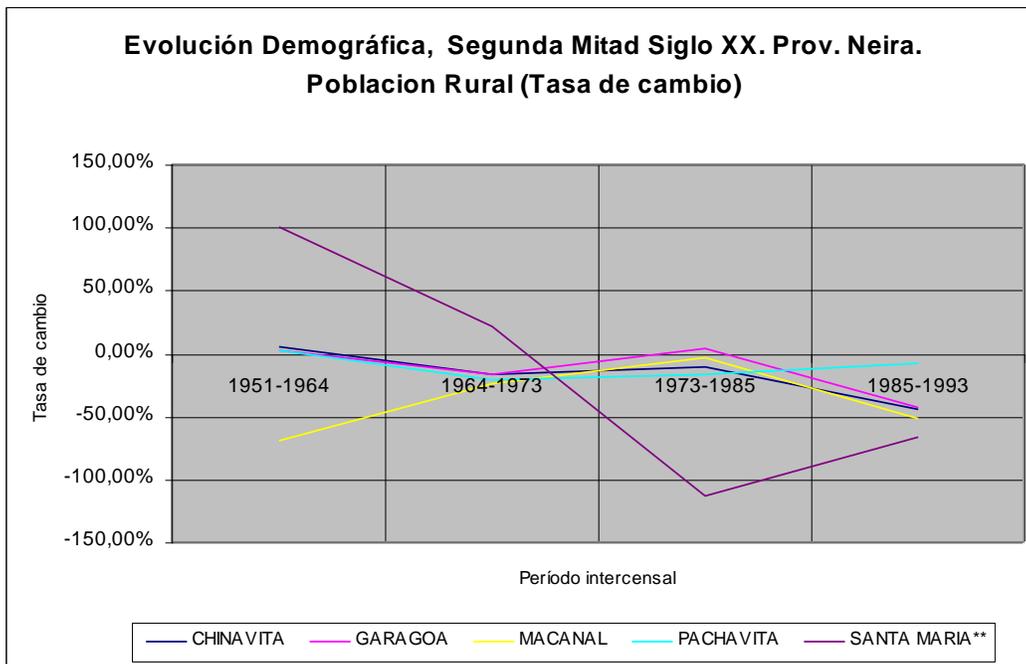
Provincia de Neira



Gráfica XI-8. Población provincia de Neira. Siglo XX

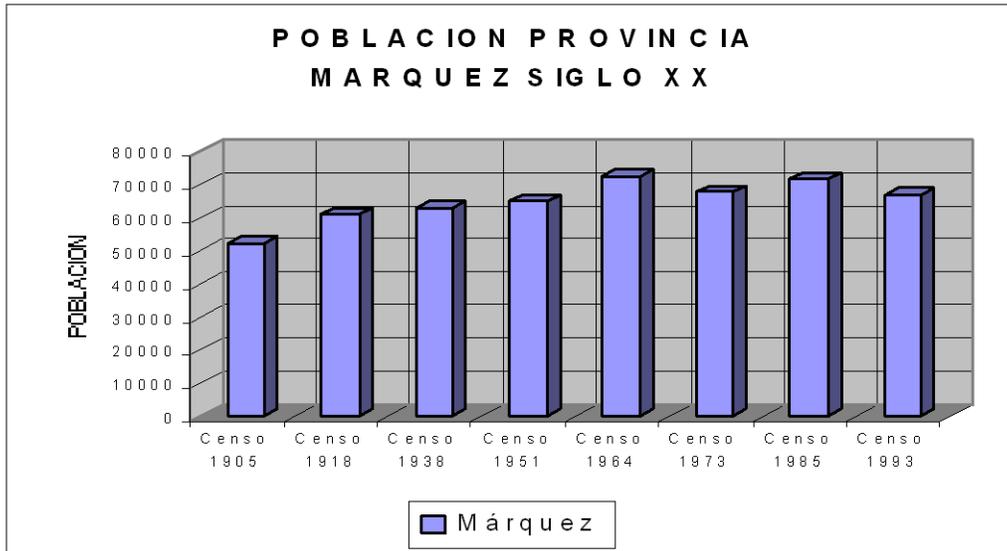


Gráfica XI-9. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Neira. Población urbana. (Tasa de Cambio)

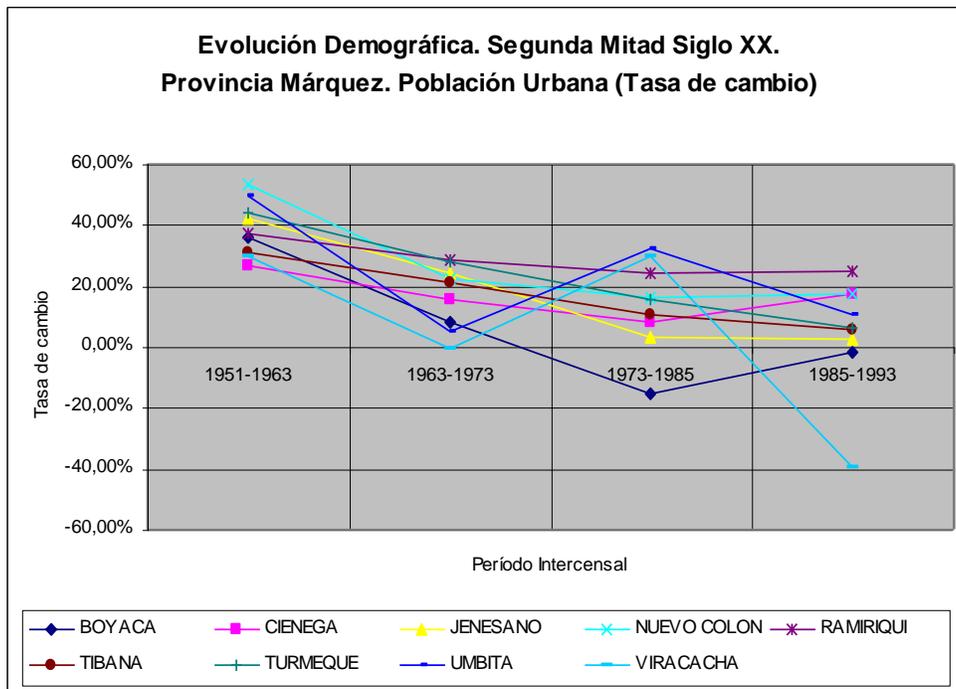


Gráfica XI-10. Evolución demográfica. Segunda Mitad del siglo XX. Provincia de Neira. Población Rural (Tasa de cambio)

Provincia de Márquez

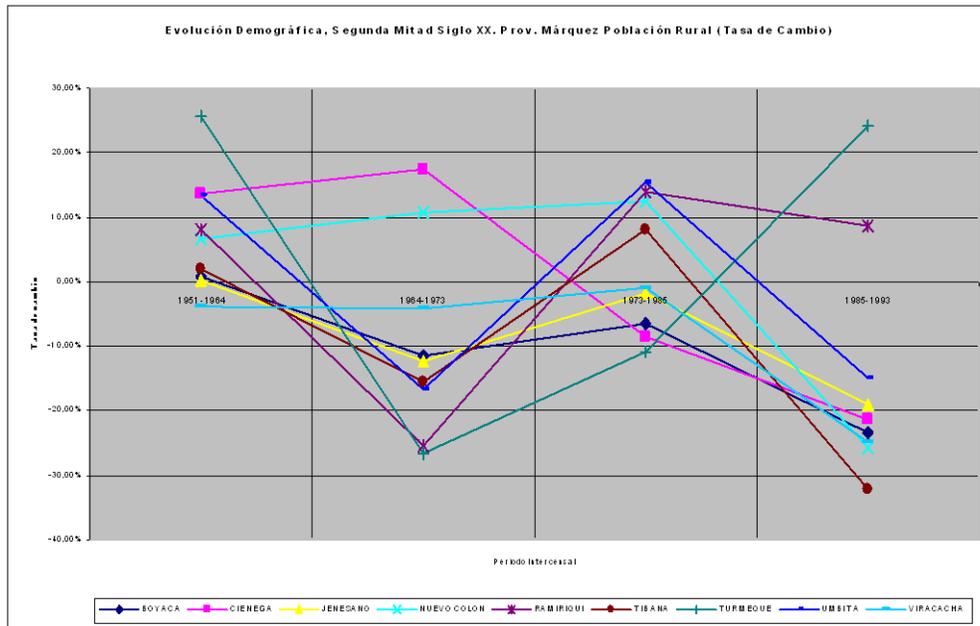


Gráfica XI-11. Población Provincia de Márquez. Siglo XX



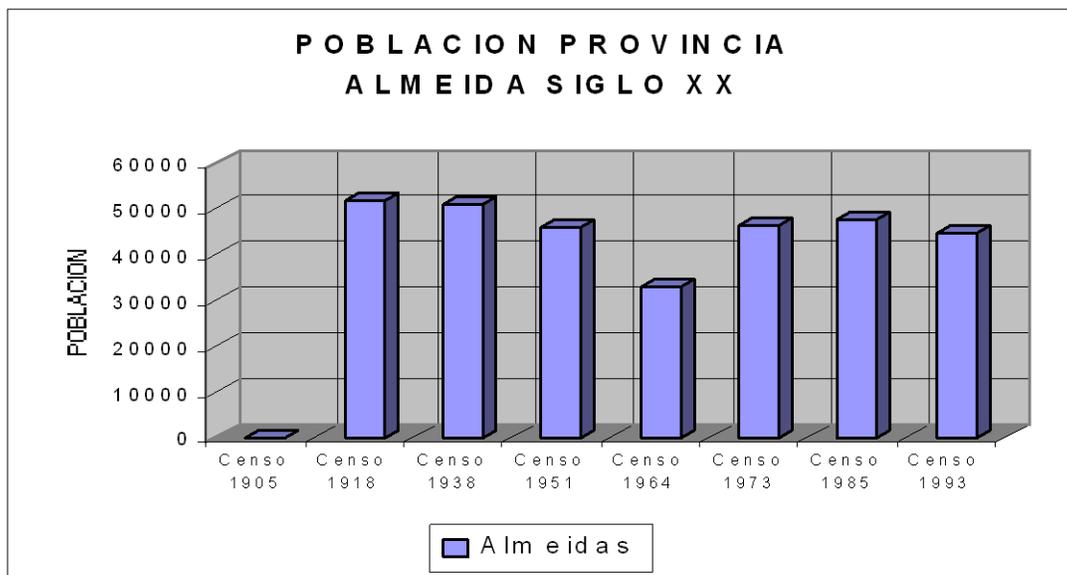
Gráfica XI-12. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Márquez. Población Urbana (Tasa de crecimiento)

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

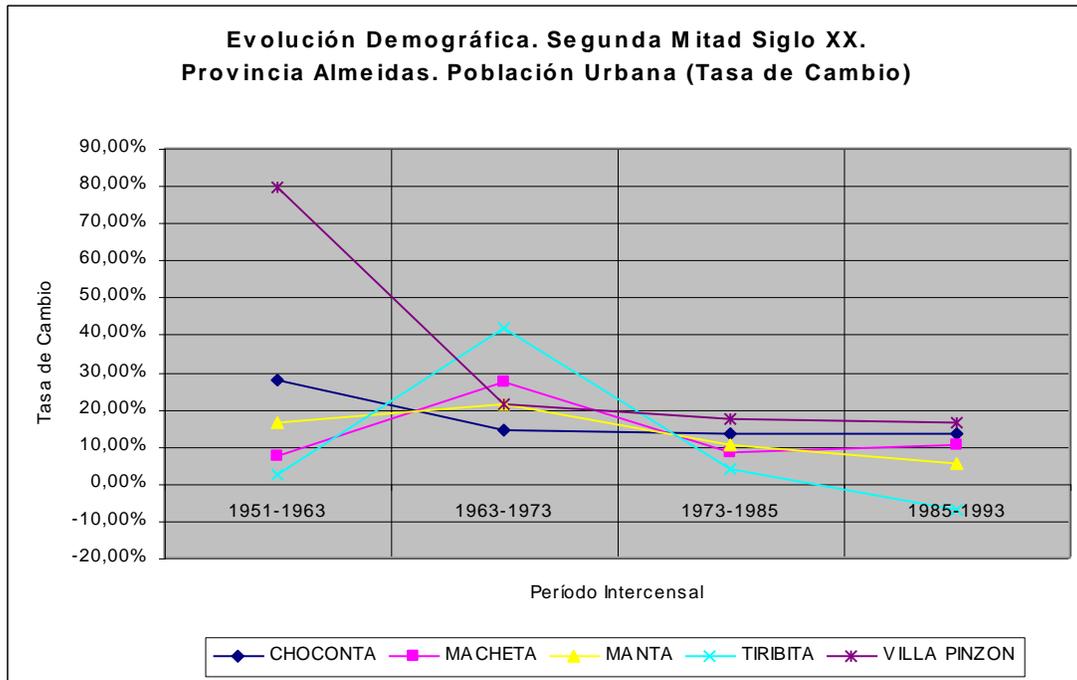


Gráfica XI-13. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Márquez. Población rural (Tasa de crecimiento)

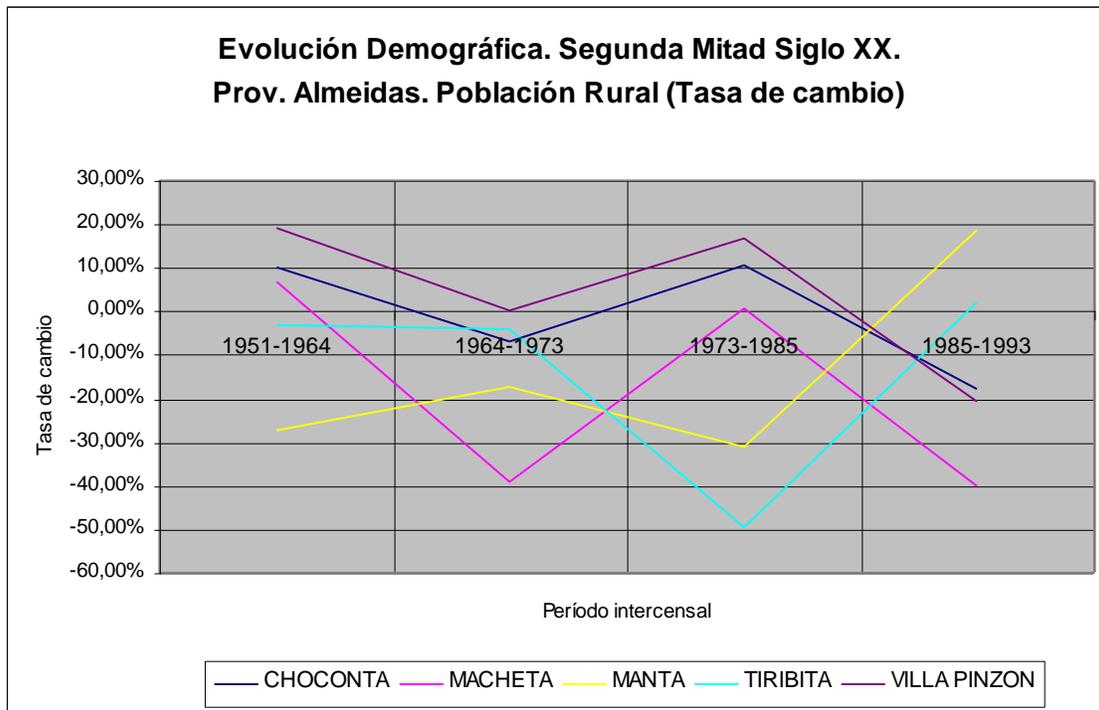
Provincia de Almeidas



Gráfica XI-14. Población. Provincia de Almeidas. Siglo XX

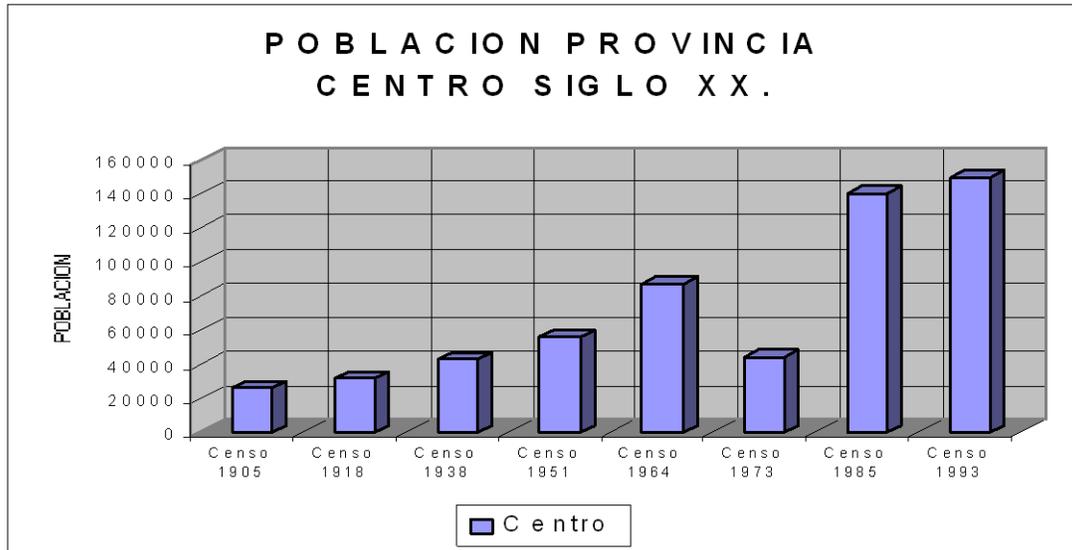


Gráfica XI-15. Evolución Demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Almeidas. Población urbana (Tasa de crecimiento)

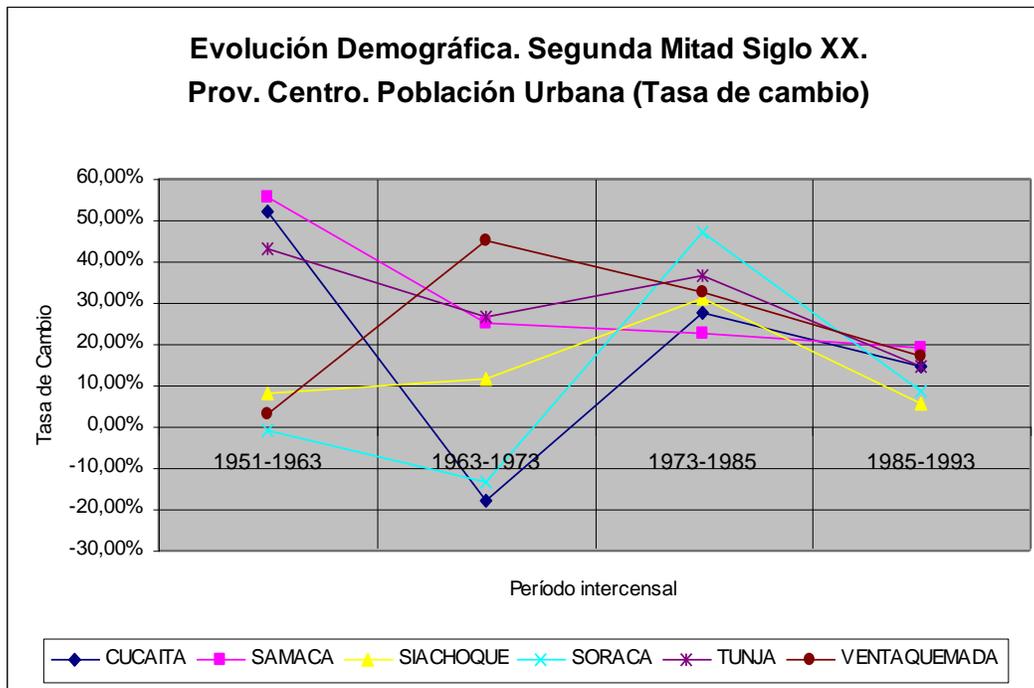


Gráfica XI-16. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia de Almeidas. Población rural (Tasa de crecimiento)

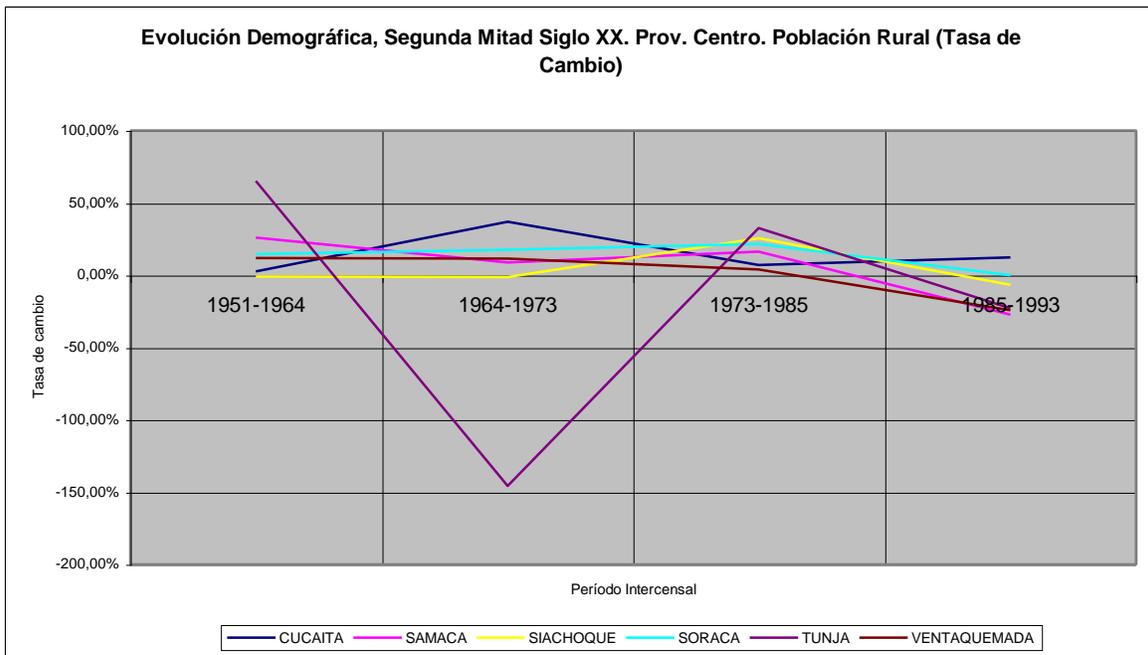
Provincia Centro



Gráfica XI-17. Población Provincia Centro. Siglo XX

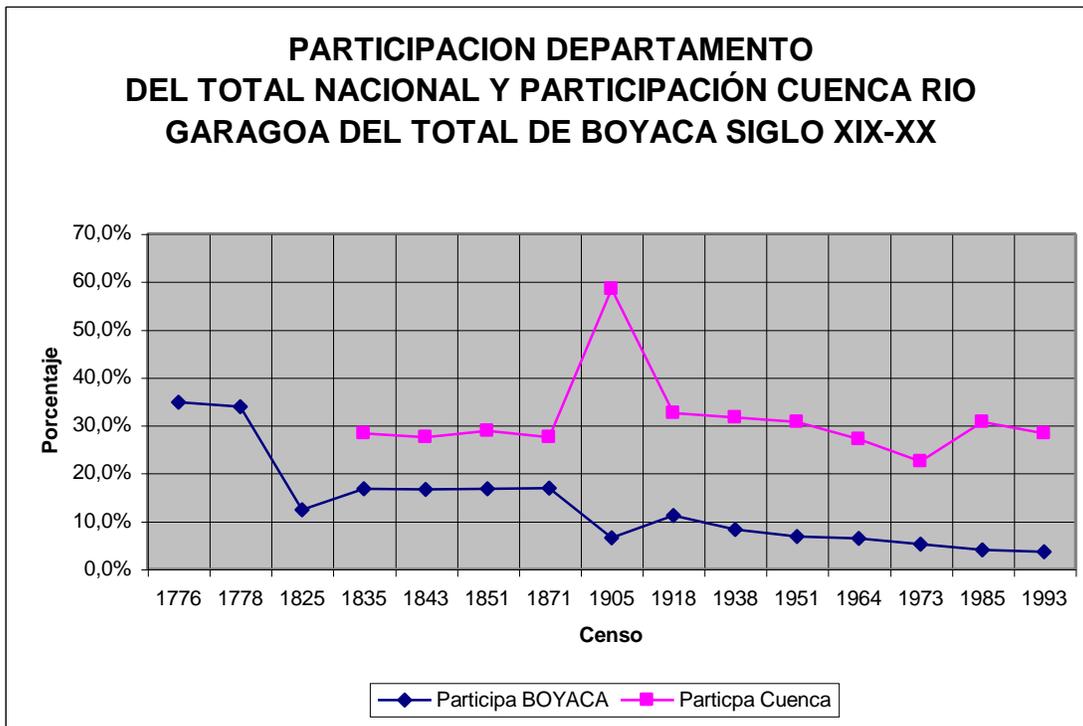


Gráfica XI-18. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia Centro. Población urbana (Tasa de crecimiento)



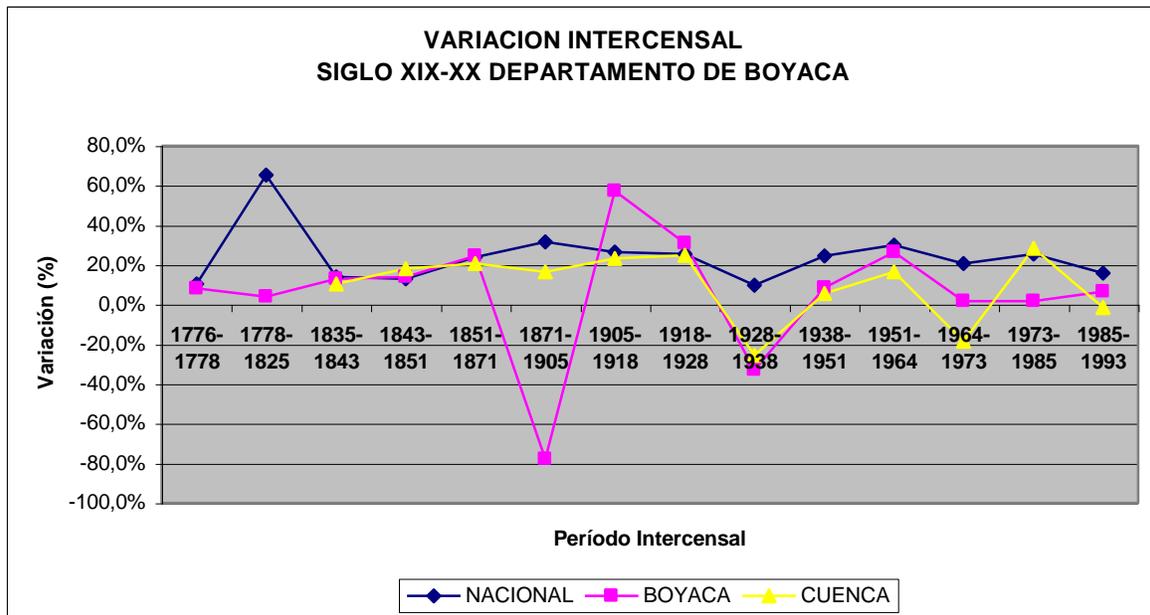
Gráfica XI-19. Evolución demográfica. Segunda mitad del siglo XX. Provincia Centro. Población rural (Tasa de crecimiento)

Si bien la distorsión que marcan municipios como Sogamoso, Duitama y la capital del Departamento y que da a la Provincia Centro una dinámica de crecimiento frente al conjunto de Boyacá y en especial el caso de Tunja frente a las poblaciones de la Cuenca del Río Garagoa, es clara la tendencia a la caída o a una estabilidad negativa a lo largo del siglo XX. El ritmo de crecimiento durante este lapso de tiempo siempre ha sido desigual a las tasas nacionales, y la participación de Boyacá en el total de la nación decreció. Según los censos para los años de 1905, 1918, 1938, 1951, 1964, 1973, 1985 y 1993, la participación de la población boyacense en el total nacional fue de 6.5%, 11.2%, 8.2%, 6.7%, 6.4%, 5.2%, 3.9% y 3.5%. En la siguiente gráfica podemos observar esta dinámica y contrastar con el período anterior, el siglo XIX, que ya marcaba tal comportamiento.



Gráfica XI-20. Participación del departamento en el total nacional y de la cuenca del río Garagoa en el total del departamento de Boyacá siglos XIX y XX

Para la Cuenca, su participación en el total de la población del Departamento también denota la misma tendencia indicada para Boyacá frente al total nacional, haciendo la salvedad, que para el período intercensal 1973-1985 la Cuenca creció por la atracción que generó la construcción de la Represa de Chivor, situación que transitoriamente marcó el aumento poblacional pero que concluyendo nuevamente parece que la dinámica presente durante el siglo XX se renueva.

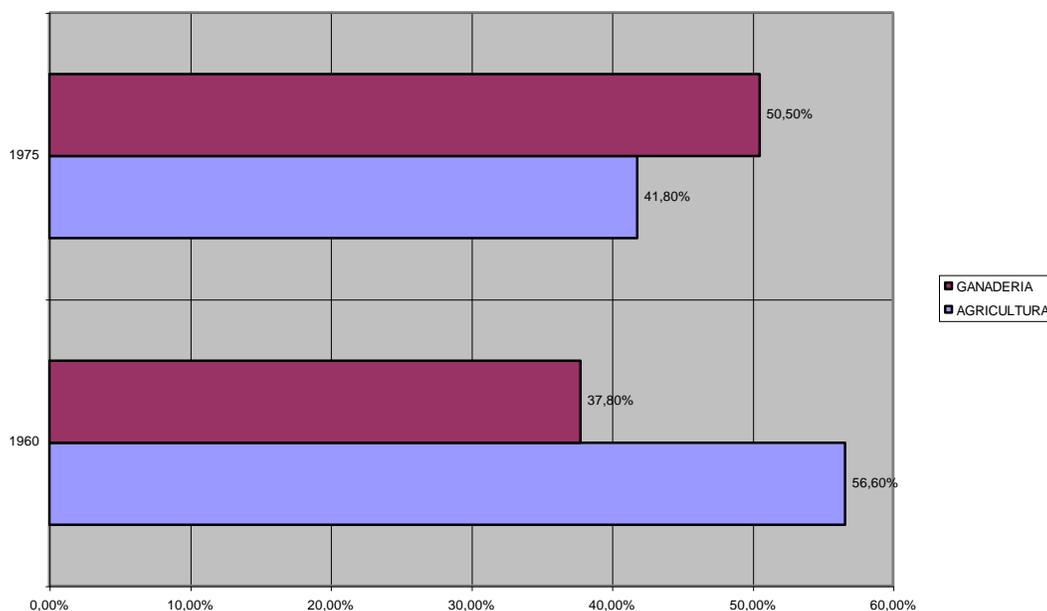


Gráfica XI-21. Variación intercensal siglo XIX y XX. Departamento de Boyacá y cuenca del río Garagoa. Nota: Se asume el Censo de 1928, pese a no ser oficial, porque facilita ubicar la continuidad de la dinámica indicada.

Con relación a la actividad económica del Departamento, la dinámica más significativa estuvo representada en una marcada tendencia de desplazamiento del sector agrícola por el sector ganadero. En la Gráfica XI-22 se muestra esta tendencia, que durante las últimas tres décadas alcanza un mayor énfasis y ocupa mayores extensiones de tierra, como en el caso de la Provincia de Márquez y Oriente, donde las hectáreas de pastos superan las destinadas a la agricultura, o bien, la Provincia de Neira en donde el 70% de su territorio en 1995 se destinaba a la ganadería extensiva⁸.

⁸ Gobernación de Boyacá, Secretaría de Fomento Agrícola, Diagnóstico Agropecuario de Boyacá.; Gobernación de Boyacá, Perfiles Provinciales de Boyacá.

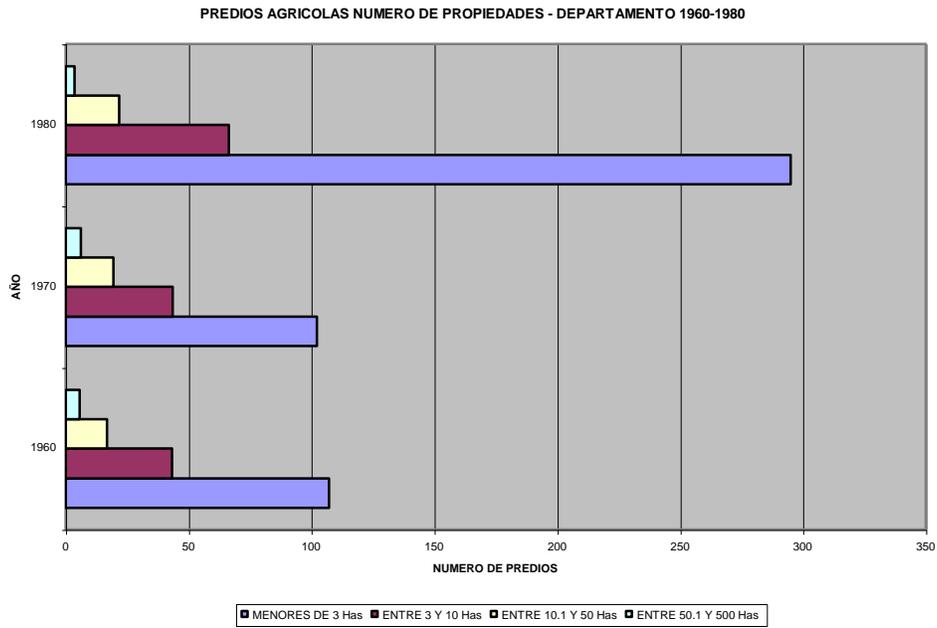
RELACION AGRICULTURA Y GANADERIA 1960-1975 (Participación Económica en el Departamento)



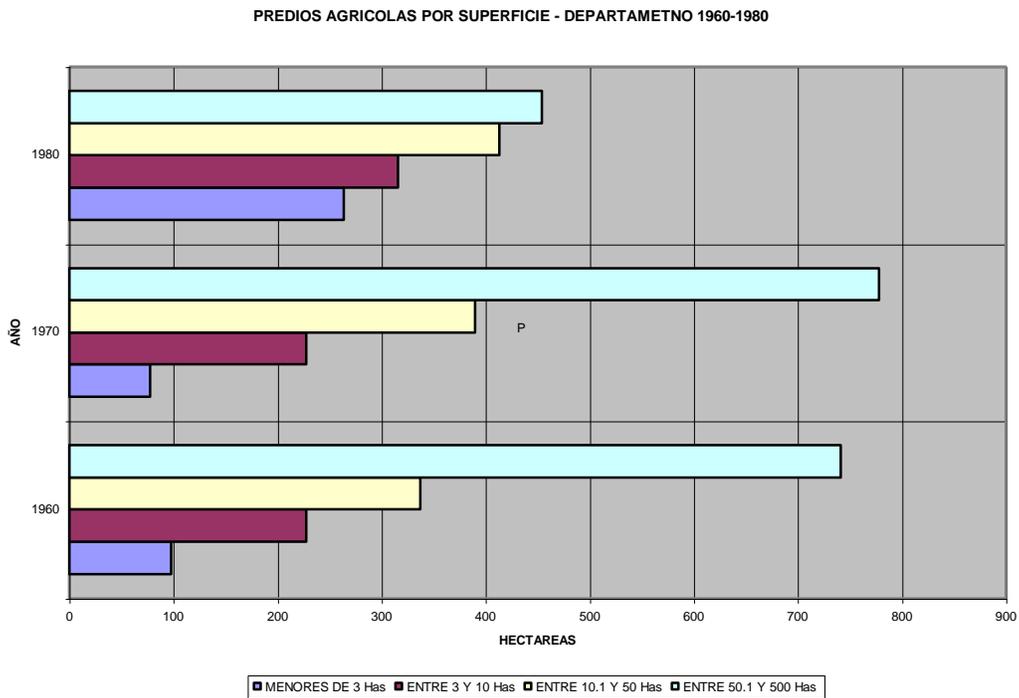
Gráfica XI-22. Relación agricultura y ganadería 1960-1975 (Participación económica en el departamento)

El retroceso de la agricultura frente a la ganadería está estrechamente ligado al bajo proceso de modernización del sector, la forma tradicional de la producción campesina y especialmente al comportamiento presentado en la fragmentación de la tierra en el Departamento. Esta última presenta una tendencia dual que parte de la legalización de los predios privados desde la década del sesenta. Según información catastral entre los años de 1960 y 1990, el registro de la propiedad en el Departamento indica un crecimiento del minifundio y el microfundio con relación al número de predios y la superficie que estos ocupan, hecho que alcanza su nivel más alto en la década del ochenta; mientras que el latifundio se reduce en número de predios al igual que en la superficie total que ocupa y en la mediana propiedad se aprecia una relativa estabilidad en la relación número de predios y superficie ocupada. Estas tendencias se agudizan en los años setenta como se puede apreciar en las gráficas a continuación:

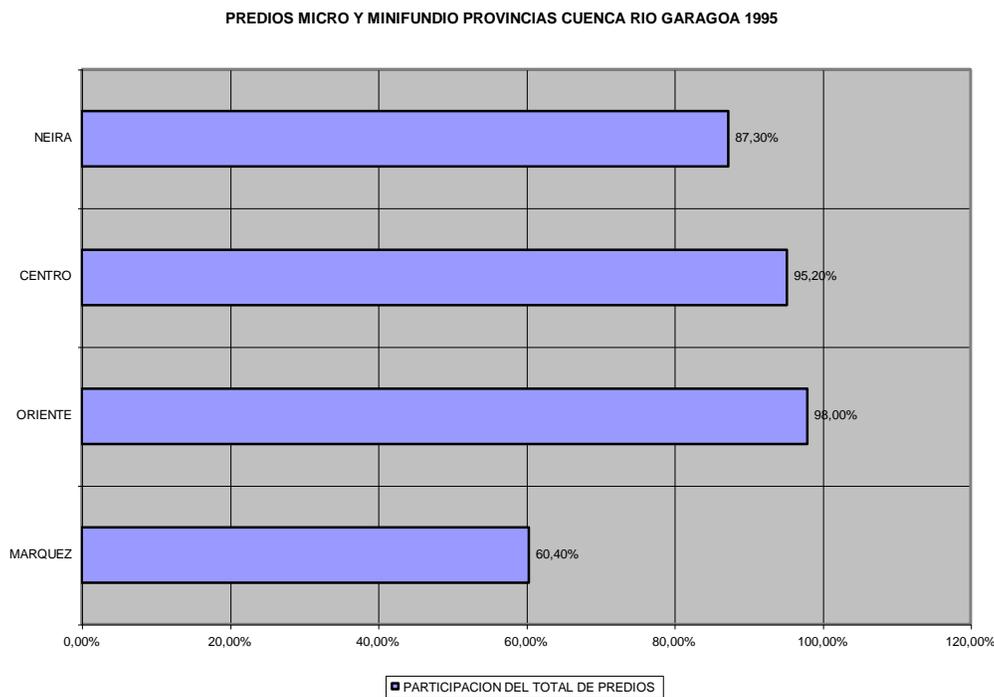
Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



Gráfica XI-23. Predios agrícolas: número de propiedades. Departamento 1960-1975



Gráfica XI-24. Predios agrícolas por superficie. Departamento 1960-1980



Gráfica XI-25. Predios micro y minifundio por provincias de la cuenca del río Garagoa. 1995

El tamaño de los predios, micro y minifundio, no permite un adecuado nivel de desarrollo para los productores y nutre básicamente la subsistencia dejando poco o ningún excedente para el mercado. Situación que ha generado opiniones encontradas frente a los aspectos medioambientales. Algunos autores la señalan como nociva mientras que otros la ven positiva, pero independiente de las bondades y peligros, es un hecho que la dinámica de fragmentación de la tierra se ha venido incrementando al punto de hacerse cada vez mayor la existencia de predios menores a una hectárea, lo cual es preocupante en tanto que en estas unidades de producción se afecta la capacidad de cada unidad familiar para obtener su sustento directo, además de incrementar la explotación de manera intensiva, debilitando y agotando las condiciones naturales de las parcelas y contribuyendo al tiempo a un deterioro de la calidad de vida y al consecuente abandono del campo. El incremento de predios menores a una hectárea se puede apreciar en las cifras que ofrece el documento, elaborado por Corpochivor en 1996, “Tenencia de la Tierra en los Municipios de Corpochivor por Predios y Propietarios”, y el cual nos ubica tal dinámica en el área de la Cuenca:

Tabla XI-3. Predios menores a 1 Ha. 1996

Municipio	Predios %	Municipio	Predios %
Almeida	38.66	Pachavita	52.06
Boyacá	71.23	Ramiriquí	67.84
Chinavita	48.82	Santa María	35.62
Chivor	26.31	Somondoco	59.46
Ciénega	69.84	Sutatenza	75.04
Garagoa	66.19	Tenza	69.93
Guateque	84.58	Tibaná	63.07
Guayatá	66.71	Turmequé	59.89
Jenesano	77.69	Úmbita	52.44
La Capilla	73.24	Ventaquemada	64.33
Macanal	28.88	Viracachá	69.20
Nuevo Colón	60.35		

Fuente: Corpochivor, 1996.

Si se considera que el 100% de la tierra corresponde a los predios registrados, la tenencia de la tierra es fundamentalmente minifundista y su fragmentación es cada vez mayor. La Unidad Agrícola Familiar, si bien varía de una Provincia a otra, deja lejos las extensiones menores a 1 Ha, evidenciando la incapacidad de la estructura de tenencia para sustentar la unidad familiar y darle continuidad a la actividad agrícola por nuevas generaciones. La estructura de tenencia se convierte en un obstáculo para que los jóvenes se apropien de las viejas y tradicionales formas de producir y a la vez les niega la posibilidad de alcanzar nuevas tecnologías y usos.

Considerando lo anterior, se podría afirmar en primer lugar, que la actividad agrícola de la Cuenca del Río Garagoa se soporta en el minifundio, manteniendo la tendencia de fragmentación que desde los años ochenta conlleva a un incremento del microfundio. En segundo lugar, que el sector pecuario se multiplica en estas unidades de producción en pequeña escala, especialmente en la cría de aves de corral y porcinos. Y tercero, la tendencia señalada del incremento de la ganadería en la participación económica del Departamento, no está soportada en el micro y minifundio por sus propias condiciones estructurales, su limitada inversión de capital y los escasos procesos de modernización⁹.

⁹ Diego Monsalve, Apuntes para la historia agrícola de Boyacá, Gustavo Svenson, Boyacá: el desarrollo económico departamental, 1960X1975. Jorge Castro Romero, Panorama Agropecuario y socioeconómico de Boyacá. Dirección Nacional de Estadística, Panorama Geo-Económico del Departamento de Boyacá. Gobernación de Boyacá, Perfiles Provinciales de Boyacá.

BIBLIOGRAFÍA

- Ancizar, Manuel. 1984. Peregrinación de Alpha. Biblioteca Banco Popular, No. 9, Bogotá,
- Bernal Eufrasio. Monografía del Departamento de Boyacá.
- Castro Romero Jorge. Panorama Agropecuario y socioeconómico de Boyacá.
- Colmenares, Germán. La provincia de Tunja en el Nuevo Reino de Granada. TM Editores, Univalle, Tercera Edición, Bogotá, 1997.
- Correa Ramón. Piranguata hoy Jenesano.
- DANE. Censos Población.
- Deas, Malcolm. 2002. El contexto económico y fiscal de la guerra de los Mil Días. En: Boletín Cultural y Bibliográfico, Biblioteca Luis Ángel Arango, Volumen XXXVII, Número 54, Bogotá, 2002.
- Dirección Nacional de Estadística. Panorama Geo Económico del Departamento de Boyacá.
- Domínguez Camilo, Barona Guido y otros (Ed.). 2003. Geografía Física y Política de la Confederación Granadina. Volumen III Estado de Boyacá. Obra dirigida por el General Agustín Codazzi. UNAL, UPTC, UNICAUCA, Colombia, 2003.
- Espinosa Orduz. Documentos para la Historia del Departamento de Boyacá.
- Fals Borda, Orlando. El Hombre y la Tierra en Boyacá.
- Gaceta de la Nueva Granada. No. 211, 234, 661.
- Gaceta Oficial. No. 1335.
- Galindo, Aníbal. Anuario Estadístico de 1875.
- Gobernación de Boyacá, Secretaría de Fomento Agrícola. Diagnóstico Agropecuario de Boyacá.
- Gobernación de Boyacá. Perfiles Provinciales de Boyacá.
- Gómez López, Augusto; Barona Becerra, Guido; Domínguez Ossa, Camilo (Ed.). 2000. Geografía Física y Política de la confederación Granadina. Volumen III, Estado de Boyacá, Tomo I Territorio de Casanare. Obra dirigida por el General Agustín Codazzi. UNAL, UPTC, UNICAUCA, Colombia.
- Jaramillo, Carlos Eduardo. 2001. Antecedentes generales de la guerra de los Mil Días. En: Nueva Historia de Colombia, Tomo I. Editorial Planeta, Colombia, 2001.
- _____, 2001. La Guerra de los Mil Días, 1899-1902. En: Nueva Historia de Colombia, Tomo I. Editorial Planeta, Colombia.
- Lasso Vega, Angela. Boyacá: invitación al paisaje, al hombre y la historia.
- Monsalve Diego. Apuntes para la historia agrícola de Boyacá.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

- Moreno y Escandón, Francisco Antonio. 1985. Indios y Mestizos de la Nueva Granada. A finales del siglo XVIII. Biblioteca Banco Popular, Volumen 124, Bogotá.
- Museo Nacional de Colombia. 1998. Memorias de la II Cátedra Anual de Historia “Ernesto Restrepo Tirado”, Las Guerras Civiles desde 1830 y su Proyección en el siglo XX. Volumen I y II. Cargraphics, Bogotá.
- Ocampo López, Javier. 1983. Historia del Pueblo Boyacense. De los orígenes paleoindígenas y míticos a la culminación de la Independencia. Ediciones Instituto de Cultura y Bellas Artes de Boyacá. Tunja.
- Ocampo, José Antonio (comp.). 1987. Historia Económica de Colombia. Siglo XXI Editores, Bogotá.
- Osorio, Luis Enrique. 1938. Geografía Económica de Colombia. Ediciones Antena, Bogotá.
- Palacios, Marco. 1983. El café en Colombia, 1850-1970. Ancora Editores, Bogotá.
- Roa Medina Rafael. Raíces Boyacenses 1635-1978.
- Suárez Teresa. La encomienda y la tenencia de tierras en Boyacá.
- Suescún, Armando. La economía chibcha.
- Suescún, Armando. Las Constituciones de Boyacá.
- Svenson, Gustavo. Boyacá: el desarrollo económico departamental 1960-1975.
- Tovar Pinzón, Hermes. 1988. Hacienda Colonial y Formación Social. Sendai Editores, Barcelona.
- Vergara y Velasco, Francisco Javier. 1892. Nueva Geografía de Colombia.

XII. COMPONENTE ETNOAMBIENTAL Y ARQUEOLÓGICO

Francisco Barranco

Antropólogo. Fundación de Investigaciones
Geoarqueológicas y ambientales. IDEA-UN

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	XII-1
METODOLOGÍA	XII-2
PERIODO DE CONTACTO	XII-2
SITIOS ARQUEOLÓGICOS E INVESTIGACIONES	XII-4
<i>Prospecciones sistemáticas en la región</i>	XII-5
<i>Excavación puntual en los abrigos rocosos de Ventaquemada</i>	XII-7
<i>Arqueología de Tunja</i>	XII-8
<i>Complejos cerámicos</i>	XII-9
CONCLUSIONES	XII-11
<i>Asentamientos humanos en la cuenca del Río Garagoa</i>	XII-11
BIBLIOGRAFÍA	XII-15

INTRODUCCIÓN

Resulta inapropiado agrupar sitios arqueológicos bajo la visión territorial de Cuenca del Río Garagoa, lo que sí resulta posible es relacionar grupos étnicos e investigaciones arqueológicas dentro de esa clasificación.

La Cuenca del Garagoa debido a su variabilidad paisajística, agrupó hábitats con diversos recursos asociados a pisos térmicos de clima cálido, medio, frío y muy frío, que fueron el asiento de diferentes grupos étnicos que a la llegada de los españoles afrontaban luchas por la expansión y consolidación de sus territorios.

Las fechas más aceptadas ubican a grupos de cazadores recolectores en el altiplano Cundiboyacense entre 12.000 y 11.000 AP. Sin embargo, se poseen fechas de mayor antigüedad como la de Tocogua con 23.000 AP. Los campamentos a cielo abierto de estos grupos son naturalmente difíciles de hallar si nos atenemos al tamaño y movilidad de los cazadores recolectores, así como a la poca industria asociada a estos, consistente en herramientas de hueso, madera y piedra. Debido a estas características los vestigios de cazadores recolectores reportados en su mayoría provienen de abrigos rocosos más fácilmente identificables.

El área en cuestión posee abrigos en diversos Municipios, los cuales presentan en algunas ocasiones pinturas rupestres asociadas a grupos agroalfareros como en el caso de Ventaquemada, en la zona del monumento a Pedro Pascasio Martínez.

Los primeros grupos agroalfareros identificados para el altiplano Cundiboyacense se sitúan según la nueva cronología aportada por Langebaeck entre el 400 a.C y el 700 d.C. Los abrigos rocosos de Ventaquemada citados anteriormente resultan interesantes debido a que el sitio agrupa monumentos históricos del periodo de independencia con vestigios Herrera y pictografías posiblemente muisca; estas relaciones entre lo prehispánico y lo colonial no son difíciles de encontrar en los pueblos Boyacenses.

La arqueología sigue siendo una labor histórica que pretende construir un pasado, que debe aportar algo al futuro en la búsqueda de una identidad nacional; el interés creciente por la arqueología en nuestro país ha llevado a la ampliación de los estudios que pretenden recuperar la memoria histórica de las diferentes regiones, en el caso presente, cabe señalar que los Herrera y los Muisca transformaron los ecosistemas en que vivieron en mayor o menor grado, adoptando técnicas como la construcción de camellones y canales, o la creación de huertos con suelos transportados; a medida que avanzan las investigaciones, se ha logrado probar que los antiguos

pobladores poseían un conocimiento empírico sobre la fertilidad de los suelos y el manejo adecuado de los mismos.

METODOLOGÍA

El presente documento además de hacer una recopilación de hallazgos arqueológicos para su protección y socialización, efectúa algunas reflexiones acerca del manejo ambiental con el fin de consolidar la memoria ambiental de los pobladores actuales.

Más que un inventario de sitios arqueológicos aún por delimitarse y estudiarse, se trata de la recopilación de las investigaciones publicadas o divulgadas sobre hallazgos arqueológicos en la zona de influencia de la Cuenca.

Se procedió a efectuar un barrido de las investigaciones arqueológicas principales en la región, por consulta de las bases de datos de la Universidad Nacional de Colombia, la Biblioteca Luis Angel Arango y las reseñas de investigaciones de la Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales del Banco de la República (FIAN) y El Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH). No se descarta el hecho de que puedan existir algunos trabajos monográficos o investigaciones hechas por la Universidad de Los Andes, sin embargo el acceso a esos registros resulta dificultoso, se asumió que los más relevantes se encuentran en la base de datos de la Biblioteca Luis Angel Arango.

Posterior al trabajo de Ubicación de los textos, se realizó un breve resumen y discusión sobre los hallazgos de las investigaciones con datos más puntuales. Se efectuó un inventario de pictografías y Petroglifos muy difíciles de ubicar debido a la ausencia de georeferenciación, sumada a los procesos naturales de meteorización de las rocas o recubrimientos de líquen que ocultan las pictografías.

A continuación se presenta una lista de sitios arqueológicos incluyendo áreas con pinturas rupestres o petroglifos, así como una breve reseña de la situación de la Cuenca del Garagoa a la llegada de los españoles. Las investigaciones reseñadas van desde excavaciones puntuales, hasta reconocimientos sistemáticos de grandes áreas como en el caso del Valle de Tenza.

PERIODO DE CONTACTO

En el momento de arribo de los colonizadores españoles al altiplano Cundiboyacense hacia 1537, los muisca se encontraban en proceso de expansión de sus territorios, la organización política

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

atribuida a los muisca se ha definido a través de agrupaciones de territorio y pueblos de filiación lingüística similar (Chibcha).

Los muisca además de afrontar una lucha interna entre las principales confederaciones sujetas al Zacasgo (Tunja o Hunza) y al Zipasgo (Muequetá o Bogotá), sostenían luchas con los pueblos fronterizos, al norte de su territorio con los Yarigües provenientes de la otra margen del Río de La Magdalena, comúnmente estos invadían Vélez en territorio Guane (grupo lingüístico Chibcha), con los Panches al sur en cercanías a Fusagasuga, el territorio actual del Colegio, Tocaima, y en general regiones más cálidas y de vegetación más exuberante en las fronteras con el departamento del Tolima.

Los Muzos, igualmente belicosos, repelieron a los grupos fronterizos muisca hasta Chiquinquirá y Simijaca; al oriente del territorio muisca, en las estribaciones hacia el piedemonte llanero, los muisca encontraron la oposición de etnias de amplia movilidad además de las barreras físicas y climáticas (densa vegetación, suelos relativamente pobres).

Paulatinamente los muisca cedieron sus territorios en climas cálidos, perdiendo así la posibilidad de mantener los cultivos de algodón para la elaboración de mantas, esto generó un amplio comercio con los grupos Guane emparentados que se asentaban en zonas más cálidas, con acceso al algodón y el oro. Los muisca, por su parte, explotaban piedras preciosas y conocían la manipulación del oro y la aún más compleja utilización y obtención del Cobre; el comercio de estos productos se realizaba en grandes centros de mercado o en algunas zonas consideradas propicias y marcadas según los españoles por piedras cubiertas de petroglifos que servían de punto de encuentro para el trueque.

El territorio Muisca en relación con el actual territorio de la cuenca del Garagoa, estaba sujeto al Zaque, específicamente a la confederación de Hunza, que agrupaba Tuta, Ramiriquí, Motavita, Sora, Turmequé, Tibana, Tenza, Garagoa, Somondoco y Lenguazaque entre otras. El resto del territorio adjunto a la cuenca ha sido poco estudiado, al parecer agrupaba algunas tribus independientes y grupos étnicos Laches hacia los Llanos Orientales y El Cocuy.

El intercambio fomentó la especialización del trabajo, por lo cual se establecieron pueblos olleros, dedicados especialmente a la elaboración de cerámica.

El algodón era llevado principalmente a Sogamoso para su intercambio por mantas tejidas y otros productos. Turmequé era otro sitio de comercio de tejidos y de esmeraldas explotadas en Somondoco, la explotación de dichas esmeraldas continuó en manos de los indígenas que debían

pertenecer a Somondoco tradicionalmente para poder trabajar en las minas; al parecer, los indígenas poseían mayor habilidad que los españoles en la extracción de las esmeraldas.

La llegada de los Españoles a los territorios de Icabuco, Tenza, Garagoa, Obeita, Somondoco, Iza, Cuitiva, Guaquira, Tota y Ciénaga se produce entre los meses de mayo, junio y julio de 1537, la razón de esta incursión está fuertemente relacionada con estrategias de disuasión empleadas por Nemequene el Zipa de Muequetá, quien después de haber sido derrotado en Tibito, se empeñó en guiar a los españoles a territorios enemigos Panches o en su defecto al territorio del Zaque, su más enconado enemigo, utilizando para ello la difusión de rumores sobre riquezas en las minas de Somondoco; a esto se sumó el interés por la leyenda del Dorado. Los españoles asumieron que las tierras referidas por los muiscas hacia el oriente de su territorio en el piedemonte llanero, por ser planas y estar surcadas por muchos ríos, debían estar habitadas por gentes más civilizadas y con mayor riqueza, por lo que la búsqueda de una ruta hacia los Llanos ayudó al contacto con las poblaciones muiscas asentadas más al oriente del territorio.

De los datos etnohistóricos puede intuirse también que al igual que en el territorio del Sur, existía relación estrecha entre la ubicación de un clan y familia específica dentro de un territorio para optar al título de Zaque; el sobrino del Zipa reinaba en Chía y era el candidato número uno para convertirse en Zaque, en el caso de Tunja, el futuro Zaque debía provenir de Ramiriquí, lo que hace pensar en la ocupación de Ramiriquí por clanes prestigiosos al interior de la Confederación.

SITIOS ARQUEOLÓGICOS E INVESTIGACIONES

Sitios con Pictografías:

- Piedras del Diablo en Sutatenza
- Piedras de Pataguy en Samacá
- Piedras de la Iglesia en Viracachá
- Piedras del Horno en Viracachá
- Piedras del Alto en Viracachá
- Piedras del Río Ramiriquí en Ramiriquí
- Piedras de la hacienda Pesares en Ramiriquí
- Piedras de Zetaquirá
- Piedras de la Vereda Guataretá en Ciénaga
- Piedras de Siachoque

Sitios con Petroglifos:

- Piedras de Saboyá
- Piedras de Guanatá en Zetaquirá
- Piedras de Ramiriquí

Los anteriores sitios están por referenciarse para conocer su ubicación exacta.

Prospecciones sistemáticas en la región

Antecedentes Arqueológicos en el Valle de Tenza y su Relación con otras Investigaciones:

Uno de los sitios arqueológicos trabajados de manera sistemática, y que a su vez, arrojó información sobre ocupaciones Herrera y Muisca simultáneamente, es el valle de Tenza.

Posterior al trabajo de Neila Castillo en Tunja, los trabajos de prospección del valle de Tenza, llevados a cabo por Roberto Lleras en 1989, contribuirían al planteamiento de nuevas hipótesis, acerca de las similitudes entre tipos cerámicos, no relacionadas directamente con la proximidad entre sitios, por lo cual se sugiere que la filiación Cultural y política establece dinámicas complejas que afectan el registro arqueológico, haciendo que este no pueda ser sometido a simples análisis de proximidad para definir las áreas de influencia entre los territorios del Zipasgo y el Zacasgo.

La investigación adelantada por Lleras, señala que a pesar de la proximidad con Tunja, los tipos cerámicos investigados previamente al reconocimiento del valle de Tenza, muestran mayores similitudes con el material encontrado en el “sur del territorio muisca”, lo anterior contrasta con la información etnohistórica que coincide en señalar la sujeción política del alto valle de Tenza a la gran confederación denominada Zacasgo, principalmente a Tunja.

Las variaciones consideradas locales y la continuidad de ciertos tipos cerámicos a lo largo del muisca temprano y tardío, dificultan la utilización de los tipos como mecanismos de datación, poniendo en evidencia la retroalimentación que existe en el proceso de utilizar a los tiestos como marcadores cronológicos de sí mismos.

Aunque no se aclara en el informe de las excavaciones citadas aquí, al parecer una de esas grandes dicotomías estaría representada por el tipo valle de Tenza Gris, que por lógica debía ser abundante en el valle de Tenza, y que por el contrario solo aparece en contextos “rituales” de manera abundante en el bajo valle de Tenza, alcanzando tan solo un 2% del total del material cerámico inventariado.

Se sabe que los desarrollos locales existen, y que a su vez existe el intercambio, lo que no permite sin embargo, alentar con los trabajos de clasificación tipológica, una visión difusionista de los tipos, porque en última instancia la identificación de un tipo, siempre tendrá un punto de partida que obedece a la prospección y no al origen verdadero de los artefactos. Por otro lado, la abundancia de material cerámico evaluada de forma porcentual, debe tener en cuenta desde la intensidad del muestreo y área de cobertura, hasta la densidad artefactual total en un área.

Como conclusión se puede afirmar, que el tipo cerámico denominado valle de Tenza gris, tiene menor presencia en el valle de Tenza que en otras áreas, y que a su vez, se encuentra en asociaciones porcentuales más bajas frente a otros tipos allí, que en otras áreas prospectadas en Boyacá.

Parece evidente por ejemplo que la cultura denominada Herrera no tiene como cuna de origen la laguna de la Herrera; no obstante, con los tipos muiscas, la clasificación tipológica lleva implícitos los sesgos provenientes de los estudios etnohistóricos, que contribuyen a generar las discusiones sobre la divergencia entre los muiscas asentados en la parte sur del territorio y la parte norte del mismo.

Finalmente a través de la observación de los tipos cerámicos del altiplano Cundiboyacense, podemos decir que no existen tipos muiscas exclusivos del territorio sur o del norte, aunque en bajas cantidades, el tipo valle de Tenza gris, aparece en Tunja, hace parte de los tipos hallados en Duitama (Francisco Barranco. 2002), se reporta en Cundinamarca en Zonas como Funza y Fontibón, corroborando así su amplia distribución a pesar de su baja densidad frente al resto de tipos en los contextos particulares, lo cual apoyaría la hipótesis de que los tiestos valle de Tenza gris pertenecen a cerámica de tipo ritual.

Dado que los objetos cerámicos no debieron ser fabricados por encargo para tal o cual ritual, es lógico pensar que los artefactos existían previamente a los enterramientos y después se usaron como ofrenda.

Hacia el futuro, una investigación sobre las huellas por combustión en dicho tipo, y las secciones delgadas, permitirían aproximarnos a la función de dichos artefactos como exclusivamente rituales, y a las posibles fuentes de arcillas grisáceas para su elaboración, las cuales parecen ser las responsables del color característico.

En cuanto a la periodización de las ocupaciones prehispánicas en el Valle de Tenza, se definió un periodo Herrera que abarcaría del 1500 a.C. al 800 d.C. caracterizado por cerámica de decoración

incisa, asentamientos dispersos y pequeños caseríos sobre terrazas fluviales, abrigos rocosos y zonas cercanas a fuentes de agua, resaltándose la explotación de fuentes de aguasal.

La investigación del Valle de Tenza coincide con la excavación realizada por Becerra de un abrigo rocoso en Ventaquemada, en donde se obtuvieron fechas absolutas asociadas a material Herrera.

Excavación puntual en los abrigos rocosos de Ventaquemada

La ocupación de abrigos rocosos por parte de los Herrera, debe tratarse con cuidado, no resulta probable, a pesar de la cantidad de carbón y la profundidad y extensión de los efectos de la combustión del fogón reportado en Ventaquemada (Becerra, Virgilio.1989), que los Herrera habitaran continuamente aquel refugio.

La asociación inicial de los Herrera con los abrigos rocosos y las fuentes primarias de agua, obedeció más bien a evidencias circunstanciales. En principio se atribuyó una gran movilidad a los Herrera para explicar la aparición de cerámica de tradición incisa en varios departamentos actuales, por lo tanto, un grado bajo de sedentarismo, y una economía de subsistencia mixta. Los abrigos rocosos, serían lugares de paso, que fueron visitados en múltiples ocasiones más que sitios de habitación continua.

Los Herrera dejaron su huella en las partes altas del municipio de Duitama a más de 3000 msnm. La cerámica Herrera hallada en el páramo de Santalucía, desmiente la ocupación exclusiva de zonas bajas asociadas a fuentes de agua; si asumimos que el material Herrera recolectado en áreas de Subpáramo se asocia a lugares de paso en busca de recursos como la caza, es necesario buscar hipótesis ambientales que expliquen el traslado a esos lugares, el aprovechamiento de suelos fértiles, un clima más benigno y de vegetación más abierta, que permitió ocupar esas áreas.

Uno de los elementos clave con respecto a la fertilidad de los paleosuelos en zonas altas, abundantes por lo demás en la Cuenca, es el régimen de temperatura aceptable para el cultivo de especies como el maíz. Se comprobó que los Herrera habitaron a 3200 msnm. sin embargo el maíz no pudo subir con ellos, a menos que el clima soportado por los Herrera fuese mucho más cálido que el actual, diferenciando cálido de seco. El maíz a esa altura necesitaría resistir la radiación solar más potente, que podría causar resecamiento, a su vez resistir el viento y recibir agua periódicamente; de tal modo, los suelos fértiles no son argumento suficiente para verificar ocupaciones continuadas.

En cuanto a las prácticas funerarias, resulta importante señalar que en el Valle de Tenza no se reportaron enterramientos múltiples, las tumbas excavadas albergaban un solo individuo y adicionalmente fue posible diferenciar sitios de enterramiento sin muestras de asentamiento (viviendas). Esto contradice la práctica de enterrar en bohíos señalada por las crónicas para el territorio muisca del norte, dejando claro que los muertos fueron enterrados individualmente en sitios destinados solo a esta actividad, aunque también en sitios de habitación, por lo cual se busca ligar estas prácticas con periodos de disminución de espacios disponibles para habitar o cultivar.

En general se pueden apreciar, en abundancia de espacio y suelos fértiles, sitios de enterramiento especializados y enterramientos simples, en condiciones de mayor circunscripción y pobreza, enterramientos y sitios de habitación simultáneos. La anterior consideración no implica que la simultaneidad entre habitación y enterramientos se de a nivel de unidad habitacional, es decir, tumbas dentro de las casas, más bien pretende señalar que en el valle de Tenza existieron sitios rituales dedicados a los muertos al igual que en Tunja; aunque hay enterramientos en sitios de habitación, lo más importante es que no se reportan enterramientos múltiples, resulta dudoso que esto ocurra por abundancia de recursos, ya que el enterramiento conjunto entre los muiscas tiene raíces rituales, más allá de la disposición de espacio para habitación o cultivos.

Los enterramientos simples abren una incógnita acerca de las prácticas mortuorias en las zonas fronterizas entre los territorios del Zipa y el Zaque.

Arqueología de Tunja

Quizá por la cantidad de material cerámico extraído y por la continuidad en las investigaciones, se consideran sitios privilegiados en el altiplano Cundiboyacense a Tunja, Sogamoso y Zipaquirá. Zipaquirá en especial permitió una mejor comprensión de la variabilidad tipológica dentro del material Herrera, y junto al trabajo de Castillo en Tunja contribuye a la observación más rigurosa de los tipos Herrera respecto a los aspectos decorativos distintos a la incisión que caracterizó el denominado complejo Herrera; la vinculación de desgrasantes específicos y tratamiento de superficies intencionales de acuerdo a un fin como el procesamiento de sal en el caso del Zipaquirá desgrasante tiestos y la existencia de posibles tipos transicionales en Tunja que sugieren una evolución de las formas y materiales Herrera típicos, pero también una pervivencia de elementos decorativos y de formas Herrera en la cerámica muisca.

Las zonas arqueológicas investigadas por Castillo en Tunja fueron denominadas:

Zona I: conformada por terrenos aledaños a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), la zona de 80 x 300 m. aproximadamente se subdividió en los sitios Tunja IV y Tunja IX.

Zona II: al noroeste de Tunja es un área de laderas y colinas, donde se realizó principalmente recolección superficial.

Zona III: asociada supuestamente al cercado Quimenza del Cacique, actualmente convento de San Agustín, colegio de Boyacá, Parque Pinzón y Hospital Santa Clara.

Zona IV: es una franja de 60 x 20 m. sobre terraza natural en las colinas al noroeste de Tunja, se le dio el nombre de la quinta dada a una casona cercana, en esta zona se ubicaron los sitios: cojines del diablo o el zaque y las moyas. Se realizó recolección superficial y sondeos de pozo sin resultado.

Complejos cerámicos

Se citan aquí puesto que se trata de cerámica de producción múltiple, extendidos por toda la confederación que agrupó la mayoría de la cuenca del Garagoa.

Se describen inicialmente dos complejos diferenciales: Un complejo de cerámica incisa más antiguo, correspondiente a los “estratos” 8 y 7, con incisión como técnica decorativa predominante. Los “estratos” fueron caracterizados por textura, pruebas de acidez y componentes en el medio, sin embargo no se relacionan las profundidades o espesores de los mismos con claridad, un segundo complejo muisca que correspondería a los estratos 3, 4 y 5 y se denominó complejo de cerámica pintada.

Los estratos se caracterizaron según observaciones y muestras del pozo VII localizado en el lote El Establo; se encontró una capa cultural de 1,80 m, el pozo IX fue una ampliación del VII. Las profundidades de los horizontes; sin embargo, fueron realizadas en el pozo VIII al oeste del VII en el lote El Peral, en donde se encontró cerámica muisca a partir de los 35 cm en gran concentración.

Como hecho particularmente importante en cuanto a la periodización posible a través de la estratigrafía, en los “estratos” 6 y 5 se hallaron fragmentos de cerámica incisa, pintada y a la vez la mezcla de incisión y pintura como elemento decorativo.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Los criterios de clasificación principales parten del análisis de la pasta y el desgrasante. A continuación se resumen las generalidades de los complejos.

- Cerámica incisa: La incisión es la técnica decorativa predominante, se usó la calcíta como antiplástico comúnmente y la frecuencia en las formas reconstruidas señala al cuenco como la de mayor predominancia, en este complejo existe la pintura roja y el relleno de pasta blanca en muy pocos fragmentos. Sería necesaria una confrontación de materiales de otras investigaciones para establecer si esos escasos fragmentos pueden tener relación con los comúnmente hallados en área Guane y atribuidos a copas obtenidas por intercambio con los muiscas.
- Tipo Tunja desgrasante calcita: Es el tipo de mayor frecuencia con un 78% del complejo inciso de 6850 fragmentos obtenidos. El desgrasante es de calcita blanca opaca y calcita incolora o gris vítrea en diversas proporciones, presenta similitud con el tipo mosquera roca triturada descrito para la sabana de Bogotá por Broadbent en 1970 y Cardale en 1981, sin embargo existen diferencias de decoración y formas, la forma más común es el cuenco, la decoración es detallada con buenas terminaciones y frecuente ahumado interior y exterior, bordes muy evertidos, labios planos y decoración incisa de puntos y líneas limitada a labios y bordes en su mayoría.

Se realizó una subdivisión entre las jarras consideradas de uso doméstico (la cocina), las variaciones llevaron a la separación de C como decoradas en la superficie y A Y B sin decorar.

- Rojo Sobre Gris o Crema: 15% del complejo inciso, con un total de 789 fragmentos, la forma única asociada es el cuenco, presentan líneas onduladas superpuestas y rombos eslabonados.
- Tunja Fino Inciso: 5% del complejo, pasta muy fina, decoración incisa de líneas acanaladas.
- Tunja Carmelito ordinario: 3% de representatividad, desgrasante de partículas rojas y blancas relativamente grandes que le dan a la superficie un aspecto burdo. Es posible que Castillo se refiriera aquí a plagioclasas y guijos ferruginosos, los cuales constituyen una de las principales características de algunos fragmentos a definir para la presente investigación, y considerados Herrera por su asociación y decoración incisa.
- Tunja Desgrasante Tiestos: Representa menos del 3% y se realizó una subdivisión en subtipos: Un subtipo A que guarda relación con el Zipaquirá desgrasante tiestos descrito por Cardale, y un subtipo B que presenta tratamiento especial de la superficie, de interiores

alisados, baño rojo y exterior burdo, el interior pulido y exterior burdo lo relacionarían con la sal, evitando el pulimento que la sal penetre en los poros expandiendo y agrietando las vasijas, y a su vez que se pegue el producto final. La correspondencia señalada no es cronológica, dado que el Zipaquirá se definió para siglo I d.C y el de Tunja para el siglo III y IV d.C con una prolongación hasta el S IX d.C.

CONCLUSIONES

Asentamientos humanos en la cuenca del Río Garagoa

La presencia Humana en la Cuenca se remonta a los grupos de Cazadores recolectores que según contextos arqueológicos del altiplano Cundiboyacense habitaron paisajes holocénicos, aprovechando recursos animales y vegetales sin desarrollar artefactos cerámicos o formas de organización sociopolítica complejas desde el punto de vista de la institucionalidad del poder, sin embargo estas bandas de cazadores recolectores portaban artefactos líticos, en hueso y madera, enterraban a sus muertos, y eran herederos de una antigua tradición.

Fechas como las de Tocogua se han descartado por estar lejos de la media en la datación de estos grupos, sin embargo sigue abierta la discusión sobre la presencia del hombre en los paisajes Pleistocénicos hace 23.000 años en Tocogua, cercanías a Duitama.

No resulta correcto relacionar los desarrollos posteriores en el altiplano Cundiboyacense o el piedemonte hacia los Llanos con los grupos de cazadores recolectores, no se conoce aún con exactitud la proveniencia de estos grupos o su coexistencia con relación a zonas de divergencias climáticas, los grupos de cazadores recolectores habitaron actuales zonas de vegetación densa como el valle del Magdalena, seguramente aprovecharon los recursos del piedemonte llanero, la relación estrecha entre los cazadores recolectores y los abrigos rocosos se establece por la evidente facilidad para conservar el fuego y resguardarse de los factores climáticos adversos, sin embargo existen campamentos a cielo abierto que aseguran el carácter seminómada de estos grupos.

La región cercana a los Llanos Orientales es difícilmente relacionable con los grupos cazadores recolectores debido a la ausencia de formaciones geológicas apropiadas para los refugios, no obstante el material de los ríos pudo proveer materias primas para la elaboración de artefactos en chert.

Como conclusión encontrar un campamento de cazadores recolectores en un área tan extensa, con dinámicas fluviales tan complejas y vegetación tan densa es labor bastante ardua que no se ha emprendido.

La arqueología de nuestro país presenta un vacío entre las últimas huellas de los cazadores recolectores y los primeros agroalfareros situados probablemente en el 700 a.C.

Los grupos Herrera con su tradicional cerámica incisa dejaron vestigios a lo largo de todo el altiplano Cundiboyacense e incluso en tierras bajas, incluyendo zonas de los llanos, y el valle del Magdalena, no se conoce su procedencia, el grado de homogeneidad entre los grupos Herrera o su organización sociopolítica; posiblemente se trataba de pequeños grupos asentados en aldeas dispersas con tamaños de cinco hectáreas como máximo y economía mixta: caza, recolección y prácticas agrícolas, sin ningún desarrollo metalúrgico o institucionalización del poder; revelar una cifra exacta sobre la población Herrera y su patrón de asentamiento es muy aventurado.

Nadie sabe que ocurrió en unos seis mil años para que los cazadores recolectores se transformaran o desaparecieran dando paso a las poblaciones agroalfareras, no existen registros intermedios que nos permitan conocer una posible transición del nomadismo, la caza y la recolección, hacia las prácticas agrícolas y la sedentarización progresiva. A su vez no se ha establecido la continuidad entre los herrera y los muisca, una de las hipótesis plantea que los muisca aparecen como una o varias oleadas invasoras que desplazan o asimilan a los herrera.

Hasta ahora se empieza a probar cierta relación entre los tipos cerámicos muisca y herrera; el registro arqueológico no muestra contextos claros de los dos grupos que permitan asegurar que coexistieron, por el contrario hay un vacío entre las ocupaciones muisca y herrera; independientemente de si los muisca son desarrollos locales o invasiones progresivas, hay que explicar porqué desaparecen repentinamente los herrera y un tiempo después aparecen los muisca en el registro arqueológico de una forma tan diferenciada, la explicación puede ser el factor medioambiental.

Es importante la prospección sistemática de áreas distintas a la sabana de Bogotá y los Valles en Cundinamarca y Boyacá para explicarse la adaptación humana a los cambios ambientales y sociales

En la cuenca del Garagoa se verifican ocupaciones de cazadores recolectores, grupos alfareros de decoración incisa relacionada con la cultura Herrera en Tunja, Ventaquemada, Ramiriquí y Samacá, posiblemente en el resto del territorio excluyendo las zonas de piedemonte llanero

aunque se cree que el clima en términos generales para el periodo Herrera fue similar o más seco que el nuestro, por lo cual la vegetación pudo ser más abierta permitiendo su presencia en el piedemonte y los Llanos.

Los municipios actuales guardan estrecha relación con los pueblos de indios y sus agrupaciones o segregaciones territoriales para las encomiendas, la mayoría del territorio de la Cuenca estaba sujeto al Zaque de Hunza o Tunja, que agrupaba varias confederaciones al norte del territorio muisca, la principal fue la de Tunja agrupando otros caciques principales sujetos a él (Tuta, Motavita, Sora, Ramiriquí, Turmequé, Tibana, Tenza, Garagoa, Somondoco, Lenguzaque). En Ramiriquí habitaba el sobrino del Zaque, heredero principal del Zacasco, otros asentamientos principales son Samacá y Ventaquemada, Villapinzón al igual que hoy día, se consideraba zona fronteriza entre el norte y el sur, Chocontá formaba parte del territorio del sur perteneciente al Zipa, lugar de aprovisionamiento para la guerra contra el Zaque (fuerte Busongote); Zonas de Villapinzón, Machetá y Manta pudieron ser zonas fronterizas entre los grupos muisca del norte y del sur, las poblaciones como Sáchica, Saboyá, Chipatá, según las crónicas eran relativamente independientes y tendrían jefes militares o Usaques que controlaban la frontera occidental de los muisca con los Muzos y Agataes.

En cercanías al río Pesca, entre este y el río Sumapaz al sur del territorio muisca, habitaban otros grupos étnicos denominados Sutagaos, mucho menos belicosos que los Muzos; en las vertientes y áreas de piedemonte hacia los llanos se encontraban los Tecuas o Teguas, famosos por su manipulación de plantas curativas, ocuparon la zona oriental del río Lengupá en el actual Municipio de Campohermoso, posiblemente en Santa María y San Luis de Gaceno.

El conocimiento sobre los desarrollos particulares de los grupos fronterizos muisca es poco, esto debido a la falta de investigaciones arqueológicas por escasa financiación, conflicto armado, vegetación muy densa o falta de interés por estos grupos de organización sociopolítica “menos compleja”.

Es prioritaria la reubicación del arte rupestre y su protección, los sitios arqueológicos prospectados sistemáticamente no han agotado su potencial por lo que se requiere aprovechar el conocimiento acumulado para entrar a estudiar aspectos puntuales como espacios domésticos y distribución de las viviendas.

Los artefactos asociados a estas investigaciones deberían en el futuro quedarse en las regiones para la socialización de los hallazgos arqueológicos, para ello se requiere la creación de casas de

la cultura en todos los municipios con al menos una estantería fija que permita la exhibición de las piezas sin peligro de ruptura o pérdida y con el debido recurso mnemotécnico que permita la lectura rápida de los hallazgos.

Hasta no disponer de esa infraestructura, la arqueología puede seguir avanzando en sus trabajos con el peligro creciente de interpretar y documentar sociedades del pasado para sí misma sin ninguna función social, función que muchos aún discuten como improbable.

Los sitios arqueológicos señalados son difíciles de proteger porque se trata de sitios sin muestras culturales visibles en superficie como estatuaria o pictografías, lo que los hace poco atractivos para el turismo, esto refuerza el argumento de dejar hallazgos *in situ* o trasladarlos a casas de la cultura en los municipios; este tipo de labores depende de los presupuestos municipales o de iniciativas de la empresa privada e instituciones extranjeras que cada vez son menos.

El ejemplo más claro sobre falta de interés o de recursos para afrontar estudios arqueológicos, es el abandono de los sitios de enterramiento Herrera en predios de la U.P.T.C sepultados pese a su ubicación previa por montones de basura de varios metros de espesor; las colecciones se encuentran en mal estado pese al esfuerzo de algunas personas por realizar un inventario, clasificación y almacenaje exitoso.

Los abrigos rocosos de Ventaquemada, requieren restauración y protección de las pictografías, que pueden observarse con el monumento a Pedro Pascasio Martínez, no se descarta que en los terrenos removidos se destruyeran otros vestigios de ocupación Herrera o Muisca.

Turmequé es un sitio importante para incentivar las prospecciones arqueológicas por considerarse fortín militar del Zacasgo y puesto fronterizo con los Bogotaes.

Tibaná representa un potencial arqueológico grande aún por descubrirse, la Vereda Bayetá se ha relacionado con trabajos de cantería y restos de monolitos que podrían relacionarse con la construcción de templos o adoratorios.

Ramiriquí además de ser el sitio de asiento del heredero al Zacasgo, sobrino del Zaque, es un lugar referenciado como pueblo ollero, con mano de obra especializada, y como lugar original de difusión en los mitos muisca narrados a los conquistadores y transmitidos por los cronistas, además primera sede del Zacasgo.

También en Ramiriquí se reportan restos de cantería y algunos investigadores en el pasado consideraron que las piedras de Ramiriquí se extienden hasta Samacá estableciendo una línea divisoria entre los territorios del Zipa y el Zaque, independientemente de la constatación del hecho deben ser referenciadas nuevamente para facilitar la ubicación de pictografías y planear su conservación.

BIBLIOGRAFÍA

BARRANCO SÁNCHEZ, Francisco. 2002. Reconstrucción Paleogeográfica y Dinámica Fluvial en la Creación de Modelos Predictivos de Ocupación (Valle de Surba Y Bonza). U.N. Departamento de Antropología (Trabajo Monográfico).

BECERRA, Virgilio. 1989. El Cacique Tundama (Boyacá). Culturama.

BOADA RIVAS, Ana María. 1987. Asentamientos indígenas en el valle de La Laguna (Samacá). FIAN. Banco de la República. Bogotá.

_____. 1999. Organización social y economía en la aldea muisca del venado valle de Samacá Boyacá. Revista colombiana de Antropología, 35: 118-215

BOTERO, Pedro. 1999. Curso de Suelos y paisajes para Arqueólogos. U.N. Departamento de Antropología.

BROADBENT, Silvia. 1971. Reconocimiento arqueológico en la laguna de La Herrera. En Revista Colombiana de Antropología No. 15. Pp. 171 - 214.

_____. 1987. Tipología cerámica en el territorio Muisca. En Revista Colombiana de Antropología 2 (1-2): 35 - 72. Universidad de los Andes. Bogotá.

BUTLER, B.E. 1959. Fenómenos periódicos en el paisaje como una base para estudios de suelos. Australia: CSIRO (Traducido por J. Comerma y P. Stagno).

BUTZER, Karl. 1989. Arqueología - Una ecología del hombre: Método y Teoría para un enfoque contextual. Barcelona: Ediciones Bellaterra.

CARDALE DE SCHRIMPF, Marianne. 1981. Las Salinas de Zipaquirá: su explotación indígena. Santafé de Bogotá: FIAN.

CASTILLO, Neila. 1984. Arqueología de Tunja. Santafé de Bogotá: FIAN.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

- CHANG, K.C. 1976. Nuevas Perspectivas en Arqueología. Alianza Editorial. Madrid.
- CORREAL URREGO, Gonzalo y María, PINTO NOLLA. 1983. Investigaciones Arqueológicas en el municipio de Zipacón. FIAN. Banco de la República. Bogotá.
- FALCHETTI, Ana María. 1975. Arqueología de Sutamarchán, FIAN Banco de la República. Bogotá.
- FLANNERY, Kent. 1986. The Early Mesoamerican village. Academic Press. Orlando
- KRUMBEIN, W.C. and SLOSS, L. 1969. Estratigrafía y sedimentación. UTEHA, México.
- LANGEBAECK, Carl. 2001. Arqueología regional en el valle de Leyva: procesos de ocupación humana en una región de los Andes Orientales de Colombia. Bogotá: Editado por ICANH y CESO, Informe No. 2.
- LLERAS, Roberto. 1986. Arqueología del alto valle de Tenza. FIAN. Banco de la Republica. Bogotá.
- ROSSIGNOL, Jacqueline y Luann WANDSNIDER. 1992. Space, Time, and Archaeological Landscapes. New York, Plenum Press. P.298.
- SCHIFFER, Michael. 1995. Behavioral Archaeology: First Principles. Salt Lake City: University of Utah Press. P. 289.
- TERMIER, H. and TERMIER, G. 1960. Erosión et sedimentation. Introduction á la géologie générale et á la paléographie. París, Masson.
- ZEUNER, F.E. 1956. Geocronología - La Datación del Pasado. Barcelona, OMEGA.

XIII. COMPONENTE DE PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

Laura C. Osorio

Arquitecta, Mg. Gestión ambiental para el desarrollo sostenible. IDEA-UN

Elizabeth Valenzuela C.

Bióloga, Mg. Medio Ambiente y Desarrollo. IDEA-UN

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	XIII-1
Aspectos Metodológicos.....	XIII-3
Resultados y Discusión	XIII-5
Divulgación de la declaratoria en ordenación de la Cuenca.....	XIII-5
Selección de talleristas	XIII-5
Curso de capacitación en Gestión ambiental y participación comunitaria	XIII-7
Planeación de los talleres	XIII-8
Desarrollo de los talleres.....	XIII-11
Resultados de los talleres	XIII-13
Diagnóstico Comunitario.....	XIII-14
Diagnóstico regional.....	XIII-14
Diagnóstico comparativo por provincias	XIII-18
Prospectiva Comunitaria.....	XIII-26
Visión de futuro	XIII-26
Escenario tendencial.....	XIII-35
Escenario deseado - ideal.....	XIII-35
Escenario deseado posible - objetivo	XIII-36
Conclusiones	XIII-38
Bibliografía	XIII-39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla XVI-1. Evaluación de los talleres	XIII-12
Tabla XVI-2. Principales fortalezas, debilidades y aspectos ambientales deseados a futuro ...	XIII-38

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica XVI-1. Representatividad de la comunidad y grupos organizados en los talleres de participación	XIII-12
Gráfica XVI-2. Fortalezas y debilidades naturales de la Cuenca del Río Garagoa a nivel regional.....	XIII-14
Gráfica XVI-3. Fortalezas y debilidades socioculturales de la Cuenca del Río Garagoa a nivel regional ...	XIII-16
Gráfica XVI-4. Fortalezas y debilidades económicas de la Cuenca del Río Garagoa a nivel regional.....	XIII-17
Gráfica XVI-5. Fortalezas y debilidades institucionales de la Cuenca del Río Garagoa a nivel regional ...	XIII-18
Gráfica XVI-6. Fortalezas naturales de las provincias de la CRG.....	XIII-19
Gráfica XVI-7. Debilidades naturales de las provincias de la CRG.....	XIII-20
Gráfica XVI-8. Fortalezas socioculturales de las provincias de la CRG.....	XIII-21
Gráfica XVI-9. Debilidades socioculturales de las provincias de la CRG.....	XIII-22
Gráfica XVI-10. Fortalezas económicas de las provincias de la CRG.....	XIII-23
Gráfica XVI-11. Debilidades económicas de las provincias de la CRG.....	XIII-24
Gráfica XVI-12. Fortalezas institucionales de las provincias de la CRG.....	XIII-24
Gráfica XVI-13. Debilidades institucionales de las provincias de la CRG.....	XIII-25
Gráfica XVI-14. Visión de futuro de la CRG en el tema natural.....	XIII-26
Gráfica XVI-15. Visión de futuro de las provincias de la CRG en el tema natural.....	XIII-27
Gráfica XVI-16. Visión de futuro de la CRG en el tema sociocultural.....	XIII-29
Gráfica XVI-17. Visión de futuro de las provincias de la CRG en el tema sociocultural.....	XIII-30
Gráfica XVI-18. Visión de futuro de la CRG en el tema económico.....	XIII-32
Gráfica XVI-19. Visión de futuro de las provincias de la CRG en el tema económico.....	XIII-33
Gráfica XVI-20. Visión de futuro de la CRG en el tema institucional.....	XIII-34
Gráfica XVI-21. Visión de futuro de las provincias de la CRG en el tema institucional.....	XIII-34

INTRODUCCIÓN

El ordenamiento de cuencas se concibe actualmente como un “proceso de planificación sistemático, previsorio, continuo e integral” que busca establecer y mantener un equilibrio adecuado entre el aprovechamiento económico de los recursos naturales y su conservación, para mejorar las condiciones de vida de la población. Según los principios orientadores, se trata de un proceso permanente de participación, concertación, planeación, ejecución, seguimiento y ajuste con todos los actores involucrados (IDEAM, 2004).

El Decreto 1729 del 6 de agosto del 2002 plantea la participación social, dentro de este proceso, en dos niveles, por un lado, la publicación de la declaratoria en ordenación de la cuenca y, por otro, la formulación de los escenarios futuros de uso del suelo, agua y componentes ecosistémicos en la fase prospectiva con las comunidades que habiten en una cuenca determinada. El IDEAM (2004), en cumplimiento del Decreto, definió en la Guía técnica científico una caja de herramientas para lograr una mayor, incluso verdadera, participación comunitaria en las fases de diagnóstico, prospectiva, y seguimiento y evaluación, las cuales se desarrollan de forma iterativa o sincrónica realizando ajustes y profundizando en cada nuevo ciclo. La Universidad, por su parte, con base en conocimientos adquiridos en otros ejercicios de planificación del desarrollo territorial y en la propuesta del IDEAM, definió una metodología, basada en talleres empleando la técnica del metaplan, la cual se fue ajustando durante su aplicación.

Es importante señalar que la participación comunitaria: (1) posibilita que los individuos puedan sentirse parte de una comunidad política a través del libre ejercicio de derechos y deberes, (2) concreta en la práctica lo que la norma establece de manera formal (igualdad ante la ley), y (3) abre un espacio a sectores tradicionalmente marginados de la política para intervenir en la escena pública y contribuir a la definición de metas colectivas (Velásquez y González, 2003).

En el proceso de participación comunitaria, el IDEA capacitó en primer lugar un grupo de miembros de la comunidad de la cuenca para desempeñarse como talleristas. A continuación, se desarrolló durante 3 meses el ejercicio de participación con dos tipos de talleres: 4 funcionales dirigidos a los funcionarios de las Corporaciones y las instituciones político-administrativas de la Cuenca, y 23 territoriales, que abarcaron todo el territorio, orientados a la comunidad representada principalmente por líderes comunitarios. En los talleres se contó con la participación de 581 personas de 30 municipios; no obstante, 3 talleres fueron cancelados por inasistencia.

Como resultado de los talleres se obtuvo el diagnóstico de la cuenca visto desde las instituciones y comunidad, a través de la identificación de las principales fortalezas y debilidades naturales, socioculturales, económicas e institucionales. También se realizó un ejercicio de prospectiva para

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

definir un futuro deseable y posible de la cuenca a 10 años, que se materializó en propuestas de acciones y proyectos, enfocados a la conservación y uso adecuado de la Cuenca por medio de sus recursos naturales, en especial del agua. Estos resultados se cruzaron con el diagnóstico elaborado desde el enfoque técnico con el fin de obtener una visión compartida entre expertos y usuarios.

En este informe se presentan los aspectos metodológicos del proceso participativo, los resultados y las principales conclusiones y recomendaciones que se derivan del mismo.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

El objetivo general del componente participativo fue involucrar a la comunidad en la formulación del POMCA y capacitar a líderes comunitarios en el tema de ordenamiento de cuencas. El proceso de participación comunitaria e institucional fue continuo en la medida que se fue ajustando durante su desarrollo. En este sentido, los objetivos específicos definidos inicialmente se reformularon con el fin de precisar los alcances y se adecuó la metodología según el trabajo de la comunidad, la cual es, por tanto, a la vez un resultado del proyecto.

Las actividades establecidas para el desarrollo de este componente fueron:

1. **Divulgación de la declaratoria en ordenación de la Cuenca.** Se realizó, por parte de la Comisión Conjunta con apoyo de la Universidad Nacional, en programas de radio en emisoras locales, un folleto y una jornada de un día de duración para la presentación de la propuesta metodológica y el equipo de trabajo.
2. **Selección de talleristas.** Se desarrolló en tres etapas: Pre-selección de hojas de vida, Entrevista personal y Selección final, que fueron evaluadas por una Comisión designada para tal fin en el IDEA.
3. **Curso de capacitación en Gestión ambiental y participación comunitaria.** El IDEA diseñó y realizó un curso de tres días dirigido a los candidatos a talleristas, realizado en las instalaciones de Corpochivor, que comprendía aspectos conceptuales de ordenamiento de cuencas, gestión ambiental y participación comunitaria, así como los aspectos prácticos base de los talleres.
4. **Planeación y Ejecución de los talleres.** Los talleres se basaron en la metodología del marco lógico mediante la técnica del metaplan, para lo cual se conformaron grupos de trabajo al interior de los cuales se realizaba la discusión orientada mediante preguntas, para luego sintetizarla en tarjetas que se presentaban en plenaria; a este nivel no hubo modificaciones, se considera, por tanto, que esta técnica fue suficientemente flexible para permitir los ajustes necesarios.
5. **Elaboración y sistematización de las memorias.** Las memorias de los talleres fueron elaboradas por los talleristas con base en la información consignada en las tarjetas escritas durante el taller y en los apuntes tomados por ellos mismos o técnicos del equipo de la Universidad. Estas memorias fueron organizadas en un libro de Excel, que sintetiza el proceso participativo y contiene por hojas la descripción general, compilación de las fortalezas, debilidades y visión, estrategias en los talleres en que se realizó este objetivo, acciones o

proyectos, asistencia y evaluación. Los resultados del diagnóstico, prospectiva y proyectos fueron clasificados en temas para su posterior análisis.

6. **Análisis de la visión técnica frente a la visión de la comunidad.** Los resultados de los talleres fueron revisados por cada uno de los técnicos del equipo de la Universidad para contrastar su diagnóstico con el comunitario; así mismo, se realizó un análisis comparativo por componentes (clima, hidrología, geosférico, suelos, ecosistemas, biodiversidad, demográfico, económico, cultural e institucional). Con relación a la prospectiva, se definen los escenarios tendencial, deseado y posible de la comunidad, y se comparan con la visión técnica.
7. **Presentación y concertación final del POMCA.** A la fecha no se ha llevado a cabo, pero se planea realizar 5 talleres adicionales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de participación en la formulación del POMCA ha comprendido, hasta la fecha, una presentación de socialización a la comunidad, la selección de un grupo de 8 talleristas, un curso de capacitación en “Gestión ambiental y participación comunitaria” para los talleristas, la realización y sistematización de las memorias de 27 talleres y el análisis contrastado de la visión de la comunidad con la de los técnicos de la Universidad.

Divulgación de la declaratoria en ordenación de la Cuenca

La Universidad participó en programas de radio transmitidos en emisoras locales, en los cuales se expresó el enfoque conceptual para la formulación del POMCA, así como en el diseño de los folletos que fueron elaborados por la CAR y distribuidos en toda la Cuenca.

La propuesta metodológica se socializó en una jornada de un día de duración en la Casa de la Cultura del municipio de Garagoa, mediante conferencias, seguidas de sesiones de preguntas y un espacio final para aclaración de inquietudes y expectativas; se contó con la participación de unas 50 personas, principalmente líderes comunitarios de la mayor parte de los municipios.

Los temas expuestos durante el día fueron:

1. Instalación
2. Antecedentes del POMCA Río Garagoa
3. Ordenación de cuencas hidrográficas: visión del IDEAM e IDEA
4. Presentación del equipo técnico del IDEA
5. El papel de las instituciones en el POMCA del Río Garagoa
6. Foro: aclaración de inquietudes conceptuales, técnicas y metodológicas respecto al POMCA
7. Proceso de participación comunitaria
8. Aspectos técnicos del POMCA del Río Garagoa

Selección de talleristas

En primera instancia, se solicitó por medio de cartas a los Alcaldes con jurisdicción en la Cuenca la divulgación del POMCA y la selección de una terna de candidatos para desempeñarse como talleristas, que debía ser enviada a Corpochivor en el plazo de un mes. El perfil buscado de

tallerista correspondía a una persona adulta, formación mínima de bachillerato, experiencia en actividades de extensión en el área rural o ambiental y tener como lugar de origen el municipio postulante. El número de talleristas estuvo condicionado por la cantidad de personas interesadas, la metodología adaptada para los talleres y los recursos financieros disponibles.

En las oficinas de Corpochivor se recibieron las hojas de vida de 18 aspirantes a talleristas, a su vez en las instalaciones del IDEA en Bogotá se recibieron 3 hojas de vida y 1 de una estudiante de Antropología de la Universidad Nacional de Colombia quien solicitaba realizar una pasantía o práctica dentro de la ejecución del Convenio. Todas estas personas fueron citadas a la Presentación del Convenio.

La pre-selección de los talleristas se basó en la evaluación de la hoja de vida y la entrevista que se realizó en la jornada de Presentación del Convenio, con el fin de conocer sus expectativas, el nivel de interés y evaluar su desenvolvimiento en la mesa de discusión; la entrevista tuvo una duración de 45 minutos. La evaluación de la hoja de vida fue realizada teniendo en cuenta los siguientes cinco criterios, cada uno de los cuales tenía un puntaje individual de 20 sobre 100 puntos:

1. Formación académica
2. Residente en la región
3. Experiencia en manejo de grupos
4. Actitud personal
5. Disponibilidad de tiempo

Los anteriores criterios se ajustan a la noción de tallerista para la Universidad (IDEA, 2004), pues se busca que sea una persona adulta, hombre o mujer, con una formación básica y profesional o técnica, con una personalidad que favorezca su papel de comunicador y facilitador, es decir, que:

- Pueda comunicarse fácilmente con otras personas, individualmente y en grupo
- Trate a las demás personas con respeto y por ello inspire confianza y credibilidad
- Pueda orientar con claridad y seguridad el desarrollo de actividades por parte de varias personas
- Sea organizado, pendiente de todos los detalles

- Sea equitativo y justo permitiendo que cada persona tenga las mismas oportunidades de participación, animando a intervenir a los que no lo han hecho
- Sea un buen observador e identifique los tipos de personas que tiene en el grupo, sus potencialidades y experiencia y también sus debilidades
- Pueda identificar los momentos y situaciones de conflictos en los cuales actuará siempre como conciliador o neutralizador.

Como resultado de la pre-selección, pasaron a la siguiente etapa 15 aspirantes a talleristas, cuya disponibilidad para participar en el Convenio fue confirmada telefónicamente y con base en ello, se invitaron 12 talleristas al Curso de Capacitación en Participación comunitaria y gestión ambiental.

Al finalizar el curso de capacitación en “Participación comunitaria y gestión ambiental”, se seleccionaron 9 talleristas de los 10 asistentes al curso con base en los siguientes criterios:

1. Asistencia al curso de capacitación	50%
2. Desempeño en los ejercicios del curso de capacitación	30%
3. Interés personal	20%

El proceso de participación se llevó a cabo finalmente con el apoyo de 4 parejas de talleristas, definidas por el IDEA con base en su desempeño durante el curso, para un equipo total de 8 talleristas, dado que uno de los seleccionados se retiró.

Curso de capacitación en Gestión ambiental y participación comunitaria



Curso de capacitación, Garagoa

El IDEA diseñó y llevó a cabo durante tres días el curso de capacitación en “Gestión ambiental y participación comunitaria” en las instalaciones de Corpochivor en Garagoa, cuyo objetivo principal era dar elementos conceptuales y técnicos para contextualizar la labor de los talleristas, y a la vez generar un fortalecimiento de las comunidades a través de la metodología “Capacitar a capacitadores”, con el fin de mejorar la capacidad de gestión ambiental local.

Se abordaron elementos teóricos y conceptuales de gestión ambiental, ordenamiento territorial aplicado a cuencas hidrográficas y aspectos biofísicos de una cuenca. Se capacitó a los participantes en herramientas y técnicas para el diseño, ejecución y sistematización de resultados de talleres participativos comunitarios, con la metodología diseñada por el IDEA; esta actividad incluyó un ejercicio práctico de un día para la simulación de un taller a partir de la asignación de roles a los participantes.

Al inicio del curso se entregó a cada uno de los participantes el Manual “Talleres comunitarios y gestión ambiental” preparado por el equipo de la Universidad para este curso de capacitación y al cual se añadieron posteriormente las guías para la realización de cada uno de los objetivos en los talleres. El curso se desarrolló de acuerdo al programa planteado, sin mayores modificaciones en los horarios. Los aspectos teóricos abordados en el curso fueron de gran utilidad para los talleristas, según ellos mismos manifestaron. Al finalizar el curso se entregaron los certificados de asistencia a los talleristas seleccionados, así como a los participantes del equipo técnico de la Universidad.

Planeación de los talleres



Taller funcional, Prov. Neira

Inicialmente se planteó la realización de tres tipos de talleres para las fases de diagnóstico, prospectiva y formulación de proyectos del POMCA, con una duración de un día cada uno y que se realizarían en las áreas rurales de los municipios. No obstante, durante el ejercicio de planificación con las Corporaciones, se decidió realizar un taller de media jornada de duración en los cascos urbanos de dos tipos de unidades funcionales y territoriales. Las primeras corresponden a las instituciones ambientales y político-administrativas de la cuenca, y las segundas a municipios o grupos de municipios que por su cercanía, tamaño de población y similitud se trabajaron de forma conjunta.

Los objetivos definidos para los talleres fueron en un comienzo: (i) definir las potencialidades y debilidades ambientales, (ii) señalar las prioridades de actuación, (iii) formular concertadamente la visión de futuro a 10 años, (iv) definir algunas alternativas de manejo o solución, y (v) enunciar algunos compromisos para la ejecución del POMCA. Sin embargo, luego de realizar una evaluación interna sobre los talleres funcionales y en especial, tomando en consideración las observaciones y sugerencias señaladas durante el taller con los funcionarios de las Corporaciones, se eliminaron los objetivos ii y v.

Por otra parte, después del taller con las Corporaciones se decidió contextualizar a los participantes en el tema de ordenamiento de cuencas hidrográficas y presentar la visión técnica de la Cuenca; para ello, se introdujo una presentación sobre “Qué es y para qué es el ordenamiento de cuencas hidrográficas” y se entregó a cada uno de los participantes a los talleres una copia del Decreto 1729/02 abordado en un documento técnico de la Universidad.

De igual forma, luego de la realización de los talleres funcionales se incorporó un subtema dentro de los talleres, que correspondió a la pregunta “Cómo y dónde están las principales fortalezas y debilidades naturales de la Cuenca” en términos de sus bosques y páramos, nacaderos y fuentes de agua, sitios turísticos, suelos de mayor y menor productividad agropecuaria, incendios, deslizamientos y derrumbes, inundaciones y crecidas, botaderos, tratamiento y disposición de aguas servidas. Con este objetivo se logró tener una mayor precisión en el diagnóstico.

El contenido de los talleres fue el siguiente:

1. Instalación del taller
2. Presentación de los asistentes

La presentación se realizó con la técnica del metaplan, escribiendo en tarjetas los siguientes datos de cada asistente: nombre, procedencia (municipio, área urbana o rural), ocupación y organización representada.

3. Qué es y para qué es el ordenamiento de cuencas hidrográficas
4. Taller 1. Fortalezas ambientales del municipio (naturales, socioculturales, económicas e institucionales)

Las fortalezas corresponden a la riqueza natural que ofrece la región, que le es propia por las condiciones físicas, biológicas y sociales y que le permiten tener unas buenas oportunidades para la producción económica, igualmente le permite tener una oferta de recursos que bien administrados pueden permitir tener un mayor bienestar a la población.

5. Taller 2. Dificultades ambientales del municipio (naturales, socioculturales, económicas e institucionales)

Las dificultades hacen referencia a la disminución en cantidad y calidad de los recursos naturales que ofrece la región, como efecto de procesos naturales o actividades humanas, y que adicionalmente afectan la calidad de vida de la población y disminuyen la productividad

económica del municipio. También, a las condiciones sociales, económicas e institucionales que limitan o dificultan la gestión ambiental municipal.

6. Taller 3. Cómo y dónde están las principales fortalezas y debilidades naturales

En este aspecto, el interés se centró tanto en conocer la ubicación, a nivel de vereda o microcuenca, de las principales fortalezas y debilidades naturales, como en su estado de conservación, aprovechamiento o deterioro. Se abordaron cuatro temas relacionados con bienes y servicios ambientales de especial interés en la Cuenca, según se definió desde el enfoque técnico: soporte a través de los relictos de vegetación natural y las fuentes de agua, productividad (suelos), riesgos ambientales y sumidero.

7. Taller 4. Definir concertadamente la visión de futuro del municipio, en un plazo de 10 años

El taller buscó llegar a un acuerdo o un consenso sobre lo que la comunidad desea que sea su municipio, en ese escenario de 10 años en el futuro. Para ello, se propuso mirar la región convertida en un escenario positivo y con mejores condiciones que las actuales, teniendo en cuenta que se apoyarán o mejorarán la oferta ambiental y se habrán solucionado los principales problemas ambientales. La Visión de Futuro es importante puesto que señala hacia dónde se quieren dirigir los esfuerzos y recursos, a la vez define el Objetivo Estratégico de la planeación de la Cuenca.

8. Taller 5. Alternativas de manejo o solución

Este taller consiste en definir colectivamente cuáles son las mejores opciones de actuación y los temas de trabajo que permitan y faciliten lograr los objetivos estratégicos propuestos en el taller anterior, para lograr en el futuro el municipio deseado por todos. Estas alternativas de solución generalmente se constituyen posteriormente en los Programas de trabajo institucional, los cuales incluyen los diferentes proyectos necesarios para cada tema.

9. Evaluación

Cada uno de los participantes evaluó cinco aspectos de los talleres: cumplimiento de los objetivos, trabajo del grupo, desempeño de los talleristas, metodología empleada y logística del taller; para lo cual asignó una puntuación entre 1 y 5 donde este último corresponde al mejor desempeño del aspecto evaluado. El puntaje de cada aspecto por taller fue promediado por el número de asistentes con el fin de tener valores comparables para todos los talleres.

10. Comentarios finales

Desarrollo de los talleres



Taller de participación. Prov. Márquez

Durante 3 meses (junio 16 a septiembre 16) se realizaron 27 talleres de participación, discriminados así: 4 funcionales (1 institucional y 3 provinciales) y 23 territoriales o comunitarios, en los cuales participaron 581, con un valor esperado de asistencia (promedio) de 21 ± 15 personas por taller. Según el análisis estadístico realizado, para la muestra correspondiente al número de asistentes a cada taller se encuentra que el valor de curtosis¹ es - 0,24081148, lo cual indica que la asistencia a los mismos sigue un patrón de distribución estadístico normal, que es el usualmente esperado para este tipo de eventos, donde hay mayor asistencia en unos talleres (v.g. Chivor con 45 asistentes) y otros en los cuales la asistencia es muy baja o nula (v.g. Chocontá+Villapinzón y Tunja).

Cada uno de los talleres fue dirigido y facilitado por dos talleristas, acompañados por cuatro investigadores de la Universidad, en promedio, quienes prestaron apoyo y orientación conceptual, y un funcionario de las Corporaciones cuyo papel se limitó a representar a la institución y escuchar la percepción de la comunidad, sin intervenir salvo que se le solicitara expresamente, para no influenciar las opiniones de la comunidad. No obstante, en 13 de los 27 talleres realizados no hubo representación de las Corporaciones, en 10 talleres se contó con un funcionario como estaba planeado, en 3 talleres con 2 (Provincia de Márquez, Soracá + Siachoque, Samacá + Cucaita) y en 1 taller con 3 funcionarios (Machetá + Manta + Tibirita); en estos últimos, la mayor asistencia se debió a la participación de



Taller de participación. Pachavita

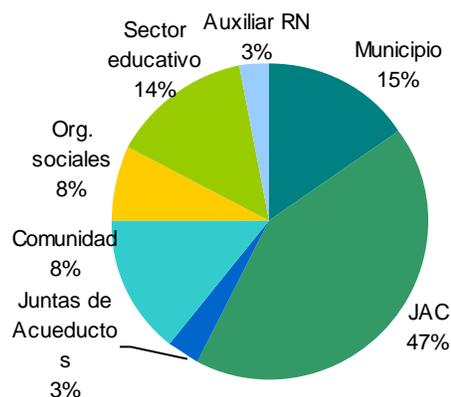


Taller funcional (institucional)

¹ La prueba de curtosis indica si el conjunto de datos analizados sigue una distribución normal, lo cual se presenta cuando el valor obtenido se encuentra en el intervalo [-2,2].

dos de las Corporaciones, Corpochivor y Corpoboyacá en el primer caso y Corpochivor y CAR en el segundo.

El 47% de los asistentes de la comunidad a los talleres fueron representantes de las Juntas de Acción Comunal -JAC- en su mayoría del área rural, lo cual es consistente con lo esperado, según el análisis sociocultural de la cuenca. El segundo lugar en la asistencia a los talleres corresponde a dos grupos, cada uno con un 15%: funcionarios de las instituciones del Municipio, como Alcaldía, Concejo municipal y Umata, y el sector educativo, representado por profesores y estudiantes de los colegios y escuelas de la Cuenca, cuya presencia fue especialmente significativa en Pachavita y Tibaná. Estos grupos son seguidos por otras organizaciones sociales y la comunidad en general, y por último las juntas de acueductos y auxiliares de recursos naturales de Corpochivor (Gráfica XIII-1).



Gráfica XIII-1. Representatividad de la comunidad y grupos organizados en los talleres de participación

De acuerdo a la evaluación realizada por los asistentes a los talleres, se encuentra que el valor promedio general es de $4,17 \pm 0,35$ sobre un total de 5 puntos, lo que representa un nivel de aceptación del 83,46%; los puntajes asignados a cada criterio evaluado se presentan en la siguiente tabla.

Tabla XIII-1. Evaluación de los talleres

	Objetivos	Trabajo	Talleristas	Metodología	Logística	Promedio
Promedio	4,16	4,28	4,26	4,11	4,05	4,17
Desv. estándar	0,45	0,48	0,48	0,41	0,38	0,35
Nivel de aceptación	83,26	85,61	85,29	82,13	81,00	83,46

Resultados de los talleres

Con base en el análisis de los resultados de los talleres, se presenta a continuación la visión de la comunidad sobre las principales fortalezas y debilidades en los aspectos natural, sociocultural, económico e institucional; las diferentes aproximaciones obtenidas en cada taller, se agruparon en temas para la realización del análisis. Esta visión comunitaria reconoce los saberes individuales y colectivos, propios de la cultura de cada municipio, el conocimiento generado por la experiencia, la vivencia cotidiana y el liderazgo de los representantes comunitarios.

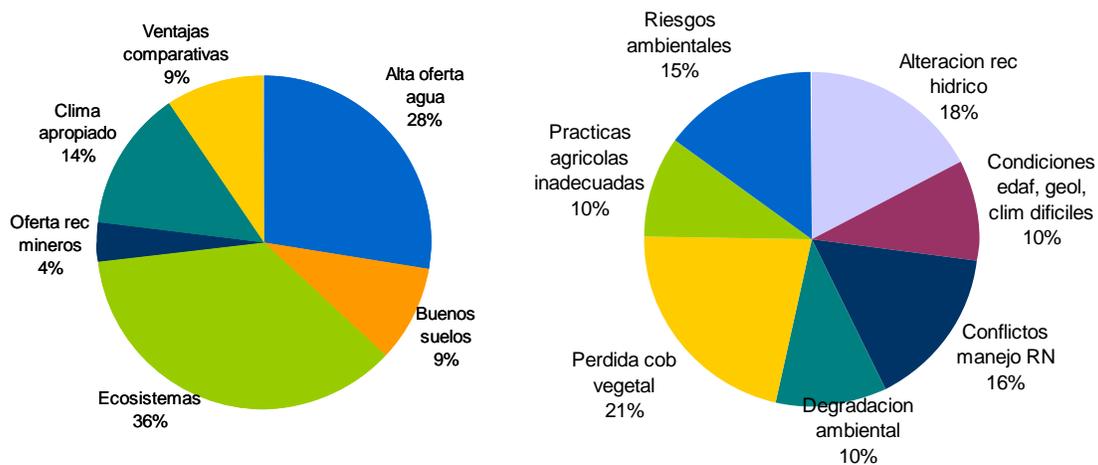
El análisis se presenta a continuación a nivel regional y provincial, destacando los tres aspectos más relevantes para cada tema.

DIAGNÓSTICO COMUNITARIO

Diagnóstico regional

A nivel natural (Gráfica XIII-2), la principal fortaleza identificada por la comunidad es la cobertura vegetal remanente, pues se señala que aún se encuentran importantes relictos en las partes más altas correspondientes a bosques montano altos y páramos (e.g. Chinavita, Tenza, La Capilla, Turmequé, Nuevo Colón, Úmbita, Ciénega, Viracachá, Samacá, Cucaita, Ramiriquí), aunque en algunos municipios se encuentran en buen estado bosques montanos (Santa María), en los cuales se conservan elementos de la flora y fauna nativas; también se señala la existencia de parques naturales (e.g. El Sinai en Pachavita y El Secreto en Garagoa).

Una segunda fortaleza es la alta oferta de recurso hídrico debido a la existencia de fuentes de agua, sistemas de almacenamiento (e.g. Samacá, Cucaita, Ventaquemada) y distribución, y un uso adecuado del mismo. Se señala, así mismo, la presencia de un clima apropiado, y en especial, la existencia de varios pisos térmicos en un mismo municipio, lo que favorece la diversidad de cultivos y el turismo. Con menor importancia, se señala la existencia de suelos aptos para actividades agropecuarias y de ventajas comparativas de la Cuenca derivadas de una ubicación geográfica estratégica por la cercanía a Bogotá, Tunja y en futuro cercano a los Llanos Orientales, y la buena calidad en general del ambiente.



Gráfica XIII-2. Fortalezas y debilidades naturales de la Cuenca del Río Garagoa a nivel regional

La principal debilidad en el aspecto natural es la pérdida de cobertura vegetal que se expresa, según se señalaba en los talleres, en un alto nivel de transformación de los ecosistemas y pérdida de biodiversidad debido a la expansión de la frontera agrícola, desprotección de nacaderos,

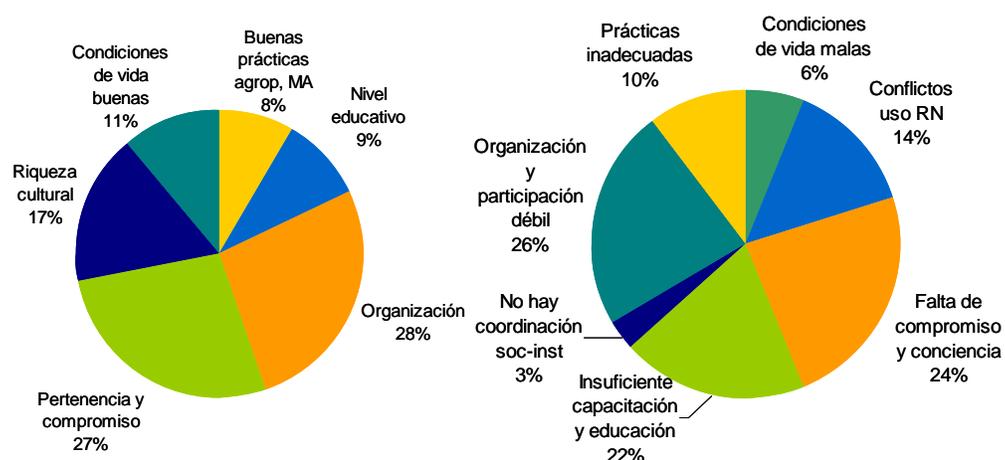
fuentes hídricas y reservas nativas, y prácticas inadecuadas como tala y quema. Esta debilidad es seguida por la alteración de la calidad, disminución de la oferta y mal manejo del recurso hídrico debido a la desprotección de las fuentes de agua, vertimiento de residuos sólidos y líquidos sin tratamiento, lo que se manifiesta en fenómenos de escasez de agua en la época seca (e.g. Chivor y Ramiriquí), sequía de quebradas (e.g. Soracá, Siachoque y Ventaquemada) y contaminación de los ríos; se atribuyen como causas últimas el incumplimiento de los planes de ordenamiento territorial, la ausencia de plantas de tratamiento de aguas residuales y la falta de conciencia ambiental.

Finalmente, en tercer lugar, se señala la existencia de conflictos en el uso de los recursos naturales, en especial del suelo y agua, debido al mal manejo de los mismos, aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales o conflictos entre vocación y uso actual, como se generan por la existencia de predios minifundistas en las rondas de los ríos dificultando la conservación de estas áreas y la explotación de páramos para actividades agropecuarias (e.g. Tenza y La Capilla).

En el aspecto sociocultural (Gráfica XIII-3), la principal fortaleza es la existencia de numerosas organizaciones sociales, como juntas de acueductos, organizaciones no gubernamentales y asociaciones de productores, en las cuales se desempeñan líderes comunitarios y gente trabajadora, y se difunde una cada vez mayor conciencia ambiental, definida, por la comunidad, como el interés por el cuidado de los recursos naturales y lograr una armonía del hombre con la naturaleza. Es de especial relevancia, la identificación de una riqueza cultural, manifestada en diferentes tradiciones y costumbres, incluidas la gastronomía, lo religioso y lo arqueológico que se constituyen, según los habitantes de la cuenca, en una base de su potencial turístico.

A su vez, la mayor debilidad identificada en la cuenca fue la falta de compromiso y conciencia ambiental debido al desconocimiento de la importancia del entorno natural, que se traduce en un bajo sentido de pertenencia, desinterés, conformismo, egoísmo y tolerancia. Aunque existen numerosas organizaciones sociales, estas son débiles y tienen bajos niveles de participación como resultado de condiciones intrínsecas a las mismas o la falta de inclusión por parte de las autoridades ambientales y territoriales; se señala la falta de liderazgo, coordinación, recursos e interés. En tercer lugar, se identifica la existencia de una insuficiente capacitación y educación, en especial, en el tema ambiental y en asistencia técnica agropecuaria. Se señalan, de igual forma, conflictos en el uso de los recursos naturales; debilidad que también fue relevante en el tema natural, pero que aparece en el sociocultural debido a la consideración de este como una de sus causas principales.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



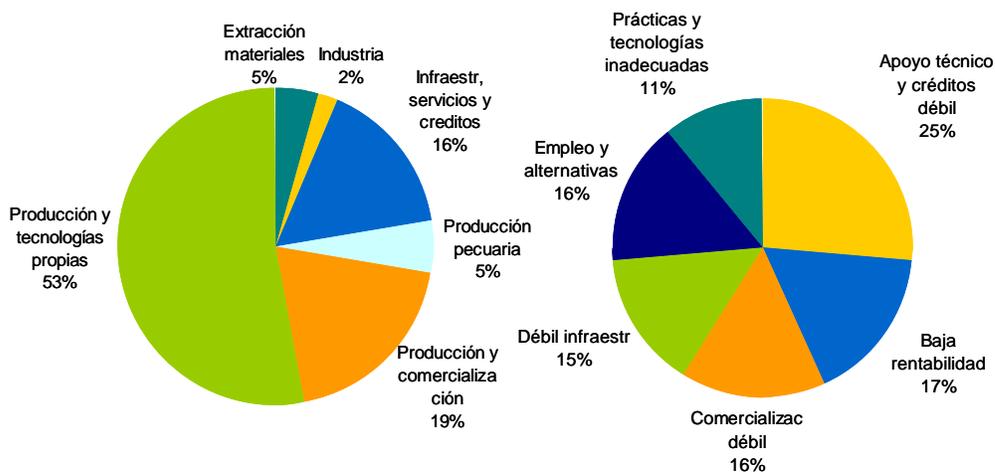
Gráfica XIII-3. Fortalezas y debilidades socioculturales de la Cuenca del Río Garagoa a nivel regional

Dentro del tema económico (Gráfica XIII-4), la principal fortaleza son las ventajas comparativas de la Cuenca derivadas de la existencia de productos propios de la región y tecnologías acordes, como artesanías (Chinavita, Tenza, La Capilla, Somondoco), turismo en casi toda la Cuenca, diversidad de productos agrícolas y pecuarios, agricultura orgánica (Santa María, Turmequé, Nuevo Colón, Úmbita, café orgánico en Garagoa), el embalse y sus regalías (estas se señalan en las provincias de Neira y Oriente, en los municipios Santa María, Macanal y Ramiriquí); se destacan los municipios de Ventaquemada y Pachavita, cuyos habitantes consideran que su producción agropecuaria es autosuficiente. Cabe resaltar, así mismo, que se menciona en esta fortaleza la existencia de una base natural que permite el desarrollo de las actividades productivas, dada por las características del clima, el potencial hídrico y los bosques que se conservan.

En segundo lugar, se señala como fortaleza la buena producción y comercialización a nivel regional (en algunos casos) y se destaca la existencia de diferentes actividades económicas. En tercero, la existencia de una adecuada infraestructura de servicios públicos, de producción y vial que facilita el acceso a mercados.

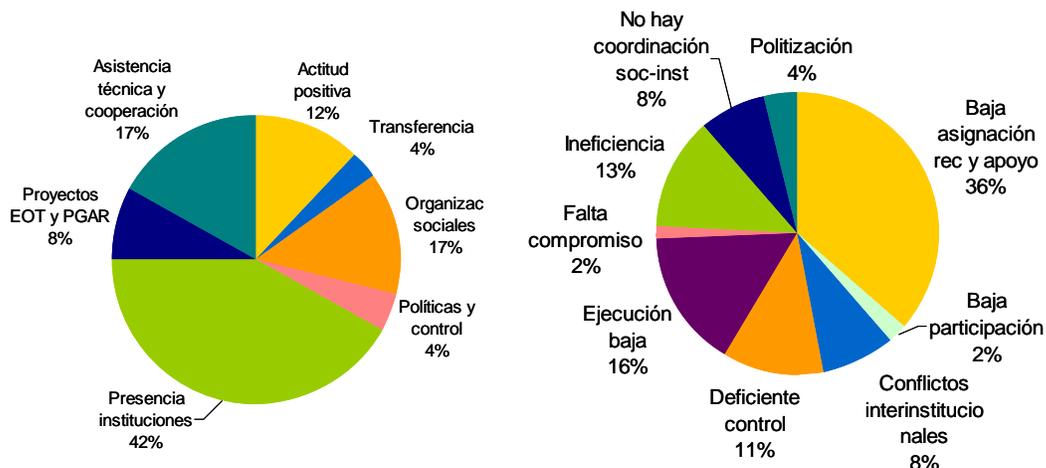
Con relación a las debilidades económicas, la principal identificada es el insuficiente apoyo con capacitación técnica (también señalada en el tema sociocultural) y créditos que generan limitaciones a nivel tecnológico, las cuales hacen ineficientes algunos sistemas productivos; se señala también el desconocimiento sobre el destino de los recursos que reciben las administraciones municipales por concepto de las transferencias del sector eléctrico, la falta de control estatal sobre la inversión pública, ausencia de incentivos para la protección ambiental y de inversión en capacitación. Por otra parte, existe una baja rentabilidad del sector agropecuario

debido a los altos costos de producción y bajos ingresos generados. El proceso de comercialización se considera débil, en algunos municipios, por la variabilidad en los precios, existencia de canales deficientes, presencia de intermediarios, falta de apoyo institucional y de iniciativas de expansión comercial. Por último, se destaca la percepción generalizada de falta de fuentes de empleo y alternativas económicas, que en el caso de Ciénaga, Viracachá, Samacá y Cucaita se atribuye como una de las causas de la tala de los bosques nativos, y en Almeida como causa de la insostenibilidad económica del municipio.



Gráfica XIII-4. Fortalezas y debilidades económicas de la Cuenca del Río Garagoa a nivel regional

A nivel institucional (Gráfica XIII-5), las principales fortalezas son la presencia regional de instituciones encargadas del tema ambiental, como las Corporaciones Autónomas Regionales, Alcaldías, Secretarías de Planeación, Salud, Umata, entidades educativas (escuelas, colegios, SENA) e incluso la empresa privada, representada en este caso por Chivor S.A. Se destaca, en segundo lugar, la prestación de asistencia técnica y cooperación en programas sociales, ambientales y agropecuarios por parte de las instituciones. Es igualmente importante, la existencia de organizaciones sociales como Juntas de Acción Comunal, ONG e instituciones educativas y religiosas.



Gráfica XIII-5. Fortalezas y debilidades institucionales de la Cuenca del Río Garagoa a nivel regional

No obstante, la principal debilidad identificada por la comunidad es la baja asignación de recursos y apoyo al tema ambiental, lo que se manifiesta en una escasa inversión en capacitación y ausencia de incentivos al desarrollo de proyectos comunitarios; esta es seguida por el bajo nivel de ejecución de los proyectos consignados en los planes de ordenamiento municipal y regional, e insuficiente asesoría. Por último, la comunidad señala que las instituciones existentes, a pesar de ser numerosas, son ineficientes, pues "no cumplen con sus funciones", tienen una mala comunicación con la sociedad, incumplen los pactos o acuerdos establecidos con la comunidad y en general, su gestión es deficiente o imperceptible.

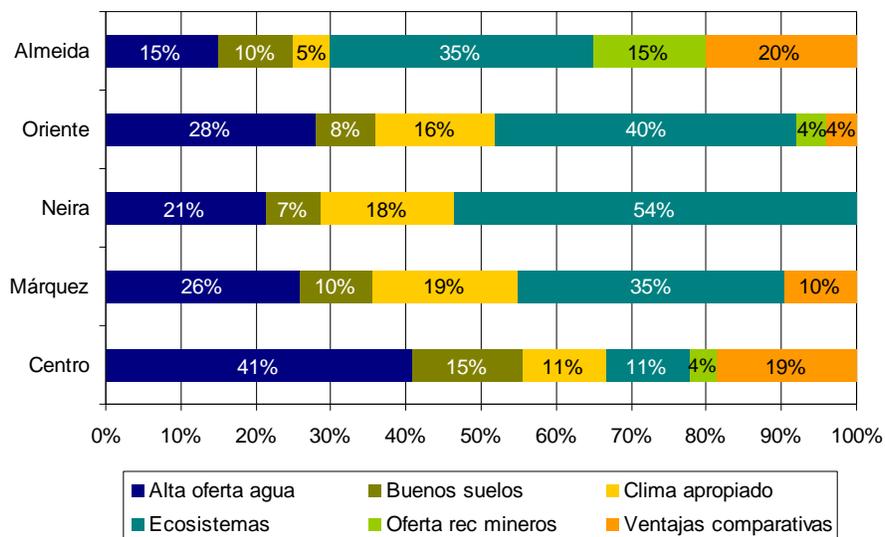
Aparentemente, existe en los diferentes temas analizados una contradicción entre las fortalezas y debilidades señaladas por la comunidad debido a la agrupación del diagnóstico para toda la Cuenca, así por ejemplo, el nivel de conciencia ambiental, sentido de pertenencia y compromiso en el tema sociocultural, la comercialización en el económico y la asistencia técnica en el institucional son tanto una fortaleza como una debilidad. Para evitar este sesgo, se presenta a continuación el diagnóstico por provincias.

Diagnóstico comparativo por provincias

En este diagnóstico se presenta de forma comparativa por provincias la principal fortaleza y debilidad para cada uno de los temas; se hace referencia también a los aspectos relevantes que difieren entre las mismas.

A nivel natural (Gráfica XIII-6), la principal fortaleza para las provincias de la Cuenca, excepto Centro, es la cobertura ecosistémica. En la provincia de Almeida esta cobertura se encuentra

protegida en reservas (e.g. reserva forestal declarada en la vereda San Bernabé), nacederos y áreas de una altitud mayor a 3.000m y fuertes pendientes; en Chocontá y Villapinzón se destacan las acciones emprendidas para la conservación de la Cuchilla del Choque como la siembra de chusque en los nacederos y la protección de la ronda de las quebradas en una franja de 25m de ancho.



Gráfica XIII-6. Fortalezas naturales de las provincias de la CRG

En las provincias de Márquez, Neira y Oriente la cobertura ecosistémica se concentra en bosques montano altos y páramos principalmente, aunque en Santa María se señala que la cobertura de vegetación natural se encuentra en buen estado desde los 2.300m de altitud; existen en estas provincias acciones específicas dirigidas a la conservación como creación de reservas naturales y programas de arborización. La provincia de Centro, por el contrario, reconoce como su principal fortaleza la alta oferta del recurso hídrico debida a la existencia de numerosas fuentes de agua, como ríos, quebradas, lagunas, acuíferos; se incluyen también embalses y reservorios.

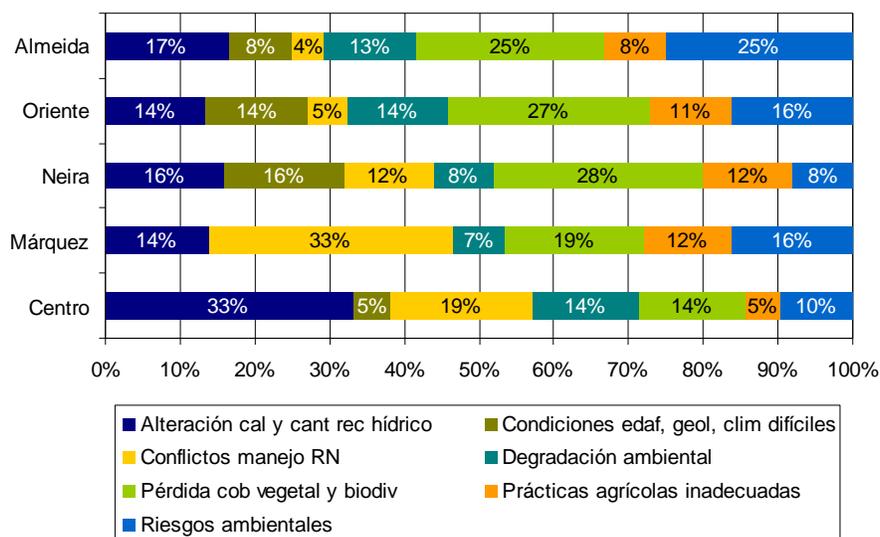
La existencia de ventajas comparativas debido a la ubicación estratégica de los municipios es significativa en las provincias Almeida y Centro, que se encuentran más cerca de los principales centros de consumo (Bogotá y Tunja), poseen vías en buen estado y un ambiente sano.

La oferta de recursos mineros es una fortaleza importante en la provincia de Almeida, debido a la existencia de receberas y minas de carbón; se destaca también en Centro (carbón en Samacá y Cucaita) y Oriente (Somondoco); es interesante resaltar que las minas de esmeraldas de Chivor no son identificadas en el tema natural, sino en el sociocultural como generadoras de conflictos debido

a la no vinculación de la comunidad y en el económico como causa del deterioro de los suelos y pérdida de su capacidad productiva.

Con relación a las debilidades naturales (Gráfica XIII-7), la pérdida de cobertura de vegetación y biodiversidad por ampliación de la frontera agrícola, tala y quema es la principal en las provincias de Almeida, Oriente y Neira; en la segunda se señala además la desprotección de los nacaderos y en la última la falta de áreas de reserva natural. En Almeida son igualmente importantes las amenazas y riesgos ambientales, como deslizamientos y erosión que se presentan en la mayor parte de las veredas de los municipios de Machetá, Manta y Tibirita, como consecuencia de la inestabilidad de los suelos (en especial en épocas de lluvias) y pérdida de la acción protectora de la vegetación; se presentan así mismo incendios forestales en Chocontá y Villapinzón.

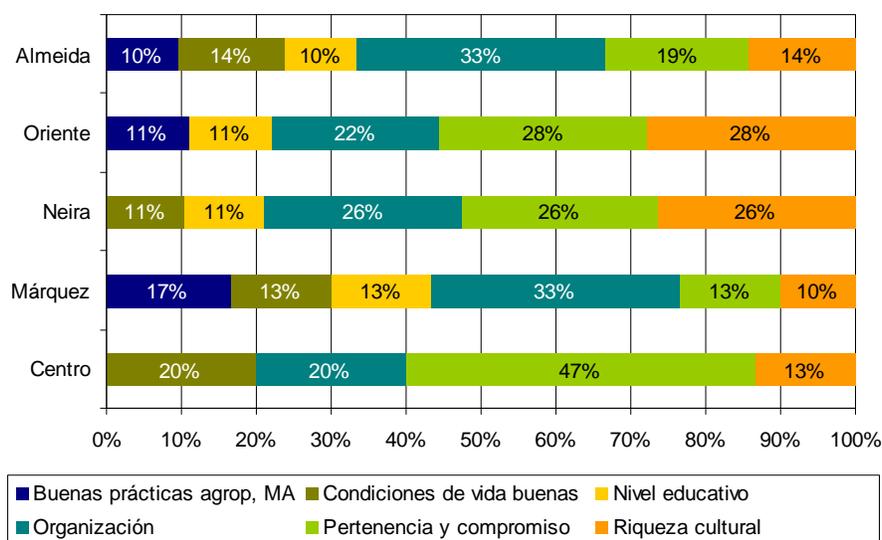
En contraste, en la provincia de Márquez son más frecuentes los conflictos por uso inadecuado de los recursos naturales (suelo, agua, ecosistemas), que afectan especialmente los relictos de vegetación existente, las áreas agropecuarias productivas y los nacaderos. En la provincia Centro, a pesar de la riqueza de fuentes de agua, la principal debilidad es la alteración de la calidad y oferta del recurso hídrico debido a contaminación por vertimientos domésticos y agropecuarios; se observa una disminución de los caudales de las quebradas y ríos, como el Albarracín en jurisdicción de Ventaquemada.



Gráfica XIII-7. Debilidades naturales de las provincias de la CRG

La pérdida de cobertura vegetal es una debilidad generalizada para todas las provincias, aunque tiene menor peso relativo en Centro; así como la alteración del recurso hídrico. Los fenómenos de

riesgos son importantes en Oriente y Márquez, en la primera son frecuentes las avalanchas, deslizamientos y en general movimientos en masa, mientras en la segunda se mencionan deslizamientos e inundaciones; riesgos de incendios se señalan en Ciénega, Viracachá y Almeida. En Neira, por otro lado, se menciona la existencia de condiciones edafológicas, geológicas y climáticas difíciles, como la baja fertilidad del suelo, presencia de fallas e inestabilidad climática.



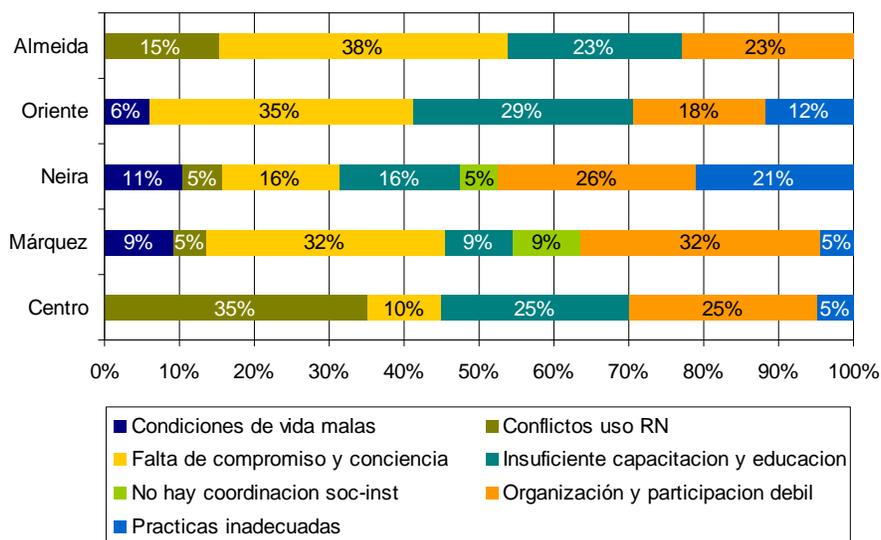
Gráfica XIII-8. Fortalezas socioculturales de las provincias de la CRG

Respecto al tema sociocultural, la principal fortaleza (Gráfica XIII-8) de las provincias de Almeida y Márquez es la existencia de organizaciones sociales, como juntas de acción comunal y de acueductos que integran la comunidad y trabajan por la conservación de la cuenca. Esta fortaleza, junto con un alto sentido de pertenencia y compromiso por la región, y arraigo por su riqueza cultural son las fortalezas más relevantes de la provincia de Neira; estas dos últimas son a su vez las de mayor peso en Oriente. Por su parte, en la provincia Centro es muy significativo el sentido de pertenencia y compromiso; se destacan líderes comunitarios que trabajan para la conservación del agua, alto nivel de conciencia ambiental y participación.

En todas las provincias, excepto en Oriente, se señala la existencia de buenas condiciones de vida, percepción que es compartida por un 12% de los habitantes y en Centro por un 20%. El nivel educativo es, en general, bueno; aunque no sobresale en la caracterización sociocultural.

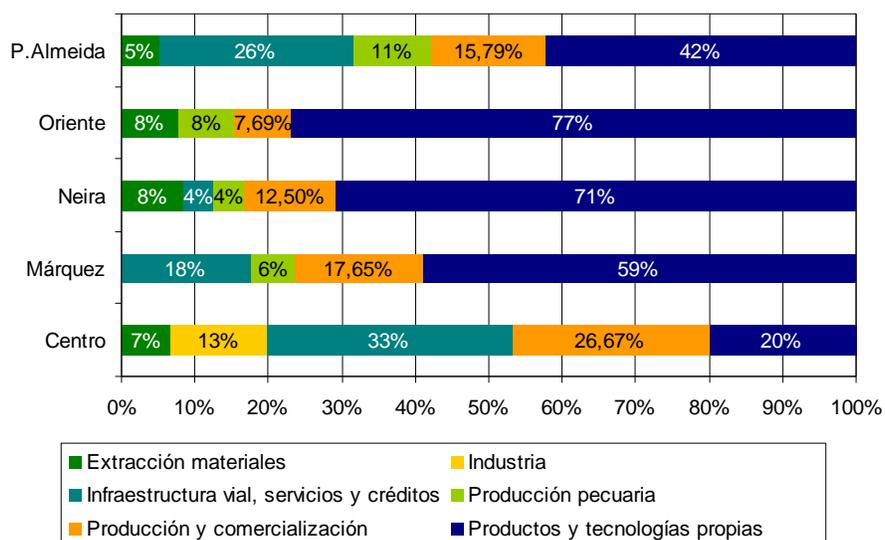
Para las provincias de Almeida y Oriente, la principal debilidad en el tema sociocultural (Gráfica XIII-9) es la falta de compromiso y conciencia para participar en los procesos que afectan el desarrollo de los municipios, que se manifiestan en conformismo, pocas iniciativas de organización

comunitaria y falta de continuidad. En Neira y Márquez se percibe un bajo nivel de organización y débil participación. Por último, en Centro los conflictos en el uso de recursos naturales son más relevantes (y corresponden a la segunda debilidad en el tema natural), se presenta un manejo inadecuado del agua, bosques y residuos sólidos.



Gráfica XIII-9. Debilidades socioculturales de las provincias de la CRG

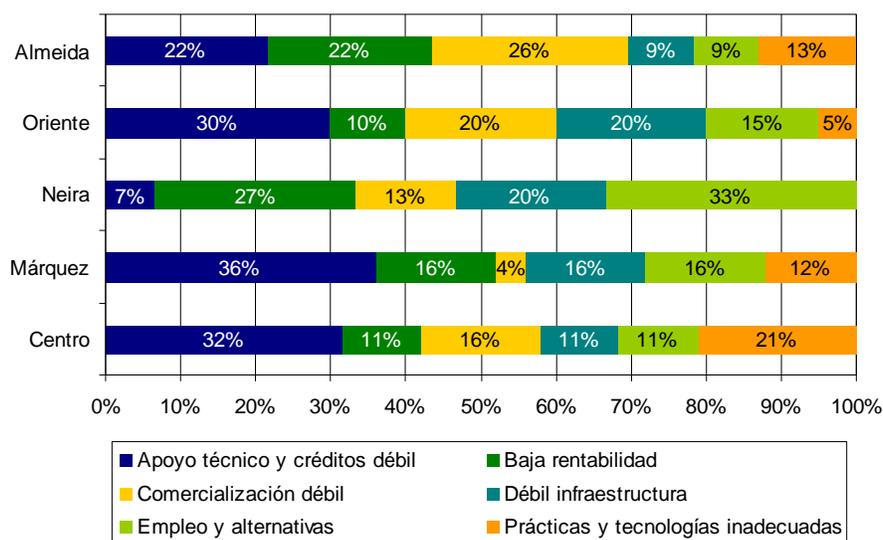
A nivel económico, la principal fortaleza (Gráfica XIII-10) en las provincias de la Cuenca, excepto en Centro, radica en las ventajas comparativas debidas a la existencia de productos propios y tecnologías acordes, como la diversidad de actividades agropecuarias y el turismo; en Neira se destacan además las artesanías y el embalse, los cuales, junto con la avicultura son también propios Oriente, mientras en Almeida son propias las curtiembres, en las cuales se están implementando tecnologías de producción limpia. En contraste, la mayor fortaleza de Centro es la existencia de una adecuada infraestructura vial, de servicios públicos (acueducto, mataderos) y de producción; la cual es también importante en Almeida. Únicamente en Centro la industria se señala como actividad importante, en los municipios de Samacá y Cucaita, donde se resalta la existencia de empresas y fomento industrial.



Gráfica XIII-10. Fortalezas económicas de las provincias de la CRG

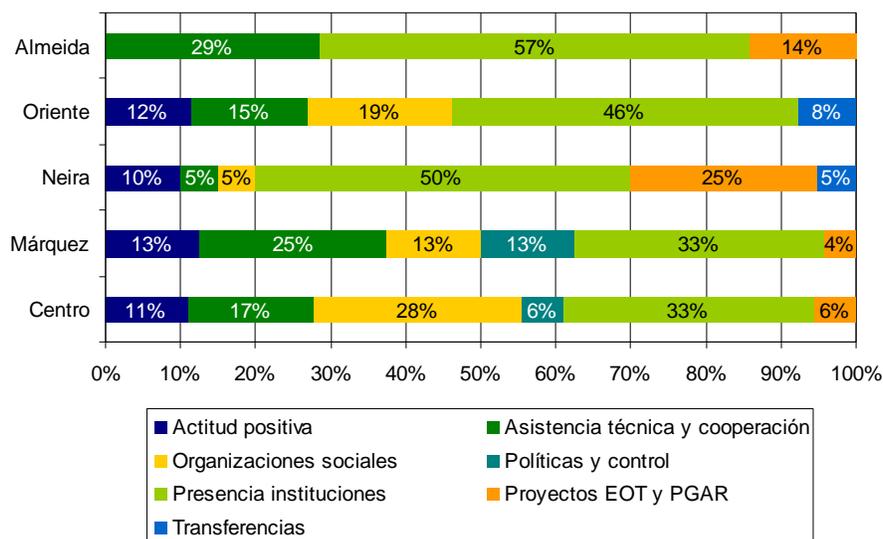
La principal debilidad económica (Gráfica XIII-11) en las provincias de Oriente, Márquez y Centro es el mínimo e insuficiente apoyo técnico y créditos en protección ambiental, capacitación comunitaria, explotación agropecuaria; la comunidad percibe que no hay incentivos a la protección del ambiente, ni subsidios a la producción agropecuaria, además que los recursos públicos no se invierten de forma adecuada ni de acuerdo a lo planeado en los POT y, en general, los recursos son muy escasos y el apoyo estatal es muy bajo. En la provincia de Almeida, la debilidad es la comercialización de los productos por desorganización, ausencia de centros de acopio y presencia de intermediarios, a pesar la cercanía a Bogotá, y en Neira son las malas condiciones del empleo local (bajos salarios) e insuficientes alternativas económicas, se menciona también la falta de organizaciones sociales y microempresas asociativas, así como los bajos salarios.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



Gráfica XIII-11. Debilidades económicas de las provincias de la CRG

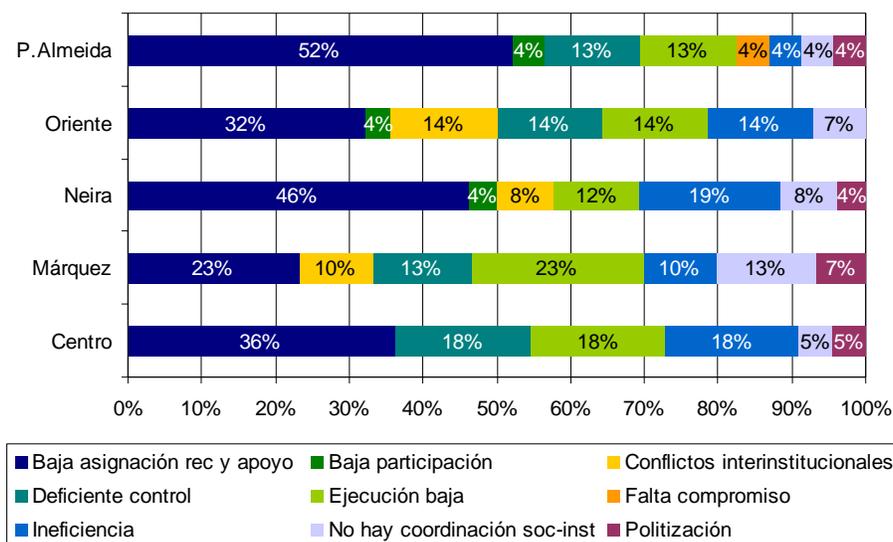
Por último a nivel institucional, la principal fortaleza en todas las provincias es la presencia regional de instituciones que atienden el tema ambiental, como las CAR, Alcaldías, entidades educativas, Umata (en las provincias de Márquez, Neira y Oriente), empresas privadas (en Márquez) y otras del nivel nacional como ICA e INCODER (en Oriente).



Gráfica XIII-12. Fortalezas institucionales de las provincias de la CRG

La principal debilidad es la baja asignación de recursos (créditos) y apoyo al tema ambiental en estímulos, asesoría y capacitación, especialmente en conservación de rondas, prevención de

desastres, protección del medio ambiente y normatividad. Aunque existen múltiples instituciones en la Cuenca, la comunidad señala que su presencia no es efectiva, en este sentido la comunidad no siente muy fuerte la presencia de las Corporaciones Autónomas Regionales en los municipios de Machetá, Manta, Tibirita, Ventaquemada (en capacitación), Samacá, Cucaita, Somondoco (en apoyo para conservar rondas), Garagoa (“falta interés por el bienestar de la comunidad”), Ramiriquí (“no se atienden las solicitudes”), Ciénega y Viracachá (“falta interés de la Corporación hacia los municipios”).



Gráfica XIII-13. Debilidades institucionales de las provincias de la CRG

Adicionalmente, el nivel de ejecución es bajo, el control es deficiente (en especial, en temas de interés ambiental, como uso del agua, contaminación, concesiones de agua, deforestación, otros) y se considera que las instituciones son ineficientes y existe en ellas, excepto en Oriente, politización; en Oriente, Neira y Márquez la comunidad percibe la existencia de conflictos interinstitucionales.

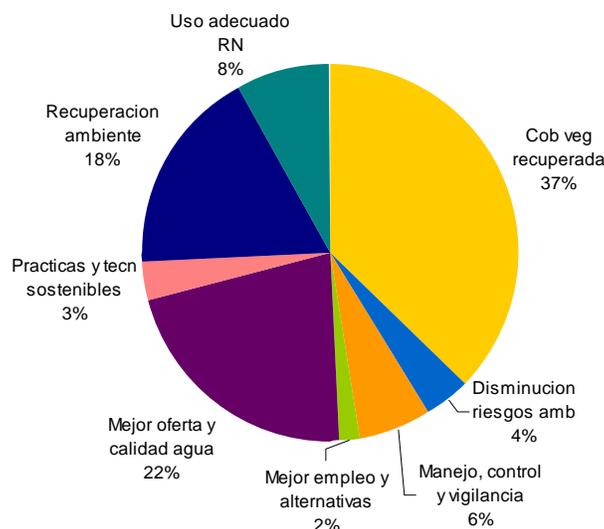
PROSPECTIVA COMUNITARIA

En este aspecto se incluye el ejercicio de prospectiva realizado en los talleres de participación, que incluye la visión de futuro a 10 años y las acciones planteadas para su consecución, las cuales se traducen en programas y proyectos. Las variables fundamentales que definen los escenarios futuros (tendencial, deseado ideal y deseado posible) son la cobertura de vegetación, oferta de agua, riesgos ambientales, organización y participación comunitaria, educación y capacitación, productividad, tecnología, comercialización, presencia institucional y gestión ambiental.

A continuación, se describe la visión de futuro planteada por la comunidad para la Cuenca señalando las particularidades de las diferentes provincias y municipios, para luego describir las principales características de los escenarios futuros.

Visión de futuro

Los habitantes de la Cuenca del Río Garagoa manifestaron en los talleres que, a nivel natural (Gráfica XIII-14), desean ver la cobertura vegetal recuperada mediante acciones de conservación y restauración como protección de fuentes de agua y rondas, creación de áreas protegidas, cercas vivas, con restauración pasiva (revegetalización natural) y activa. Por otra parte, un mejoramiento en la oferta y calidad del agua mediante el tratamiento de residuos y aguas servidas y la potabilización del agua para consumo humano, así como la recuperación de la calidad del ambiente mediante disminución de contaminación y riesgos ambientales.

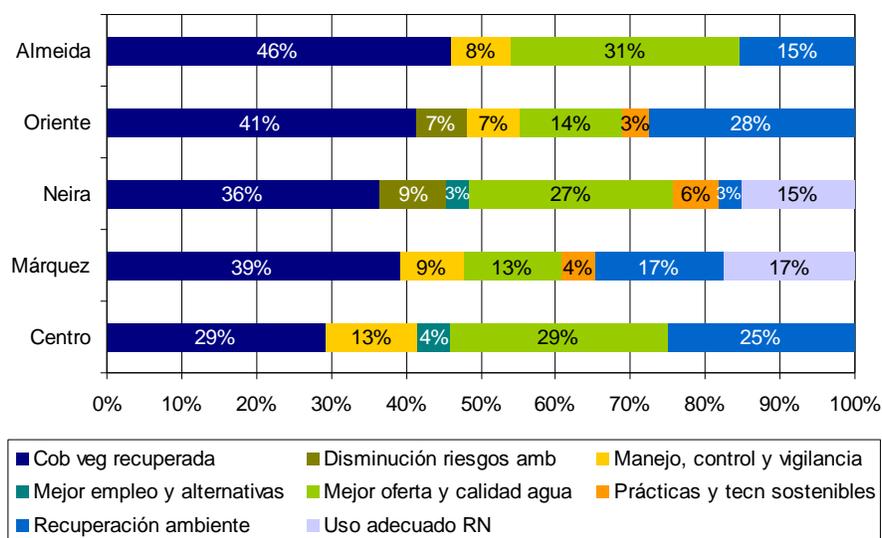


Gráfica XIII-14. Visión de futuro de la CRG en el tema natural

Para todas las provincias de la Cuenca (Gráfica XIII-15), la visión deseada es la recuperación de la cobertura de vegetación, aunque se señala también el mejoramiento de la oferta del recurso hídrico, tanto en calidad como en cantidad, lo cual es especialmente importante en las provincias de Almeida, Neira y Centro y, en general, la recuperación de la calidad del medio ambiente, en Oriente y Centro. En Oriente y Neira se proyecta la disminución de riesgos ambientales; en esta dos y Márquez la implementación de prácticas y tecnología sostenibles (ver visión de futuro en tema sociocultural); en Neira y Centro, la generación de alternativas económicas que disminuyan la presión sobre las áreas conservadas, y en Neira y Márquez el uso más adecuado de los recursos, en especial agua y suelo.

En la provincia de Almeida, la mayor preocupación de la comunidad es la recuperación de la cobertura de vegetación, en especial en los nacedores, como los de las quebradas Guina y Resguardo, y compra de predios en El Frailejonal en las veredas de Resguardo y San Bernabé (Machetá, Manta y Tibirita); de igual forma, la protección de páramos y cañadas en Chocontá y Villapinzón.

En el tema de amenazas y riesgos, los municipios de Machetá, Manta y Tibirita proponen la realización de un proyecto para la relocalización de asentamientos en zonas de alto riesgo. También la construcción de reservorios de agua en las veredas, descontaminación de las fuentes hídricas y revisión de la localización del proyecto de relleno sanitario regional y del nuevo matadero de los mismos municipios.



Gráfica XIII-15. Visión de futuro de las provincias de la CRG en el tema natural

En Centro, por otra parte, se señala como prioridad la restauración de rondas con el fin de garantizar que “nuestros hijos y nietos puedan gozar y disfrutar de esta naturaleza”; para lograr esto se propone la creación de proyectos orientados a la reforestación y revegetalización con especies nativas en nacaderos y rondas de ríos, la declaración y manejo de áreas protegidas y la compra de predios para la conservación, como el nacadero de la vereda Quebrada Grande en Soracá. En igual importancia, la comunidad desea tener una mejor oferta y calidad del recurso hídrico, lo que está relacionado con el aspecto anterior, así como con la formulación y puesta en marcha de reglamentación de uso, manejo y protección de las fuentes hídricas (Soracá y Siahcoque), diseño y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales y potabilización del agua (Ventaquemada); se sugiere adelantar un proyecto para la descontaminación y control del uso del agua en la microcuenca alta del Río Nerita (Ventaquemada).

En Márquez, la visión de futuro se encamina a la conservación de los bosques y páramos relictuales, compra de predios para protección del agua (nacaderos y zonas de recarga hídrica, e.g. terrenos aledaños al Parque El Cañal en Ciénega-Viracachá), restauración de rondas y de la Cuenca en general. Se propone un programa de reforestación que incluye proyectos para el desarrollo de semilleros comunitarios con especies nativas y maderables (Boyacá), viveros de palma de cera y endrino (Ramiriquí), y revegetalización de “La Cueva Antigua” (vereda Guanzaque, Turmequé), quebrada La Zorrera (veredas El Uvo y Zapatero en Nuevo Colón), ronda del Río Icabuco (Úmbita), fuentes de agua de la cabecera de Nuevo Colón (vereda Aposentos). Dentro del programa de conservación, se propone la creación de zonas de reserva, como los parques ecológicos Guaneche (Úmbita), Piñuela, Mesalta y Picacho (Nuevo Colón). Se menciona, de igual forma, la necesidad de mejorar la calidad de las tierras en el Sector Rosales, Taraquira y Volcán Blanco en Turmequé. Con relación a los residuos, se propone diseñar un programa de manejo integral de residuos sólidos y reubicar el proyecto de planta de tratamiento de Jenesano.

En Neira la visión de futuro en el tema natural es la recuperación de rondas y nacimientos de agua mediante programas de reforestación y cercado o aislamiento de las fuentes de agua, y la protección de áreas conservadas actualmente para garantizar el agua para la producción agrícola y consumo humano. En Macanal se propone implementar proyectos de arborización con frutales y maderables, con especies seleccionadas según las condiciones ambientales de las diferentes veredas; así mismo, en Santa María se plantea que la reforestación debe realizarse con pastos de corte, maderables, frutales y especies exóticas. En Macanal, de igual forma, un proyecto para hacer gaviones y sistemas de recolección de aguas.

Por último, en Oriente se desea la conservación de relictos y protección de nacaderos, mediante la compra de predios de importancia hídrica (Somondoco y Almeida) y terrenos ubicados a más de

3.200m (Tenza y La Capilla), fomento de cercas vivas (Somondoco) y revegetalización con especies nativas acordes a las condiciones topográficas y con intereses paisajísticos.

A nivel sociocultural (Gráfica XIII-16) se pretende lograr una sociedad más organizada para la acción ambiental y con un mayor nivel de participación, conciencia, compromiso y cultura ciudadana hacia el medio ambiente, y una sociedad con mayor educación en temas ambientales y de fortalecimiento de las organizaciones comunitarias. Aunque todos estos temas son importantes en las provincias, se encuentran algunas diferencias, así en las provincias de Centro y Oriente la comunidad concede más importancia a mayores niveles de conciencia y compromiso, mientras en Neira al nivel de educación y capacitación, en Almeida a su organización y participación, y en Márquez a los dos últimos aspectos.



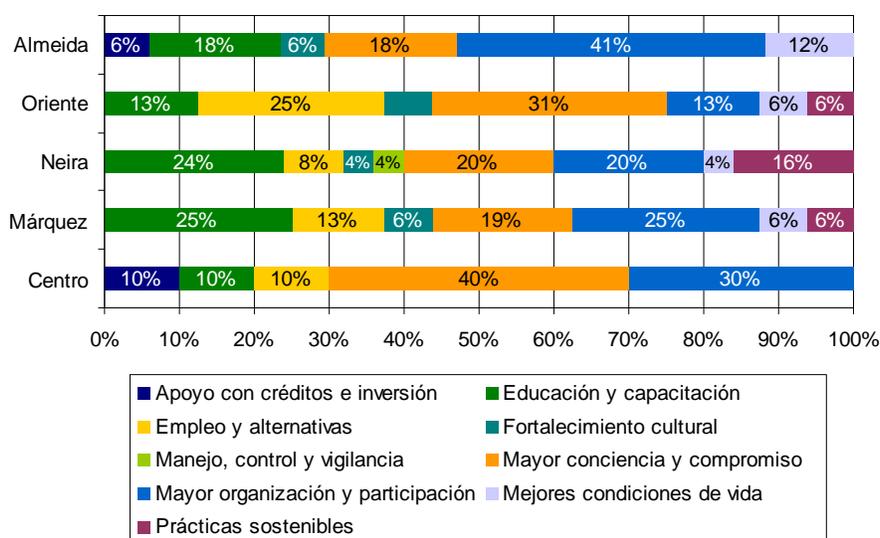
Gráfica XIII-16. Visión de futuro de la CRG en el tema sociocultural

En Almeida, se considera que el mayor nivel de organización de la comunidad, mediante el fortalecimiento de las juntas de acción comunal y de acueductos, se verá reflejado en una comunidad más conciliadora, proactiva, unida e interesada por participar en los proyectos municipales.

En Centro, se desea incluir la educación ambiental desde la etapa escolar para generar mayor conciencia ambiental, en especial en los temas de manejo del agua y organización, participación y trabajo en equipo; se propone incluso la creación de una cátedra básica en medio ambiente para ser aplicada en los diferentes centros educativos. Se propone, por otra parte, crear veedurías ciudadanas que ejerzan control social sobre las autoridades ambientales y promover la constitución

legal de las organizaciones sociales, como la asociación de usuarios del Río Nerita en Ventaquemada.

La comunidad de la provincia de Márquez plantea como visión una educación centrada en temas ambientales para el conocimiento, conservación y gestión de sus recursos, esta última por parte de líderes comunitarios; también incluiría capacitación en actividades productivas, manejo de agroquímicos, funcionamiento de cooperativas y comercialización; en Ciénega y Viracachá, se sugiere capacitar a los productores de arepas en temas forestales para disminuir la presión sobre los bosques de los cuales se extrae la leña. La organización comunitaria incluye iniciativas, por un lado, para la conservación del ambiente a través de juntas administrativas de acueductos, juntas protectoras de cuencas y veedurías y, por otro, para la producción y comercialización, como cooperativas (Ciénega y Viracachá) y asociaciones de agricultores (Boyacá); para lograr esto se requiere programas que incentiven a la comunidad para reunirse y asociarse.



Gráfica XIII-17. Visión de futuro de las provincias de la CRG en el tema sociocultural

En Neira, educación ambiental con énfasis en manejo del agua (Macanal), cambios en uso del suelo (Santa María), reforestación y uso adecuado de los recursos naturales en general; también en aspectos económicos como agricultura, ganadería y atención a turistas. Con respecto a la organización comunitaria se propone que las asociaciones existentes sean más funcionales, libres de politiquería, reconocidas y tomadas en cuenta para la ejecución de proyectos; se sugiere la conformación de grupos ecológicos, ONG, cooperativas y asociaciones de productores (e.g. lácteos y artesanías en Macanal).

Finalmente, en Oriente la visión gira en torno a una mayor conciencia ambiental que incremente el sentido de pertenencia y compromiso hacia los temas ambientales y la Cuenca. Se propone la implementación de huertas escolares y granjas agrícolas, programas de educación laboral para adultos.

En el tema económico (Gráfica XIII-18), los habitantes de la cuenca manifiestan su deseo por tener mayores oportunidades de empleo y mejoría de las condiciones del existente; generación de alternativas económicas como turismo, reforestación con frutales y maderables, creación de empresas (esto se reconoce también en los temas natural, socioeconómico e institucional); mejores condiciones de comercialización de sus productos, especialmente los agropecuarios y artesanías, mediante la creación de centros de acopio, consolidación de mercados locales y mayor integración con los regionales posicionándose como despensa de Bogotá; así mismo, fortalecimiento del sector agropecuario mediante tecnificación, promoción de la agricultura orgánica, diversificación de cultivos y creación de agroindustria. Con lo anterior, se lograría un mejoramiento de las condiciones de vida de la población y disminución de la presión sobre los ecosistemas naturales, como la que existe sobre páramos por parte de agricultores de papa en Ciénega y Viracachá. Se señala, de forma general, el deseo de mejorar las vías de comunicación existente a nivel veredal.

En la provincia de Almeida se proponen como alternativas el turismo y la reforestación con árboles frutales y cafetales; de igual forma, la implementación de prácticas y tecnologías más sostenibles y de menor impacto ambiental, como uso de abonos orgánicos, menor uso de agroquímicos, tecnificación de cultivos. Esta última, acompañada de programas de capacitación, el fomento a la diversificación de la producción, conformación de microempresas y centros de mercadeo permitirían incrementar la rentabilidad del sector agropecuario.

En Centro, se proponen proyectos más puntuales como la construcción de un distrito de riego para la parte baja de Ventaquemada en las veredas de Choquirá, Sota y Capellanía; construcción de un matadero regional en Soracá, plantas de tratamiento de aguas residuales, ampliación de la red de alcantarillado y potabilización del agua. El fortalecimiento del empleo local, una mayor agremiación y mejor comercialización conducirían a unas condiciones económicas más rentables.



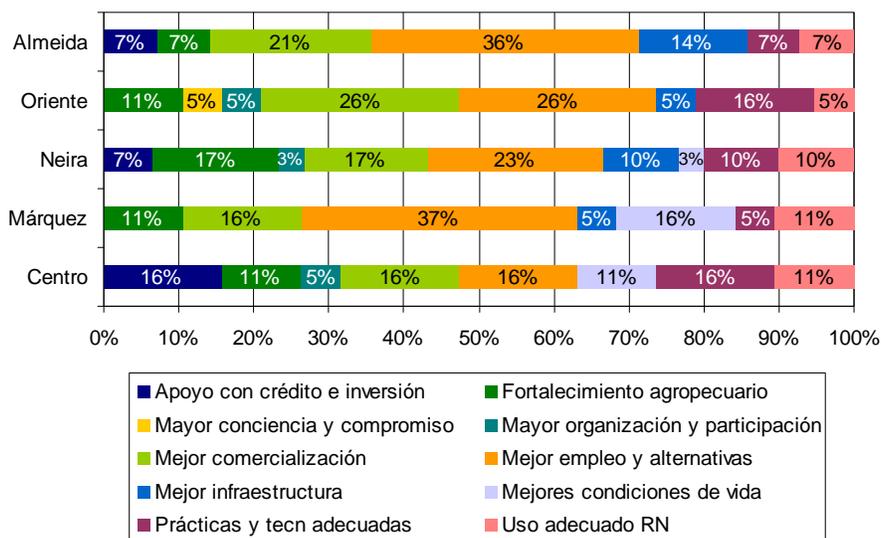
Gráfica XIII-18. Visión de futuro de la CRG en el tema económico

La población de Márquez, plantea como futuro deseado el fomento y promoción del turismo, con la creación de un anillo turístico regional que incluya a Ventaquemada, Nuevo Colón, Turmequé, Tibaná y Úmbita, así como la conservación de las áreas Las Siete Maravillas en Viracachá y parque El Cañal y Petroglifos en Ciénega. A nivel agropecuario, el desarrollo de granjas autosuficientes, mayor asistencia técnica, agroindustrias para dar mayor valor a los frutales y construcción de un distrito de riego en Ramiriquí. Para crear mejores condiciones de empleo y comercialización, el fomento de *pymes* y la construcción de centro de mercado en Boyacá. También se menciona la construcción de un matadero regional en Tierra Negra que preste sus servicios para Ventaquemada, Nuevo Colón, Turmequé, Jenesano, Tibaná, Úmbita y Ramiriquí.

En Neira, fomento de agricultura orgánica (Pachavita, Chinavita, Garagoa) y turismo mediante construcción y adecuación de infraestructura, diseño de senderos ecológicos; implementación de mejores prácticas como rotación de cultivos, tecnificación agrícola, granjas autosostenibles y manejo de ganado en condiciones de semiestabulación (Garagoa) o estabulación (Santa María); construcción de distrito de riego para las veredas Guánica Molino, Guánica Grande, Senda y Caldera de Garagoa.

Los proyectos en la provincia de Oriente se orientarían, según la visión de futuro deseado, a la recuperación de las tierras pobres con materia orgánica y rotación de cultivos (Tenza y La Capilla), fomento de una agricultura más limpia de agroquímicos, diseño de paquetes tecnológicos para el manejo de sistemas de riego para la producción agropecuaria, diversificación de la producción agropecuaria, establecer de sistemas agroforestales y silvopastoriles, creación de microempresas para transformación de productos y fomento al turismo.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

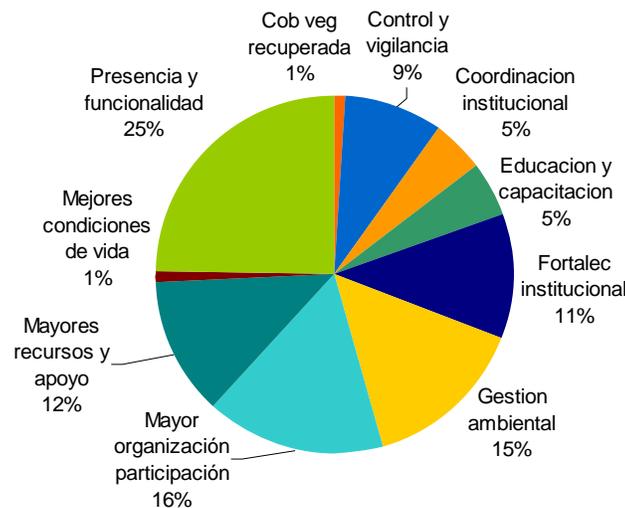


Gráfica XIII-19. Visión de futuro de las provincias de la CRG en el tema económico

Por último, en el ámbito institucional (Gráfica XIII-20), la visión de futuro consiste en tener instituciones presentes y funcionales mediante la definición y cumplimiento de compromisos y responsabilidades; la presencia se resalta en el sector rural de los municipios; mayor nivel de organización y participación de la sociedad, y mejor gestión ambiental mediante la ejecución de proyectos planteados en los EOT, PGAR y planes de desarrollo, eficiencia en la asignación e inversión de recursos.

Se señala el interés de la comunidad por tener una comunicación más directa y efectiva con las autoridades ambientales, propiciado por la divulgación de los planes y proyectos que se adelantan en sus municipios y la invitación a participar no sólo en la formulación de los mismos sino en su ejecución, y en general, un deseo por conocer los proyectos que realizan estas entidades.

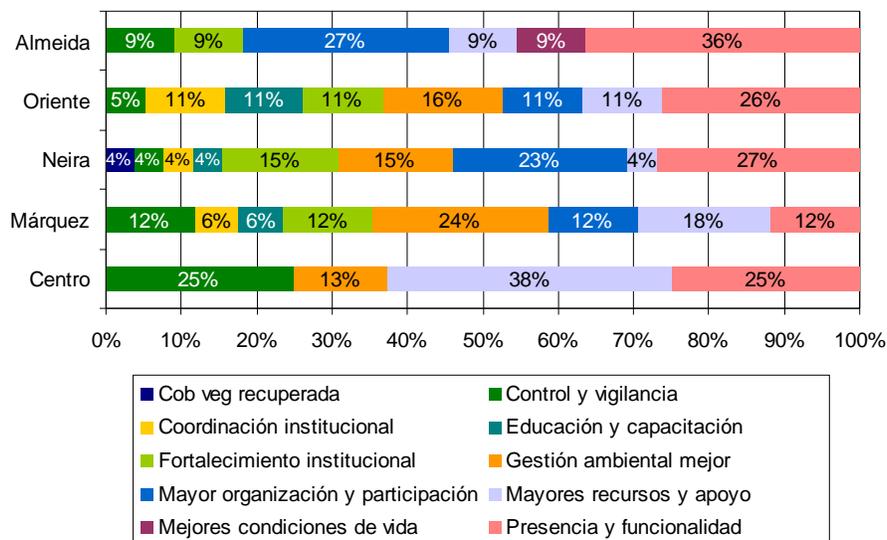
En general, se plantea una visión de las instituciones como entes reguladores; así en la provincia de Almeida, se puntualiza el interés por un mayor control sobre las concesiones de aguas, creación de incentivos para la conservación de cuencas que estimulen la protección de las áreas conservadas y constituyan una alternativa económica para los dueños de los predios que las contienen. A su vez, en Centro un mayor control sobre la tala de los bosques nativos.



Gráfica XIII-20. Visión de futuro de la CRG en el tema institucional

En Márquez, se pide realizar el control, seguimiento y evaluación de los EOT y PBOT, la definición de una reglamentación para el uso adecuado de los recursos naturales de la Cuenca, controlar la tala y, en el caso de Ramiriquí la extracción de piedra del río y el lavado de vehículos en el mismo. Se propone que la Corporación realice talleres y charlas de capacitación en temas de interés ambiental, como protección de nacederos, y que vincule a la comunidad en sus proyectos.

En Oriente, se propone crear programas para subsidiar y apoyar posibles emergencias ocasionadas por desastres naturales.



Gráfica XIII-21. Visión de futuro de las provincias de la CRG en el tema institucional

Escenario tendencial

De acuerdo al diagnóstico realizado, el deterioro ambiental será cada vez mayor debido a una fuerte presión sobre las zonas que conservan su vegetación natural, en especial bosques montano altos y páramos por expansión de la frontera agrícola; esto se manifestará, así mismo, en un incremento de los riesgos ambientales, principalmente deslizamientos, erosión superficial y avalanchas, y una disminución de la oferta hídrica.

Esta tendencia es contrarrestada por una conciencia ambiental creciente que conlleva a la creación de nuevas organizaciones sociales que, sin embargo, no son muy partícipes de los procesos de planificación debido al desconocimiento de los instrumentos de participación e inexistencia de canales operativos de comunicación con las autoridades ambientales. Esta conciencia, resultado de mayores niveles de educación y capacitación, en su mayoría, de entidades privadas, puede derivar en un uso más sostenible de los recursos naturales, empleo de prácticas y tecnologías más “amigables” con el ambiente, mayor interés por la participación en los proyectos que se adelantan en la región y generación de iniciativas propias de conservación de ecosistemas, en especial de los nacaderos.

Sin embargo, el deterioro ambiental y la desorganización en el aspecto económico, llevarán a una disminución en la productividad agropecuaria y mayor dependencia de mercados externos, presión sobre las áreas no intervenidas actualmente y demanda sobre las instituciones para la generación de alternativas y fuentes de empleo. Las instituciones, por su parte, seguirán estando presentes en la Cuenca, aunque tendrán una baja ejecución de los planes y proyectos y, por tanto, la credibilidad de la comunidad en las mismas seguirá disminuyendo.

Escenario deseado - ideal

En un escenario ideal de ordenamiento ambiental de la Cuenca, la comunidad plantea que la cobertura de vegetación estará recuperada en todas las fuentes de agua, nacaderos, rondas y áreas de recarga de acuíferos, así como en las áreas que se encuentran por encima de 3.200m; todas las áreas actualmente conservadas seguirán así. Para ello se realizarán programas de conservación y restauración, declaración y formulación de planes de manejo de áreas protegidas, y compra de los predios donde se encuentran los nacaderos.

Existirá una zonificación concertada de uso del suelo, agua y ecosistemas, que será conocida por los habitantes de la cuenca, así como su reglamentación; esto se acompaña de incentivos, como renta por conservación de bosques y nacaderos, y otros estímulos económicos y no económicos. Con relación a los residuos, los municipios se asociarán para tratar sus residuos sólidos con planes de manejo integral y tendrán plantas de tratamiento de aguas residuales, como está planteado en

los POT. Las zonas de riesgos ambientales serán tratadas de forma especial, evitando el uso directo.

La comunidad estará organizada, tendrá una mayor conciencia ambiental y conocerá y empleará los mecanismos de participación en los procesos de planificación, incluyendo la ejecución de proyectos y el control de los planes.

En gran medida, lo anterior será resultado de la existencia de mejores condiciones de comercialización mediante centros de acopio y generación de valor agregado a la producción, la cual, por otra parte, se desarrollará bajo tecnologías limpias y de menor impacto sobre el ambiente. Los recursos serán invertidos de acuerdo a los planes formulados y, con ello la gestión será más eficiente, aunque se plantea que exista apoyo por parte de entidades de cooperación internacional para el desarrollo del POMCA. Así mismo, se ve la Cuenca como una región turística de interés ecológico, agrícola y religioso.

Por último, se encontrarán unas instituciones presentes y funcionales, coordinadas entre sí, interesadas en la comunidad y más eficientes, que ejercerán un efectivo control sobre el uso de los recursos naturales de la Cuenca.

La Cuenca del Río Garagoa será una región sostenible, con una oferta adecuada y permanente de bienes y servicios que posibiliten el desarrollo de actividades productivas, tanto en el sector agropecuario como de servicios (turismo), y garanticen unas buenas condiciones de vida para sus habitantes.

Escenario deseado posible - objetivo

Dentro de un escenario factible, se seguirán conservando todos los relictos de vegetación natural que se encuentran actualmente y se habrá iniciado un programa de restauración de rondas y nacederos, priorizando aquellos que abastecen acueductos municipales o que se encuentran en zonas de baja intervención o uso antrópico; este programa de restauración comprende la revegetalización activa mediante siembra de árboles nativos (protectores), frutales y maderables (productores-protectores) seleccionados según las condiciones del hábitat, así mismo comprenderá la revegetalización pasiva en zonas que se excluyan del uso directo. Se llevará a cabo un programa de declaración de áreas protegidas que debe iniciar por la formalización de las áreas propuestas a la fecha. Con relación a las zonas de riesgo, se habrá iniciado un programa de reubicación de asentamientos ubicados en dichas zonas, y respecto a los sumideros, se diseñarán plantas de tratamiento de residuos sólidos regionales y se construirán las plantas de tratamiento de aguas residuales propuestas en los POT.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

La comunidad organizada será más conciente de los instrumentos y mecanismos de participación en los procesos de planificación y toma de decisiones, haciendo parte de las entidades ejecutoras de los proyectos planteados y de organismos de veeduría (control) como consecuencia de una mejor comunicación con las instituciones regionales, las cuales estarán realizando el seguimiento y revisión de los POT y diseñarán una reglamentación de uso, aprovechamiento y conservación de los recursos de la Cuenca, dada a conocer a la comunidad a través de diferentes medios de divulgación y programas de educación ambiental.

A nivel económico, el sector agropecuario estará más fortalecido, se fomentará la agricultura orgánica y el menor uso de agroquímicos. La inversión de los recursos públicos será más transparente y eficiente.

CONCLUSIONES

La participación comunitaria es un elemento de gran importancia en el proceso de planificación porque permite, por un lado, identificar y caracterizar los intereses y necesidades de la población y, por otro, genera apropiación sobre el POMCA al reafirmar que la comunidad es el principal doliente del Plan, e incrementa la credibilidad en las instituciones. El IDEA considera fundamental incluir un componente de participación institucional en el cual se vincule a las diferentes autoridades de la Cuenca, tanto del nivel político administrativo como de carácter ambiental, que constituyen los principales ejecutores del POMCA, del cual deben también apropiarse.

En la siguiente tabla se presentan las principales fortalezas, debilidades y visión de futuro en los aspectos natural, sociocultural, económico e institucional. Las acciones planteadas corresponden principalmente a programas y proyectos de conservación y restauración de la cobertura ecosistémica, capacitación y educación, producción limpia y generación de alternativas económicas (fuentes de empleo y comercialización).

Tabla XIII-2. Principales fortalezas, debilidades y aspectos ambientales deseados a futuro (visión) según la comunidad e instituciones de la Cuenca del Río Garagoa

	Natural	Sociocultural	Económico	Institucional
Fortalezas	Cobertura ecosistémica remanente	Existencia de organizaciones sociales	Ventajas comparativas (productos propios y tecnologías acordes)	Presencia regional de instituciones que atienden el tema ambiental
	Alta oferta del recurso hídrico	Sociedad con sentido de pertenencia y compromiso	Buena producción y comercialización a nivel regional	Prestación de asistencia técnica y cooperación
	Condiciones climáticas favorables	Arraigo por su riqueza cultural	Adecuada infraestructura vial, de servicios públicos y de producción	Existencia de organizaciones sociales
Debilidades	Pérdida de cobertura de vegetación y deforestación	Debilidades en el nivel de organización y participación comunitaria	Insuficiente apoyo técnico y créditos	Baja asignación de recursos y apoyo al tema ambiental
	Alteración de la calidad, disminución de la oferta y mal manejo del recurso hídrico	Falta de compromiso y conciencia ambiental	Baja rentabilidad a nivel agropecuario	Baja ejecución de proyectos e insuficiente asesoría
	Conflictos por mal uso de recursos naturales	Insuficiente capacitación y educación ambiental	Debilidades en la comercialización	Ineficiencia institucional
Visión	Cobertura vegetal recuperada	Sociedad más organizada para la acción ambiental y con un mayor nivel de participación	Mayores oportunidades de empleo y de condiciones del existente	Instituciones presentes y funcionales
	Mejoramiento en la oferta y calidad del agua	Mayor conciencia, compromiso y cultura ciudadana hacia el medio ambiente	Mejores condiciones de comercialización de productos	Mayor nivel de organización y participación de la sociedad
	Recuperación de la calidad del ambiente	Sociedad con mayor educación en temas ambientales y de fortalecimiento de las organizaciones comunitarias	Fortalecimiento del sector agropecuario	Mejor gestión ambiental

BIBLIOGRAFÍA

- IDEA. 2004. Manual del Curso de capacitación en Gestión ambiental y participación comunitaria. Plan de ordenamiento y manejo ambiental de la Cuenca del Río Garagoa. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales. Bogotá. 72pp.
- IDEAM. 2004. Guía técnica científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia (Decreto 1729 de 2002). Bogotá. 100pp.
- República de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. Decreto 1729 del 6 de agosto de 2002 por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones. Publicado en el Diario Oficial N° 44893 de Agosto 7 de 2002.
- Velásquez, F. y González, E. 2003. ¿Qué ha pasado con la participación ciudadana en Colombia? Fundación Corona. Bogotá. 56p.

ANEXOS DEL COMPONENTE DE PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

Anexo 1. Asistentes a los talleres de participación por tipo de actor

Anexo 2. Evaluación de los talleres

XIV.COMPONENTE INSTITUCIONAL

Normando Suárez

Sociólogo. Dpto. de Sociología - UN

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	XIV-1
METODOLOGÍA.....	XIV-1
RESULTADOS	XIV-3
<i>La Viabilidad Institucional y Financiera de los POTS.....</i>	<i>XIV-6</i>
Matriz de Evaluación de los POT	XIV-6
<i>Diagnostico de la Descentralización Territorial y la Viabilidad Institucional y Financiera del POMCA .</i>	<i>XIV-8</i>
Descentralización en Agua Potable y Saneamiento Básico	XIV-8
Descentralización en Salud.....	XIV-9
Descentralización en Educación	XIV-9
Mecanismo de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión.....	XIV-10
<i>Presencia y Oferta Institucional en la Cuenca del Río Garagoa</i>	<i>XIV-11</i>
<i>El Desempeño Fiscal y Financiero de la Entidades Territoriales de la Cuenca del Río Garagoa</i>	<i>XIV-11</i>
Resultados con Indicadores Parciales	XIV-12
Resultados con el indicador sintético de desempeño fiscal.....	XIV-13
<i>Viabilidad Institucional y Financiera de las CAR.....</i>	<i>XIV-14</i>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	XIV-16

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA XII-1. ESTRUCTURA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL TERRITORIAL	XIV-4
GRÁFICA XII-2. ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL....	XIV-5
GRÁFICA XII-3. VALOR DEL FUNCIONAMIENTO PER CÁPITA EN LAS CORPORACIONES DURANTE 1999	XIV-15

INTRODUCCIÓN

En la perspectiva de formular, concertar y adoptar el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Garagoa (POMCA) es pertinente partir de una línea de base que involucre a todos los actores (entidades territoriales, comunitarias, técnicas, públicas, privadas, entre otros) que tiene arte y parte en el desarrollo de dicha Cuenca.

Como lo prevé el IDEA de la UN, el diagnóstico del área de estudio debe ser integral con el aporte complementario de las diversas disciplinas que deben tener la capacidad de agotar la diversa realidad local.

Una de las dimensiones que concurren en este esfuerzo tiene que ver con la viabilidad financiera e institucional del POMCA.

METODOLOGÍA

El objetivo de este informe es presentar el diagnóstico institucional y financiero del POMCA del río Garagoa.

Para llevar a cabo este diagnóstico se partió prospectivamente de interrogarse acerca de cual había sido el modelo institucional y financiero implementado desde la perspectiva de las entidades territoriales, las CARs y los terceros responsables que han actuado en la cuenca de la referencia.

La línea de base se construyó a partir de los esquemas de gestión ambiental territorial y la organización institucional para la planificación de dicha gestión, en particular, de la evaluación de los Planes de Ordenamiento Territorial como el articulador de las entidades territoriales y las CARs.

Se utilizó la información de la evaluación de la descentralización en Colombia: Balance De Una Década 1988-1999, elaborado por el Departamento Nacional de Planeación –DNP- en los sectores de agua potable y saneamiento básico, salud, educación y gestión territorial.

Los municipios de la cuenca del río Garagoa seleccionados en la muestra del DNP fueron: Ramiriquí, Úmbita, Somondoco y Machetá.

Con información suministrada por Corpochivor se inventarió la oferta institucional para todos los municipios boyacenses de la cuenca.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Complementariamente, para el diagnóstico financiero, se utilizó la ejecución presupuestal reportada por los Departamentos y Municipios a la Contraloría General de la República y al Departamento Nacional de Planeación para las vigencias 2000, 2001 y 2002.

La evaluación realizada por el DNP buscó medir la situación fiscal de los Municipios y Departamentos según los límites de los gastos de las entidades territoriales señalados en la ley 617 de 2000, y el comportamiento de otros indicadores propios de sus finanzas. Lo anterior significa medir el grado de cumplimiento de los límites a los gastos de los Departamentos y Municipios, según su capacidad para cubrirlos con sus ingresos de libre destinación; es decir, de acuerdo con su capacidad real de pago. Asimismo, determina la capacidad de generar rentas propias; la magnitud de la deuda; la capacidad de generar recursos propios excedentes (ahorro); la importancia de las transferencias de la Nación en las fuentes de financiamiento totales y la magnitud relativa del gasto en inversión. Estos seis indicadores se conjugaron en uno sólo que refleja en una única medida los resultados del desempeño fiscal y permite ordenar las entidades territoriales de mayor a menor desempeño.

A partir de esta información suministrada por el DNP se calcularon los siguientes indicadores: Autofinanciación de los gastos de funcionamiento; Magnitud de la deuda; Dependencia de las transferencias de la nación; Generación de recursos propios; Magnitud de la inversión; Capacidad de ahorro.

Estos indicadores miden no sólo el ajuste del gasto a los ingresos corrientes y su nivel de ahorro, sino también los frutos de la gestión para mejorar los recaudos y mantener niveles de gasto sostenibles en función de sus ingresos.

Complementariamente, se tomó la información de la Dirección de Apoyo Fiscal –DAF– del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (2001-2002) para determinar la viabilidad financiera de los Departamentos de Boyacá y Cundinamarca.

La información de las CARs se tomó de los PGAR de la CAR y Corpochivor, y la información suministrada por el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El capítulo se cierra con conclusiones y unas recomendaciones en términos prospectivos.

RESULTADOS

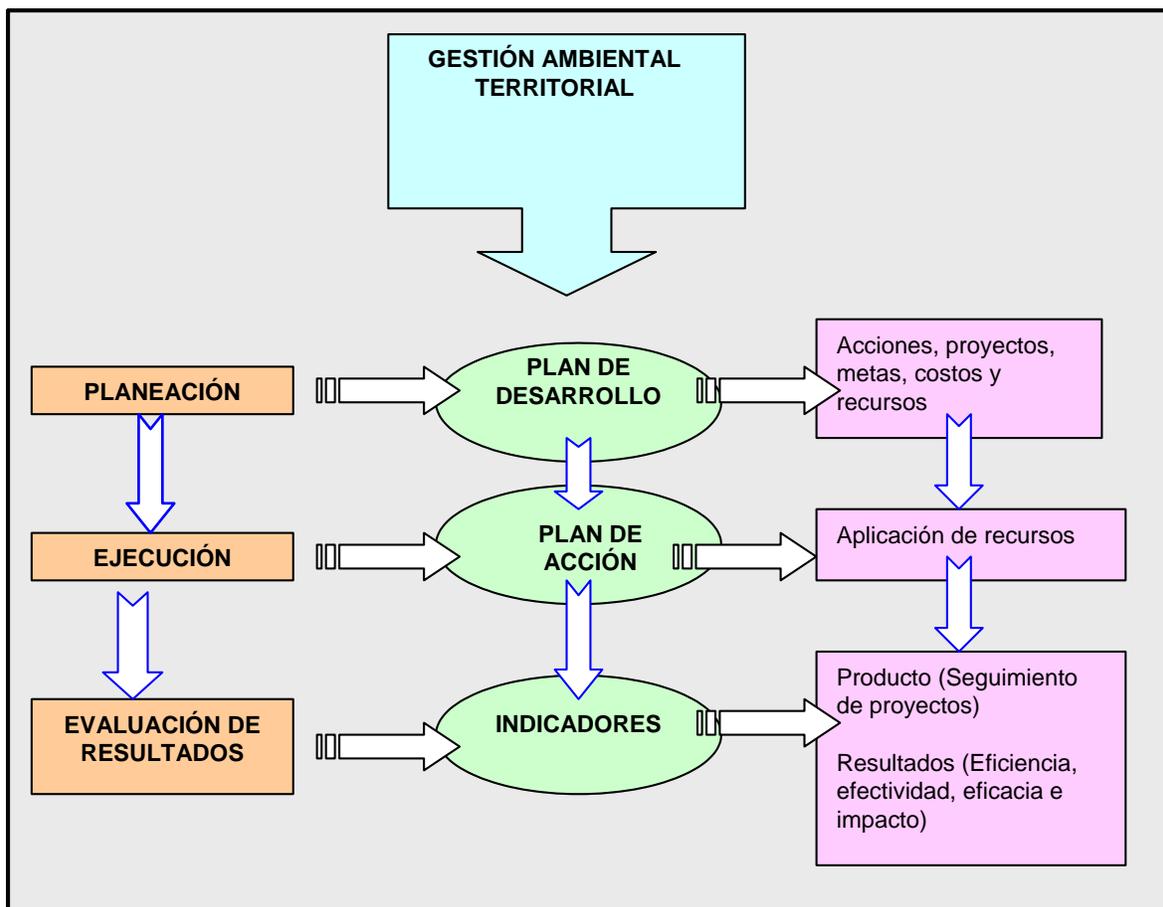
Para analizar los resultados de este tema el punto de partida debe plantear la pregunta relevante y pertinente a la tendencia del componente institucional y financiero en las entidades territoriales, organizaciones y terceros responsables del área de influencia de la cuenca del río Garagoa.

El interrogante se puede formular en los siguientes términos ¿Qué tan viable y factible es que, para el año 2015, los responsables de la ejecución del POMCA logren consolidar un modelo institucional para el desarrollo de la cuenca del río Garagoa, entendido como el establecimiento de reglas claras y sostenidas, y un cambio organizacional (CARs, entidades territoriales, producción, comunidad, conocimiento) correspondiente al propósito de una cuenca recuperada en una Ecosistema estratégico para Colombia?

Un primer inventario de aspectos que impulsan o favorecen la tendencia son entre otros: El sistema de planeación y gestión regional; El POMCA; La canasta de recursos para el POMCA; Conciencia de integración.

Los aspectos más relevantes que debilitan o disminuyen la tendencia son: Descoordinación institucional; Ineficiencia institucional; Interés individual de las instituciones que prima sobre el colectivo, algunas veces.

La lectura de la información de lo institucional y financiero se puede hacer en forma complementaria desde dos enfoques: Primero, en la perspectiva institucional, que parte de las entidades territoriales, la gestión ambiental es un proceso permanente de planeación, ejecución y evaluación de la acción, en función de los objetivos y metas del POMCA, de la Comisión Conjunta de las tres CARs, las entidades territoriales y los terceros agentes. En este contexto, la planeación deja de ser un proceso estático para convertirse en dinámico, continuamente retroalimentado por la evaluación, y facilitador de la toma de decisiones.



Gráfica XIV-1. Estructura de la gestión ambiental territorial

Planear la gestión, es en este sentido, definir las acciones que se emprenderán en una determinada vigencia, y los costos y recursos que se comprometerán para contribuir al logro de los objetivos y metas de los programas establecidos en el plan de desarrollo territorial. Este proceso se traduce en la elaboración y aprobación del plan de acción, definido en el Artículo 41 de la ley 152 de 1994.

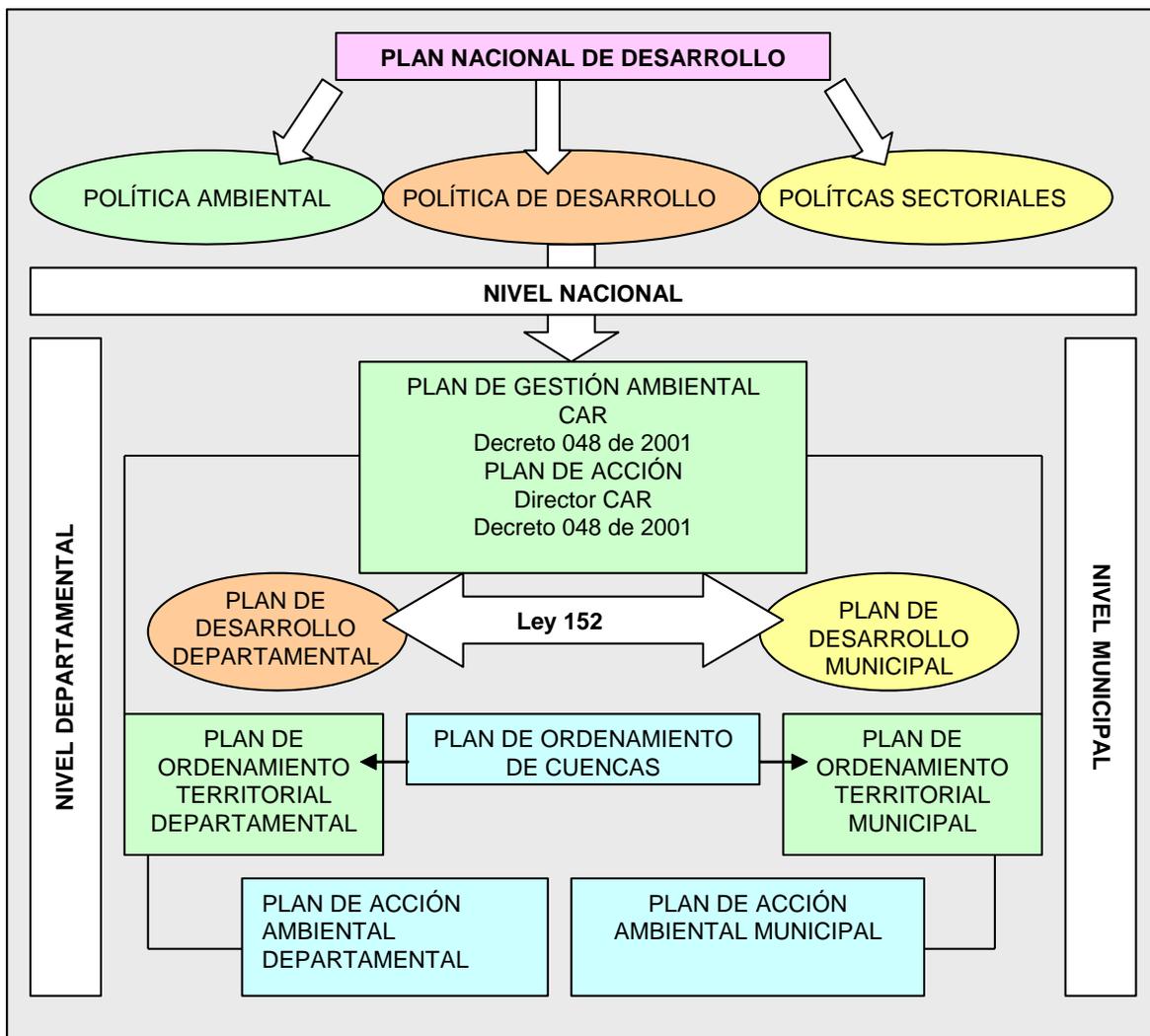
La ejecución consiste en llevar a cabo las actividades establecidas en los planes de acción, desarrollando los proyectos y aplicando los recursos en el transcurso de la vigencia, de manera lógica y secuencial. Para el desarrollo de esta actividad es útil apoyarse en instrumentos como: programas de trabajo, planes operativos anuales de inversión POAI y planes anuales de caja PAC.

El seguimiento y evaluación de resultados permite determinar si las acciones ejecutadas cumplieron con las metas definidas para los distintos programas y proyectos, y con los objetivos del plan de desarrollo territorial. Por lo tanto, la evaluación permite al gobernante (Alcalde o

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Gobernador) rendir cuentas sobre los resultados de su gestión y sobre las responsabilidades adquiridas en el plan de desarrollo ante el Concejo Municipal / Asamblea Departamental y la sociedad civil. Para esto, es útil apoyarse en indicadores de resultados, en su medición y análisis durante el período de avance de dichos indicadores.

En la segunda perspectiva institucional, que parte de las entidades sectoriales, especialmente las CARs, el esquema de la gestión ambiental se puede representar de la siguiente forma:



Gráfica XIV-2. Organización institucional para la planificación de la gestión ambiental.

El anterior esquema (Gráfica XIV-2) hay que complementarlo con la Comisión Conjunta para priorización y declaratoria en ordenación de las cuencas hidrográficas, así como la formulación,

adopción, ejecución, seguimiento y evaluación de los POMCA de la cuenca del río Garagoa en desarrollo de los decretos 1604 de 2002 y el 1729 de 2002.

La Viabilidad Institucional y Financiera de los POTS

De las dos perspectivas esquematizadas, que se definirían como un sistema institucional y financiero, entre todos los instrumentos de planeación y gestión ambiental, los planes de ordenamiento territorial se constituyen en el articulador entre las CARs, las entidades territoriales y los terceros agentes en la perspectiva de un POMCA; no obstante lo contenido en el artículo 10 de la ley 388/97 y el 17 del decreto 1729 de 2002 en el sentido de la jerarquía normativa.

Hay disponibilidad de 23 Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) de los municipios con menos de 30.000 habitantes y tres Planes Básicos de Ordenamiento (PBOT) que corresponde a las tres cabeceras provinciales de la cuenca bajo la jurisdicción de Corpochivor (Garagoa, Guateque y Ramiriquí). Del área de influencia de la CAR es posible acceder a los cinco EOT y de los cuatro municipios de la jurisdicción de Corpoboyacá no es posible a la fecha disponer de la información correspondiente.

Si se aplica la siguiente matriz para analizar la formulación, concertación, adopción, ejecución, seguimiento y evaluación del los POT, se deduce que está seriamente comprometida la viabilidad financiera e institucional de esos importantes instrumentos del sistema de planeación y gestión territorial y sectorial

Matriz de Evaluación de los POT

- Identificar y valorar la coherencia y validez del enfoque teórico y metodológico del POT
- Definir la pertinencia de la contextualización global y local del POT
- Verificar el ajuste del POT con el marco normativo vigente del OT
- Revisar las competencias vigentes de OT
- Evaluar la aplicación de los principios generales y específicos del OT
- Analizar las funciones de autoridades e instancias del OT (legitimación y legalización)
- Confirmar el cumplimiento de los procesos para el instrumento POT

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

- Armonización de los planes de desarrollo (2004-2007) con el POT
- Verificar los componentes básicos de la estructura mínima del POT: Diagnóstico; Alternativas de solución al OT en términos de escenarios con los respectivos supuestos; Formulación de los componentes general, urbano, rural, programa de ejecución, norma y cartografía; Confirmar la inclusión de los planes parciales.
- Evaluar el grado de implementación del POT a través del programa de ejecución correspondiente. Y por último,
- Valorar la posibilidad de revisión (ajuste) del POT

En las tablas anexas (Anexo 1 y Anexo 2) y en la matriz de análisis de los EOT y PBOT se puede apreciar el contenido de los EOT / PBOT en general y en particular, de cuyo análisis se deduce lo siguiente:

Hay problemas de coherencia y pertinencia; de aplicación de los principios del desarrollo territorial, del cumplimiento de las funciones de las autoridades e instancias en los procesos del ordenamiento territorial.

En la matriz se observa la inclusión de los componentes general, urbano, rural, la norma y el programa de ejecución. Sobre este último, hay que anotar que es precario en su estructuración, cuando no inexistente, lo que ha conducido a una baja, por no decir que nula, viabilidad financiera e institucional tanto en el corto, mediano y largo plazo.

La armonización de los EOT y PBOT con los planes de desarrollo territorial 2001-2003 es prácticamente inexistente, y está por analizar este tema en los planes locales recientemente adoptados para el período 2004-2007.

Tal vez lo más crítico de una valoración de los EOT y PBOT es su nivel de ejecución así como el permanente seguimiento y evaluación de resultados de los mismos.

Derivado de la situación anterior, es fundamental para el POMCA que se adelante la correspondiente revisión (ajuste) de los POT (EOT y PBOT) de los municipios de la jurisdicción de la cuenca del río Garagoa, en los términos contenidos en el artículo 28 de la ley 388/97

Diagnostico de la Descentralización Territorial y la Viabilidad Institucional y Financiera del POMCA

A partir del documento Evaluación De La Descentralización: Balance de una década 1988-1999 del DNP, se presentan los resultados más significativos, para los municipios de la cuenca del río Garagoa, en los sectores más importantes de la actividad municipal: salud, educación, agua potable y saneamiento básico; al igual que en lo relacionado con gestión fiscal y el fortalecimiento de la gestión municipal.

En la muestra del estudio en referencia participaron los municipios de Ramiriquí, Somondoco, Úmbita, de Boyacá, y Machetá de Cundinamarca.

Descentralización en Agua Potable y Saneamiento Básico

En el marco del proceso de descentralización en la década del ochenta, este sector es, después de salud y educación, el tercero hacia el cual el Estado ha definido políticas de inversión territorial; especialmente con el uso de las transferencias y participaciones en los Ingresos Corrientes de la Nación -ICN-, asignándoles un porcentaje a los mismos, a partir de la ley 60/93 y 715/01.

No se pierde de vista que la prestación de estos servicios básicos presenta todavía dificultades, pero han existido profundos cambios institucionales como producto de la expedición de la ley 142/94 que, entre otros aspectos, viabilizó la operación y prestación de los servicios por los sectores público y privado o con carácter mixto, creando la posibilidad de competencia lo cual se refleja en la existencia de empresas y entidades con niveles diferentes de gestión.

El sector de agua potable y saneamiento básico presenta, en los municipios de la muestra, avances significativos en relación con las coberturas y calidad en las áreas de acueductos, alcantarillados y recolección y disposición de desechos sólidos. En acueducto, en particular para la zona urbana, la mayoría de los municipios presentan coberturas superiores al 50%, y algunos de ellos tienen planta de tratamiento. Las redes de alcantarillado son inferiores a las de acueducto, aunque el cubrimiento de ellas no es menor al 59%. En el tratamiento de aguas residuales, se constata que los municipios realizan un tratamiento preliminar o primario y uno secundario. La mayoría de los municipios, tanto en el casco urbano, como en las zonas rurales, realizan la recolección de los residuos sólidos, aunque el principal problema se identifica en la disposición de los mismos.

Se destaca que en la reglamentación de la norma sobre servicios públicos, existe en los usuarios una actitud positiva, pese a que en el cobro de las tarifas por estratos socioeconómicos, la aplicación de la norma es menor.

A partir de los resultados de la encuesta de evaluación de la descentralización realizada por DNP, la calificación del desempeño es aceptable en la prestación de servicios de agua potable y saneamiento básico. Si embargo, queda pendiente aumentar coberturas y mejorar la calidad, para allegar a niveles del 100%, labor que debe continuar en el marco de la profundización de la descentralización.

Descentralización en Salud

Este es uno de los sectores cuya normatividad marco plantea la descentralización desde principios de la década de los noventa, con la expedición de la ley 10, complementada en lo concerniente al manejo del régimen subsidiado en la ley 100/1993. Se esperaba que los municipios incrementaran sustancialmente las condiciones de atención a la población y el mejoramiento de los índices de eficiencia en la prestación del servicio y el control y vigilancia al régimen contributivo; al igual que redefinir tanto la estructura empresarial de las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS), como la financiación a partir de los Fondos Locales de Salud- FLS-.

A pesar de que no hay un solo municipio de la cuenca del río Garagoa descentralizado, de la encuesta de la evaluación de la descentralización se percibe que el desempeño de la salud local es aceptable, especialmente en el régimen subsidiado, dado que la competencia implicó una relación directa con la satisfacción de las necesidades ciudadanas, muy a pesar de que durante el avance del proceso de aseguramiento de la población pobre, esta competencia ha sido compartida con el Departamento (Boyacá y Cundinamarca), lo cual incide en que, dentro de las funciones de la Dirección Municipal de Salud y bajo la percepción de los actores locales no hay una plena autonomía municipal.

Descentralización en Educación

Es indudable que el sector educativo, junto con el sector salud, ha tenido un mayor énfasis en todo el desarrollo de las políticas estatales en la década de los ochenta y noventa, buscando mejorar tanto la cobertura geográfica y poblacional, como encontrar soluciones a problemas estructurales que afectan la dinámica educacional del país, tales como la deserción escolar, la cualificación de los docentes, el sistema de financiación, coberturas poblacionales de escolaridad y la profundización de los niveles que puede alcanzar la población en su vida escolar.

Efectivamente, se observa en los municipios incluidos en la muestra de la cuenca del río Garagoa, que hay énfasis en la atención preescolar y primaria, pero también hay un relativo estancamiento en educación secundaria, cuando menos en lo que concierne a educación oficial, lo cual puede explicarse en la existencia de mayor competencia de la educación privada, no sólo en las grandes ciudades sino en la mayoría de las municipalidades medianas e, incluso, pequeñas, situación que ha venido ganando presencia en las dos últimas décadas.

Mecanismo de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión

Desde los inicios de la década del noventa una de las mayores preocupaciones del gobierno nacional, como consecuencia de toda la política de descentralización, fue la necesidad de convertir a los gobiernos municipales en unidades efectivas de gestión, con un mayor fortalecimiento institucional. En ese entonces se estableció el programa de desarrollo institucional en los municipios (PDI), a partir del cual se definieron áreas de trabajo prioritario en gerencia local, finanzas, planeación, manejo de proyectos y participación comunitaria, como ejes de la acción del PDI.

Este programa duró hasta finales de 1995 y se logró un impacto en muchas localidades, pero posteriormente se dejó en manos de las propias administraciones locales su dinámica de fortalecer su capacidad de gestión, aunque los niveles nacional y departamental siguen apoyando estos aspectos.

A juicio de la evaluación de la descentralización en Colombia, para el análisis, es una de las áreas de más difícil estudio, por cuanto no hay una metodología de seguimiento ni estadísticas que conduzcan a un panorama claro de la perspectiva situacional, pero se ha intentado observar el nivel de desarrollo y fortalecimiento de la gestión a partir de las áreas de planeación, capacidad de evaluación, seguimiento y control, procesos y sistematización; por supuesto, con la propia calificación de los actores involucrados, es decir las autoridades locales, a través de cuestionarios y formatos de aproximación a su percepción sobre el tema.

Al ser motivados a calificar el proceso de fortalecimiento general de la gestión en nueve objetivos, si bien el 50,9% lo situaron en muy bueno y bueno, con la carga de subjetividad que puede estar implícito, es importante resaltar que un 35,6% se atreven a calificar de regular, 11,72% de malo, aunque solo un 1% de muy malo.

Los objetivos calificados son:

1. Profesionalizar el personal,
2. Garantizar estabilidad a los funcionarios,
3. Capacitar al personal,
4. Fortalecer la planeación general del municipio,
5. Fortalecer la formulación de proyectos,
6. Mejorar la capacidad de ejecución
7. Fortalecimiento del control
8. Fortalecimiento de la evaluación y
9. Introducción de técnicas novedosas o innovadoras de gestión.

Presencia y Oferta Institucional en la Cuenca del Río Garagoa

Un inventario de las instituciones que se reconocen en los municipios de la jurisdicción de Corpochivor y Corpoboyacá está contenido en el anexo 2. Allí es evidente que la oferta institucional identifica las educativas, de salud, UMATAS, bancos y organizaciones gremiales y comunitarias como las básicas de todos y cada uno de los municipios boyacenses.

En las cabezas de provincia (Garagoa, Guateque y Ramiriquí), así como en la capital del Departamento de Boyacá es mucho más variada, pero especialmente de las diferentes ramas del poder público.

Esta presencia institucional es posible ordenarla sistemáticamente en términos de redes para hacer sustentable desde el punto de vista institucional y financiero el POMCA que se adopte y ejecute.

El Desempeño Fiscal y Financiero de la Entidades Territoriales de la Cuenca del Río Garagoa

De acuerdo con el balance del Departamento Nacional de Planeación –DNP-, con información de las vigencias 2000, 2001 y 2002, un buen número de municipios y departamentos de la cuenca del río Garagoa ha avanzado en su gestión fiscal dentro del marco de la política de profundización de la descentralización, aunque con diferencias entre ellos, mientras que otra buena proporción de entidades no ha evidenciado mejora e incluso, muchos han declinado su calificación fiscal. Este balance se hace en cumplimiento de lo establecido en el artículo 79 de la ley de ajuste fiscal (617 de 2000), en el sentido de que el DNP debe publicar los resultados de la gestión de los departamentos y municipios.

Resultados con Indicadores Parciales

El indicador de autofinanciación del funcionamiento mide qué tanto puede utilizar el Departamento o Municipio para pagar funcionamiento (nómina y gastos generales) por cada peso que genera de ingresos corrientes de libre destinación. Lo deseable es que este indicador sea igual o menor al límite establecido en la ley 617/2000, de acuerdo con la categoría correspondiente de la entidad territorial de la jurisdicción de la cuenca del río Garagoa.

Mientras tanto, el indicador de magnitud de la deuda da cuenta de la dimensión del endeudamiento en relación con su capacidad para pagarlo; es decir, la proporción de los recursos totales que están respaldando la deuda. Se espera que este indicador no supere el 80% de lo que se tiene para respaldarlo y sin alterar el normal funcionamiento de la entidad territorial en los términos que señala la ley 358/97.

Por otro lado, el indicador de dependencia de las transferencias / participaciones que distribuye la Nación, mide la importancia que las transferencias tienen en relación con el total de fuentes de recursos, es decir, indica el peso que tienen estos recursos en el total. Un indicador por encima de 60% señala que la entidad territorial financia sus gastos principalmente con recursos de transferencias nacionales. El monto de las participaciones / transferencias no incluye los recursos de regalías ni de cofinanciación, pues son recursos no homogéneos a todas las entidades territoriales, lo que genera distorsiones en la evaluación. De todas formas, son relevantes tanto para los Departamentos y Municipios de la jurisdicción de la cuenca objeto del estudio.

Como complemento al indicador anterior está el de generación de los ingresos propios, es decir, el peso relativo de las rentas propias (especialmente las tributarias) en el total de recursos. Esta es una medida del esfuerzo fiscal que hacen las administraciones territoriales para financiar por la vía de inversión el POMCA del río Garagoa. Se espera que las entidades territoriales aprovechen su capacidad fiscal plenamente para garantizar recursos complementarios a las transferencias, que contribuyan a financiar el gasto relacionado con el cumplimiento de sus competencias, en especial, las que hacen relación con lo medioambiental (recuperación de cuencas).

Para el caso de los Departamentos y Municipios de la cuenca, es relevante el análisis del indicador de participaciones / transferencias, pues la regalías que se reciben puede hacer nula la necesidad de esfuerzo fiscal a partir de mejorar el nivel de recursos / rentas propias.

El indicador de magnitud de la inversión permite cuantificar el grado de inversión que hace la entidad territorial, respecto del gasto total. Se espera que este indicador sea superior a 50%, lo que

significa que más de la mitad del gasto se está direccionando a inversión; en especial, para garantizar la viabilidad financiera de un POMCA.

Conviene aclarar que la inversión pública comprende tanto los gastos destinados a incrementar, mantener o mejorar la existencia de capital físico de dominio público destinado a la prestación de servicios sociales (educación ambiental, salud pública, mejoramiento de entorno, entre otros), así como el gasto destinado a incrementar, mantener o recuperar la capacidad de generación de beneficios de un recurso humano (inducción, capacitación, asistencia técnica) en lo ambiental.

Finalmente, el indicador de capacidad de ahorro es el resultado entre los ingresos corrientes menos los gastos corrientes. Este indicador es una medida de la solvencia que tiene la entidad territorial para generar excedentes propios de libre destinación que se apliquen a inversión, complementariamente al uso de transferencias de la nación. Se espera que este indicador sea positivo, es decir, que las entidades territoriales generen ahorro.

Resultados con el indicador sintético de desempeño fiscal y resultados de la evaluación fiscal 2000- 2001-2002 del municipio en el contexto territorial nacional y departamental

Mediante la técnica estadística de componentes principales, se construyó una medida única que sintetiza los indicadores anteriores, en una escala de 0 a 100. El valor 0 significa un nulo desempeño fiscal, mientras que el valor 100 denota el máximo desempeño posible.

Un valor del indicador más alto significa que el Municipio o Departamento alcanzó un mejor desempeño fiscal agregado (calificación), de acuerdo con la conjugación de las variables incluidas en el balance de la gestión y resultados; un indicador con calificación cercana a cero significa que el desempeño fiscal no fue acorde con la capacidad que tiene la entidad para atender sus compromisos y cumplir los requerimientos legales, especialmente, de la ley 617 de 2000.

Los resultados del desempeño fiscal de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca y los treinta y cinco municipios de la cuenca del río Garagoa están consignados en los anexos 1 y 3.

En esas tablas anexas se puede apreciar el comportamiento de cada uno de los seis indicadores, tanto el parcial como el sintético, durante los años 2000, 2001 y 2002.

Para los dos Departamentos referenciados la última columna indica la posición de cada uno de ellos entre el total de 32 en cada año de la serie 2000, 2001 y 2002.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Con relación a los municipios de la jurisdicción de las tres corporaciones autónomas de desarrollo regional, se agrega la posición de cada uno de ellos en el total nacional (1098) y la posición por año a nivel departamental.

En el anexo 3 se pueden observar los cambios individuales en los tres años de cada municipio de la cuenca y por cada indicador parcial y agregado, así como la comparación 2000, 2001 y 2002

Si se realiza un ordenamiento de mayor a menor de los municipios, según su calificación, la posición en el ordenamiento no necesariamente significa que un municipio fue significativamente mejor que otro, pues las diferencias en el indicador son pequeñas, lo importante es observar la variación en la calificación.

Viabilidad Institucional y Financiera de las CAR

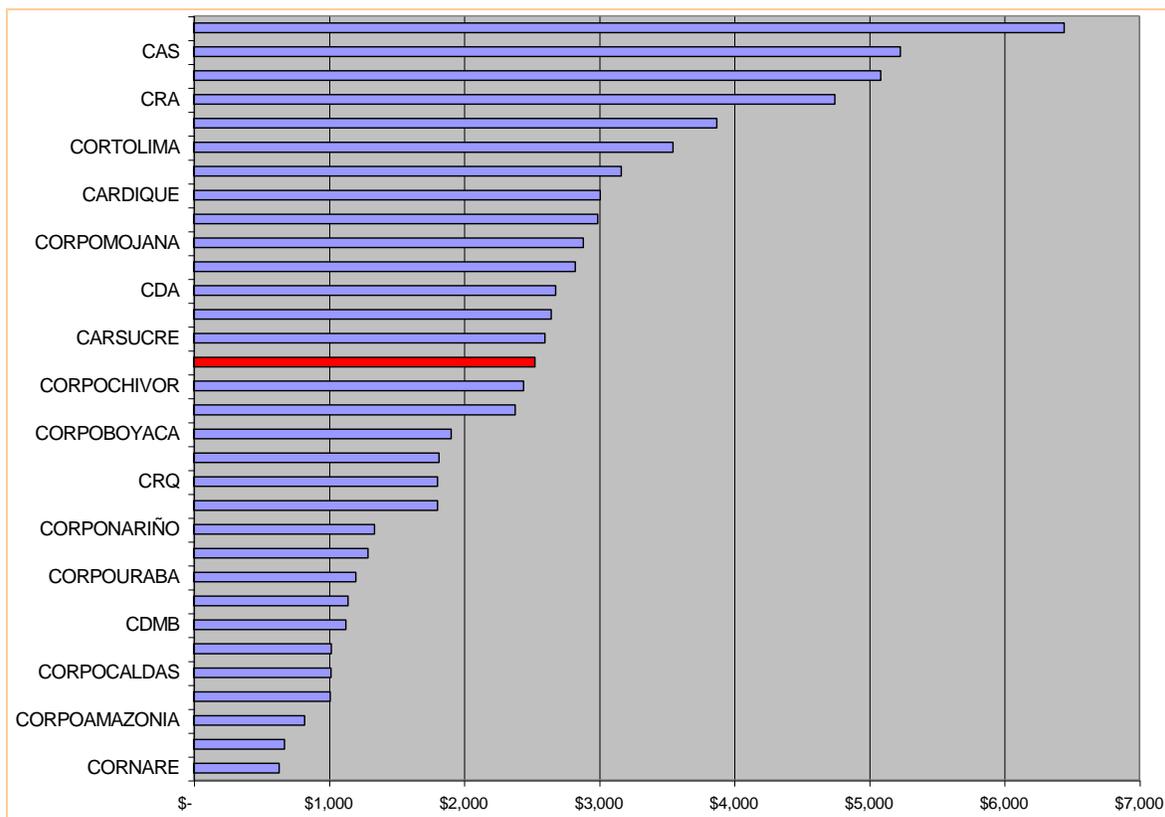
La gestión pública ambiental en Colombia está principalmente en cabeza del Ministerio del Medio Ambiente como la entidad que define la política, y las Corporaciones Autónomas Regionales quienes la ejecutan. En este principio básico se fundamentan las características institucionales y financieras del Sistema Nacional Ambiental–SINA.

Dado que el SINA incluye corporaciones creadas antes y después de la ley 99 de 1.993 se presentan diferencias significativas entre ellas, en particular en lo relativo a su capacidad financiera

El SINA presenta una alta concentración de los ingresos en pocas Corporaciones. Sólo la CAR y la CVC registran ingresos anuales superiores a los \$100.000 millones mientras que 14 corporaciones tienen ingresos entre los \$1.000 y \$5.000 millones

En cuanto a los gastos de funcionamiento, la CAR representa el 26% del total de las corporaciones, mientras que la CVC representa el 21%. El resto de las corporaciones participan con cifras inferiores al 4%.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



Gráfica XIV-3. Valor del funcionamiento *per cápita* en las Corporaciones durante 1999

A partir de 2002 las CARs están sometidas a procesos de ajuste y al cumplimiento de convenios de desempeño por parte de la Nación, así como una categorización que se homologa de alguna manera al control de los gastos de la ley 617/2000 para las entidades territoriales.

El Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial ha construido un índice de desempeño de las CARs con los siguientes indicadores: De Eficiencia (inversión/impacto real para la solución de problemas ambientales); de Eficacia (Compromisos programados/Ejecución real) y Efectividad (Proyectos ejecutados/Impacto real sobre comunidades más vulnerables).

Los resultados de la última evaluación arroja los siguientes datos: Del total de las 32 corporaciones, la CAR ocupa el puesto 6; CORPOBOYACA el puesto 23 y CORPOCHIVOR el puesto 14.

Como quiera que no se tiene la totalidad de la información financiera e institucional de la Corporaciones -por lo señalado anteriormente- y la información de los PGARs debe ser sometida a los correspondientes ajustes, se presentan algunas recomendaciones para el diseño de una

estrategia financiera e institucional en el marco de los procesos de ajustes a los que están y continuarán sometidas la CAR, Corpochivor y Corpobocayá, y de los planes de ordenamiento y manejo ambiental como el del río Garagoa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Dirección de Apoyo Fiscal (DAF) señala, como antecedente de la viabilidad financiera del departamento de Boyacá, que desde 1.999 éste manifestó la intención de someterse a un programa de ajuste en el marco de la ley 358 de 1997. Sin embargo, sólo hasta la fecha, la actual administración ha sido facultada para optar para solicitar ante MinHacienda su inclusión en la ley 550 de 1999 (Acuerdo de reestructuración de pasivos).

En el 2.002, el departamento de Boyacá no se ha ajustado a lo dispuesto por la ley 617 de 2.000, superando los límites establecidos tanto para el sector central como las transferencias para la asamblea departamental. Lo anterior, por tener el nivel central seccional que asumir los mayores pasivos no cubiertos con los activos de las entidades descentralizadas departamentales en proceso de liquidación.

Al cierre de la vigencia de 2002 se evidenció la desfinanciación departamental, lo cual llevó incluso a contratar créditos incumpliendo la ley 358/97 y 617/2000.

Para el DNP el desempeño fiscal durante el 2.002 lo positivo del departamento de Boyacá es la generación de ahorro corriente. Lo negativo, el incumplimiento de los límites de la ley 617/2.000 a la Asamblea, alto nivel de pasivos laborales y enfrentar cuantiosas demandas.

Para la DAF lo deseable es evaluar la posibilidad de adelantar los ajustes necesarios para darle cumplimiento a la norma que racionaliza el gasto máximo cuando el período de transición de la ley 617/2000 concluyó en 2003 así como la opción de acogerse a la ley 550/99.

Con relación al departamento de Cundinamarca, en el 2001 la DAF valora que la estructura de ingresos, gastos y endeudamiento bancario permitió mantener sostenible sus finanzas durante 1999-2001. No obstante, la sostenibilidad financiera futura dependerá de la capacidad de la administración para generar un balance primario positivo, provisionar su pasivo pensional, y minimizar sus riesgos financieros asociados a la concentración de amortización de la deuda, la existencia de pasivos contingentes y el tamaño de los pasivos corrientes exigibles a menos de un año.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Para el 2002 DAF en su informe de viabilidad financiera reconoce que el departamento cumplió los límites de gastos establecidos en la ley 617/2.000, lo cual le permitió generar ahorro corriente suficiente para preservar la solvencia de su deuda y con ello su capacidad autónoma de endeudamiento en los términos señalados por la ley 358/97

Para el DNP lo positivo del desempeño fiscal durante el 2002 del departamento de Cundinamarca es la generación de ahorro corriente y tener capacidad de endeudamiento. Lo negativo, el incumplimiento de los límites de la ley 617/00 a la Asamblea y el riesgo cambiario (crédito externo).

Se recomienda por la DAF a la gobernación disminuir la estructura de sus gastos de funcionamiento con el fin de aumentar el ahorro corriente. También, fijar en el futuro inmediato, una meta de superávit primario que le permita garantizar la estabilidad de su deuda pública en los términos de la ley de responsabilidad fiscal.

Con relación a las tres corporaciones (Corpochivor, CAR Y Corpoboyacá) se recomienda el diseño de una estrategia de financiación para la inversión ambiental en el ecosistema del río Garagoa, orientada hacia: Articular los recursos monetarios para la inversión en medio ambiente: Convenios de desempeño con otros sectores económicos del nivel nacional, fondos regionales de descontaminación de las aguas residuales y promover la articulación de otros recursos del nivel nacional - Sistema Nacional de Cofinanciación (Fondo Nacional de Regalías, Fondo Acción Ambiental, Fondo de Inversiones Ambientales, Fondo de Compensación Ambiental), Fondos Ambientales de la Sociedad Civil (Ecofondo y recursos de las ONG) y convenios de competitividad, de producción limpia y sectoriales.

Aumentar las fuentes y recursos de las Corporaciones: optimizar el recaudo de los recursos propios de la corporaciones (porcentaje ambiental de los gravámenes a la propiedad inmueble, transferencia del sector eléctrico, tasas por uso de agua, cobro de licencias ambientales, permisos y autorizaciones) e incrementar metas de asignación y consecución de otros recursos tradicionales: Acuerdo entre las Corporaciones y los Ministerios del Medio Ambiente, vivienda y ordenamiento territorial, Hacienda y el DNP; Nuevas operaciones de crédito y plan estratégico de Cooperación Técnica Internacional para medio ambiente.

Diversificar las fuentes de los recursos de las Corporaciones: diseño e implementación de nuevos instrumentos financieros (Gestión de proyectos para el desarrollo de mecanismos de desarrollo limpio en el marco del convenio de Cambio Climático, Productos derivados del mercado de capitales por bienes y servicios ambientales, *commodities* para la captura de CO₂ y titularización,

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Instrumentos de deuda del mercado de capitales y mecanismos financieros de participación de la sociedad civil (bonos, estampillas, tarjetas de crédito y loterías) y venta de servicios (racionalidad científica y turismo ecológico).

Fortalecer la estructura institucional para la gestión ambiental: centro de servicios ambientales - CESAM- como apoyo al proceso de gestión ambiental de las Corporaciones y los sectores, planificación ambiental territorial y consolidación del sistema de información regional integrado.

En esta proyección de ingresos a nivel local, pueden ser también articulados recursos igualmente importantes, como lo correspondiente al 1% de los ingresos municipales destinados a la adquisición de terrenos para conservación de sus recursos hídricos (art. 111 ley 99/93); las transferencias del sector eléctrico a los municipios, recursos propios de los municipios, % de transferencia de ingresos corrientes de los municipios y el recaudo de la tasa retributiva por vertimientos puntuales (decreto 901 de 1997).

El instrumento más importante de coordinación entre las corporaciones y los municipios de la cuenca del río Garagoa es la planeación, a través de la cual se programan y estructuran diferentes procesos tanto a nivel regional como municipal fomentando alianzas estratégicas entre entidades territoriales.

Los municipios poseen la característica de ser autoridades ambientales y comunidad regulada a la vez, constituyéndose en actores fundamentales para la gestión de un POMCA. Para garantizar su efectiva participación en la gestión ambiental se cuenta con procesos e instrumentos nuevos en el marco de los sistemas de planeación y gestión territorial como el Plan De Gestión Ambiental (PGAR), el Plan de Acción Trianual (PAT), los planes de desarrollo municipal y departamental 2004-2008, los planes de acción sectorial, los POAI, los planes de inversiones, los planes de ordenamiento territorial (Esquemas y planes básicos 1999-2008), y por supuesto el de mayor jerarquía, los Planes De Ordenamiento Y Manejo Ambiental De La Cuenca (POMCA).

La recomendación que integra todas las anteriores es lograr que las CARs, entidades territoriales y organizaciones de la cuenca del río Garagoa avancen en la consolidación de un modelo institucional para el desarrollo del POMCA que les proporcione la capacidad para gestionar la acción integrada, coordinada y sostenida de los diversos actores sociales (de entidades del Estado, de la producción, de la comunidad y del conocimiento). En principio, las acciones más importantes para lograr ese propósito sugerido, e, igualmente, muy gobernables por los actores sociales de la cuenca son entre otras: Adoptar políticas de coordinación interinstitucional; Diseñar e

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

implementar un sistema de información ambiental regional; Formular y adoptar el POMCA en el marco de un sistema de planificación regional; Adecuar el marco normativo vigente en función del POMCA; Fomentar alianzas estratégicas entre las CAR, entidades territoriales, instituciones estatales-sectores productivos-comunidad-sociedad del conocimiento; Identificar nuevas fuentes de financiamiento para el desarrollo del POMCA; Construir una cultura de ecorregión y sentido de pertenencia a los propósitos concertados y adoptados del POMCA; Redefinir el modelo de asignación de recursos públicos para fortalecer los entes territoriales y las CARs.

Acciones muy importantes para conseguir el propósito recomendado pero poco gobernable por los actores sociales de la cuenca. Estas acciones se constituyen en “retos”: Priorizar y canalizar la inversión en las zonas del conflicto armado que se desarrolla en la Cuenca del Río Garagoa.

ANEXOS DEL COMPONENTE INSTITUCIONAL

- Anexo 1.** Desempeño fiscal por departamentos. Boyacá y Cundinamarca. 2000-2002
- Anexo 2.** Presencia instituciones municipios de la Cuenca del Río Garagoa. Jurisdicción de Corpochivor
- Anexo 3.** Indicadores de desempeño fiscal de los municipios. Vigencias 2000, 2001 y 2002

ANEXO 1. Desempeño fiscal por departamentos
Boyacá y Cundinamarca. 2000-2002

Departamento	Cundinamarca	Boyacá	Cundinamarca	Boyacá	Cundinamarca	Boyacá
Año	2000	2000	2001	2001	2002	2002
Porcentaje de ingresos corrientes destinados a funcionamiento 1/	56,07	59,63	61,03	62,64	51,49	63,02
Magnitud de la deuda 2/	24,67	6,86	24,39	5,79	34,91	6,31
Porcentaje de ingresos que corresponden a transferencias 3/	48,36	75,17	47,66	73,95	45,89	76,48
Porcentaje de ingresos que corresponden a recursos propios 4/	38,75	20,95	39,79	20,15	40,22	20,47
Porcentaje del gasto total destinado a inversión 5/	75,39	86,03	73,09	86,62	70,74	83,71
Capacidad de ahorro 6/	49,15	34,87	49,64	35,69	27,88	18,95
Indicador fiscal 2000	64,66	60,79	64,64	61,23	58,51	57,21
Posición fiscal 2000	3	6	5	8	8	11

ANEXO 2. Presencia instituciones municipios de la Cuenca del Río Garagoa Jurisdicción de Corpochivor

MUNICIPIO	INSTITUCIONES	TELÉFONO
ALMEIDA	Centro de salud	
	Colegio Departamental	0X87 500 948
BOYACA	Centro de salud	
	Colegio Departamental	0X87 375 035
CAMPOHERMOSO	Banco Agrario	0X87 500 815
	Colegio Nacionalizado	0X87 500 880
CIENEGA	Centro de salud	
	UMATA	0X87 379 006
	Colegio Departamental	0X87 379 078
CHINAVITA	Centro de salud	
	Colegio Departamental	0X87 524 094/371
	UMATA	0X87 524 372
	Banco Agrario	0X87 524 057/164
CHIVOR	Banco Agrario	0X87 533 004
	Colegio Departamental	0X87 533 094
GARAGOA	Banco Agrario	0X87 500 667
	Banco de Bogotá	0X87 500 242
	Bomberos Voluntarios	0X87 500 051
	Capacitar	0X87 502 002
	Casa de la Cultura	0X87 500 743
	Casa Episcopal	0X87 500 066
	Cárcel del Circuito	0X87 500 409
	Catastro	0X87 500 278
	Colegio Psicopedagógico los Andes	
	Centro de Acopio El Dátil	0X87 500 946
	Asociación de Productores Agroindustriales de Garagoa "ASPIGAR"	0X87 50
	CORPOCHIVOR	0X87 500 661
	Cámara de Comercio de Tunja	0X87 500 419
	E.T. Grupo de Desarrollo Financiero S.A.	0X87 500 512
	ECOSMAR E.S.S.	0X87 502 025
	Electrificadora de Boyacá	0X87 500 287
	Emisora Comunitaria Santa Barbara FM Stereo	0X87 502 508
Empresa Chivoreña de Minas	0X87 500 859/861	
E.S.A.P.	0X87 500 491	

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

MUNICIPIO	INSTITUCIONES	TELEFONO
GARAGOA	Hospital San Antonio de Padua	0X87 500 279
	Fiscalía Local	0X87 500 493
	Fiscalía 27 Seccional	0X87 500 405
	Juzgado Penal	0X87 500 000
	Juzgado Civil	0X87 500 391
	Juzgado Promuisco de Familia	0X87 500 538
	I.C.B.F.	0X87 500 407
	ICA	0X87 500 151
	Instituto N. San Luis	0X87 500 233
	Instituto Técnico Industrial	0X87 500 531
	La Voz de Garagoa	0X87 500 251/791
	Notaria Única del Circulo de Garagoa	0X87 500 864
	Oficina de Servicios Públicos	0X87 500 693
	Oficina de Registro de Instrumentos Públicos	
	Saludcoop	0X87 501 287
	Servientrega	
	Superintendencia de Notariado y Registro	0X87 500 749/086
	U.P.T.C. Cread.	0X87 500 392
	Famisanar	
RedSalud		
GUATEQUE	UMATA	0X87 500 030
	Banco Agrario	0X87 540 410
	Banco de Bogotá	0X87 5401 321
	Banco Megabanco	0X87 540 434
	Cámara de Comercio de Tunja	0X87 540 426
	Cárcel del Circuito	0X87 541 329
	Casa de la Cultura	0X87 540 403
	Colegio N. Enrique Olaya Herrera	0X87 542 075
	Colegio N. Valle de Tenza	0X87 541 905
	Cupocrédito	0X87 540 434
	Electrificadora de Boyacá	0X87 541 975
	ITBOY	0X87 540 369
	ISS	0X87 540 005
	Oficina de Registro de Instrumentos Públicos	0X87 541 847
	Oficina Seccional de la Procuraduría	0X87 540 415

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

MUNICIPIO	INSTITUCIONES	TELÉFONO
GUAYATA	Notaria Única del Circulo de Guateque	0X87 540 455
	Emisora Radio Guateque	0X87 540 350
	Instituto Nacional de Promoción Social	0X87 535 358
	Banco Agrario	0X87 535 142
	Hospital San Rafael	0X87 535 005
	Emisora Sochaquira FM Stereo	0X87 535 086
	Colegio Las Mercedes	0X87 535 014
	ECOSMAR E.S.S.	0X87 535169
JENESANO	Banco Agrario	0X87 363 300
	Colegio N. de Educación Media	0X87 363 172
	Conalcrédito	0X87 363 146
	Centro de salud	
	UMATA	0X87 363 367
LA CAPILLA	Centro de salud	
	Colegio Dptal. La Candelaria	0X87 539 186
MACANAL	Instituto N. Agrícola	0X87 590 213
	Banco Agrario	0X87 590 134
	Centro de salud	
NUEVO COLON	Banco Agrario	0X87 353 084
	UMATA	0X87 353 036
	Centro de salud	
	Colegio Dptal.	0X87 353 043
PACHAVITA	UMATA	0X87 592 012
	Centro de salud	
	Colegio Dptal.	0X87 592 152
RAMIRIQUI	Banco Agrario	0X87 327 157
	I. Integrado San Ignacio Márquez	0X87 327 530
	Hospital San Vicente de Paul	0X87 327 546
	UMATA	0X87 327 827
	Oficina de Registro de Instrumentos Públicos	0X87 327 451
	Emisora Andina FM Stereo	0X87 327 492
SANTA MARIA	Colegio Dptal.	0X87 520 038
	Base Militar Cachipay	0X87 520 425
	Chivor S.A.	0X87 520 376/536
	UMATA	0X87 520 049
SOMONDOCO	Banco Agrario	0X87 531 153
	Colegio N. José B. Perilla	0X87 531 180
	Escuela Normal Superior. Valle de Tenza	0X87 531 268

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

MUNICIPIO	INSTITUCIONES	TELEFONO
SUTATENZA	Acción Cultural Popular	0X87 538 046
	Colegio Dptal. San Bartolomé	0X87 538 029
	Instituto de Lideres Hombres	0X87 538 038
	Instituto de Lideres Mujeres	0X87 538 042
	Conalcrédito	0X87 538 023
	ECOSMAR E.S.S.	0X87 538 035
	UMATA	0X87 538 101
TENZA	Banco Agrario	0X87 527 041
	Instituto de Promoción	0X87 527 424
	Hospital San Vicente	0X87 527 048
TIBANA	Banco Agrario	0X87 338 044
	Colegio Gustavo Romero	0X87 338 260
	Hospital Romero Hernández	0X87 338 021
TURMEQUE	Banco Agrario	0X87 326 097
	Emisora Paraíso Stereo	
	Instituto I. Diego Torres	0X87 326 063
	Instituto Técnico Industrial	0X87 326 031
	Escuela Industrial	0X87 326 061
	UMATA	0X87 326 380
UMBITA	Banco Agrario	0X87 404 557
	Instituto Agrícola	0X87 407 779
VENTAQUEMADA	Banco Agrario	0X87 366 000
	Colegio N. Ventaquemada	0X87 366 804
	Colegio Dptal. Panamericano	0X87 400 509
	Unidad Local Fiscalía	0X87 366 007
	Emisora Independencia FM Stereo	
VIRACACHA	Emisora Local Maravilla Stereo	0X87 377 028
	Colegio Dptal.	0X87 377 028
SAMACA	UMATA	
	Emisora Ondas del Porvenir	0X87 372 039
	Hospital Santa Marta	0X87 372 612
	Colegio Nacionalizado Samacá	0X87 372 195
	ISS	0X87 372 075
	Defensa Civil	0X87 372 162
	Banco Agrario	0X87 372 135
	Banco Cafetero	0X87 372 011
	Ci Minprocol S.A.	0X87 372 193
	Ci Milpa Ltda.	0X87 372 183
	Oficina Comercial Carbonera Peña Negra	0X87 372 103
Esprocarbon	0X87 372 148	

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

MUNICIPIO	INSTITUCIONES	TELEFONO	
SORACA	Colegio Dptal. Soracá	0X87 404 271	
	centro de salud		
TUNJA	Hospital San Rafael	0X87 422 041	
	Cruz Roja	0X87 423 198	
	SIJIN	0X87 422 404	
	Bomberos	0X87 426 070	
	Defensa Civil	0X87 423 623	
	DIAN	0X87 426 606	
	Banco de la Republica	0X87 422 311	
	En la ciudad de Tunja existe un sistema Bancario Amplio donde se cuenta con Bancos, Corporaciones, Cooperativas y asociaciones de ahorro, también cuenta con diferentes empresas de riesgos profesionales y de pensiones y cesantías.		
	Periódico Boyacá 7 Días	0X87 423 777	
	Caja de compensación familiar	0X87 422 491	
	Caja de compensación campesina	0X87 439 271	
	Caja de previsión social de Boyacá	0X87 422 357	
	Caja Nacional de Previsión	0X87 426 524	
	CAMACOL	0X87 406 225	
	Cámara de Comercio de Tunja	0X87 402 000	
	Canapro Boyacá Ltda.	0X87 423 094	
	Existe un número de clínicas distribuidas en la ciudad para la atención inmediata dependientes del hospital y algunas clínicas independientes que pertenecen al estado.		
	Clínica Especializada los Andes	0X87 407 111	
	Coeducadores Boyacá	0X87 422 802	
	COLEGIOS: En Tunja hay colegios de diferentes órdenes (Nacional, Departamental y Municipal) además de colegios privados.		
	Colombiana de Salud	0X87 423 409	
	Comparta Salud A.R.S.	0X87 409 535	
	CONALDE	0X87 408682	
	CORPOBOYACA	0X87 423 996	
	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	0X87 431 953	
	Corpoica	0X87 423 146	
	Curia Arzobispal	0X87 422 094	
	Ejercito Nacional Primera Brigada	0X87 422 046	
	Electrificadora de Boyacá	0X87 446 839	
	Empresa de Energía de Boyacá	0X87 425 781	
	Empresa Social del Estado Centro de Rehabilitación	0X87 428 144	
	ESAP	0X87 401 222	
Fundación Universitaria de Boyacá UNIBOYACA	0X87 450 000/022/033		
Fundación Universitaria Juan de Castellanos	0X87 423 668/438138		
Gobernación de Boyacá	0X87 424 334/424102		
Secretaria de Hacienda	0X87 422 380 o ext.136		

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

MUNICIPIO	INSTITUCIONES	TELEFONO
TUNJA	Secretaria del Interior	0X87 426 292 o ext.306
	Secretaria de Desarrollo Económico	0X87 402 594
	Secretaria de Educación	0X87 422 000
	Secretaria de Infraestructura Vial	0X87 422 250
	Archivo Central	0X87 444 610
	Oficina Para la Paz y Desplazados	0X87 401 247
	Secretaria de Planeación	0X87 439 258
	INFIBOY	0X87 423 208
	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	0X87 438 642
	Instituto Nacional de Vías	0X87 401 347
	Instituto Seccional de Salud Boyacá	0X87 436 969
	Personería municipal de Tunja	0X87 424 786
	Policía Nacional	0X87 422 406/431020
	PROFAMILIA	0X87 400 355
	R.C.N.	0X87 426 884
	Radio Super de Tunja	0X87 403 907
	Saludcoop	0X87 430 347
	SERA Q.A. TUNJA E.S.P. S.A.	0X87 447 825/447203
	Tribunal Administrativo de Boyacá	0X87 406 438
	Tribunal Superior	0X87 401 788
U.P.T.C	0X87 422 174	
Universidad Antonio Nariño	0X87 401 167	
universidad Santo Tomas	0X87 422 423	
SENA Regional Boyacá	0X87 423 806	

XV. COMPONENTE HIDROLÓGICO

Emel Vega Rodríguez

Hidrometereólogo, Mg. Ciencias metereológicas.

Dpto. de Geociencias -UN

Eaking Ballesteros

Ingeniero ambiental y sanitario, Mg. en Ciencias

Metereológicas. Dpto. de Geociencias -UN

Miguelangel Bettín

Ingeniero Civil, Estudiante Maestría Medio Ambiente

y Desarrollo. IDEA – UN

Carlos Eduardo Ángel V.

Biólogo. Candidato a Especialista en Ingeniería

Ambiental. Universidad de la Sabana

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	XV-1
DESCRIPCIÓN GENERAL.....	XV-1
<i>Sistema hídrico</i>	XV-2
<i>Características morfométricas</i>	XV-2
HIDROGEOLOGÍA E HIDROLOGÍA.....	XV-5
<i>Hidrogeología</i>	XV-5
Caracterización de las Unidades Hidrogeológicas Presentes en la Cuenca del río Garagoa	XV-6
Estructuras Hidrogeológicas	XV-8
Zonas de Recarga	XV-9
<i>Hidrología</i>	XV-9
ESTIMACIÓN CUANTITATIVA.....	XV-10
<i>Inventario específico del recurso hídrico</i>	XV-10
<i>Análisis cuantitativo</i>	XV-13
<i>Caudal ecológico</i>	XV-13
<i>Precipitación media de la cuenca “Pm”</i>	XV-14
<i>Distribución Espacial de la Precipitación</i>	XV-15
<i>Zonas de Condensación</i>	XV-18
Causas generales de la formación de nubes	XV-18
Turbulencia mecánica	XV-18
Convección.....	XV-19
Ascenso orográfico.....	XV-19
Ascensión lenta y extendida.....	XV-20
Metodología	XV-20
Análisis	XV-21
<i>Régimen típico de caudales</i>	XV-24
<i>Balance Hídrico</i>	XV-30
<i>Balances Hídricos por Unidades de Trabajo</i>	XV-33
<i>Curvas de Intensidad Duración y Frecuencia</i>	XV-44
<i>Oferta y demanda hídrica</i>	XV-51
ESTIMACIÓN CUALITATIVA	XV-63
<i>Cuenca del Río Súnuba</i>	XV-69
Análisis temporal Unidades de Trabajo Río Guatafur y Río Machetá: Estación 23 Puente	
Manta, corriente río Súnuba.....	XV-69

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Análisis temporal Unidad de Trabajo Río Aguacía: Estacion 24 Aguacía, corriente río Aguacía.....	XV-71
Análisis temporal Unidades de Trabajo Río Aguaría, Guatafur y Machetá: Estación 25 Puente Súnuba, corriente río Súnuba.	XV-73
Análisis temporal Unidad de Trabajo Río Súnuba: Estación 28, Puente Fierro, corriente río Súnuba.	XV-75
Análisis temporal Unidad de Trabajo Río Súnuba: Estación 30, El Regalo, corriente río Súnuba	XV-77
<i>Análisis Espacial Río Súnuba</i>	<i>XV-80</i>
Saturación de Oxígeno.....	XV-80
Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos Totales y Turbiedad	XV-80
Contenido de Coliformes Totales y Escherichia coli	XV-84
<i>Cuenca del Río Garagoa</i>	<i>XV-89</i>
Análisis Temporal Unidades de Trabajo Río Teatinos y Río Jenesano: Estación 2, El Neme, corriente río Boyacá	XV-90
Análisis Temporal Unidad de Trabajo Río Juyasía: Estación 4, Corriente Río Guayas ..	XV-92
Análisis Temporal Unidad de Trabajo Río Albarracín: Estación 9, Flores de la Sabana, Corriente Río Albarracín.....	XV-93
Análisis Temporal Unidades de Trabajo Río Turmequé: Estación 13, corriente Río Turmequé	XV-95
Análisis Temporal Unidades de Trabajo Río Fusavita: Estación 16, Fusavita, corriente Río Fusavita	XV-97
Análisis Temporal Unidades de Trabajo Río Guaya: Estación 21, La guaya, corriente Quebrada La Guaya	XV-99
Análisis Temporal Río Garagoa: Estación 20, Puente Olaya, corriente Río Garagoa ..	XV-101
<i>Análisis Espacial Río Garagoa</i>	<i>XV-104</i>
Saturación de Oxígeno.....	XV-104
Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos Totales y Turbiedad	XV-104
Contenido de Coliformes Totales y Escherichia coli	XV-109
Caracterización Embalse La Esmeralda	XV-114
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	XV-116
BIBLIOGRAFÍA	XV-118
ANEXOS.....	XV-118

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA XIV-1. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LAS DIFERENTES SUBCUENCAS QUE CONFORMAN LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	XV-4
TABLA XIV-2 COEFICIENTES DE RELIEVE Y PENDIENTE DE LAS UNIDADES DE TRABAJO	XV-12
TABLA XIV-3. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LAS SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	XV-12
TABLA XIV-4. BALANCE HÍDRICO UT TEATINOS	XV-33
TABLA XIV-5. BALANCE HÍDRICO UT JUYASIA	XV-34
TABLA XIV-6. BALANCE HÍDRICO UT TIBANÁ.....	XV-35
TABLA XIV-7. BALANCE HÍDRICO UT ALBARRACÍN	XV-35
TABLA XIV-8. BALANCE HÍDRICO UT TURMEQUÉ.....	XV-36
TABLA XIV-9. BALANCE HÍDRICO UT BOSQUE.....	XV-37
TABLA XIV-10. BALANCE HÍDRICO UT FUSAVITA	XV-37
TABLA XIV-11. BALANCE HÍDRICO UT GUAYA	XV-38
TABLA XIV-12. BALANCE HÍDRICO UT GARAGOA.....	XV-39
TABLA XIV-13. BALANCE HÍDRICO UT TOCOLA	XV-40
TABLA XIV-14. BALANCE HÍDRICO UT MACHETÁ	XV-40
TABLA XIV-15. BALANCE HÍDRICO UT GUATAFUR	XV-41
TABLA XIV-16. BALANCE HÍDRICO UT AGUACIA	XV-42
TABLA XIV-17. BALANCE HÍDRICO UT SÚNUBA	XV-42
TABLA XIV-18. BALANCE HÍDRICO UT BATA EMBALSE	XV-43
TABLA XIV-19. BALANCE HÍDRICO UT BATA	XV-44
TABLA XIV-20. DEMANDA DE AGUA POR ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	XV-52
TABLA XIV-21. ÍNDICES DE ESCASEZ CALCULADOS CON LOS DATOS MODELADOS Y PONDERADOS CON BASE EN EL ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA.....	XV-53
TABLA XIV-22. BALANCES HÍDRICOS CALCULADOS POR UNIDAD DE TRABAJO	XV-55
TABLA XIV-23. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA Y SUS UNIDADES DE MEDIDA	XV-64
TABLA XIV-24. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS ESTIMADOS PARA LOS RÍOS GARAGOA, SOMONDOCO Y NEGRO, Y EMBALSE LA ESMERALDA	XV-115

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA XIV-1. ESQUEMA DE LA HIDROGRAFÍA DEL RÍO GARAGOA	XV-10
GRÁFICA XIV-2. CAUDALES MEDIOS DE LOS AFLUENTES DEL EMBALSE DE CHIVOR	XV-24
GRÁFICA XIV-3. CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MEDIOS. ESTACIÓN TEATINOS - SAN. JOSÉ.....	XV-25
GRÁFICA XIV-4. CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MEDIOS. ESTACIÓN. JENESANO - PUENTE ADRIANA	XV-26
GRÁFICA XIV-5. CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MEDIOS. ESTACIÓN GARAGOA - EL CARACOL.....	XV-27
GRÁFICA XIV-6. CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MEDIOS. ESTACIÓN SÚNUBA - TERMALES	XV-28
GRÁFICA XIV-7. CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MEDIOS. ESTACIÓN SÚNUBA - PUENTE FIERRO	XV-29
GRÁFICA XIV-8. CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES. ESTACIÓN CHIVOR – EL CAMOYO	XV-30
GRÁFICA XIV-9. CURVAS IDF SUTATENZA.....	XV-47
GRÁFICA XIV-10. CURVAS IDF ALMEIDA	XV-48
GRÁFICA XIV-11. CURVAS IDF CHIVOR.....	XV-48
GRÁFICA XIV-12. CURVAS IDF MACANAL.....	XV-49
GRÁFICA XIV-13. CURVAS IDF GARAGOA	XV-50
GRÁFICA XIV-14. CURVAS IDF RAMIRIQUÍ.....	XV-51
GRÁFICA XIV-15. OFERTA Y DEMANDA ESTACIÓN SAN JOSÉ (RÍO TEATINOS) EN AÑO SECO	XV-56
GRÁFICA XIV-16. OFERTA Y DEMANDA ESTACIÓN PUENTE ADRIANA EN AÑO SECO	XV-57
GRÁFICA XIV-17. OFERTA Y DEMANDA ESTACIÓN BARBOSA TERMALES EN AÑO SECO.....	XV-60
GRÁFICA XIV-18. OFERTA Y DEMANDA ESTACIÓN PUENTE FIERRO EN AÑO SECO	XV-61
GRÁFICA XIV-19. OFERTA Y DEMANDA ESTACIÓN CAMOYO EN AÑO SECO	XV-62

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA XIV-1. MAPA DE ISOYETAS DE PRECIPITACIÓN.....	XV-17
MAPA XIV-2. MAPA DE ZONAS DE CONDENSACIÓN	XV-23

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico hidrológico de la cuenca del Río Garagoa que se presenta a continuación, es el producto del análisis de la información suministrada por las Corporaciones Autónomas Regionales de Chivor, Cundinamarca y Boyacá, varias fuentes bibliográficas, así como la suministrada por el Instituto de Hidrometeorología y Estudios Ambientales, IDEAM. Su estudio sirvió de base, entre otras cosas, para caracterizar el estado actual de los recursos hídricos, la dinámica de las corrientes presentes y la zonificación de las regiones con mayor susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, los cuales son frecuentes e importantes en la región y están directamente asociados con los regímenes de lluvias en la Cuenca. La información disponible y confiable se sirvió de base para establecer diversas variables, tales como los caudales, de acuerdo con los registros hidrológicos que en la Cuenca se han obtenido a partir de la red de estaciones hidrometeorológicas operadas en conjunto o por el IDEAM.

DESCRIPCIÓN GENERAL

El territorio en consideración (cuenca del embalse La Esmeralda) se caracteriza por presentar múltiples formas en la red hidrológica, parte de las vertientes de tributarios son constantes durante todo el año y en otra gran parte de ellos desaparece el agua durante los periodos de sequía, lo cual quiere decir que son inestables dependiendo de la intensidad y duración de las lluvias a lo largo del año.

Los lechos de los ríos y quebradas en esta región se encuentran en medio de valles aluviales (algunos tramos encañonados), lo cual facilitó la construcción de algunos canales artificiales, que con el transcurrir del tiempo adquirieron forma de cauce natural.

La longitud total del Río Garagoa desde sus inicios en el río Teatinos hasta la represa de el embalse La Esmeralda tiene 102,6 Km. y la longitud del río Súnuba (segundo tributario) desde su nacimiento con nombre desconocido hasta el embalse en las juntas tiene 53,9 Km. La densidad de ríos en la cuenca es de 0,1-0,3 Km./Km² y las pendientes fluctúan entre amplios rangos; desde 5–190% aproximadamente.

Los ciclos de altas precipitaciones y de estiaje, están condicionados por el segmento continental de la ZCIT, tal como se indica en el capítulo referente al clima.

Sistema hídrico

La Cuenca en estudio consta, en realidad de la conjunción de dos cuencas, la del río Garagoa que viniendo desde el norte se une en el sitio llamado "Las Juntas" con el río Súnuba que desciende desde la parte alta de la cordillera oriental en sentido occidente – oriente. Son tributarios del Garagoa las siguientes corrientes principales: Teatinos, Boyacá, Juyasía, Tibaná, Fusavita, Bosque, Guaya, Albarracín y Turmequé; y del Súnuba la Quebrada Tocola y los Ríos Machetá y Aguacía. La Unión de los ríos Súnuba y Garagoa forma el río Batá que después de convertirse en el embalse La Esmeralda desemboca en el Lengupá para finalmente tributar a la gran cuenca del Orinoco.

El relieve, el clima y la naturaleza geológica presente han permitido la generación de gran cantidad de cursos de agua de diferente magnitud que forman una intrincada red hídrica. Como se explica adelante, las zonas de recarga, en las partes altas de la cuenca, permiten mantener un caudal en las corrientes a pesar de la ausencia de lluvias durante el estiaje, lo anterior también se evidencia al aflorar en gran parte de la cuenca una cantidad de manantiales (nacederos) de agua de carácter casi permanente. También se refleja en la inestabilidad de algunas de sus laderas que al no soportar la presión del agua, especialmente en los períodos de grandes lluvias, terminan desprendiéndose en forma de movimientos en masa (derrumbes, y deslizamientos) de diversa magnitud y consecuencias, especialmente sobre la infraestructura vial y de vivienda.

Las zonas de páramo cumplen su función de condensadores de agua atmosférica que, pasando por las lagunas andinas de altura, participan en la recarga de acuíferos y son el origen de corrientes de agua que al descender de manera torrentosa arrastran gran cantidad de sedimentos, a lo que se suma la desprotección de vegetación evidente en estas corrientes.

Características morfométricas

La metodología empleada para la determinación morfométrica de cada de las unidades se fundamenta en la descripción hecha por diferentes autores, en múltiples estudios y trabajos de este tipo. Los siguientes tres factores permiten inferir o deducir ciertos comportamientos en relación con las crecientes de caudal que se presenten.

Factor forma (F_f): Indica qué tan circular es una cuenca. Permite inferir lo súbitas que pueden ser las crecientes. Cuencas muy alargadas tienen menos posibilidad de presentar crecientes súbitas. Se calcula como se señala a continuación:

$F_f = \frac{A}{La^2}$ Donde, A es el área de la cuenca, La es la longitud axial.

Coefficiente de compacidad (K_c): Este coeficiente determina que tan grande es la superficie de captación de la cuenca en relación con su forma. Así por ejemplo, entre más cercano a 1 se encuentre su valor, más se asemeja a una circunferencia, su superficie de captación es relativamente menor y las crecientes tienden a ser súbitas. Para valores mayores de 3, se considera que la cuenca es alargada, su superficie de captación es relativamente mayor lo que generaría crecientes lentas. Es una expresión muy cercana a la anterior. Se calcula de la siguiente forma:

$K_c = \frac{0,28P}{\sqrt{A}}$ Donde, P es el perímetro de la cuenca y A la superficie de la cuenca.

Índice de alargamiento (I_a): Este índice determina que tan rápida es la reacción de la corriente principal ante precipitaciones en la cuenca. Valores cercanos a 1 indican una forma cuadrada y valores mayores a 2 indican una forma alargada. Se calcula de la siguiente forma:

$I_a = \frac{L}{I}$ Donde, L es la longitud máxima de la cuenca, I el ancho máximo (perpendicular a L).

Elevación media de la cuenca (H_m): La elevación media de la cuenca se determina como el promedio ponderado de las alturas que se encuentran dentro del área considerada. Es uno de los indicadores que determina que tan cercana está la cuenca a una zona de condensación.

La elevación media H_m se calcula por la formula:

$$H_m = \frac{\left(\frac{H_1 + 2H_2}{3}\right)A_1 + \left(\frac{H_2 + H_3}{2}\right)A_2 + \dots + \left(\frac{H_{n-2} + H_{n-1}}{2}\right)A_{n-1} + \left(\frac{2H_{n-1} + H_n}{3}\right)A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1} + A_n}$$

Donde: A₁...A_n es la superficie 1... n comprendida entre dos curvas de nivel (Km²), H₁...H_n la altura (m) indicada por la curva de nivel 1... n.

Tiempo de Concentración (T_c): Es el tiempo requerido para que, durante un aguacero uniforme, se alcance el estado estacionario; es decir, el tiempo necesario para que todo el sistema (toda la cuenca) contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe. Es útil, al relacionarlo con

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

el índice de alargamiento y el área de la cuenca, para conocer que tan rápido llegan las precipitaciones a la corriente principal.

Para estimar los tiempos de concentración se desarrollaron con la ayuda de la fórmula empírica de California:

$$T_c = 1,95 \times 10^{-2} \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,38577}$$

Donde, T_c es el tiempo de concentración (min), L la longitud del cauce (m), H la diferencia entre cota inicial y final.

La Tabla XV-1 muestra un resumen de las características morfométricas de acuerdo con lo mencionado.

Tabla XV-1. Características morfométricas de las diferentes subcuencas que conforman la cuenca del Río Garagoa

Cuenca	Área (Km ²)	Perímetro (Km.)	Elevación (mmsm)	Longitud (Km.)	Factor de forma (F)	Coefficiente de compacidad (K _c)	Índice de alargamiento (I _a)	Tiempo de concentración (horas)	Forma*	Tipo de creciete [†]
R. Turmequé	320	90	2.727	18	0,99	0,25	0,96	2,87	R	L
Río Batá-Embalse	368	172	1.785	22	0,64	0,35	1,26	-	R	L
R. Súnuba	211	75	2.024	32	0,69	0,47	1,25	3,63	R	L
R. Garagoa	220	83	2.047	27	0,36	0,48	1,89	3,78	R	L
R. Tibaná	226	89	2.431	11	1,52	0,49	1,11	2,30	R	S
R. Machetá	202	94	1.850	14	0,61	0,65	1,02	-	R	L
R. Juyasía	129	51	2.779	16	0,66	0,87	1,27	1,55	R	S
R. Fusavita	126	56	2.528	21	0,38	0,98	1,64	2,30	R	L
R. Guatafur	115	50	2.250	21	0,38	1,05	1,53	-	R	L
R. Guaya	95	42	2.130	14	0,42	1,30	1,59	1,18	R	S
R. Aguaria	92	40	1.700	14	0,54	1,32	1,39	-	R	L
R. Bosque	91	45	2.629	15	0,48	1,53	1,53	1,60	R	L
R. Jenesano	92	79	2.000	8	1,88	2,62	0,70	2,40	A	L
Q. Tocola	71	50	2.550	14	0,26	2,79	1,49	2,63	A	S ¹
R. Teatinos	89	80	2.780	24	0,22	2,84	2,86	2,93	A	L
R. Albarracín	27	29	2.250	23	0,18	11,00	1,93	2,85	A	L
R. Boyacá	23	31	2.350	10	0,34	16,61	0,74	1,58	A	L

* Forma: R = redondeada, A = alargada

† Tipo de creciete: S = súbita, l = lenta

¹ Por efecto de la topografía abrupta de esta cuenca

Los índices que se presentan en el cuadro anterior, permiten conocer las dinámicas de las subcuencas respecto a su corriente principal, así mismo, relacionados con los parámetros climáticos son útiles a la hora de zonificar las unidades de trabajo en cuanto a los riesgos generados por las crecientes. Las unidades río Turmequé, Tocola, Teatinos y Guaya se presentan aquí como las que tienen las mayores posibilidades de presentar crecientes súbitas con los consiguientes riesgos de deslizamientos y amenazas.

HIDROGEOLOGÍA E HIDROLOGÍA

(DISTRIBUCIÓN, ESTADO Y DINÁMICA GENERAL DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS)

Hidrogeología

Las aguas subterráneas tienen origen en aguas lluvia que llegan a la superficie de la Tierra y encuentran condiciones de permeabilidad en el suelo y subsuelo que permiten su infiltración; de la misma forma, ésta puede presentarse a través de los planos de estratificación, fisuras y diaclasas presentes generalmente en las rocas sedimentarias. Adicionalmente, los materiales deben permitir el almacenamiento y paso del fluido a través de ellos, para poder generar verdaderos reservorios de agua en el subsuelo.

Existen diferentes tipos de cuerpos rocosos en hidrogeología, los cuales son clasificados según la capacidad de almacenamiento y transmisión de agua. Estos se definen de la siguiente manera:

- **Acuitardos:** Son rocas con suficiente contenido de agua, pero por su baja permeabilidad obstruyen el flujo del agua subterránea, permitiendo un flujo muy lento.
- **Acucierre:** Son rocas totalmente impermeables.
- **Acuíferos:** Son formaciones geológicas en las cuales se acumula agua subterránea y son capaces de cederla, dependiendo del grado de porosidad permiten la entrada de agua y su movimiento con relativa facilidad; funcionando como depósito de almacenamiento ó como conducto de transmisión desde el área de recarga hasta el mismo acuífero, lago, río, manantial, pozo, y otras estructuras de captación.

Los diferentes tipos de rocas se pueden agrupar de acuerdo con la capacidad de contener agua y permitir el flujo de ella, de acuerdo con estas propiedades se pueden diferenciar tres grupos:

- **Acuíferos libres:** son aquellos en los cuales el agua subterránea presenta una superficie libre sujeta a la presión atmosférica como límite superior de la zona de saturación (tabla de agua). Está formado por un estrato permeable parcialmente saturado de agua que yace sobre otro estrato impermeable.
- **Acuíferos confinados:** son formaciones geológicas impermeables, completamente saturadas de agua, confinadas entre dos capas impermeables ó parcialmente impermeables. En estos acuíferos el agua está sometida a una presión mayor que la atmosférica y al perforar pozos en ellos, el agua se eleva por encima del techo del acuífero hasta un nivel que se denomina nivel piezométrico.
- **Acuíferos semiconfinados:** son acuíferos completamente saturados sometidos a presión, que están limitados en su parte superior por una capa impermeable (acuicierre) ó también otro acuitardo.
- **Acuífero semilibre:** representa una situación Intermedia entre un acuífero libre y uno semiconfinado. En este caso, la capa confinante es un estrato semipermeable ó acuitardo.

Caracterización de las Unidades Hidrogeológicas Presentes en la Cuenca del río Garagoa (Mapa 12)

Se presentan las siguientes unidades:

- **Grupo Farallones (CDf):** Está constituido por varios niveles de carácter arenoso y conglomerático, razón por la cual se consideran las rocas de este grupo como acuíferos.
- **Formación Lutitas de Macanal (Kilm):** Formación impermeable debido a su composición lutítica con pocas intercalaciones de areniscas y calizas. Teniendo en cuenta estas características, es considerada como un acuitardo.
- **Formación Areniscas de las Juntas (Kiaj):** Esta Formación está constituida por tres miembros que de más antiguo a más joven, corresponden a un miembro permeable a la base, representado principalmente por areniscas cuarzosas, de grano fino, con delgadas intercalaciones de lutitas; esta alternancia litológica, en una estructura sinclinal, permite almacenar y confinar el fluido para comportarse como un acuífero. La parte intermedia, esta representada por materiales impermeables (arcillolitas), intercaladas con algunos niveles de areniscas cuarzosas que hacen que el miembro se comporte como un acuitardo. El miembro superior esta constituido por cuatro segmentos que constituyen una alternancia de capas

permeables con impermeables, este miembro se comporta como un acuífero siempre y cuando se encuentre haciendo parte de una estructura hidrogeológica que permita confinar el fluido.

Concluyendo, la Formación Arenisca de las Juntas, en general presenta características de permeabilidad y su alternancia con algunas capas de arcillolitas, permite que en ella se identifiquen acuíferos.

- **Formación Fómeque (Kif):** Presenta una alternancia de capas de lutitas y arcillolitas con capas de areniscas cuarzosas, por lo cual el agua que se infiltra a través de las areniscas, al llegar a los niveles impermeables, sigue la dirección de buzamiento de las capas, actuando de esta manera, como una roca sello.

Debido a este comportamiento y al predominio de las rocas impermeables en esta Formación, ésta representa una zona poco propicia para el almacenamiento de agua subterránea y se clasifica como un acuitardo.

- **Formación Une (Kiu):** Está constituida principalmente por areniscas cuarzosas estratificadas, de grano fino a grueso, algunas veces conglomeráticas; altamente permeables y se encuentra suprayaciendo una secuencia impermeable, lo cual contribuye al confinamiento del agua almacenada en esta formación, lo que permite clasificarla como un acuífero.
- **Formación Labor y Tierna:** Está compuesta por areniscas cuarzosas con intercalaciones de lutitas y arcillolitas, con buena permeabilidad y adicionalmente, las estructuras geológicas desarrolladas en esta formación facilita la presencia de acuíferos con alta probabilidad de ser explotables para producción de aguas subterráneas.
- **Formación Guaduas (Ktg):** Conformada por capas delgadas poco compactas de arenisca intercalada con arcillolitas grises, presenta una baja permeabilidad y es considerada como un acuitardo.
- **Depósitos Cuaternarios (Q):** Son predominantemente de tipo aluvio-coluvial, constituidos por cantos y bloques de rocas competentes, embebidos en una matriz arcillosa. A pesar de las características de la matriz, su condición de depósitos no litificados le imprime una calidad de acuíferos potenciales.

Estructuras Hidrogeológicas

Las rocas de las diferentes formaciones deben estar constituyendo además, una estructura geológica que permita captar las aguas meteóricas y almacenarlas para su posible extracción. En la zona de estudio se presentan pliegues regionales y replegamientos locales, con características de permeabilidad que favorecen la presencia de aguas subterráneas, estos son:

- **Sinclinal de Mamapacha:** Ubicado al NE del municipio de Garagoa, cuyo eje presenta una dirección inicial S–N, con un giro al NE, sus flancos están constituidos por la Formación Une, abundan los suelos característicos de páramo. Los musgos y líquenes que favorecen los nacimientos de agua y la escorrentía lenta.
- **Sinclinal de Garagoa:** Su eje tiene una dirección preferencial S-N, cruza por el perímetro urbano del municipio de Garagoa y hace un giro al NE, sus flancos están compuestos principalmente por rocas de la Formación Fómeque.
- **Sinclinal de Quinua:** Es el producto de una zona replegada en el flanco occidental del sinclinal de Mamapacha, presenta una dirección NE, sus flancos están compuestos principalmente por rocas de la Formación Fómeque.
- **Sinclinal de Pachavita:** Es una estructura orientada Norte 30° Este, pasando por el casco urbano de Pachavita y por la parte Noroeste del río Fusavita.
- **Sinclinal de Úmbita:** Estructura orientada Norte 45° Este, pasa por el casco urbano de Úmbita, la quebrada Confines y llega hasta los nacimientos de los afluentes del río Fusavita.

Resumiendo lo anterior, se puede decir que subyaciendo la Cuenca hidrográfica del río Garagoa, existe una cuenca hidrogeológica representada por la gran cantidad de pliegues existentes y por la presencia de intercalaciones de rocas permeables e impermeables que son las condiciones esenciales para la existencia de aguas subterráneas. Así por ejemplo, la estructura tal vez más importante con respecto a las aguas subterráneas, la constituye el "sándwich" que forman las rocas de la Formaciones Fómeque - Une - Chipaque (impermeable - permeable - impermeable, respectivamente) y el hecho de que ese "sándwich" esta replegado, siendo los sinclinales de Mamapacha, Garagoa y Pachavita las estructuras que favorecen el almacenamiento del agua lluvia que se infiltra a través de la roca permeable (Formación Une) y su entrapamiento por parte de la Formaciones Fómeque y Chipaque.

Zonas de Recarga

Se refiere a las zonas donde el agua lluvia puede infiltrarse, este fenómeno como ya se indicó arriba, depende de la porosidad y permeabilidad de las rocas y de su inclinación producto del plegamiento.

Para la zona de la Cuenca Hidrogeológica del río Garagoa, el acuífero más importante lo constituye las areniscas de la Formación Une, y teniendo en cuenta que ellas afloran en un amplia área comprendida entre los municipios de Pachavita - Garagoa - Zetaquirá, es decir la totalidad del Páramo de Mamapacha y alrededores, y que dicha área es una de las de mayor precipitación anual de la región (1.500 -2000 mm), se tiene que la principal zona de recarga lo constituye el Páramo de Mamapacha.

La otra zona de recarga, aunque de baja precipitación anual (1000 mm), estaría representada a grandes rasgos por el área del Sinclinal de Úmbita, que forma una faja orientada Norte 45o Este, desde el municipio de Úmbita hasta las partes altas de la cuenca del río Fusavita. Allí los acuíferos estarían representados por las areniscas de las Formaciones: Labor (Ksgi) y Tierna (Ksgt) del Grupo Guadalupe, Picacho (Tp) y Areniscas de Socha (Tars). (Mapa 14. Recarga de acuíferos).

Hidrología

La hidrología de la cuenca presenta un comportamiento monomodal en respuesta a la precipitación de la zona. Los ríos presentan poca inercia respecto al régimen de precipitación, debido a la fuerte pendiente de las zonas donde se originan; esto quiere decir que el agua que se deposita sobre la cuenca inmediatamente se escurre generando arroyos torrenciales y súbitas crecientes en los ríos.

La zona presenta muchos drenajes con fuertes escorrentías superficiales y subsuperficiales que arrastran gran cantidad de material deleznable durante las épocas de lluvias, debido a la abrupta topografía; produciendo súbitas crecientes, socavando permanentemente los taludes y lechos de los ríos.

En esta región no se aprecia claramente un doble flujo entre los niveles freáticos y los caudales de los ríos. Los niveles freáticos alimentan a los ríos durante los períodos de estiaje, más sin embargo durante los periodos de lluvias los ríos aumentan su caudal y no alimentan a los niveles freáticos, debido que; las zonas de recarga se sitúan en las partes altas.

ESTIMACIÓN CUANTITATIVA

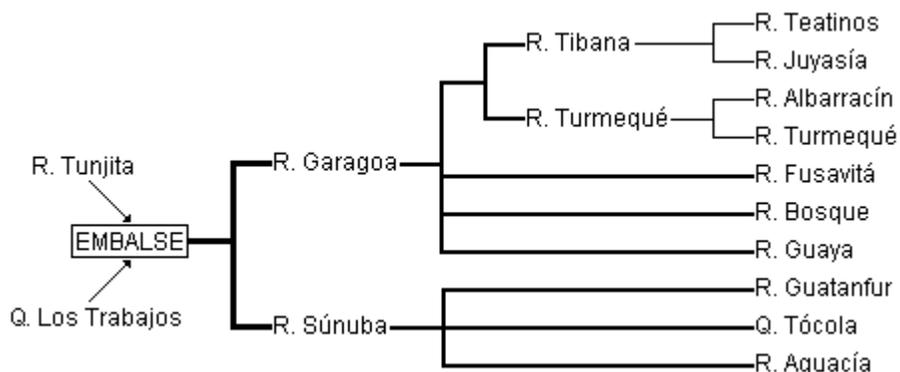
Inventario específico del recurso hídrico

El Río Garagoa nace al suroriente del municipio de Samacá, en el páramo de Rabanal, desde su inicio toma el nombre de Río Teatinos, que por la confluencia de numerosas quebradas cambia su nombre al del Río Boyacá al cual drenan las aguas del Río Juyasía, a partir de allí se conoce como Río Jenesano y más adelante Río Tibaná; este se une con el Río Turmequé y toma el nombre de Río Garagoa. Aguas abajo recibe aportes de los Ríos El Bosque, Fusavita y Guaya.

Por su parte, la segunda corriente en importancia de la cuenca, el Río Súnuba, nace al suroriente del municipio de Mchetá, con el nombre de Río Guatafur, el cual, luego de recibir numerosas corrientes, pasa a llamarse Río Mchetá, a lo largo de su recorrido, colecta las aguas de la Quebrada. Tocola y del Río Aguacía, para finalmente tomar el nombre de Río Súnuba. En el sitio llamado Las Juntas, el Río Garagoa y el Río Súnuba se encuentran y empieza el embalse La Esmeralda, a la cual drenan las aguas de la Unidad Batá Río Embalse, la cual esta conformada por ríos cortos y pequeños. A este embalse, llegan también los trasvases del Río Tunjita y la Quebrada Los Trabajos, que alimentan directamente al embalse.

En el área de jurisdicción de Corpochivor y Corpoboyacá, el curso del Río Garagoa se extiende por una distancia aproximada de 103 Km. en sentido norte – sur pasando por los municipios de Samacá, Ventaquemada, Boyacá, Ramiriquí, Jenesano, Tibaná, Úmbita, Chinavita, Pachavita, Garagoa, Tenza, Sutatenza. La cuenca del río Súnuba transcurre por jurisdicción de CAR y Corpochivor pasando por los municipios de Villapinzón, Chocontá, Mchetá, Manta, Tibirita, Guateque, Sutatenza, Somondoco, Almeida, Guayatá y parte de Almeida. (Mapa 1. Base general).

A continuación se presenta un esquema de la hidrografía de la Cuenca del Río Garagoa:



Gráfica XV-1. Esquema de la hidrografía del Río Garagoa

Existen distintas clasificaciones de cuencas hidrográficas, de acuerdo a distintos factores que las determinan. A partir del estudio de la forma y la textura de la red de drenaje Way (1978, en MMAE, 1995) propone clasificar las cuencas en 14 tipos superficiales y tres tipos de drenaje interno, determinada por parámetros deducibles a partir de cartografía de escala adecuada.

Según esta clasificación, la cuenca del Río Garagoa es una cuenca de textura fina, debido al poco espaciamiento medio entre tributarios y corrientes de primer orden. Cuencas de este tipo reflejan elevados niveles de escorrentía superficial, roca madre impermeable y suelos de baja permeabilidad.

El patrón de distribución de corrientes en esta cuenca, obedece a un patrón dendrítico, que se caracteriza por mostrar una ramificación arborescente en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos, esta distribución es la más frecuente en cuencas hidrográficas de pendientes abruptas como la que es objeto del presente estudio.

El relieve y la pendiente de una cuenca son parámetros que también se utilizan a la hora de clasificar la hidrología de una zona. Seyhan (1975), define varios coeficientes de relieve, de los cuales por su facilidad de utilización se calcularon dos para las distintas unidades de trabajo:

$$R_1 = \frac{\bar{H}}{L_b} \quad \text{Donde: } A = \text{Área de la cuenca en Km}^2 (2.497 \text{ Km}^2)$$
$$R_3 = \frac{\bar{H}}{A} \quad L_b = \text{Longitud de la corriente principal en Km. (102.6 Km.)}$$
$$\bar{H} = \text{Elevación media de la cuenca.}$$

Para la cuenca del Río Garagoa, los coeficientes tienen los siguientes valores:

$$R_1 = 0,022$$

$$R_3 = 0,9$$

Lo que señala que la cuenca se encuentra en terreno más bien de pendientes y relieve suave.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

En la Tabla XV-2, se muestran los coeficientes calculados para cada unidad de trabajo.

Tabla XV-2 Coeficientes de relieve y pendiente de las unidades de trabajo

Cuenca	R₁	R₃
R. Súnuba	0,063	0,010
R. Garagoa	0,076	0,009
Río Batá-Embalse	0,081	0,005
R. Albarracín	0,098	0,083
R. Guatafur	0,107	0,020
R. Teatinos	0,116	0,031
R. Fusavita	0,120	0,020
R. Aguacía	0,121	0,018
R. Machetá	0,132	0,009
R. Turmequé	0,152	0,009
R. Guaya	0,152	0,022
R. Juyasía	0,174	0,022
R. Bosque	0,175	0,029
Q. Tocola	0,182	0,036
R. Tibaná	0,221	0,011
R. Boyacá	0,235	0,102
R. Jenesano	0,250	0,022

A partir de los coeficientes estimados y los intervalos desarrollados por Seyhan² ordenados de menor a mayor en la tabla anterior se deduce que las cuencas del río Súnuba al Machetá presentan relieve suave y el resto muestra condiciones de topografía mediana, carente de grandes accidentes.

Tabla XV-3. Características hidráulicas de las subcuencas de la Cuenca del Río Garagoa

Cuenca	Caudal medio (m³·s⁻¹)	Caudal mínimo (m³·s⁻¹)	Rendimiento (L·s⁻¹)	Forma	Arrastre de Sedimentos
R. Garagoa	25,80	3,02	29,08	Ovalada	Fuerte
R. Súnuba	18,40	2,68	24,45	Ovalada	Fuerte
Río Batá-Embalse	17,14	5,00	46,62	Cuasi circular	Fuerte
R. Machetá	4,00	1,19	19,85	Ovalada	Sutil
R. Jenesano	7,10	1,12	20,08	Ovalada	Mediano
R. Guaya	2,20	0,40	23,22	Semiredonda	Fuerte
R. Aguacía	2,20	0,78	23,90	Ovalada	Fuerte
Q. Tocola	1,40	0,18	19,82	Ovalada	Fuerte en época de lluvias
R. Boyacá	2,49	0,32	16,49	Ovalada	Suave
R. Albarracín	0,53	0,09	20,03	ovalada	Suave
R. Teatinos	1,59	0,24	17,80	Alargada	Sutil
R. Bosque	1,60	0,24	17,58	Semirredonda	Sutil
R. Tibaná	9,60	1,88	22,20	Ovalada	Fuerte
R. Guatafur	2,68	1,10	23,33	Redonda	Fuerte
R. Fusavita	3,80	0,60	30,18	Ovalada	Fuerte
R. Juyasía	2,90	0,41	22,44	Circular	Gruesos en época de lluvias
R. Turmequé	5,90	0,93	13,32	Circular	Sutil

Nota: Los datos que aparecen en *itálica* corresponden a las cuencas principales (Batá-Embalse, Garagoa y Súnuba) que reciben las aguas de las cuencas escritas en las filas inmediatamente inferiores.

² Guía Metodológica Para La Elaboración De Estudios Del Medio Físico. 1995. Ministerio De Medio Ambiente De España. Pag 340

Análisis cuantitativo

El cálculo de la oferta se realizó a partir de los datos de caudales disponibles, comparado con un modelo de lluvia-escorrentía. El cálculo de la demanda se construyó a partir de la ponderación de población rural y de la población urbana a partir del Censo 1993. Los datos agropecuarios se tomaron de información de las Corporaciones, URPA, concesiones de agua y tasas retributivas, relacionándolos con índices específicos para consumo tanto humano, como pecuario y agrícola.

Caudal ecológico

El ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, mediante resolución número 0865 del 22 de Julio de 2004 define el caudal ecológico de la siguiente manera:

“El caudal mínimo, ecológico o caudal mínimo remanente es el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua. Existen diversas metodologías para conocer los caudales ecológicos:

- “Hidrológicas. Se basan en el comportamiento de los caudales en los sitios de interés, para lo cual es necesario el conocimiento de series históricas de caudales.
- “Hidráulicas. Consideran la conservación del funcionamiento o dinámica del ecosistema fluvial a lo largo de la distribución longitudinal del río, es decir que el caudal de reserva que se deje en los distintos tramos permita que el río siga comportándose como tal.
- “Simulación de los hábitat. Estiman el caudal necesario para la supervivencia de una especie en cierto estado de desarrollo.
- “Mínimo histórico: El Estudio Nacional del Agua (2.000) a partir de curvas de duración de caudales medios diarios, propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el 97.5% del tiempo y cuyo periodo de recurrencia es de 2.33 años.
- “Porcentaje de Descuento: El IDEAM ha adoptado como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio.
- “La autoridad ambiental debe escoger entre las anteriores metodologías de acuerdo con la información disponible y las características regionales particulares.”

En el marco de esta normatividad y de acuerdo a la información disponible para las corrientes de estudio, se estimó el caudal ecológico de acuerdo a la metodología IDEAM, como el 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio. Sin embargo, es claro que esta metodología de ninguna manera está relacionada con las necesidades hídricas del ecosistema, pero se utiliza dada la normatividad y la carencia de estudios de simulación de hábitats.

Precipitación media de la cuenca “Pm”

La precipitación es el componente principal de los caudales característicos de una cuenca, por lo tanto a continuación se presenta el cálculo de la precipitación media de la cuenca.

A partir de los mapas de Isoyetas, la precipitación media de la cuenca se determina como el promedio ponderado de las isoyetas que se encuentran dentro de la cuenca considerada.

La precipitación media se calcula por la fórmula:

$$Pm = \frac{\left(\frac{P_1 + 2P_2}{3}\right)A_1 + \left(\frac{P_2 + P_3}{2}\right)A_2 + \dots + \left(\frac{P_{n-2} + P_{n-1}}{2}\right)A_{n-1} + \left(\frac{2P_{n-1} + P_n}{3}\right)A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1} + A_n}$$

Donde: A1...An es la superficie 1... n comprendida entre dos curvas de nivel (Km²), P1...Pn es la precipitación (mm) indicada por las isoyetas 1... n.

Estimación de caudales promedios y mínimos

Tomando como información primaria los mapas de Isoyetas, se calcula la precipitación promedio en mm de la cuenca para el periodo que deseamos estimar, luego la multiplicamos por el área de la cuenca en m, posteriormente la multiplicamos por la escorrentía que estimemos de la cuenca a partir de la topografía, uso y cobertura del suelo; finalmente todo ese valor lo dividimos entre el tiempo transcurrido y nuevamente lo dividimos entre mil para obtener el valor final convertido a m³/s.

$$Q = \frac{P \times A \times E_s}{t}$$

Donde, Q - es el caudal; P- la precipitación en un tiempo dado; A- el área de la cuenca y Es- la escorrentía.

Distribución Espacial de la Precipitación

En la Cuenca objeto de estudio, se pueden destacar tres zonas de comportamiento espacial de las lluvias.

- Zona sur (parte baja de la Cuenca): con promedios anuales mayores a los 2.000 mm en los municipios de Macanal, Chivor, Almeida y Santa María (Mapa 10. Isoyetas de precipitación anual).
- La parte media baja oriental, parte central y la parte alta de la cuenca, registran precipitaciones que oscilan entre los 1.000 a 2.000 mm. Esta zona comprende los municipios de Ventaquemada, Viracachá, Chinavita, Pachavita, Tenza, Úmbita, Garagoa, Guateque, Macanal, Almeida, Sutatenza, Guayatá y Somondoco, Manta, Titirita, Machetá, Tunja, Samacá y Soracá.
- La zona alta media, compuesta por los municipios de Úmbita, Turmequé, Nuevo Colón, Villa Pinzón y Tibaná, presenta los índices mas bajos de precipitación de la cuenca, con valores promedios anuales, menores a los 900 mm.

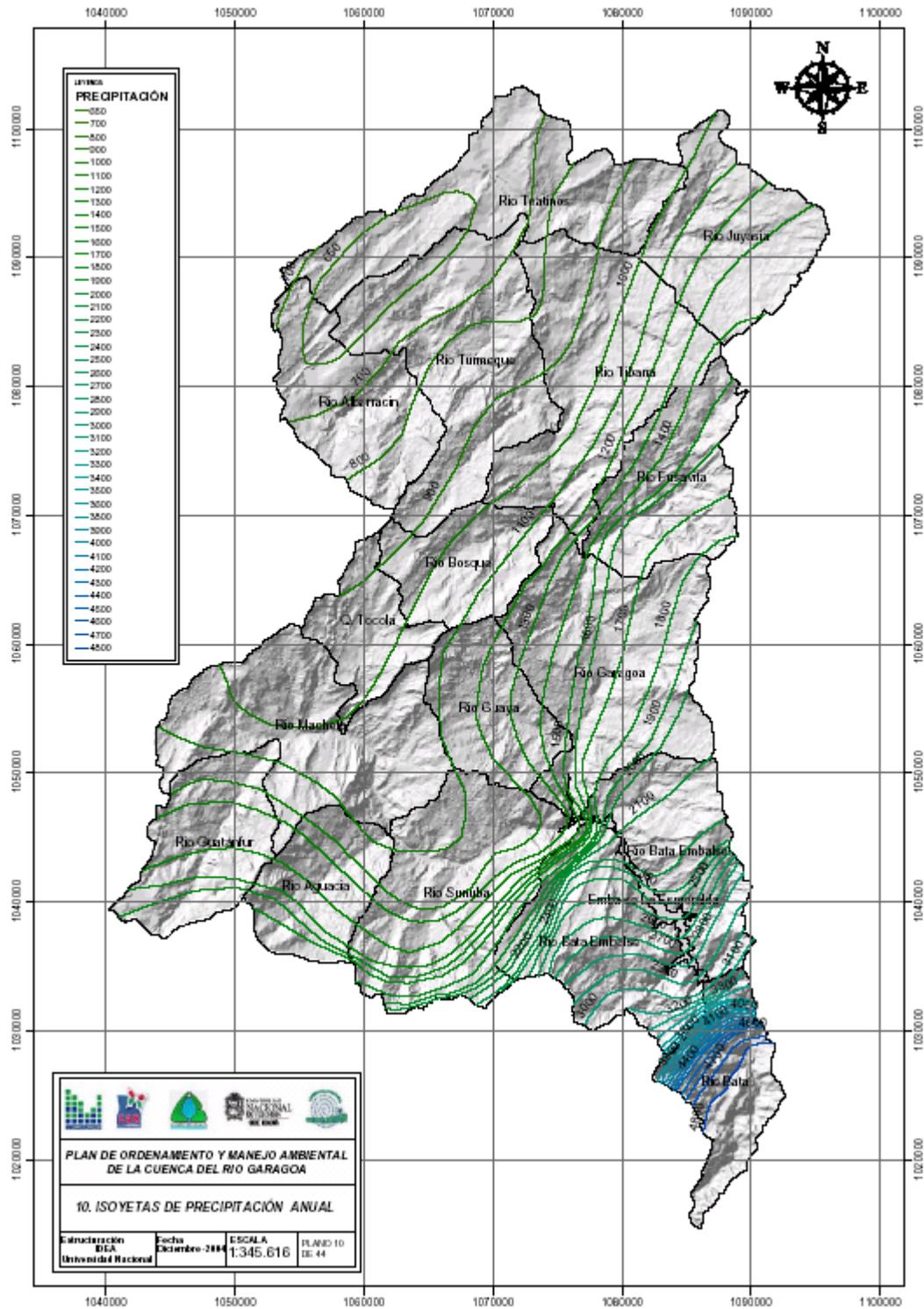
La cuenca del Río Garagoa presenta dos regímenes de precipitación bien diferenciados.

- *Régimen I*: Característico de la parte localizada en el área de influencia de los efectos orográficos de la Cordillera Oriental sobre la ZCIT. Presenta un régimen monomodal con un periodo de lluvia que se extiende desde abril hasta octubre. Cada uno de estos meses aporta entre el 6 y 16% de la precipitación total anual. Los meses más lluviosos son junio y julio los cuales, en conjunto, representan cerca de 1/3 de la precipitación total anual. Los meses más secos son diciembre, enero y febrero, los cuales representan hasta 1/10 del total anual de precipitación. Comprende todos los municipios del sur de la cuenca hasta Villapinzón, donde el régimen se torna multimodal, y Úmbita, Tibaná y parte sur de Ramiriquí.
- *Régimen II*: comprende la parte norte y nororiental de la cuenca que se aleja de los efectos orográficos de la Cordillera Oriental sobre la ZCIT. Esta parte comprende los municipios de Nuevo Colón, Jenesano, Ventaquemada, los cuales presentan un régimen bimodal suave. Tunja, Samacá, Soracá presenta un régimen bimodal marcado. En esta parte de la cuenca se presentan dos periodos de lluvia marcados (mayo a julio y septiembre a noviembre). Así mismo se presentan dos periodos secos: uno más intenso que comprende los meses de diciembre hasta comienzos de abril y otro menos marcado que ocurre entre finales de agosto y principios

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

de septiembre. Villapinzón presenta un régimen multimodal con máximos de precipitación en marzo, mayo, julio y noviembre, con intensidades máximas que van desde 58 hasta 82 mm promedio mensual. Los meses más secos son enero, agosto y diciembre.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



Mapa XV-1. Mapa de Isoyetas de precipitación

Zonas de Condensación

Causas generales de la formación de nubes

Nube se le considera a un conjunto de gotas de agua muy pequeñas, que no alcanzan la masa suficiente para ser atrapadas por la fuerza de gravedad y sobreponerse a la fuerza hidrostática de flotamiento para lograr la superficie del suelo.

Las nubes resultan bien sea por movimientos verticales ascendentes del aire húmedo, que se expande a causa de la disminución de la presión atmosférica con la altitud y por consiguiente el enfriamiento adiabático. Entonces, una parte del vapor de agua se condensa para formar las nubes; proceso entrópico mediante el cual también se libera calor latente.

Los diferentes tipos de movimientos verticales que dan lugar a la formación de nubes son:

- Turbulencia mecánica o de rozamiento
- Convección (turbulencia térmica)
- Ascenso orográfico
- Ascensión lenta y extendida

Turbulencia mecánica

La turbulencia mecánica o de rozamiento proviene de la dislocación en series de torbellinos del flujo del aire, en las capas adyacentes a la superficie del suelo. Esta turbulencia se favorece con la presencia de obstáculos como: colinas, montañas, bosques, edificios, etc.; incrementan la rugosidad de la región.

La turbulencia tiene como consecuencia, provocar la mezcla del vapor de agua en la capa turbulenta. El contenido de vapor de agua tiende a igualarse con la temperatura del punto de rocío y el aire puede llegar a saturarse a cierto nivel por debajo de la cima de la capa de rozamiento. La condensación se puede producir entonces a una cierta altura sobre el suelo, a lo cual se conoce con el nombre de nivel de condensación (N.C.M.), y en muchos casos corresponde a la base real de las nubes.

Las nubes que se forman inicialmente son de tipo Stratiformes y Cumuliformes, en capas nubosas sin forma definida, que pueden persistir bajo tal aspecto, pero con la posibilidad de que sus superficies inferiores y superiores parezcan onduladas.

Convección

Partiendo del concepto de física clásica, convección se le denomina al transporte vertical de masa y energía desde una superficie cálida hacia otra menos cálida ó fría.

Las corrientes convectivas se desarrollan cuando el aire se calienta en las proximidades a la superficie. La convección o turbulencia térmica se combina con la turbulencia mecánica o de rozamiento para provocar la mezcla de las capas bajas de la atmósfera.

Las nubes Cumuliformes se desarrollan por convección. La distancia vertical entre la base y la cima de las nubes puede variar desde 1-2 Km. hasta 10 Km. ó más. Las nubes convectivas aisladas y de débil desarrollo vertical son los Cúmulos.

Sucede a veces que las corrientes verticales están limitadas por una marcada inversión por encima del nivel de condensación de la capa convectiva, entonces la cima de la nube se extiende bajo la inversión y la nube se transforma en Stratocúmulos.

La cima de las nubes puede alcanzar niveles en los que se forman cristales de hielo. Tal nube tiene gran desarrollo vertical alcanzando aquí en el cinturón ecuatorial alturas hasta de 16 Km., esta nube recibe el nombre de Cúmulonimbus, la cual también produce tormentas eléctricas y fuertes precipitaciones.

Ascenso orográfico

Cuando el aire encuentra una barrera natural (cadena de montañas o colinas) se ve obligado a ascender, tanto en las capas bajas como en altura. El movimiento ascendente afecta una capa densa de la atmósfera y la distribución vertical de la temperatura en ella se modifica. Las nubes que se forman por ascenso orográfico son de diferentes tipos que dependen de una serie de factores, entre los que sobresale la estabilidad del aire en que se forman, usualmente se forman en primera instancia los alto cúmulos lenticulares.

El aire húmedo y estable forma con frecuencia Stratus. Cuando el aire se encuentra débilmente inestable: se forman los Cúmulos. Si la atmósfera es inestable en un espeso estrato se pueden formar Cúmulonimbus.

No siempre se forman nubes cuando el viento cruza las montañas o colinas. En muchos casos, la humedad del aire no es suficiente para la formación de nubes.

Las nubes orográficas se forman a veces, en altitud por encima de las cadenas montañosas o colinas, cuando el aire está casi saturado en el interior de una capa situada a una altura determinada, el ascenso orográfico de esta capa puede provocar la condensación por encima del obstáculo y puede formar una nube persistente.

Ascensión lenta y extendida

Los movimientos ascendentes lentos y de gran extensión horizontal pueden tener una marcada influencia sobre el gradiente vertical de temperatura, que aumentará.

El aire puede llegar a ser inestable, lo que acentúa el movimiento vertical. La condensación y la formación de nubes extensas pueden ser la consecuencia de ello, ¡si! la humedad del aire es suficiente. Las nubes extensas pueden tener varios kilómetros de espesor.

La ascensión de gran extensión horizontal, se forma inicialmente debido a la divergencia en la troposfera. El flujo divergente en la altitud provoca un descenso de la presión en las capas bajas próximas a la superficie terrestre, formando una depresión. La convergencia se desarrolla, a nivel del mar y una ascensión lenta y de gran extensión horizontal se produce en un gran espesor de la troposfera, siempre y cuando la humedad sea suficiente produciendo un extenso desarrollo de nubes.

El frente cálido, que es la zona de interacción de dos masas de aire; una cálida que arremete, se introduce y desaloja a una fría. La pendiente de un frente es generalmente débil, donde el aire cálido por ser menos denso se eleva lentamente por encima de la masa de aire frío. Durante este movimiento se pueden formar nubes cirriformes, estratiformes en el aire cálido. Si hay suficiente contenido de humedad, también se forman nubes de tipo cumuliformes e incluso en los diferentes pisos térmicos Cirrus, Cirrostratus, Altostratus y Nimbostratus.

Metodología

Para el estudio se dividió la jurisdicción de la CORPOCHIVOR en diecisiete subcuencas y después se calculó la precipitación media de cada una de las unidades con la ayuda del SIG.

La altura media se tomó de la topografía de las cuencas, específicamente el campo elevación.

Luego se superpusieron los mapas de precipitación, velocidad del viento, red hídrica, curvas de nivel, cobertura de bosques y las relaciones de precipitación con respecto a la altura; teniendo en cuenta toda esa información se delimitaron las diferentes zonas de condensación.

En la mayoría de los sitios la precipitación se comporta siguiendo un patrón muy definido, aunque con diferencias condicionadas principalmente a la orografía, dentro de las cuales podemos definir tres zonas ó cinturones de condensación:

- Cinturón I de condensación se encuentra entre 900 - 1500 m.
- Cinturón II de condensación se encuentra entre 1800 - 2500 m.
- Cinturón III de condensación se encuentra entre 2900 – 3500 m.
- Cinturón I de condensación (900 -1500 m)

En esta zona se presentan las precipitaciones más fuertes, debido a las altas concentraciones de vapor de agua presente en las partes bajas, asociadas a las altas temperaturas que se presentan en estos niveles; producen altas tasas evaporativas y subsecuente convección profunda.

Cinturón II de condensación (1800 - 2500 m.)

Las masas de aire suben por la ladera hasta encontrar su nivel de condensación en alturas medias, en este momento descargan su humedad y consecuentemente van disminuyendo el volumen de lluvia, considerada como precipitaciones de moderada intensidad.

Cinturón III de condensación (2800 - 3600 m.)

Debido a la escasez de información en estos niveles y a que el termino precipitación horizontal en nuestro país apenas se está teniendo en consideración, no es posible precisar la cantidad de agua suministrada por estos sistemas nubosos hacia el suelo a través de la vegetación. En esta zona las gotas microscópicas de agua se encuentran suspendidas en la atmósfera formando bosques de niebla. Estas precipitaciones proporcionan significativas cantidades de agua, las cuales se pueden observar en la densidad de la red de drenaje de algunas microcuencas.

Análisis

El cinturón I de condensación (900 -1500 m.) se presenta en la cuencas del río Bata, Batá embalse, río Garagoa y río Súnuba. Comprendiendo los municipios de San Luis de Gaceno, Santa María, Chivor, Macanal y parte baja de Almeida. La circulación predominante es de tipo valle – montaña que se caracteriza por presentar cálidos vientos anabáticos procedentes de los llanos

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

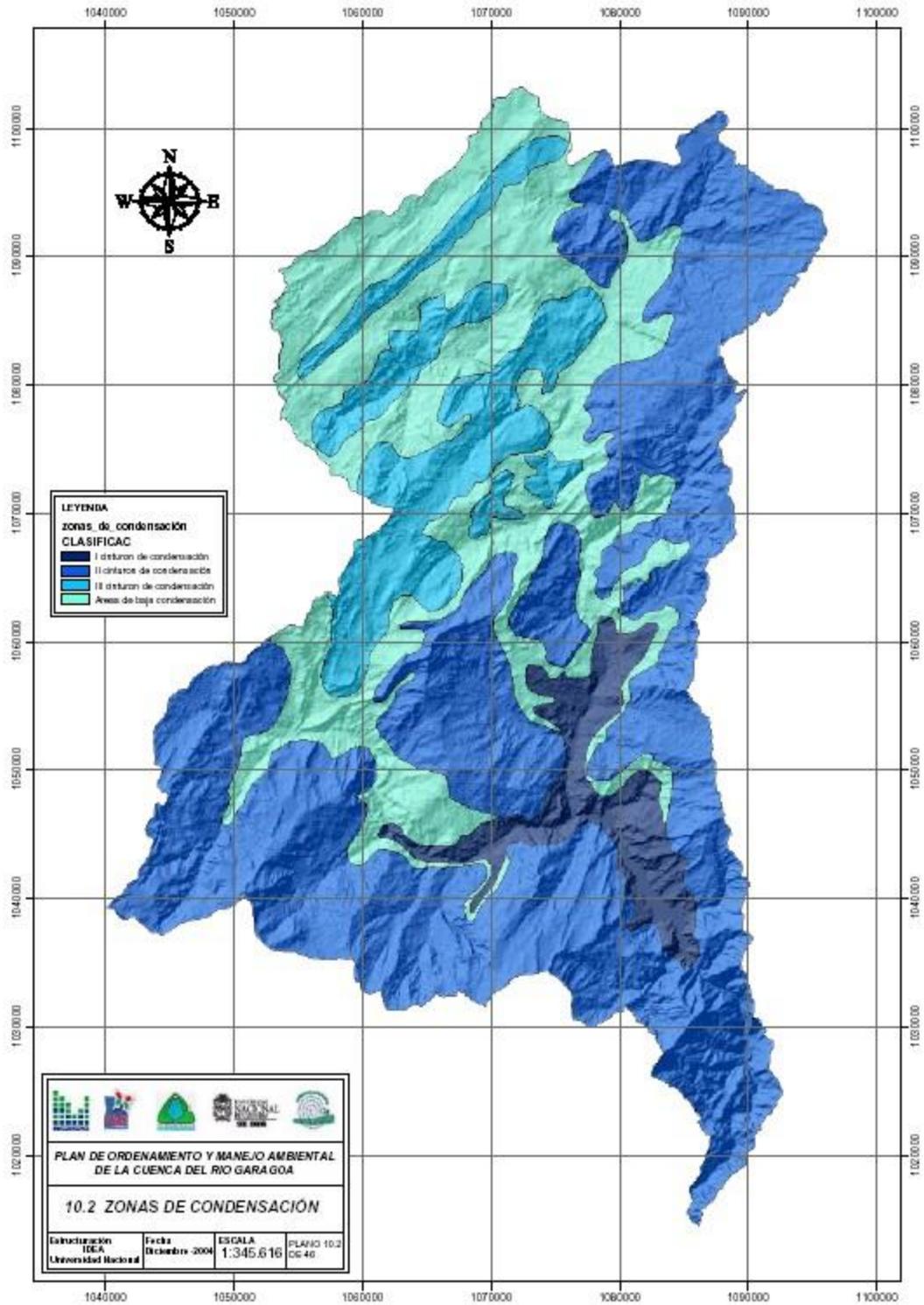
orientales durante el día y descendentes (catabáticos) durante la noche, la cual se refuerza con la convección diurna en los pequeños valles.

El cinturón II de condensación (1800 - 2500 m) se encuentra en los contornos de los ríos Juyasía, Fusavita, oriente del río Tibaná Quebrada la Quigua, río Guaya, río Garagoa, oriente de la Quebrada Tocola, río Guatafur, río Aguacia, Quebrada Negra y río Súnuba. Comprende los municipios de Viracachá, Ciénega, parte de Boyacá, Chinavita, Garagoa, Macanal, Almeida, Somondoco, Guayatá, Manta y Mchetá. En estas cuencas la circulación dominante es la circulación valle – montaña procedente de los llanos, sobre estas alturas se sitúan gran parte de las zonas de recarga de la cuenca en estudio y el nacimiento de la mayoría de los drenajes que alimentan el sistema fluvial de la cuenca.

El cinturón III de condensación (2800 - 3600 m.) se encuentra en las partes altas de las cuencas de los ríos Juyasía y Fusavita sobre el páramo de Mamapacha, en los páramos de Rabanal en cuchilla Chiquita y Devoradora, vereda el Boquerón, alto de la parroquia vereda Teguanegue y Ventaquemada, serranía de Pascata en Turmequé - Nuevo Colón y Úmbita, cuchilla La Chapa en Pachavita. Aquí la circulación más sobresaliente como en los casos anteriores es la de valle – montaña que se caracteriza por vientos ascendentes durante el día y descendentes durante la noche.

Todas las zonas de condensación son importantes, por lo cual merecen un manejo adecuado y considerable atención en su tratamiento, sin embargo las que exigen de mayor cuidado son las de la parte alta debido que dentro de estas se sitúan algunas zonas de recargas y nacimientos de las fuentes hídricas.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

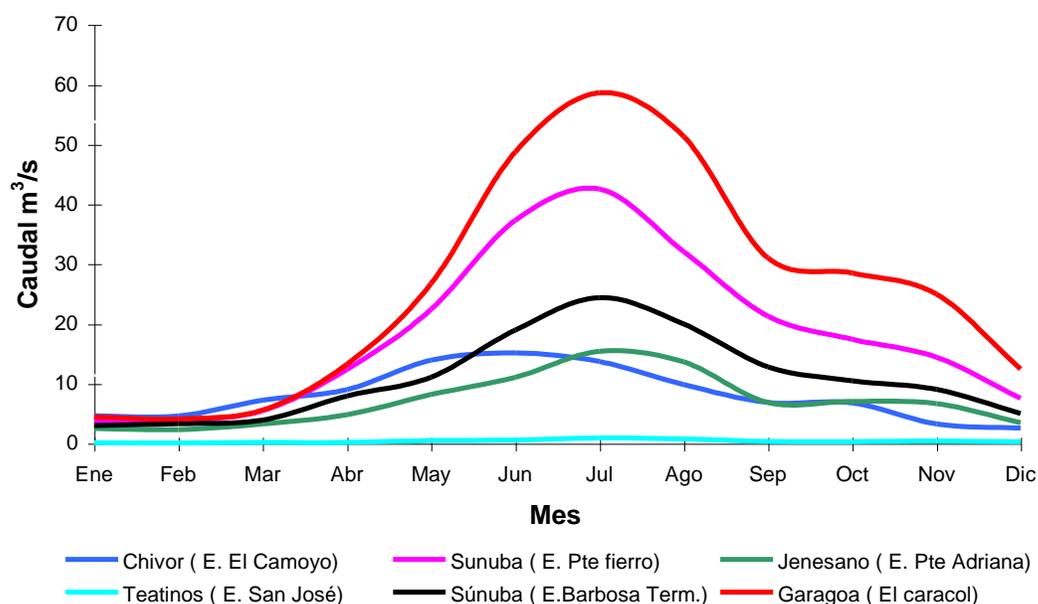


Mapa XV-2. Mapa de Zonas de Condensación

Régimen típico de caudales

En la Gráfica XV-2 de caudales se muestra claramente el régimen monomodal de los caudales, sin embargo en la segunda cola de la campana se aprecia claramente que los ríos no disminuyen su caudal inmediatamente después que comienzan las épocas de sequía, lo cual nos conduce a pensar; que los acuíferos y acuitardos existentes en la región se fortalecen durante las épocas de lluvias, suministrando sus excedentes de agua a los ríos inmediatamente después que cesan las lluvias a través de escurrimientos subsuperficiales y subterráneas.

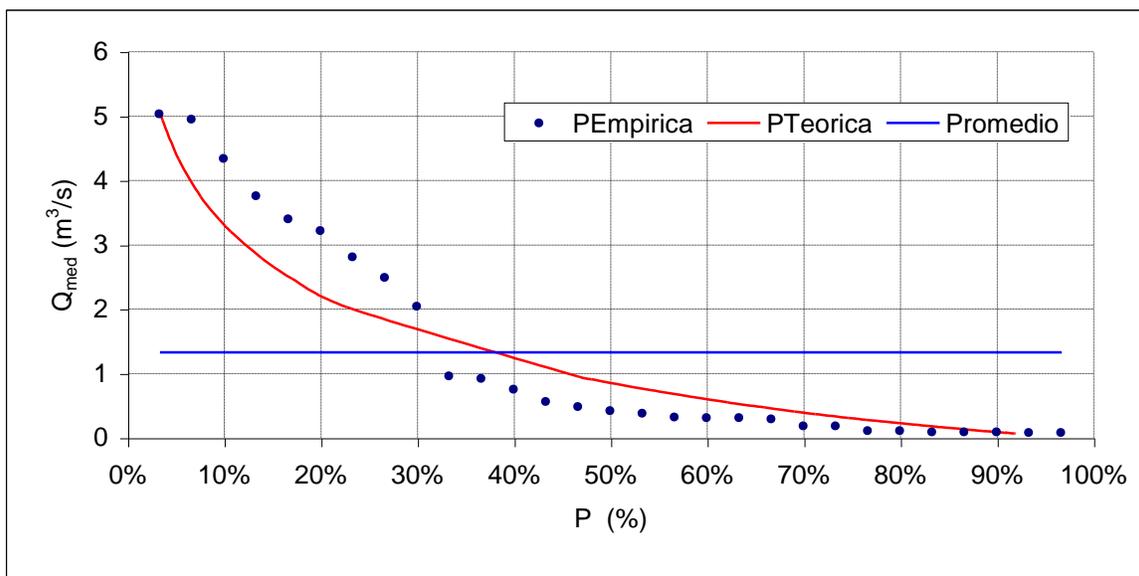
Es digno de anotar que la quebrada Chivor ofrece mayor cantidad de agua durante el primer semestre del año debido que, se favorece de un mayor aporte de agua desde el trasvase del río Rucio hacia la quebrada los Trabajos, debido a la necesidad de agua en el embalse durante el primer semestre del año.



Gráfica XV-2. Caudales medios de los afluentes del embalse de Chivor

Cabe anotar que las Quebradas La Cuya y Los Trabajos merecen especial atención a fin de evitar catástrofes en las veredas, carreteras y fincas aledañas. Por sus súbitos incrementos de agua durante las épocas de intensas lluvias, estas quebradas son más susceptibles a procesos de represamiento por erosión que el resto de los ríos de la cuenca; debido a los fuertes gradientes de precipitación a los que están sometidas, provocando fenómenos de remoción en masa, arrastre de material vegetal, además de los residuos de las actividades mineras.

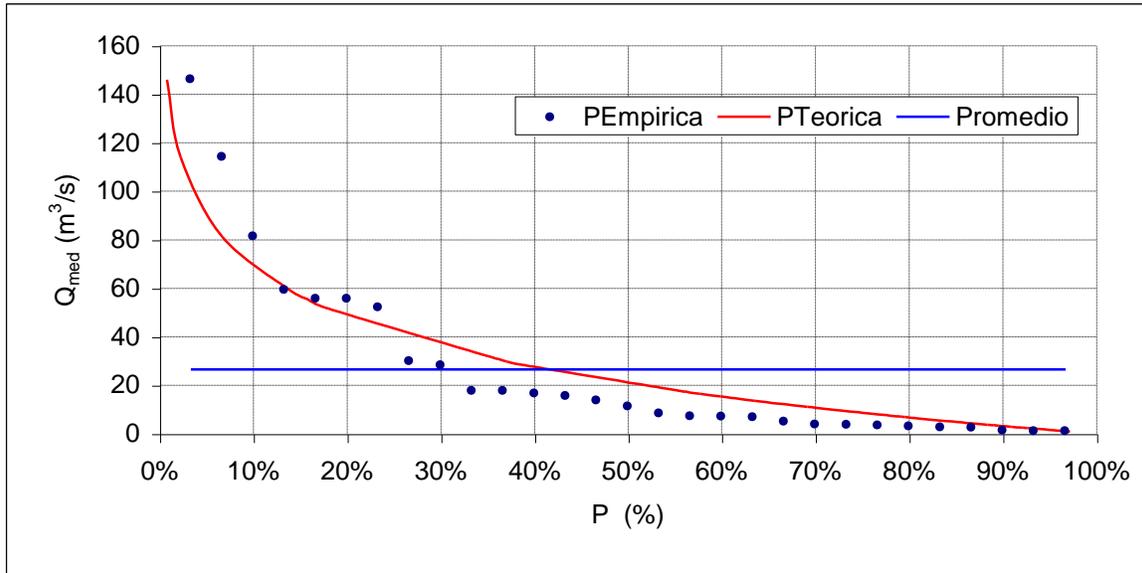
A continuación se presentan curvas de duración de caudales en los cinco puntos de aforo elaboradas a partir de unos pocos datos puntuales, es necesario aclarar que los valores que aparecen a continuación Q5%, Q50% y Q95%, representan el porcentaje de caudales probabilístico que ofrece un río en un período de tiempo determinado; o sea que Q50% para ciertos casos es un valor muy distante del caudal promedio y Q95 un valor distante del estiaje, debido al comportamiento asimétrico en la distribución anual: característica de los ríos de montaña, en donde los valores de la moda y la mediana son muy distantes.



Gráfica XV-3. Curva de Duración de Caudales Medios. Estación Teatinos - San. José

Q5%	4,411741
Q50%	0,852297
Q95%	0,037226

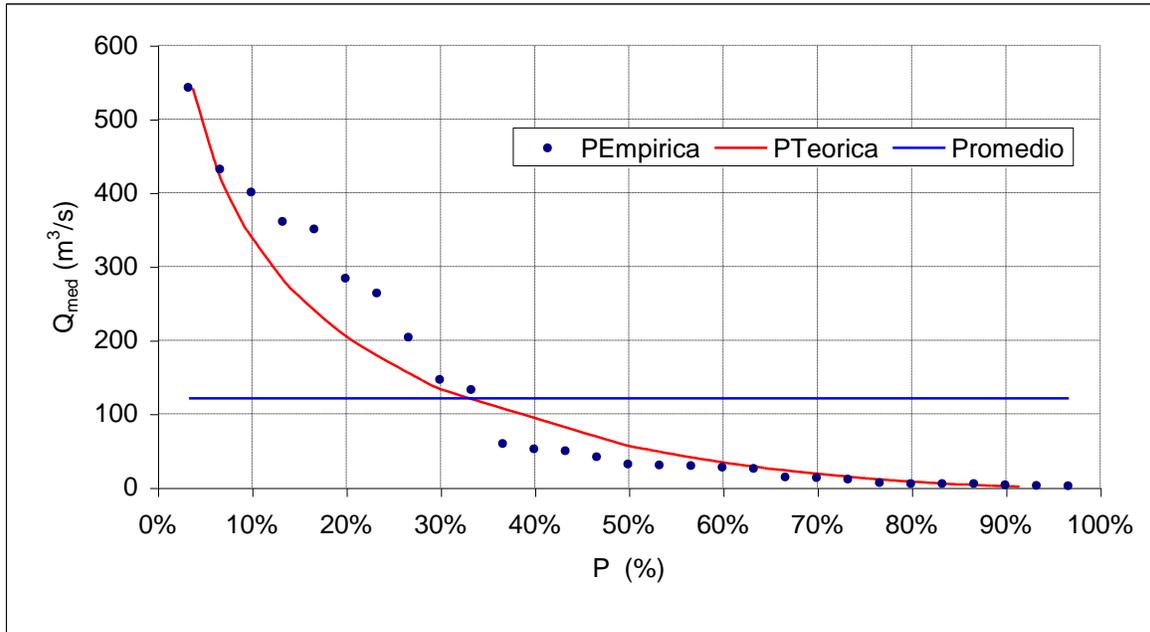
Como se ilustra en esta gráfica, el río teatinos presenta crecientes muy suaves lo cual muestra claramente su origen en una región climáticamente seca. Presenta un período con caudales medios que fluctúan alrededor de 1 m³/s, para finalmente lograr un caudal ecológico con valores inferiores a los 600 l/s y un período de estiaje de corta duración con valores inferiores a los 240 l/s. Es una corriente con pocas y moderadas crecientes que no representan riesgo ambiental, pero en cambio si representa un problema para el abastecimiento de sus comunidades debido al bajo caudal que ofrece y la fuerte presión que existe sobre sus aguas debido a la densidad de población situada en sus alrededores.



Gráfica XV-4. Curva de Duración de Caudales Medios. Estación. Jenesano - Puente Adriana

Q5%	89,87205
Q50%	23,79443
Q95%	1,538792

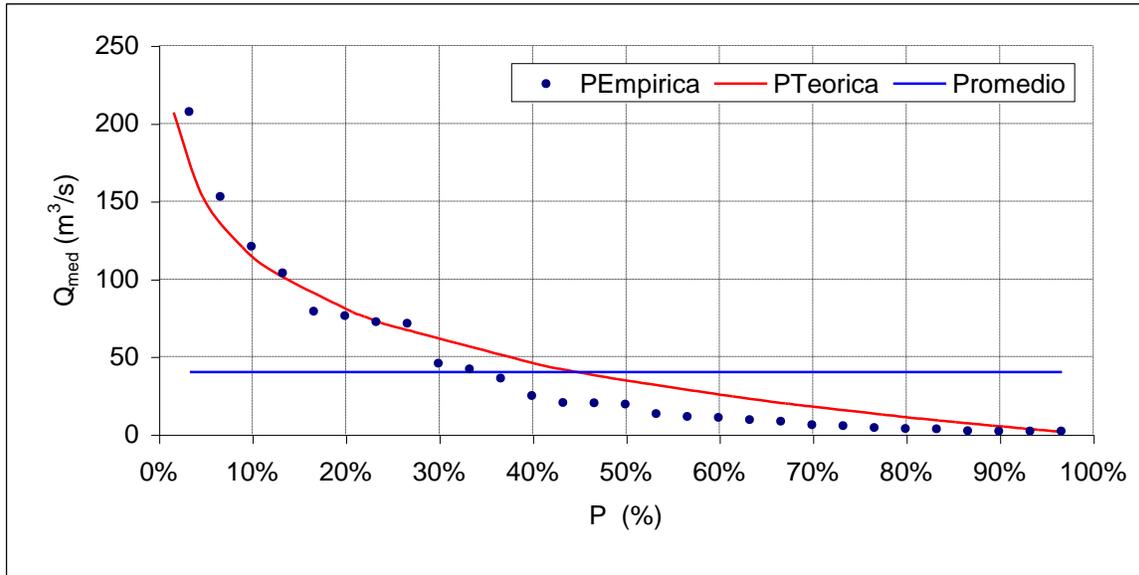
Como se ilustra en esta gráfica, el río Jenesano presenta crecientes de regular intensidad lo cual muestra claramente el aporte de súbitas crecientes procedentes del río Juyasía, corroborando las posibilidades de arrastre de material grueso presente en el cauce del Jenesano. Presenta un período con caudales medios que fluctúan alrededor de 8 m³/s, para finalmente lograr un período de estiaje de corta duración con valores de caudales inferiores a los 1520 l/s. Es una corriente con moderadas crecientes que pueden representar riesgo ambiental de inundación en la parte baja, si tenemos en consideración los periodos de retorno de 50 y 100 años en las curvas IDF de Ramiriquí.



Gráfica XV-5. Curva de Duración de Caudales Medios. Estación Garagoa - El Caracol

Q5%	480,1829
Q50%	56,86699
Q95%	0,491518

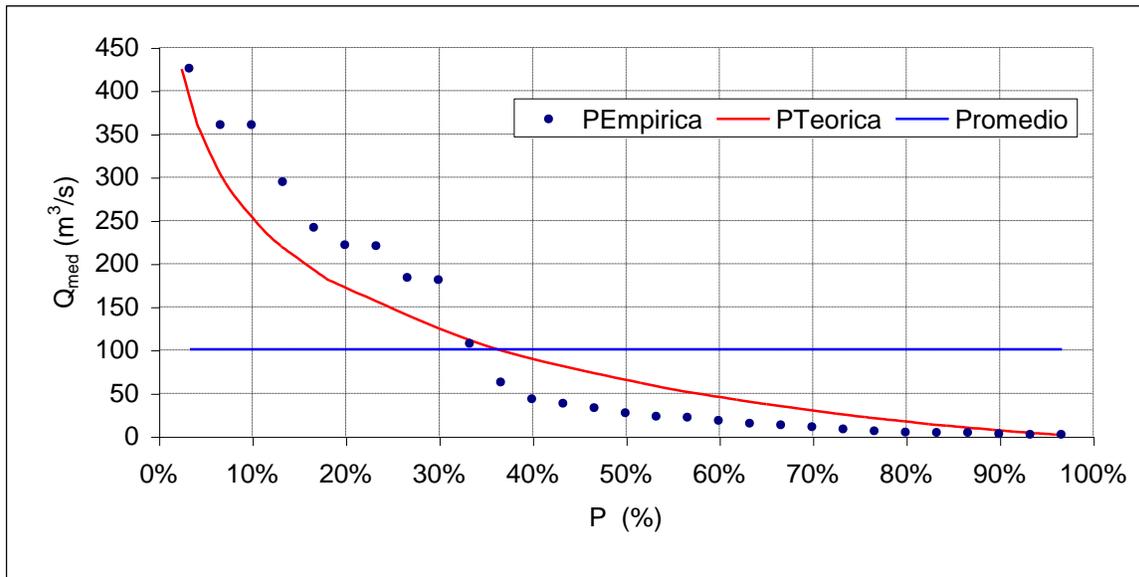
Como se ilustra en esta gráfica, el río Garagoa presenta crecientes fuertes lo cual muestra claramente su comportamiento como estructura colectora de gran cantidad de corrientes de diversos orígenes. Presenta un caudal ecológico con valores alrededor de 25 m^3/s y un período de estiaje de mediana duración con valores alrededor de 3 m^3/s , corroborando su comportamiento como estructura colectora. Es una corriente con crecientes que pueden representar riesgo ambiental, específicamente por la localización de infraestructura y asentamientos en sus riberas.



Gráfica XV-6. Curva de Duración de Caudales Medios. Estación Súnuba - Termales

Q5%	149,7864
Q50%	34,65735
Q95%	2,564666

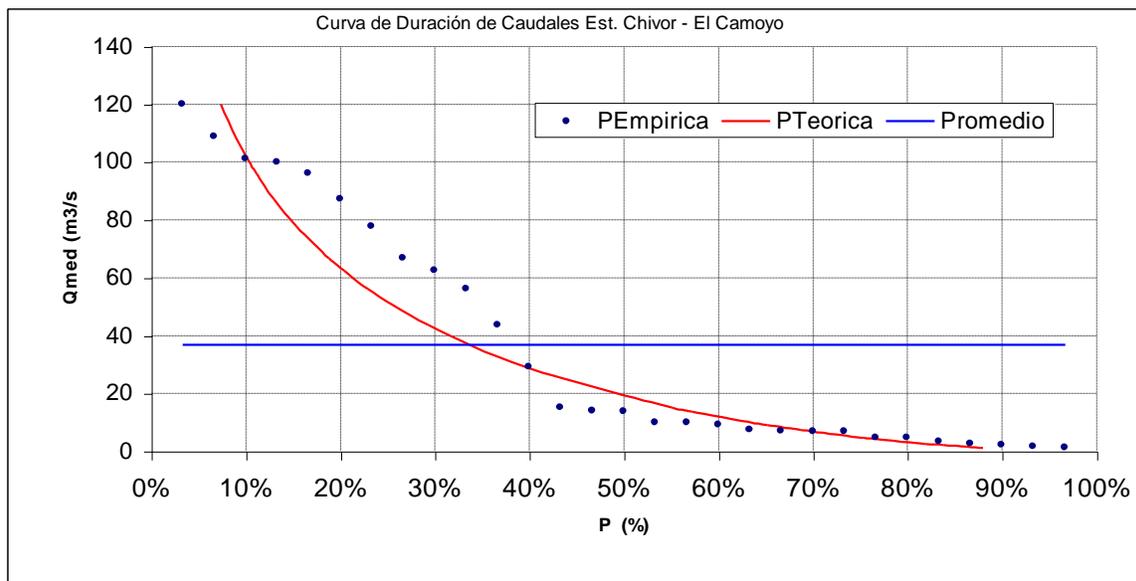
Como se ilustra en esta gráfica, el río Súnuba, en la estación Termales, presenta crecientes de mediana intensidad. La gráfica refleja que hasta este punto de la corriente hay aportes permanentes de agua. Presenta un caudal ecológico con valores alrededor de 18 m³/s y un período de estiaje de mediana duración con valores alrededor de 1,5 m³/s. Es una corriente con crecientes moderadas pero que representan riesgo ambiental bajo, específicamente por la localización de infraestructura y asentamientos en sus riberas.



Gráfica XV-7. Curva de Duración de Caudales Medios. Estación Súnuba - Puente Fierro

Q5%	337,3693
Q50%	65,1757
Q95%	2,846682

Como se ilustra en esta gráfica, el río Súnuba, en la estación Puente Fierro, presenta crecientes súbitas de gran intensidad. La gráfica refleja que en este punto de la corriente el río se comporta como colector de múltiples fuentes aportantes. Presenta un caudal ecológico con valores alrededor de 20 m³/s y un período de estiaje de mediana duración con valores alrededor de 3 m³/s. Su dinámica representa riesgo ambiental por inundación especialmente si el embalse está en su cota crítica superior.



Gráfica XV-8. Curva de Duración de Caudales. Estación Chivor – El Camoyo

Q5%	142,94
Q50%	18,97257
Q95%	0,244086

En la duración de caudales del río Chivor - estación El Camoyo, según lo mostrado en esta gráfica de súbitas crecientes con gran intensidad. Se refleja claramente el aporte permanente de agua por parte de las lluvias más el aporte de agua procedente del trasvase procedente de los ríos Rucio y Negro hacia la quebrada de los Trabajos y su posterior depósito en el río Chivor. Tiene caudal medio con valores alrededor de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ y un período de estiaje de corta duración con valores alrededor de $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Su dinámica representa riesgo ambiental de inundación por caída de árboles, derrumbes y su consecuente represamiento (mirar curvas IDF Chivor); también representa amenaza por inundación cuando el embalse se encuentra en su cota crítica superior ó cota máxima, formándose una ciénega en la desembocadura del río Chivor invadiendo predios aledaños y poniendo en riesgo de socavamiento los puentes de la carretera paralela al embalse.

Balance Hídrico

El balance hídrico es una herramienta que permite estimar las ganancias de agua por lluvia o riego y las pérdidas por evaporación, escorrentía, drenaje profundo y la variación del almacenamiento de aguas en el suelo. Conocer el balance hídrico de una área permite determinar, la disponibilidad del recurso hídrico y la magnitud a nivel macroclimático de los periodos con exceso o deficiencia de agua de una unidad de trabajo sometida a un estudio hidroclimático. Existen diversos métodos

para estimar estas variables de interés hidroclimático. Entre ellos se encuentra el método de Thornthwaite.

Los términos y conceptos involucrados en el balance hídrico se definen a continuación:

Almacenamiento de agua útil (A): existe cuando la precipitación $P > E_p$, quedando una reserva de humedad que se acumula mes a mes y no puede ser superior a la capacidad del campo.

Exceso (E): existe si la precipitación es mayor que la evapotranspiración potencial y hay un sobrante de agua, una vez completado el almacenamiento en el suelo. A la suma de los excesos producidos mes a mes durante todo el año se le denomina exceso anual E.

Deficiencia (D): cuando la precipitación es menor a la evapotranspiración potencial, se evapora y transpira toda el agua precipitada. La cantidad que hace falta para completar el total de E_p se toma del almacenamiento y si, aun así, no se completa el valor de E_p el faltante se considera como deficiencia.

Evapotranspiración real (Er): es la evapotranspiración que realmente, según el método, ocurre en función del agua disponible (P+A). Máximo puede ser igual a la potencial.

Relación de humedad (RH): esta dada por la siguiente expresión:

$$RH = \frac{P - E_p}{E_p}$$

Índice de humedad (Ih): está dado por la relación entre el exceso anual (Ex) y la evapotranspiración potencial anual, expresada en porcentaje:

$$Ih = \left(\frac{Ex}{E_p} \right) \times 100$$

Factor de humedad (Fh): en esta expresión se hace una consideración anual del comportamiento de los elementos climáticos, utilizando para ello el 100% índice de humedad y el 60% del índice de aridez.

$$Fh = Ih - \left(0,6 \cdot Ia \right) = \frac{100 \cdot E - 60D}{E_p}$$

Si $Fh \geq 0 \Rightarrow$ clima húmedo

Si $Fh < 0 \Rightarrow$ clima seco

Índice de eficiencia termal = Ep

Coefficiente de concentración estival: es una expresión en porcentaje de la suma de la evapotranspiración potencial (Ep_i) de los tres meses consecutivos con temperatura media mensual más alta:

$$CE = \left(\frac{Ep}{Ep_i} \right) \times 100$$

Tomando como base una temperatura de 23°C, sin producirse variaciones importantes durante el año en la zona ecuatorial, la evapotranspiración potencial anual (Ep) es de 1.14mm, índice utilizado para separar las regiones mesotermiales de las megatermales. Las regiones que siguen de la mesotermal son deducidas por medio de una progresión aritmética descendente, a partir del valor de 1.14mm.

Calculo del almacenaje de agua útil (A)

1. Se verifica si la precipitación es mayor o menor a la evapotranspiración potencial en el periodo considerado. Se busca el mes en el que la diferencia se hace máxima y se adopta $A=0$ ó $A=100$, según sea $P > Ep$ ó $P < Ep$, respectivamente. En el ejemplo: $P=986$, $Ep=656$, el mes en el que la diferencia es mayor es noviembre, al que se adjudica $A=100$.
2. Calcular el almacenaje de agua útil de los meses calendario siguientes. La suma del almacenaje del mes anterior mas la precipitación del mes en cuestión constituye el agua disponible y la diferencia entre esta y la evapotranspiración potencial nos determina el almacenaje:

$$\text{Agua disponible} = A_{i-1} + P_i$$

$$\text{Almacenaje} = (A_{i-1} + P_i) - Ep_i$$

3. Realizar una prueba preliminar al cálculo del balance hídrico, consistente en que el valor de A, correspondiente al mes fijado inicialmente, sea de 0 ó 100 como se supuso. En caso de no ser así, se parte del último valor calculado (en el ejemplo, octubre) y se realiza nuevamente toda la operación y así sucesivamente hasta que haya plena coincidencia.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

4. Si $A_i > 100$, entonces $A_i = 100$; el excedente de 100 es el exceso de agua de ese mes E_i ; la deficiencia de ese mes, obviamente, $D_i = 0$,
5. Si $100 > A_i$, el exceso y la deficiencia de ese mes son iguales a cero
6. Si $A_i < 0$, la deficiencia $\Rightarrow D_i = (P_i - E_p)$ si $P < E_p$
 $D_i = E_p - (P_i + A_{i-1})$, si $(P_i + A_i) < E_p$

Cálculo de la variación de almacenamiento de agua útil (ΔA): es igual a la diferencia entre el valor de almacenamiento de agua útil del mes considerado y el mes anterior.

Calculo de la evapotranspiración real

$$\text{Si } P > E_p \Rightarrow E_r = E_p$$

$$\text{Si } P < E_p \Rightarrow E_r = P + |\Delta A|$$

Comprobación del balance: para los valores anuales debe cumplirse la siguiente relación:

$$P + D = E_p + E$$

Calcular los índices necesarios según las formulas correspondientes.

Balances Hídricos por Unidades de Trabajo

Tabla XV-4. Balance hídrico UT Teatinos

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	13,1	13,2	13,3	12,9	12,7	12,2	12,5	13,3	13,6	13,7	13,3	13	13,1
I	4,30	4,35	4,40	4,20	4,10	3,86	4,00	4,40	4,55	4,60	4,40	4,25	51,4
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	54	55	55	53	52	49	51	55	57	57	55	53	646,0
Ep	56	51	57	54	55	50	54	58	58	59	55	55	662,0
P	22	33	50	80	120	123	120	100	80	80	75	35	918,0
A	46	28	21	47	100	100	100	100	100	100	100	80	922,0
ΔA	-34	-18	-7	26	53	0	0	0	0	0	0	-20	0,0
E	0	0	0	0	12	73	66	42	22	21	20	0	256,0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	56,0	55,3	61,4	58,2	59,1	53,9	58,0	62,4	62,5	63,6	59,4	59,2	709,1
RH	-0,6	-0,4	-0,1	0,5	1,2	1,5	1,2	0,7	0,4	0,4	0,4	-0,4	4,7

Según el balance hídrico efectuado para la cuenca del río teatino por el método de Thornthwaite con precipitación de 918 mm/año, contrario a lo que podría pensarse: esta subcuenca no presenta déficit de agua durante todo el año; debido que, durante los meses más secos el almacenamiento

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

es positivo gracias a las bajas tasas de evaporación y algunas precipitaciones. Podemos encontrar algunos meses con excesos de agua como el mes de mayo con 12 mm/mes y desde julio hasta noviembre con 66-20 mm/mes de exceso corroborando una marcada bimodalidad en su comportamiento hidroclicmático, un almacenamiento de 922 mm/año, donde potencialmente se evaporan 662 mm/año y evapotranspiran 709 mm/año, con una relación de humedad de 4,7; lo cual nos conduce a pensar que es una cuenca balanceada hídricamente durante el año con uno pequeños excesos de solo 183 mm/año, lo cual no representa amenaza alguna y por el contrario dice que se debe ejercer algún tipo de control sobre la presión hacia el agua durante los primeros meses cuando se tiene una variación de almacenamiento de agua útil negativa.

Tabla XV-5. Balance hídrico Ut Juyasia

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	13,2	13,3	13,4	13	12,8	12,3	12,6	13,4	13,7	13,8	13,4	13,1	13,2
I	4,35	4,40	4,45	4,25	4,15	3,91	4,05	4,45	4,60	4,65	4,45	4,30	52,0
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	54	55	55	53	52	49	51	55	57	57	55	54	647,0
Ep	56	51	57	54	55	50	54	58	58	59	55	56	663,0
P	27	46	60	120	164	170	194	139	107	94	73	42	1310,0
A	57	52	55	100	100	100	100	100	100	100	100	86	
ΔA	-29	-5	3	45	0	0	0	0	0	0	0	-14	0,0
E	0	0	0	21	109	120	140	81	49	35	18	0	433,0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	56,0	55,4	61,4	58,2	59,2	53,9	58,1	62,4	62,6	63,7	59,4	60,3	710,7
RH	-0,5	-0,1	0,1	1,2	2,0	2,4	2,6	1,4	0,8	0,6	0,3	-0,3	10,5

De acuerdo con el balance hídrico hecho para la unidad de trabajo del río Juyasia con precipitación anual de 1310 mm, tenemos que esta subcuenca presenta cero déficit de agua durante todo el año, en tanto que si muestra excesos desde el mes de abril hasta el mes de noviembre; presentando los mayores excesos durante los meses de junio y julio con 120 y 140 mm/mes respectivamente confirmando el régimen monomodal de la zona, un almacenamiento anual de 1050 mm, evaporación potencial de 663 mm/año y evapotranspiración de 710 mm/año y relación de humedad de 10,5; esta subcuenca presenta un balance favorable con variaciones negativas de acumulación solo para los meses de diciembre-febrero.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla XV-6. Balance hídrico Ut Tibaná

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	16,7	16,8	16,9	16,5	16,3	15,8	16,1	16,9	17,2	17,3	16,9	16,6	16,7
I	6,21	6,26	6,32	6,10	5,98	5,71	5,87	6,32	6,49	6,55	6,32	6,15	74,3
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	62	63	63	61	60	57	58	63	65	66	63	61	742,0
Ep	64	59	65	62	64	59	61	66	66	68	63	63	760,0
P	22	36	50	106	140	147	158	125	100	108	77	49	1118,0
A	44	21	6	50	100	100	100	100	100	100	100	86	907,0
ΔA	-42	-23	-15	44	50	0	0	0	0	0	0	-14	0,0
E	0	0	0	0	26	88	97	59	34	40	14	0	358,0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	64,0	65,3	71,3	68,1	70,0	64,7	66,9	72,3	72,5	74,5	69,3	69,2	828,1
RH	-0,7	-0,4	-0,2	0,7	1,2	1,5	1,6	0,9	0,5	0,6	0,2	-0,2	5,7

La unidad de trabajo del río Tibaná con precipitación de 1118 mm/año, no presenta déficit de almacenamiento de precipitación durante el año, mostrando excesos desde los meses de mayo hasta noviembre; logrando sus máximos en los meses de junio y julio de 88 y 97 mm/mes respectivamente, almacenamiento de 907 mm/año, evaporación potencial de 760 mm/año y evapotranspiración de 828 mm/año, relación de humedad de 5,7. Dentro del balance anual esta cuenca se muestra como balanceada, sin embargo para los meses de diciembre a marzo muestra una variabilidad de almacenamiento desfavorable aproximándose a lograr déficits de agua para los meses de marzo, lo cual nos conlleva a pensar la necesidad de prestarle atención a los usos y presión sobre el agua en esta zona durante los meses de enero-marzo.

Tabla XV-7. Balance hídrico Ut Albarracín

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	13,3	13,4	13,5	13,1	12,9	12,4	12,7	13,5	13,8	13,9	13,5	13,2	13,3
I	4,40	4,45	4,50	4,30	4,20	3,96	4,10	4,50	4,65	4,70	4,50	4,35	52,6
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	54	55	55	53	52	50	51	55	57	58	55	54	649,0
Ep	56	51	57	54	55	52	54	58	58	60	55	56	666,0
P	20	39	50	82	120	120	120	100	80	90	70	43	934,0
A	51	39	32	60	100	100	100	100	100	100	100	87	
ΔA	-36	-12	-7	28	40	0	0	0	0	0	0	-13	0,0
E	0	0	0	0	25	68	66	42	22	30	15	0	268,0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	56,0	55,4	61,5	58,3	59,2	56,0	58,1	62,5	62,7	64,7	59,5	60,3	714,2
RH	-0,6	-0,2	-0,1	0,5	1,2	1,3	1,2	0,7	0,4	0,5	0,3	-0,2	4,9

La unidad de trabajo río Albarracín con precipitación de 934 mm/año, aunque no parezca; presenta cero déficit de almacenamiento de precipitación durante todo el año, mostrando bajos excesos

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

desde los meses de mayo hasta noviembre; logrando sus máximos en los meses de junio y julio de 68 y 66 mm/mes respectivamente, evaporación potencial de 666 mm/año y evapotranspiración de 714 mm/año, relación de humedad de 4,9. Haciendo balance hídrico anual esta cuenca aparentemente se muestra como balanceada, sin embargo para los meses de diciembre a marzo muestra una variabilidad de almacenamiento ampliamente desfavorable, adicionalmente la diferencia entre el acumulado de la precipitación y el acumulado de la evapotranspiración no es muy amplia, lo cual nos conduce a plantear la necesidad del empleo de otras metodologías para la realización del balance en esta zona, aunque también es necesario pensar, en la necesidad de prestarle atención a los usos y demandas sobre el agua en esta región durante los meses de sequía.

Tabla XV-8. Balance hídrico Ut Turmequé

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	14,5	14,6	14,7	14,3	14,1	13,6	13,9	14,7	15	15,1	14,7	14,4	14,5
i	5,01	5,07	5,12	4,91	4,80	4,55	4,70	5,12	5,28	5,33	5,12	4,96	60,0
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	57	57	58	56	55	52	53	58	60	60	58	56	680,0
Ep	59	53	60	57	58	54	56	61	61	62	58	58	697,0
P	30	29	50	85	120	120	120	100	80	90	77	41	942,0
A	54	30	20	48	100	100	100	100	100	100	100	83	935,0
ΔA	-29	-24	-10	28	52	0	0	0	0	0	0	-17	0,0
E	0	0	0	0	10	66	64	39	19	28	19	0	245,0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	59,0	58,1	65,1	61,9	62,8	58,5	60,7	66,1	66,3	67,3	63,1	63,0	751,9
RH	-0,5	-0,5	-0,2	0,5	1,1	1,2	1,1	0,6	0,3	0,5	0,3	-0,3	4,3

La unidad de trabajo río Turmequé con precipitación de 942 mm/año, no presenta déficit de almacenamiento de precipitación durante todo el año, mostrando excesos poco significativos desde los meses de mayo hasta noviembre; logrando sus máximos en los meses de junio y julio de 66 y 64 mm/mes respectivamente, evaporación potencial de 697 mm/año y evapotranspiración de 751 mm/año, relación de humedad de 4,3. Para esta subcuenca el balance hídrico anual es normal, sin embargo para los meses de diciembre a marzo muestra una variabilidad de almacenamiento desfavorable, adicionalmente la diferencia entre el acumulado de la precipitación y el acumulado de la evapotranspiración no es muy amplia; lo cual impide que hallan unos considerables excesos que se puedan aprovechar en forma de escorrentía, todo lo anterior sugiere la necesidad de hacer un minucioso estudio y análisis de la situación de esta cuenca, para efectos de manejo y regulación del agua por lo menos durante los meses de sequía.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla XV-9. Balance hídrico Ut Bosque

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	15,2	15,3	15,4	15	14,8	14,3	14,6	15,4	15,7	15,8	15,4	15,1	15,2
i	5,38	5,44	5,49	5,28	5,17	4,91	5,07	5,49	5,65	5,71	5,49	5,33	64,4
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	58	59	59	57	56	53	55	59	61	62	59	58	696,0
Ep	60	55	61	58	59	55	58	62	62	64	59	60	713,0
P	16,8	28,3	50	100	134	142,1	161,1	139,5	96	92	73	65,4	1098,2
A	56,8	30,1	19,1	61,1	100	100	100	100	100	100	100	100	967,1
ΔA	-43,2	-26,7	-11	42	38,9	0	0	0	0	0	0	0	0,0
E	0	0	0	0	36,1	87,1	103,1	77,5	34	28	14	5,4	385,2
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	60,0	60,4	66,5	63,3	64,2	59,9	63,1	67,5	67,7	69,7	64,5	65,3	772,0
RH	-0,7	-0,5	-0,2	0,7	1,3	1,6	1,8	1,3	0,5	0,4	0,2	0,1	6,5

Unidad de trabajo río Bosque: con precipitación de 1098,2 mm/año, no presenta déficit de almacenamiento de precipitación durante todo el año, mostrando pocos excesos desde los meses de mayo hasta diciembre logrando sus máximos en los meses de junio y julio de 87,1 y 103,1 mm/mes respectivamente, evaporación potencial de 713 mm/año y evapotranspiración de 772 mm/año, relación de humedad de 6,5. Para esta subcuenca el balance hídrico anual es normal, sin embargo para los tres primeros meses del año presenta una variabilidad de almacenamiento altamente desfavorable, lo cual indica que durante los meses de febrero y marzo la oferta de agua tanto superficial como subterránea; se reducen considerablemente. Por lo cual se hace necesario la construcción de sistemas de almacenamiento de agua, aprovechando los superávits presentes en otros meses.

Tabla XV-10. Balance hídrico Ut Fusavita

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	15,9	16	16,1	15,7	15,5	15	15,3	16,1	16,4	16,5	16,1	15,8	15,9
i	5,76	5,82	5,87	5,65	5,55	5,28	5,44	5,87	6,04	6,10	5,87	5,71	69,0
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	60	61	61	59	58	55	56	61	63	64	61	59	718,0
Ep	62	57	63	60	61	57	59	64	64	66	61	61	735,0
P	24,6	39,8	69,5	144,4	209	245	260	200	160	155	118	45,2	1670,5
A	46,8	29,6	36,1	100	100	100	100	100	100	100	100	84,2	996,7
ΔA	-37,4	-17,2	6,5	63,9	0	0	0	0	0	0	0	-15,8	0,0
E	0	0	0	20,5	148	188	201	136	96	89	57	0	935,5
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	62,0	62,8	68,9	65,7	66,5	62,3	64,4	69,9	70,0	72,1	66,9	66,7	798,2
RH	-0,6	-0,3	0,1	1,4	2,4	3,3	3,4	2,1	1,5	1,3	0,9	-0,3	15,4

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Unidad de trabajo río Fusavita: con precipitación de 1670,5 mm/año, no presenta déficit de almacenamiento de precipitación durante todo el año, mostrando considerables excesos desde los meses de abril hasta noviembre, logrando sus máximos excesos en los meses de junio y julio de 188 y 201 mm/mes respectivamente, evaporación potencial de 735 mm/año y evapotranspiración de 798,2 mm/año, relación de humedad de 15,4. Para esta subcuenca el balance hídrico anual es favorable, solo los dos primeros meses del año presentan una variabilidad de almacenamiento desfavorables, lo cual indica que la oferta de agua tanto superficial como subterránea en esta cuenca durante las épocas de sequías son satisfactorios y medianamente abundantes durante el resto de año.

Tabla XV-11. Balance hídrico Ut Guaya

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	18,4	18,5	18,6	18,2	18	17,5	17,8	18,6	18,9	19	18,6	18,3	18,4
i	7,19	7,25	7,31	7,07	6,95	6,66	6,84	7,31	7,49	7,55	7,31	7,13	86,1
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	67	68	69	66	65	61	63	69	71	72	69	67	807,0
Ep	69	63	71	67	69	63	66	72	72	74	69	69	824,0
P	20	30	55	110	165	180	190	160	110	98	75	40	1233,0
A	22	-11	-27	16	100	100	100	100	100	100	100	71	771,0
ΔA	-49	-33	-16	43	84	0	0	0	0	0	0	-29	0,0
E	0	0	0	0	12	117	124	88	38	24	6	0	409,0
D	0	-33	-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-49,0
Er	69,0	70,2	78,3	74,1	76,0	69,7	72,8	79,3	79,5	81,5	76,3	76,1	902,9
RH	-0,7	-0,5	-0,2	0,6	1,4	1,9	1,9	1,2	0,5	0,3	0,1	-0,4	6,1

La subcuenca del río Guaya es la cuenca con mayor variabilidad intra-anual hidroclimática, con precipitación de 1233 mm/año; presenta déficit de almacenamiento de agua durante los meses de febrero y marzo con valores de -33 y -13 mm/mes respectivamente, la variabilidad de almacenamiento negativa en esta zona aparece durante el mes de diciembre hasta el mes de marzo, mostrando satisfactorios excesos desde los meses de mayo hasta noviembre, logrando sus máximos excesos en los meses de junio y julio de 117 y 124 mm/mes respectivamente, evaporación potencial de 824 mm/año y evapotranspiración de 902 mm/año, relación de humedad de 6,1. Para esta subcuenca el balance hídrico anual es normal (balanceado ó neutro), todo lo anterior conduce a pensar que la oferta de agua tanto superficial como subterránea en esta cuenca escasean durante las épocas de sequías al menos en las partes más altas, ya que según los análisis hidrogeológicos esta zona presenta alta porosidad, donde el agua percolada en la parte alta podría abastecer las necesidades de sus habitantes durante los primeros meses de sequía. Aunque si miramos las curvas IDF de Sutatenza que se sitúa en la cuenca vecina, esa alta porosidad en la cuenca del río Guaya asociado con los tiempos de concentración y forma de esta

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

cuenca podría facilitar en el largo plazo la aparición de eventos extremos catastróficos, por lo cual es necesario estudiar esta cuenca minuciosamente con el ánimo de evitar desastres naturales hacia el futuro.

Tabla XV-12. Balance hídrico Ut Garagoa

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	19,1	19,2	19,3	18,9	18,7	18,2	18,5	19,3	19,6	19,7	19,3	19,1	19,1
I	7,61	7,67	7,73	7,49	7,37	7,07	7,25	7,73	7,91	7,97	7,73	7,55	91,1
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	70	71	71	69	67	64	66	71	74	74	71	69	837,0
Ep	72	66	73	70	71	66	69	75	75	76	71	71	855,0
P	22	40	68	145	210	230	270	210	145	130	102	43	1615,0
A	22	-4	-9	66	100	100	100	100	100	100	100	72	847,0
ΔA	-50	-26	-5	75	34	0	0	0	0	0	0	-28	0,0
E	0	0	0	0	105	164	201	135	70	54	31	0	760,0
D	0	-26	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31,0
Er	72,0	73,7	80,7	77,5	78,4	73,1	76,2	82,7	82,9	84,0	78,7	78,5	938,5
RH	-0,7	-0,4	-0,1	1,1	2,0	2,5	2,9	1,8	0,9	0,7	0,4	-0,4	10,8

Unidad de trabajo río Garagoa: con precipitación de 1615,2 mm/año, presenta déficit de almacenamiento durante los meses de febrero y marzo con -26 y -5 mm/mes, mostrando considerables excesos desde los meses de mayo hasta noviembre, logrando sus máximos excesos en los meses de junio y julio de 164 y 201 mm/mes respectivamente, logrando un almacenamiento acumulado de 847 mm/año, evaporación potencial de 855 mm/año y evapotranspiración de 938 mm/año, relación de humedad de 10,8. Para esta subcuenca el balance hídrico anual es favorable, sin embargo desde diciembre hasta marzo muestra variabilidad de almacenamiento desfavorable, que sumado a los déficit; hacen de febrero y marzo unos meses rigurosos para el manejo, regulación y concesión de aguas en esta región de regular densidad de población; obviamente teniendo en cuenta las demandas del embalse y su sostenibilidad.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla XV-13. Balance hídrico Ut Tocola

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	14,2	14,3	14,4	14	13,8	13,3	13,6	14,4	14,7	14,8	14,4	14,1	14,2
i	4,86	4,91	4,96	4,75	4,65	4,40	4,55	4,96	5,12	5,17	4,96	4,80	58,1
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	56	57	57	55	54	51	53	57	59	59	57	56	671,0
Ep	58	53	59	56	57	53	56	60	60	61	57	58	688,0
P	20	28	48,6	90	137,4	131,1	140	120	82	80	60	46	983,1
A	50	25	14,6	48,6	100	100	100	100	100	100	100	88	926,2
ΔA	-38	-25	-10,4	34	51,4	0	0	0	0	0	0	-12	0,0
E	0	0	0	0	29	78,1	84	60	22	19	3	0	295,1
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	58,0	57,9	64,0	60,8	61,7	57,4	60,5	65,0	65,1	66,2	62,0	62,8	741,2
RH	-0,7	-0,5	-0,2	0,6	1,4	1,5	1,5	1,0	0,4	0,3	0,1	-0,2	5,2

La unidad de trabajo Quebrada Tocola con precipitación de 983 mm/año, no presenta déficit de almacenamiento de precipitación durante todo el año, mostrando moderados excesos desde los meses de mayo hasta noviembre; logrando sus máximos en los meses de junio y julio de 78,1 y 84 mm/mes respectivamente, evaporación potencial de 688 mm/año y evapotranspiración de 741,2 mm/año, relación de humedad de 5,2. Para esta subcuenca el balance hídrico anual se encuentra en equilibrio, aunque los meses de diciembre a marzo muestra una variabilidad de almacenamiento desfavorable, adicionalmente la diferencia entre el acumulado de la precipitación y el acumulado de la evapotranspiración no es muy amplia; lo cual impide que hallan unos considerables excesos que se puedan aprovechar en forma de escorrentía durante los meses de sequía, esto indica la necesidad de hacer un estudio más detallado de la cuenca para un eficiente manejo y regulación de las aguas.

Tabla XV-14. Balance hídrico Ut Machetá

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	17,2	17,3	17,4	17	16,8	16,3	16,6	17,4	17,7	17,8	17,4	17,1	17,2
i	6,49	6,55	6,61	6,38	6,26	5,98	6,15	6,61	6,78	6,84	6,61	6,43	77,7
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	63	64	65	62	61	58	60	65	67	67	65	63	760,0
Ep	65	60	67	63	65	60	63	68	68	69	65	65	778,0
P	22,2	30	49	91	116,5	117,4	131,4	107,2	80,8	80	60,7	27,3	1051,4
A Disp	15,2	-14,8	-32,8	-4,8	46,7	104,1	168,4	139,2	112,8	111	95,7	58	798,7
A	15,2	-14,8	-32,8	-4,8	46,7	100	100	100	100	100	95,7	58	663,2
ΔA	-42,8	-30	-18	28	51,5	53,3	0	0	0	0	-4,3	-37,7	0,0
E	0	0	0	0	0	4,1	68,4	39,2	12,8	11	0	0	135,5
D	0	-30	-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-48,0
Er	65,0	66,5	73,6	69,4	71,3	66,0	69,2	74,6	74,8	75,8	71,6	71,4	849,2
RH	-0,7	-0,5	-0,3	0,4	0,8	1,0	1,1	0,6	0,2	0,2	-0,1	-0,6	2,1

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Unidad de trabajo río Machtetá: con precipitación de 1051,4 mm/año, presenta déficit de almacenamiento durante los meses de febrero y marzo con -30 y -18 mm/mes, mostrando leves excesos desde los meses de junio hasta octubre, obteniendo sus máximos en los meses de julio y agosto de 68,4 y 39,2 mm/mes respectivamente, logrando un almacenamiento acumulado de 663,2 mm/año, evaporación potencial de 778 mm/año y evapotranspiración de 849 mm/año, relación de humedad de 2,1. Para esta subcuenca el balance hídrico anual es más ó menos equilibrado, sin embargo desde noviembre hasta marzo muestra variabilidad de almacenamiento desfavorable, que sumado a los déficit en febrero y marzo producen escasez de agua dentro de la región.

Tabla XV-15. Balance hídrico Ut Guatafur

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	14,9	15	15,1	14,7	14,5	14	14,3	15,1	15,4	15,5	15,1	14,8	14,9
i	5,22	5,28	5,33	5,12	5,01	4,75	4,91	5,33	5,49	5,55	5,33	5,17	62,5
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	58	58	59	56	55	53	54	59	60	61	59	57	689,0
Ep	60	54	61	57	58	55	57	62	61	63	59	59	706,0
P	32	45	60	95	135	160	170	145	120	98	78	50	1395,0
A Disp	63	54	53	91	168	205	213	183	159	135	119	91	1534,0
A	63	54	53	91	100	100	100	100	100	100	100	91	1052,0
ΔA	-28	-9	-1	38	9	0	0	0	0	0	0	-9	0,0
E	0	0	0	0	68	105	113	83	59	35	19	0	482,0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	60,0	59,3	66,3	62,1	63,0	59,8	61,9	67,3	66,5	68,5	64,3	64,2	763,3
RH	-0,5	-0,2	0,0	0,7	1,3	1,9	2,0	1,3	1,0	0,6	0,3	-0,2	8,3

Unidad de trabajo río Guatafur: con precipitación de 1395 mm/año, presenta cero déficit de almacenamiento durante todo el año, mostrando excesos desde los meses de mayo hasta noviembre, obteniendo sus máximos en los meses de junio y julio de 105 y 113 mm/mes respectivamente, logrando un almacenamiento acumulado de 1052 mm/año, evaporación potencial de 706 mm/año y evapotranspiración de 763,3 mm/año, relación de humedad de 8,3. Para esta subcuenca el balance hídrico es favorable (positivo), desde diciembre hasta marzo muestra variabilidad de almacenamiento levemente desfavorable, lo que garantiza un superávit de agua para el abastecimiento de la población; cual desmejora considerablemente durante las épocas secas.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla XV-16. Balance hídrico Ut Aguacia

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	17,1	17,2	17,3	16,9	16,7	16,2	16,5	17,3	17,6	17,7	17,3	17	17,1
i	6,43	6,49	6,55	6,32	6,21	5,93	6,10	6,55	6,72	6,78	6,55	6,38	77,0
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,03	1,03	
Et	63	64	64	62	61	58	59	64	66	67	64	63	755,0
Ep	65	60	66	63	65	60	62	67	67	69	66	65	775,0
P	32	54	95	132	198	228	226	185	156	98	87	48	1539,0
Almacenaje	50	44	73	100	100	100	100	100	100	100	100	83	1050,0
ΔA	-33	-6	29	27	0	0	0	0	0	0	0	-17	0,0
E	0	0	0	42	133	168	164	118	89	29	21	0	764,0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	65,0	66,5	72,5	69,3	71,2	65,9	68,1	73,5	73,7	75,8	72,5	71,4	845,6
RH	-0,5	-0,1	0,4	1,1	2,0	2,8	2,6	1,8	1,3	0,4	0,3	-0,3	12,0

Unidad de trabajo río Aguacia: con precipitación de 1539 mm/año, presenta cero déficit de almacenamiento durante todo el año, mostrando excesos desde los meses de abril hasta noviembre, obteniendo sus máximos en los meses de junio y julio de 168 y 164 mm/mes respectivamente, logrando un almacenamiento acumulado de 1050 mm/año, evaporación potencial de 775 mm/año y evapotranspiración de 845,6 mm/año, relación de humedad de 12,0. Para esta subcuenca el balance hídrico es favorable (positivo), para los meses de diciembre - febrero muestra variabilidad de almacenamiento desfavorable, aún así esta unidad tiene un superávit de agua para el abastecimiento de la población el cual se reduce durante las épocas de sequía.

Tabla XV-17. Balance hídrico Ut Súnuba

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	18,8	18,9	19	18,6	18,4	17,9	18,2	19	19,3	19,4	19	18,7	18,8
i	7,43	7,49	7,55	7,31	7,19	6,90	7,07	7,55	7,73	7,79	7,55	7,37	88,9
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	69	70	70	67	66	63	65	70	72	73	70	68	823,0
Ep	71	65	72	68	70	65	68	74	73	75	70	70	841,0
P	32	49	83	138	205	231	238	194	165	138	106	48	1627,0
A	39	23	34	100	100	100	100	100	100	100	100	78	974,0
ΔA	-39	-16	11	66	0	0	0	0	0	0	0	-22	0,0
E	0	0	0	4	135	166	170	120	92	63	36	0	786,0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	71,0	72,5	79,5	75,3	77,2	71,9	75,1	81,5	80,7	82,8	77,5	77,4	922,5
RH	-0,5	-0,2	0,2	1,0	1,9	2,6	2,5	1,6	1,3	0,8	0,5	-0,3	11,3

Unidad de trabajo río Súnuba: con precipitación de 1627 mm/año, presenta cero déficit de almacenamiento durante todo el año, mostrando excesos desde los meses de abril hasta noviembre, obteniendo sus máximos en los meses de junio y julio de 166 y 170 mm/mes

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

respectivamente, logrando un almacenamiento acumulado de 974 mm/año, evaporación potencial de 841 mm/año y evapotranspiración de 922,5 mm/año, relación de humedad de 11,3. Para esta unidad de trabajo el balance hídrico es favorable (positivo), presenta variabilidad de almacenamiento negativa para los meses de diciembre a febrero, en términos generales esta unidad posee agua superficial y subterránea (explotable durante los meses secos) para el abastecimiento de la población y demás actividades pecuarias.

Tabla XV-18. Balance hídrico Ut Bata Embalse

Parámetros	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	22,3	22,4	22,5	22,1	21,9	21,4	21,7	22,5	22,8	22,9	22,5	22,2	22,3
i	9,62	9,68	9,75	9,49	9,36	9,04	9,23	9,75	9,95	10,01	9,75	9,55	115,2
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	87	88	89	85	83	78	81	89	92	93	89	86	1040,0
Ep	90	82	92	87	88	80	85	93	93	96	89	89	1064,0
P	28	60	90	215	300	360	380	280	200	160	100	60	2233,0
A	9	-13	-15	100	100	100	100	100	100	100	100	71	852,0
ΔA	-62	-22	-2	115	0	0	0	0	0	0	0	-29	0,0
E	0	0	0	13	212	280	295	187	107	64	11	0	1169,0
D	0	-22	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24,0
Er	90,0	91,7	101,7	96,5	97,4	89,0	94,2	102,7	102,9	106,0	98,7	98,6	1169,6
RH	-0,7	-0,3	0,0	1,5	2,4	3,5	3,5	2,0	1,2	0,7	0,1	-0,3	13,5

La unidad de trabajo río Batá Embalse: con precipitación de 2233 mm/año, presenta déficit de almacenamiento durante los meses de febrero y marzo, mostrando excesos desde los meses de abril hasta noviembre, obteniendo sus máximos en los meses de junio y julio de 280 y 295 mm/mes respectivamente, logrando un almacenamiento acumulado de 852 mm/año, evaporación potencial de 1064 mm/año y evapotranspiración de 1169,6 mm/año, relación de humedad de 13,5. Para esta unidad de trabajo el balance hídrico es favorable (positivo), para los meses de diciembre-marzo muestra variabilidad de almacenamiento desfavorable; lo cual es consecuente con la elevada evapotranspiración arrojada según los cálculos. Sin embargo los excesos anuales son tan altos, que garantizan un superávit de agua superficial y subterránea gracias a la alta porosidad de sus suelos para el abastecimiento de la población y demás actividades pecuarias; e inclusive durante los meses más secos.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla XV-19. Balance hídrico Ut Bata

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES
T	22,5	22,6	22,7	22,3	22,1	21,6	21,9	22,7	23	23,1	22,7	22,4	22,5
i	9,75	9,81	9,88	9,62	9,49	9,16	9,36	9,88	10,08	10,15	9,88	9,68	116,7
F	1,03	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,05	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	
Et	88	89	90	86	84	79	82	90	94	95	90	87	1054,0
Ep	91	83	93	88	89	81	86	95	95	98	90	90	1079,0
P	52	75	165	360	520	570	540	440	340	360	270	135	2133,0
A Disp	61	53	125	372	531	100	554	445	345	362	280	145	3373,0
A	61	53	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
ΔA	-39	-8	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
E	0	0	25	272	431	0	454	345	245	262	180	45	2259,0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Er	91,0	92,8	102,9	97,6	98,5	90,2	95,4	104,9	105,1	108,1	99,9	99,7	1186,0
RH	-0,4	-0,1	0,8	3,1	4,8	6,0	5,3	3,6	2,6	2,7	2,0	0,5	30,9

Tramo final ó unidad de trabajo río Batá: con precipitación de 3827 mm/año, no presenta déficit de almacenamiento durante todo el año, mostrando excesos desde los meses de marzo hasta diciembre; obteniendo sus máximos en los meses de junio y julio de 489 y 454 mm/mes respectivamente, logrando un almacenamiento acumulado de 1114 mm/año, evaporación potencial de 1079 mm/año y evapotranspiración de 1186 mm/año, relación de humedad de 30,9. Para esta unidad de trabajo el balance hídrico es muy favorable (positivo), solo los meses de enero y febrero muestran una leve variabilidad de almacenamiento negativa. Los excesos anuales son tan altos, que garantizan un superávit de agua superficial y subterránea incluso durante los meses de sequía para el abastecimiento de la población y demás actividades productivas.

Curvas de Intensidad Duración y Frecuencia

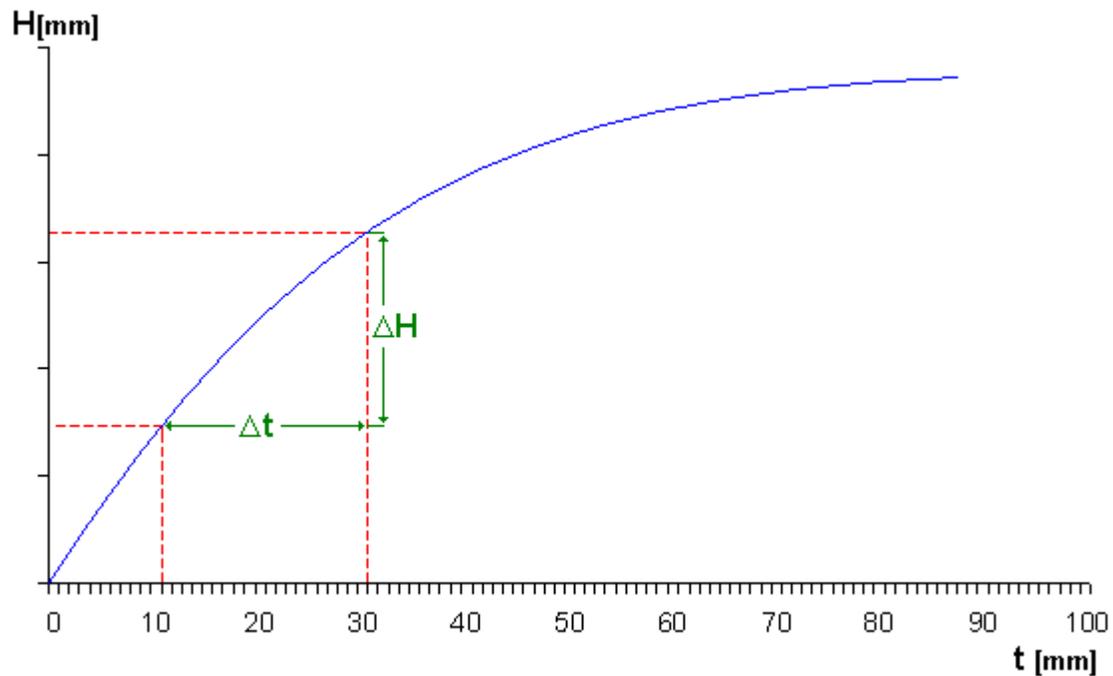
El fundamento para la construcción de las curvas de intensidad duración y frecuencia, son las cintas de los pluviógrafos, en ella se consignan los incrementos de los niveles de precipitación en el tiempo. Del procesamiento de esas gráficas resulta la cantidad de precipitación, las horas en la cual se produjeron y la variación de la intensidad de la precipitación durante la lluvia.

Las cintas de los pluviógrafos pueden ser procesadas para cualquier punto característico (quiebre) de cambio de intensidad durante la caída de la lluvia y para diferentes intervalos de tiempo, intervalos desde 5, 10, 15 minutos hasta 1, 3, 6 horas. Toda la cinta se fracciona en partes independientes, conservando cada una en su recorrido el mismo ángulo desde el inicio del punto de captura de la información. El siguiente proceso se reduce a la determinación de la duración en intervalos de tiempo entre determinados puntos Δt , donde se determina el nivel de precipitación ΔH ; caída durante ese intervalo y el cálculo de la intensidad "I" es igual a: $I = \Delta H / \Delta t$. Si la lluvia se

produce discontinuamente, después de una hora de interrupción el siguiente punto de quiebre se puede considerar como otra lluvia (algunos autores consideran que después de 30 min).

A continuación describimos los pasos a seguir para la construcción de las curvas IDF:

1. Elaboración de curva de precipitación acumulada contra tiempo



2. Construcción de tablas de duración de precipitaciones

FECHA	DURACIÓN [min]											
	5	10	30	60	90	120	180	240	300	360	420	
Xxxxx	P ₅₁	P ₁₀₁	P ₃₀₁	...								P ₄₂₀₁
.	P ₅₂	P ₁₀₂	P ₃₀₂									P ₄₂₀₂
.
.
	P _{5n}	P _{10n}	P _{30n}									P _{420n}

3. Elaboración de tablas para la construcción de gráficos frecuencias de duración probabilística (Funciones de Distribución Probabilística).

Ordenamos la tercera columna de mayor a menor con el ánimo de encontrar las probabilidades de excedencia dentro de las curvas de distribución probabilística.

Nord	l 5,10,...min	Ordenar de mayor a menor ↑	i/(n+1)	Ajuste a una FDP par. curva teórica
1	l_1	l_n		
2	l_2	.		
3	l_3	.		
.	.	l_{n-1}		
.	.	.		
.	.	.		
n	l_n	.		

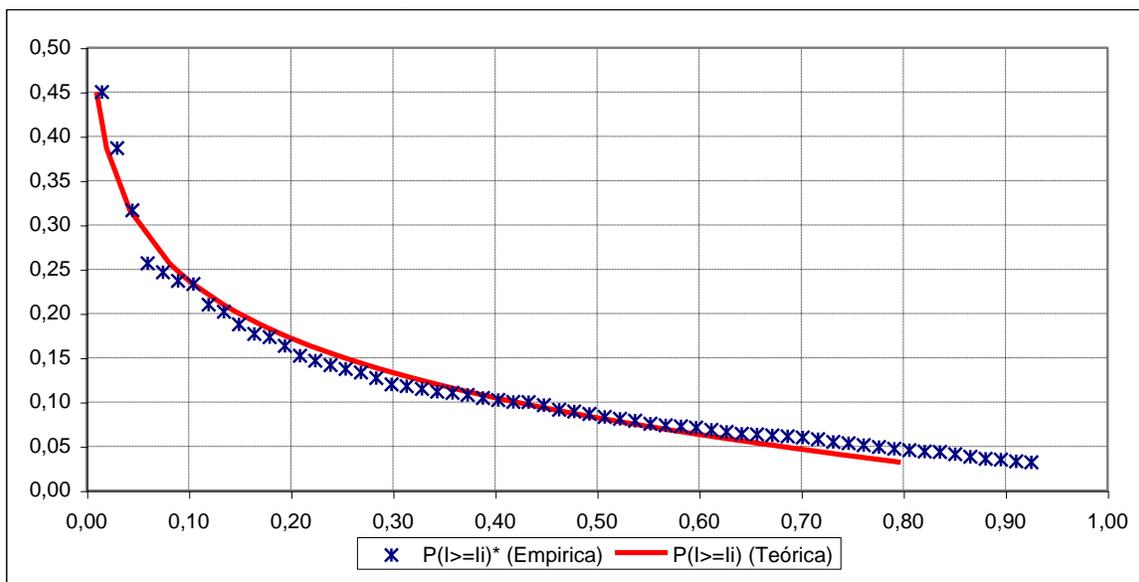
i = número de orden (primera columna)

n = número de casos. Para evitar el sesgo se introduce la corrección n+1.

Se construyen las curvas de función de distribución probabilística (FDP) empírica y función de distribución probabilística (FDP) teórica, lanzando la hipótesis nula h_0 de que ambas curvas son coincidentes, las cuales deben presentar un margen de error (\square) inferior al 15%.

4. Ajuste de la Curva Teórica

Kolmogorov χ^2 ω^2
 Rechazada Aceptada Aceptada



Para ajustar las curvas de Función de Distribución Probabilística (FDP) teóricas respecto a las empíricas, empleamos como ayuda a la media y la desviación estándar de las respectivas series. Partiendo de la hipótesis nula aceptamos ó rechazamos, si las curvas FDP teóricas se ajustan a las empíricas empleando los criterios de Kolmogorov, Pearson (χ^2) y Smirnov (ω^2); para que las curvas

teóricas superen las pruebas de consistencia; deben ser aceptadas como mínimo por dos de los tres criterios mencionados.

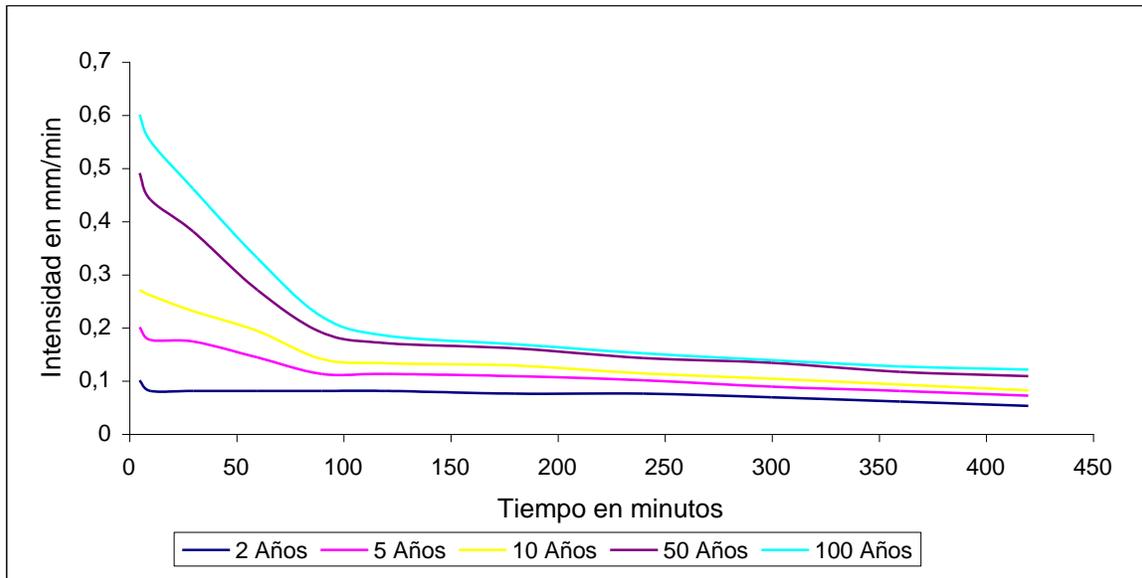
5. Construcción de curvas de Intensidad Duración y Frecuencia (IDF)

En primera instancia determinamos los periodos ó tiempos de retorno (T_r) en años probabilísticamente a partir de las probabilidades de excedencias (P_{exc}):

$$T_r = \frac{1}{P_{exc}}$$

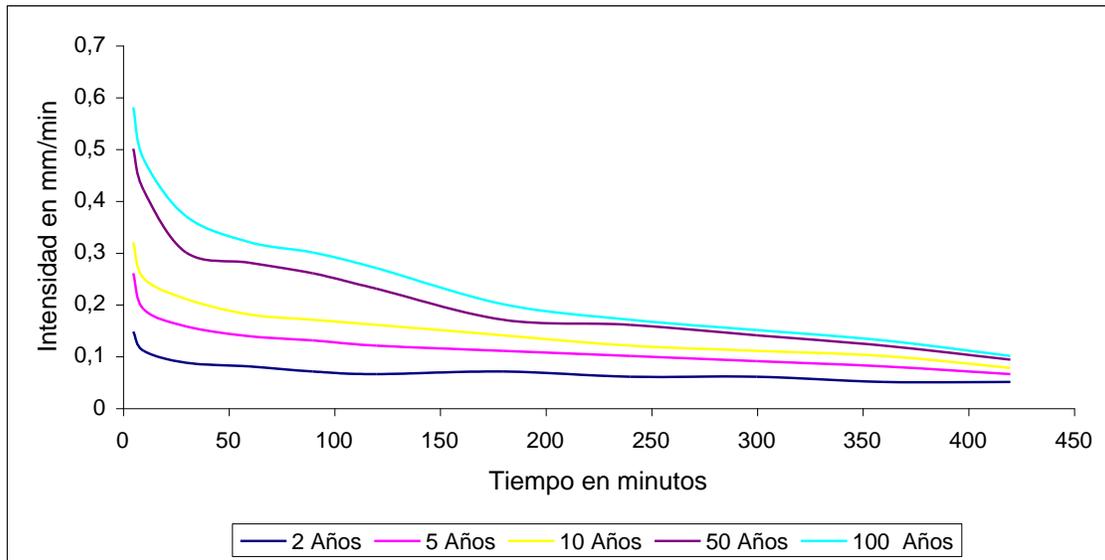
P_{exc}	0,5	0,2	0,1	0,02	0,01
T_r [Años]	2	5	10	50	100

Finalmente construimos las curvas IDF a partir de P_{exc} y las curvas FDP teóricas, obteniendo el siguiente tipo de curvas:



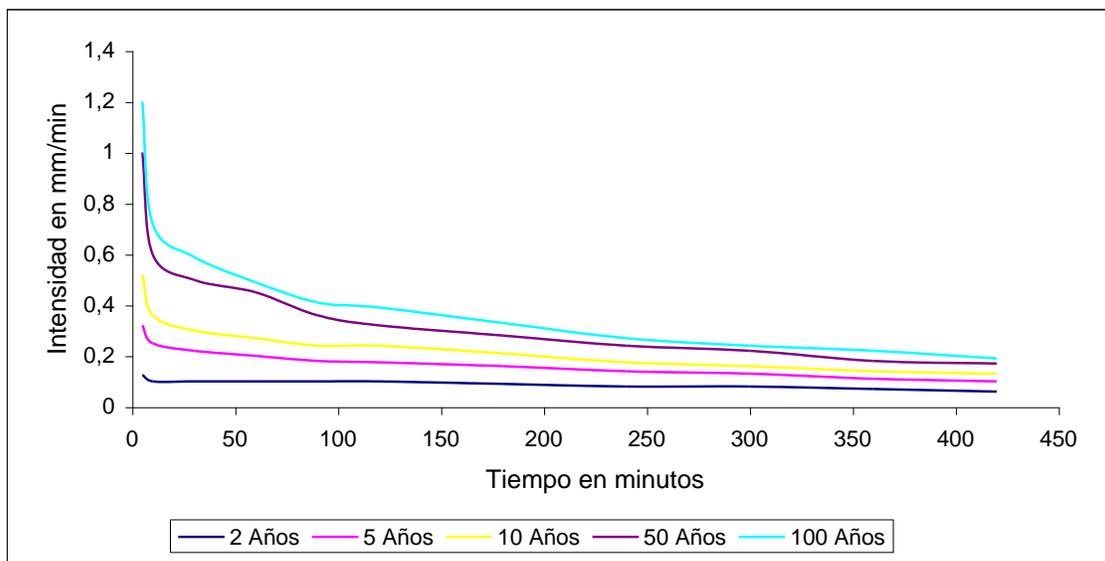
Gráfica XV-9. Curvas IDF Sutatenza

Observando las curvas IDF para la región de Sutatenza (cuenca río Súnuba) apreciamos que los tiempos de recurrencia bajos de 2 y 10 años muestran un comportamiento muy similar presentando intensidades de 10 y 12 mm/h, cuales producen eventos erosivos de mediana intensidad, en tanto que los periodos de recurrencia de 50 y 100 años presentan fuertes pendientes, con intensidades de entre 22 y 30 mm/h.



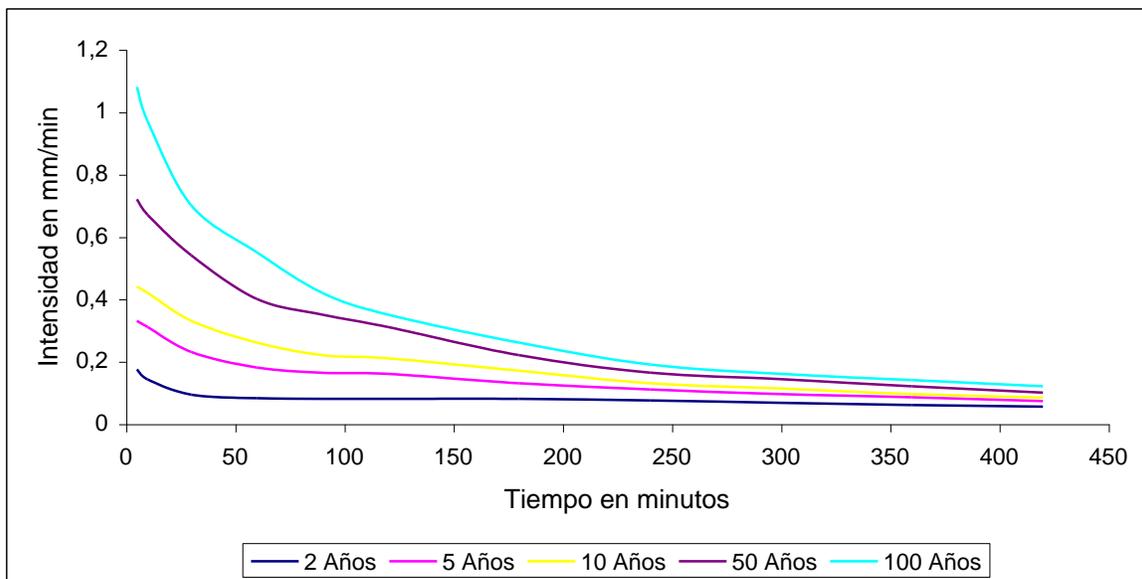
Gráfica XV-10. Curvas IDF Almeida

Las curvas IDF para Almeida para los periodos de recurrencia de 10 años muestran una intensidad en la precipitación de 10 mm/h, lo cual deja una primera impresión alentadora de no representar fuertes riesgos para la región. Sin embargo cuando examinamos los tiempos de recurrencia de 50 y 100 años, observamos que las probabilidades de aparición de eventos extremos de precipitación son bastante altas con intensidades de que fluctúan entre 18 y 24 mm/h, intensidades que ya representan amenaza para la producción de eventos erosivos y socavamiento para la región.



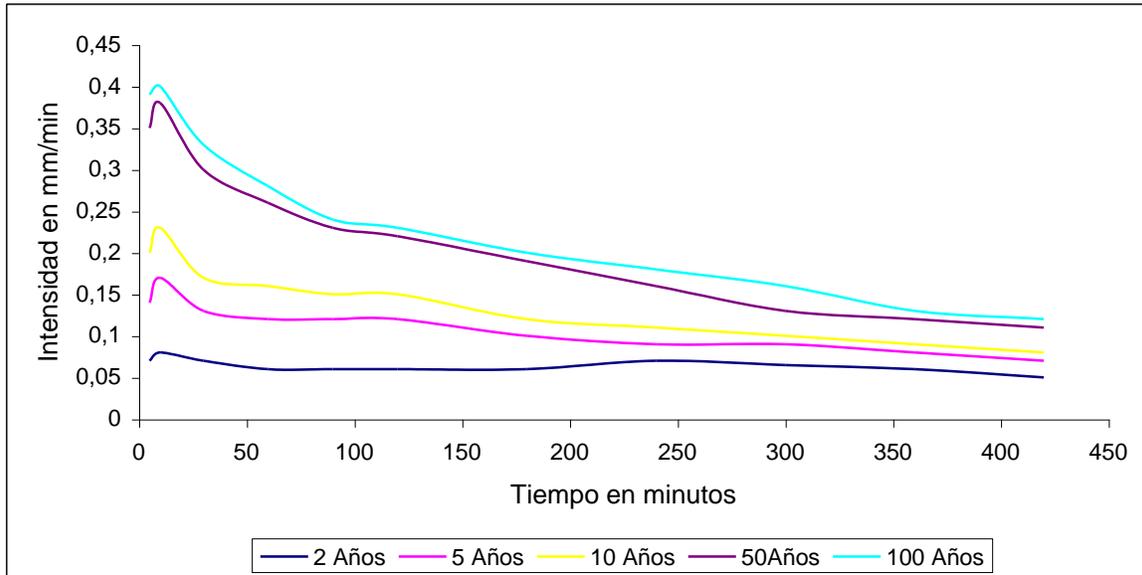
Gráfica XV-11. Curvas IDF Chivor

Las curvas IDF muestran claramente que la región de Chivor y zonas aledañas son las más susceptibles a eventos de erosiones severas, además de los eventos de remociones en masas; debido a la fuerte energía de impacto y alta salpicadura que producen las gotas de estas lluvias, ya que los tiempos de recurrencias de 10 años muestran precipitaciones de 20 mm/h cuales pueden detonar fuertes eventos erosivos y de remociones en masas, menos alentador aún es el panorama para esta zona; ¡sí! examinamos los tiempos de recurrencia de 50 y 100 años, donde aparecen precipitaciones que podrían fluctuar entre 36 - 50 mm/h, precipitaciones que podrían desencadenar eventos catastróficos tanto en las partes altas como en las bajas de la cuenca.



Gráfica XV-12. Curvas IDF Macanal

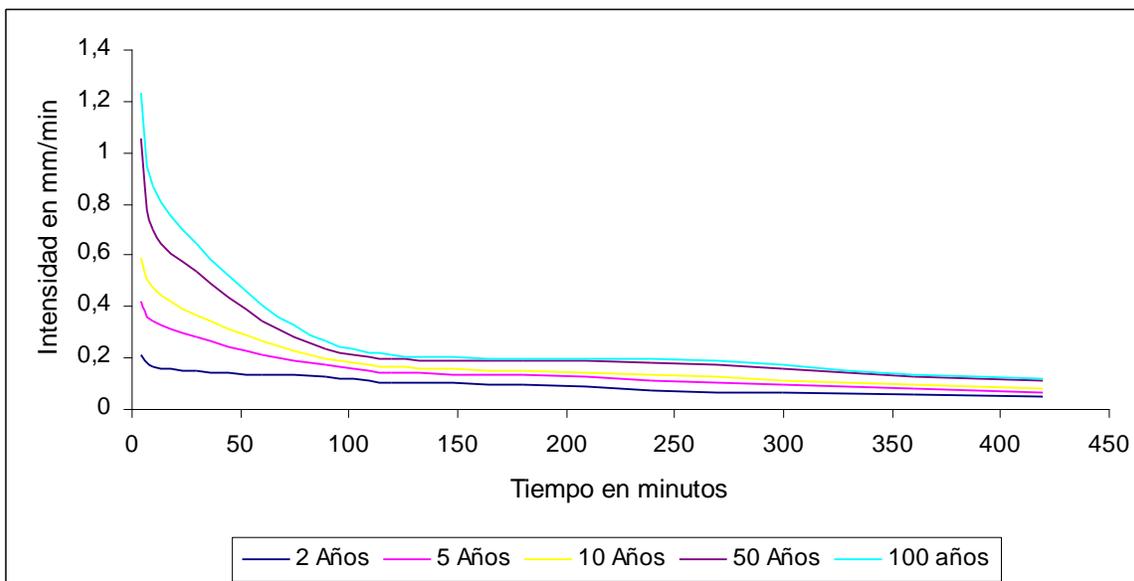
Observando las curvas IDF de Macanal para el tiempo de recurrencia de 10 años apreciamos que la situación de esta región es menos preocupante que la del flanco de enfrente (Chivor), la precipitación en esta zona tiene una intensidad de 15 mm/h, en tanto que para los periodos de recurrencia de entre 50 y 100 años, tenemos precipitaciones con intensidades 25 mm/h y 36 mm/h; eventos que ya pueden representar riesgos para la zona.



Gráfica XV-13. Curvas IDF Garagoa

El análisis de la presente curva IDF suscita una serie de interrogantes, en primera instancia pareciera que la curva presenta errores en la captura de la información inicial, conservando la filosofía de las curvas de este tipo, sin embargo para el presente estudio tiene cierta relevancia el mostrar para esta región el incremento de las lluvias a los diez minutos después de iniciada la precipitación en toda su expresión. Los primeros 5 min representan el agua que se infiltra en las porosidades del suelo antes de producirse el encharcamiento, agua que además sirve de disipadora de la energía absorbida por el calentamiento solar diurno en la parte plana y de esta manera enfriando la superficie del suelo, cual facilita el debilitamiento ó cambio de signo de la fuerza de flotamiento, para que se produzca el desplome final de las estructuras (edificios) características zona.

En los tiempos de recurrencia de 10 años se aprecian precipitaciones de 10 mm/h, cifra que merece atención para el diseño y construcción de obras de infraestructuras; y si miramos las curvas de 50 y 100 años, vemos que las precipitaciones se incrementan hasta alcanzar valores entre 18 – 24 mm/h, cifras que ya amenazan con poner en riesgo la región ante eventos de erosión, remociones en masas e inundaciones.



Gráfica XV-14. Curvas IDF Ramiriquí

Las curvas IDF muestran que la zona de Ramiriquí y regiones aledañas (Cuenca río Juyasía) son susceptibles a eventos de erosiones, corroborando lo expresado en análisis anteriores; sobre el permanente arrastre de materiales gruesos y su depósito en los ríos Jenesano y Tibaná, además de los eventos de remociones en masas presentes en Ciénega producto de la energía de impacto y alta salpicadura que producen las gotas de lluvias para esta región, el tiempos de recurrencias de 10 años muestran precipitaciones de 12-15 mm/h cuales pueden detonar eventos erosivos, examinando los tiempos de recurrencia de 50 y 100 años, donde aparecen precipitaciones que podrían fluctuar entre 30 - 45 mm/h, precipitaciones que podrían desencadenar eventos catastróficos tanto en las partes altas como en las bajas de la cuenca.

Oferta y demanda hídrica

Para calcular estas variables se empleó información oficial institucional así: Información Cartográfica: DANE; Población Municipal: DANE Censo 1993; Área Municipal: IGAC; Consumo/L.Hab/Día: IDEAM Estudio Nacional del Agua 1998; Porcicultura Corpochivor Análisis tasas retributivas Abril-Septiembre de 2003, Tablas diagnóstico Porcícola, Pfizer www.3tres3.com: Consumo de agua Lts cerdo/día, conep.org.pa: Consumo de agua de limpieza. M3 animal/ mes; Bovinos y Aves de corral Hernandez B., J.M. Manual de Nutrición y Alimentación del Ganado. 1.980. Madrid; Inventarios: URPA 2003.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XV-20. Demanda de agua por actividades productivas

Corriente garagoa	Nombre Unidad/ Corriente	Humanos	Porcicultura	Bovinos	Avicultura	Tomate	Promedio	Pastos	Pastos meses secos	Meses más secos Ene Feb Mar	TOTAL
Estación 1 teatinos	Teatinos Río	564.984	502	160.156	1.123		60.564	429.912	143.304	203.868	1.156.677
Est. 2 Pte Adriana	Juyasía Río	583.384	903	134.872	810		59.997	999.868	333.289	393.287	1.719.837
	Totales	1.148.369	1.404	295.028	1.933	-	120.561		-	597.154	2.876.514
Est 3 El Caracol	Turmequé Río	934.656	622	86.092	1.563		85.244	54.320	18.107	103.351	1.077.253
	Albarracín Río	444.249	1.244	49.047	908		41.287	95.379	31.793	73.080	
	Tibaná Río	887.407	1.645	179.766	179.766		104.049	13.704	4.568	108.617	1.262.289
	Bosque Río	279.932	1.404	13.236	206		24.565	30.431	10.144	34.709	325.210
	Fusavita Río	245.409	-	75.457	170		26.753	-	-	26.753	321.036
	Guaya Río	412.666	2.006	103.401	6.205	232.218	63.041	6.177	2.059	65.100	762.673
	Totales	4.352.687	8.325	802.028	190.752	232.218	465.501	200.012	66.671	1.008.765	2.671.208

Corriente Súnuba	Nombre Unidad/ Corriente	Humanos	Porcicultura	Bovinos	Avicultura	Tomate	Promedio	Pastos	Pastos meses secos	Meses más secos Ene Feb Mar	TOTAL
Est 6 Barbosa termales	Tocola Quebrada	123.320	-	45.313	200		14.069	328.955	109.652	123.721	497.788
	Machetá Río	446.331	-	181.776	1.230	16.542	53.823	48.682	16.227	70.050	694.560
	Guatanfur Río	121.067	-	70.749	834		16.054	722	241	16.295	193.372
	Totales	690.718	-	297.838	2.263	16.542	83.947	378.359	126.120	210.066	1.385.720
Est 5 Puente Fierro	Aguacía Río	284.417	-	120.535	218		33.764	60.877	20.292	54.057	466.048
	Totales	975.135	-	418.373	2.482	16.542	117.711	439.236	146.412	264.123	1.851.768
Est 4 Embalse	Batá Río Embalse	524.023	1.003	160.102	2.122	80.635	63.990	8	3	63.993	767.894
	Garagoa Río (Est 3)	4.352.687	8.325	802.028	190.752	232.218	465.501	200.012	66.671	1.008.765	2.671.208
	Súnuba Río (Est 5)	975.135	-	418.373	2.482	16.542	117.711	439.236	146.412	264.123	1.851.768
	Totales	5.851.845	9.328	1.380.503	195.356	329.395	647.202	639.257	213.086	1.336.881	5.290.869

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XV-21. Índices de escasez calculados con los datos modelados y ponderados con base en el estudio nacional del agua

Nombre Unidad	Mun. Presentes	Zonas Urbanas	Índice de Escasez					
			Con caudales medios	Con caudales mínimos	Año Medio		Año Seco	
					Índice de escasez municipal ENA 2.000	Índice de escasez ponderado ENA 2.000	Índice de escasez municipal ENA 2.000	Índice de escasez ponderado ENA 2.000
Aguacía Río	Manta	Manta			0,88		1,22	
	Guayata				1,52		2,71	
	Macheta				2,55		2,11	
Totales			1,68%	3,36%		0,89		1,24
Río Albarracín	Samaca				40,58		176,43	
	Turmequé				5,53		5,88	
	Umbita				1,17		1,24	
	Ventaquemada				4,21		4,48	
	Villapinzon				4,46		5,25	
Totales			8,84%	52,04%		4,88		5,37
Batá Río	Santa María	Santa María			0,13		0,14	
	Chivor				0,28		0,30	
Totales						0,13		0,14
Batá Río Embalse	Almeida	Almeida			0,68		0,72	
	Macanal	Macanal			0,57		0,60	
	Chivor	Chivor			0,28		0,30	
	Garagoa				0,66		0,71	
	Guayata				1,52		2,71	
	Santa María				0,13		0,14	
	Somondoco				0,64		0,68	
Totales			0,36%	2,05%		0,54		0,58
Río Bosque	Umbita	Umbita			1,17		1,24	
	La Capilla				5,46		5,81	
	Pachavita				0,54		0,57	
	Villapinzon				4,46		5,25	
Totales			1,61%	10,74%		1,33		1,43
Río Fusavita	Chinavita				0,31		0,33	
	Ramiriqu				1,07		1,14	
	Tibana				1,16		1,23	
Totales			0,67%	4,24%		0,74		0,79
Río Garagoa	Chinavita	Chinavita			0,31		0,33	
	Garagoa	Garagoa			0,66		0,71	
	Pachavita	Pachavita			0,54		0,57	
	La Capilla				5,46		5,81	
	Sutatenza				1,20		1,27	
	Tenza				1,74		1,85	
	Umbita				1,17		1,24	
Totales			1,16%	7,71%		0,66		0,71
Guatanfur Río	Chocontá				4,38		5,16	
	Macheta				1,52		2,11	
	Manta				0,88		1,22	
Totales			0,57%	1,39%		1,53		2,12
Río Guaya	La Capilla	La Capilla			5,46		5,81	
	Tenza	Tenza			1,74		1,85	
	Guateque				6,96		7,41	
	Pachavita				0,54		0,57	
	Sutatenza				1,20		1,27	
	Tibirita				1,51		2,10	
	Umbita				1,17		1,24	
Totales			2,75%	15,12%		3,88		4,13

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Nombre Unidad	Mun. Presentes	Zonas Urbanas	Indice de Escasez					
			Con caudales medios	Con caudales mínimos	Año Medio		Año Seco	
					Indice de escasez municipal ENA 2.000	Indice de escasez ponderado ENA 2.000	Indice de escasez municipal ENA 2.000	Indice de escasez ponderado ENA 2.000
Río Juyasía	Viracachá	Viracachá			0,59		0,63	
	Ciénega	Ciénega			1,19		1,27	
	Ramiriquí (*)	Ramiriquí (*)			1,07		1,14	
	Siachoque				13,95		60,64	
	Soraca				5,02		21,83	
Totales			4,70%	33,25%		1,26		2,82
Machetá Río	Machetá	Machetá			1,52		2,11	
	Tibirita	Tibirita			1,51		2,10	
	Chocontá				4,38		5,16	
	Guateque				6,96		7,41	
	La Capilla				5,46		5,81	
	Manta				0,88		1,22	
	Tenza				1,74		1,85	
Totales			1,38%	4,63%		2,17		2,76
Río Súnuba	Guateque	Guateque			6,96		7,41	
	Guayatá	Guayatá			1,52		2,71	
	Sutatenza	Sutatenza			1,20		1,27	
	Somondoco	Somondoco			0,64		0,68	
	Chivor				0,28		0,30	
	Manta				0,88		1,22	
	Tenza				1,74		1,85	
Totales			0,81%	9,57%		1,98		2,65
Río Teatinos	Boyacá	Boyacá			2,09		2,23	
		Tunja						
	Jenesano				1,53		1,63	
	Ramiriquí				1,07		1,14	
	Samaca				40,58		176,43	
	Soraca				5,02		21,83	
	Tunja				54,79		238,20	
Ventaquemada				4,21		4,48		
Totales			37,21%	246,49%		22,19		91,93
Río Tibaná	Tibaná	Tibaná			1,16		1,23	
	Jenesano	Jenesano			1,53		1,63	
	Ramiriquí (*)	Ramiriquí (*)			1,07		1,14	
	Chinavita				0,31		0,33	
	Boyacá				2,09		2,23	
	Cienega				1,19		1,27	
	Umbita				1,17		1,24	
	Nuevo Colón				6,56		6,97	
Totales			1,04%	5,32%		1,21		1,29
Quebrada Tocola	Chocontá				4,38		5,16	
	La Capilla				5,46		5,81	
	Macheta				1,52		2,11	
	Tibirita				1,51		2,10	
	Umbita				1,17		1,24	
	Villapinzon				4,46		5,25	
Totales			2,82%	21,92%		3,84		4,58

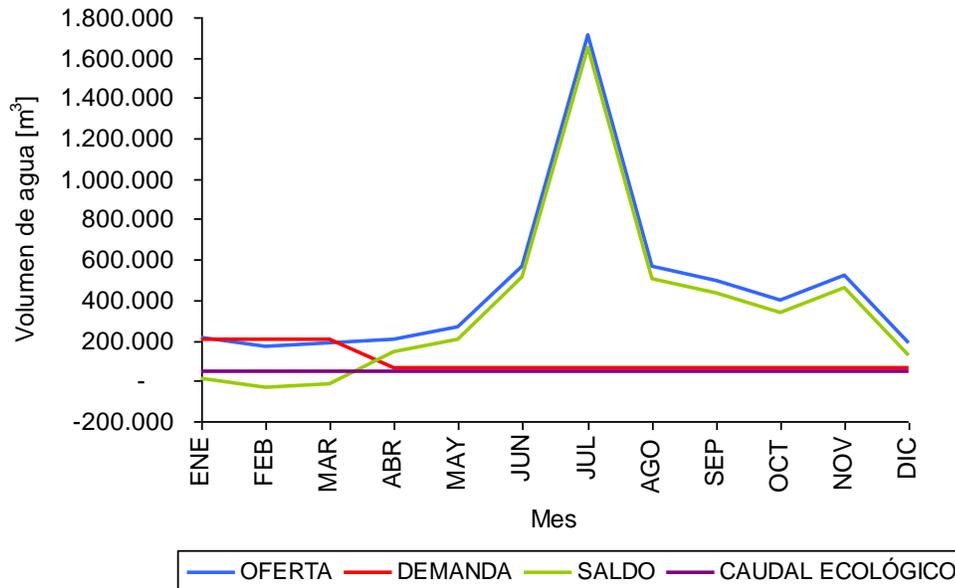
**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Nombre Unidad	Mun. Presentes	Zonas Urbanas	Indice de Escasez					
					Año Medio		Año Seco	
			Con caudales medios	Con caudales mínimos	Indice de escasez municipal ENA 2.000	Indice de escasez ponderado ENA 2.000	Indice de escasez municipal ENA 2.000	Indice de escasez ponderado ENA 2.000
Río Turmequé	Ventaquemada	Ventaquemada			4,21		4,48	
	Nuevo Colón	Nuevo Colón			6,56		6,97	
	Turmequé	Turmequé			5,53		5,88	
	Boyacá	Boyacá			2,09		2,23	
	Jenesano	Jenesano			1,53		1,63	
	Samaca	Samaca			40,58		176,43	
	Tibana	Tibana			1,16		1,23	
	Umbita	Umbita			1,17		1,24	
			1,45%	9,18%		3,83	4,08	

Tabla XV-22. Balances hídricos calculados por unidad de trabajo

Nombre Unidad	Balance Con Caudales medios				Balance con caudales mínimos		
	Caudal Medio m ³ /seg	Volumen Oferta año en m ³	Consumo estimado m ³ /año	Saldo	Caudal Mínimo m ³ /seg	Volumen Oferta año en m ³	Saldo
Aguacía Río	2,2	69.379.200	466.048	68.913.152	1,1	34.689.600	34.223.552
Albarracín Río	0,53	16.714.080	590.827	16.123.253	0,09	2.838.240	2.247.413
Batá Río		-	295.337			-	
Batá Río Embalse	17,14	540.527.040	767.894	539.759.146	2,97	93.661.920	92.894.026
Bosque Río	1,6	50.457.600	325.210	50.132.390	0,24	7.568.640	7.243.430
Fusavita Río	3,8	119.836.800	321.036	119.515.764	0,6	18.921.600	18.600.564
Garagoa Río	9,59	302.430.240	1.401.327	301.028.913	1,44	45.411.840	44.010.513
Guatanfú Río	2,68	84.516.480	193.372	84.323.108	1,1	34.689.600	34.496.228
Guaya Río	2,2	69.379.200	762.673	68.616.527	0,4	12.614.400	11.851.727
Río Juyasía	2,9	91.454.400	1.719.837	89.734.563	0,41	12.929.760	11.209.923
Machetá Río	4	126.144.000	694.560	125.449.440	1,19	37.527.840	36.833.280
Súnuba Río	18,37	579.316.320	1.883.420		1,56	49.196.160	47.312.740
Teatinos Río	1,59	50.142.240	7.462.323	42.679.917	0,24	7.568.640	106.317
Tibaná Río	9,6	302.745.600	1.262.289	301.483.311	1,88	59.287.680	58.025.391
Tocola Quebrada	1,4	44.150.400	497.788	43.652.612	0,18	5.676.480	5.178.692
Turmequé Río	5,9	186.062.400	1.077.253	184.985.147	0,93	29.328.480	28.251.227

A continuación se presentan de manera gráfica los resultados del análisis de oferta y demanda para cada corriente.

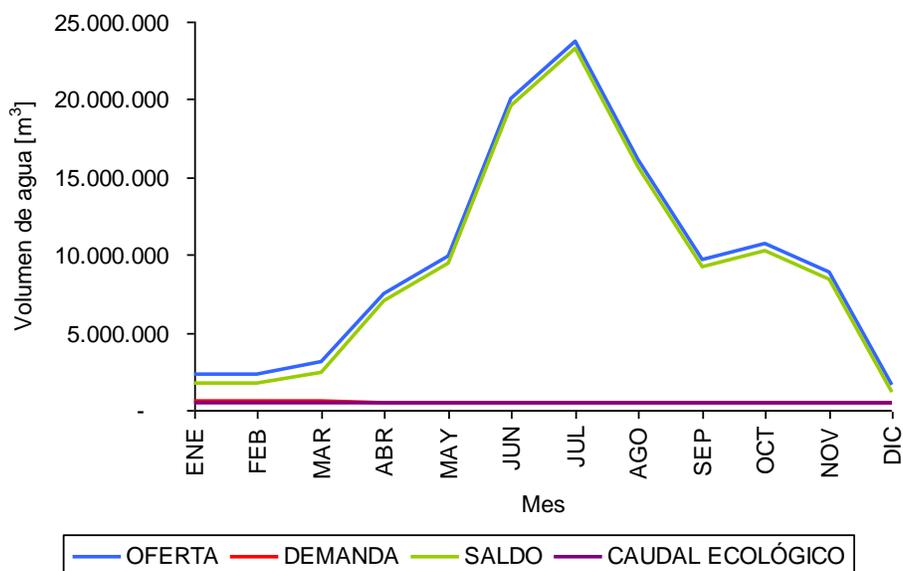


Gráfica XV-15. Oferta y demanda Estación San José (Río Teatinos) en año seco

Río Teatinos: Con caudal promedio de 1,59 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 17,8 L/s/Km², oferta de agua durante los periodos de sequía 0,24 m³/s; es una cuenca alargada, en zona de laderas, semiseca con precipitaciones de baja intensidad razón por la cual el arrastre de sedimentos es muy sutil, por esta razón sus aguas son cristalinas.

Este río presenta condiciones críticas de déficit hídrico, especialmente en los meses de poca precipitación. En año seco, el suministro de esta corriente es insuficiente para los usos antrópicos y en los meses lluviosos existe un gran excedente. Para el manejo de este río, se sugiere implementar mecanismos que permitan almacenar los grandes picos de caudal, de tal forma que permitan suplir la escasez de los primeros meses del año. En lo que respecta al caudal ecológico, este es insuficiente para las necesidades de los habitantes de la microcuenca, sin tener en cuenta la biota, por lo que se hace necesario estudiar los requerimientos hídricos del ecosistema de tal forma que sea posible obtener un verdadero caudal ecológico.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



Gráfica XV-16. Oferta y demanda Estación Puente Adriana en año seco

En la estación Puente Adriana, ubicada sobre el Río Juyasía, no presenta déficit hídrico durante año seco, sin embargo, el caudal ecológico es insuficiente para suplir las necesidades de la población, por lo tanto, al igual que en el caso del Río Teatinos, es necesario determinar las necesidades ecosistémicas para calcular el caudal ecológico.

Río Boyacá: Caudal promedio de 2,49 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 16,5 L/s/Km², oferta de agua durante los periodos de sequía 0,32 m³/s; cuenca ovalada en zona semiseca con abrupta topografía y presencia de niebla durante las horas de la noche razón por la cual existe permanente vegetación de pastos y la erosión por escorrentía es muy suave; las aguas de este río son transparentes.

Río Juyasía: Caudal promedio de 2,90 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 22,4 L/s/Km², oferta de agua durante los periodos de sequía 0,41 m³/s; se caracteriza por presentar altas pendientes y cuenca circular (drenaje rápido) en zona semihúmeda con intensas precipitaciones, razón por la cual este río y sus afluentes socavan permanentemente los taludes arrastrando materiales gruesos como: rocas, gravas y arenas, por eso sus aguas son claras durante los días de poca precipitación.

Río Jenesano: Caudal promedio de 7,1 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 20,1 L/s/Km², oferta de agua durante los periodos de sequía 1,12 m³/s; cuenca ovalada en zona semiseca con

suaves pendientes en la parte norte y centro, ya hacia el sur comienzan a incrementarse las pendientes topográficas y la precipitación, en consecuencia aparecen deslizamientos en la vía, hundimientos de la bancada y procesos erosivos; leves procesos de remoción en masa en años con eventos extremos de precipitación. Región, donde por confluir varios ríos de descarga rápida y adicionando la fuerte extracción de materiales para construcción; presenta desestabilización en los taludes de las orillas, como también una migración progresiva de las terrazas, las aguas en este tramo son de color amarillento, señal de mediana carga de sedimentos lo cual es indicio de erosión superficial por escorrentía.

Río Albarracín: Caudal promedio de $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$, rendimiento o caudal específico es de $20,0 \text{ L/s/Km}^2$; oferta de agua durante los periodos de sequía $0,09 \text{ m}^3/\text{s}$; cuenca ovalada en zona seca de suave topografía y presencia de niebla durante las horas de la noche razón por la cual existe permanente vegetación de pastos y la erosión por escorrentía es muy suave: excepto durante los eventos extremos de precipitación, debido al uso potencial de los suelos en la agricultura, se presenta gran pérdida de este material por escorrentía superficial; esto se podría atenuar con un mejor sistema de siembra.

Río Turmequé: Caudal promedio de $5,9 \text{ m}^3/\text{s}$, rendimiento o caudal específico es de $13,3 \text{ L/s/Km}^2$, oferta de agua durante los periodos de sequía $0,93 \text{ m}^3/\text{s}$; cuenca circular en zona semiseca de bajas precipitaciones, heterogénea y relativamente suave topografía; razón por la cual las aguas del río fluyen suavemente, no se presentan fuertes deslizamientos, ni tampoco procesos de remoción en masa, solo se presentan problemas de erosión superficial durante los años de intensas lluvias (eventos extremos ó años Niñas).

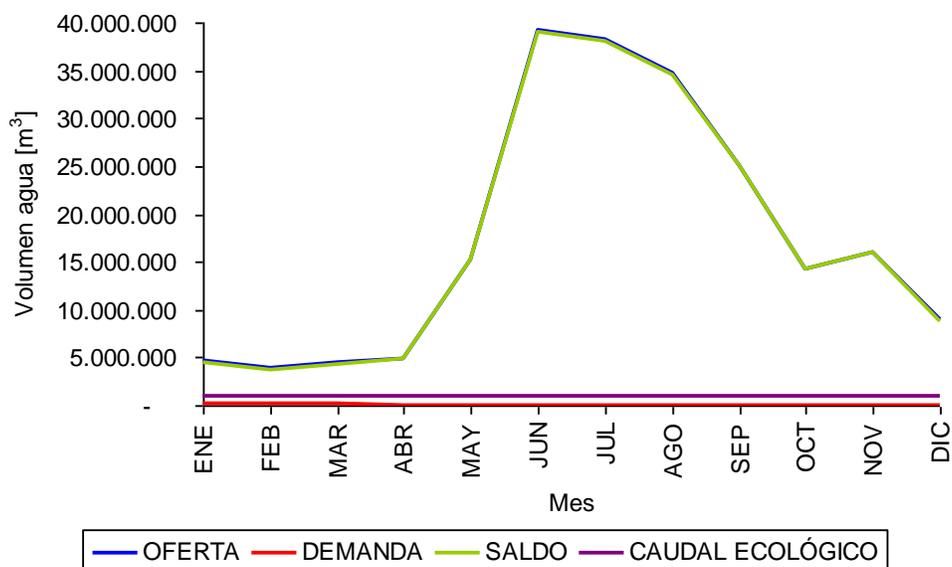
Río Tibaná: Caudal promedio de $9,6 \text{ m}^3/\text{s}$, rendimiento o caudal específico es de $22,2 \text{ L/s/Km}^2$, oferta de agua durante los periodos de sequía $1,88 \text{ m}^3/\text{s}$; cuenca ovalada en zona semihúmeda con fuertes pendientes en un mini valle encañonado, como resultado se tiene la presencia de deslizamientos en toda la región, hundimientos de la bancada y vía en pésimo estado, procesos erosivos generalizados y algunos de remoción en masa. Las aguas del río sobre este sector son turbias confirmando la presencia de fuerte erosión.

Río Fusavita: Caudal promedio de $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$, rendimiento o caudal específico es de $30,2 \text{ L/s/Km}^2$, oferta de agua durante los periodos de sequía $0,60 \text{ m}^3/\text{s}$; cuenca ovalada en zona húmeda de intensas precipitaciones y abrupta topografía, por ende la aparición de movimientos erosivos en algunos sectores y leves procesos de remoción en masa, que resultan en aguas muy turbias.

Río Bosque: Caudal promedio de $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$, rendimiento o caudal específico es de $17,5 \text{ L/s/Km}^2$, oferta de agua durante los periodos de sequía $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$; cuenca semiredonda de altas pendientes en zona semiseca con frecuentes precipitaciones de baja intensidad y presencia de niebla durante las horas de la noche, favoreciendo la vegetación y cultivos existentes en la región. Aparecen algunos procesos erosivos durante las épocas de intensas lluvias, cuales afectan la transparencia de las aguas.

Río Guaya: Caudal promedio de $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$, rendimiento o caudal específico es de $23,2 \text{ L/s/Km}^2$, oferta de agua durante los periodos de sequía $0,41 \text{ m}^3/\text{s}$; cuenca semiredonda de abrupta topografía e intensas precipitaciones, razón por la cual se presentan deslizamientos, procesos de remoción en masa y socavamiento permanente de los taludes y lechos de los ríos, los coluviones son permanentemente arrastrados, el agua fluye sobre las rocas de la formación Fόμεque; socavándola permanentemente formando canales en forma de bateas, razón por la cual el agua es completamente turbia con altos contenidos de sedimentos finos y limosos.

Río Garagoa: Caudal promedio de $25,8 \text{ m}^3/\text{s}$, rendimiento o caudal específico es de $29,1 \text{ L/s/Km}^2$, oferta de agua durante los periodos de sequía $3,20 \text{ m}^3/\text{s}$; cuenca ovalada de ligeramente suave topografía hacia el centro y fuertes pendientes en la periferia, zona húmeda de intensas precipitaciones y por ende algunos procesos erosivos y de remoción en masa en las proximidades del embalse, el río después de recoger las aguas de los ríos anteriores más la de su cuenca, presenta una agua turbia.



Gráfica XV-17. Oferta y demanda Estación Barbosa Termal en año seco

La estación Barbosa, ubicada sobre el Río Guatafur, muestra exceso hídrico durante la totalidad del año en condición seca, asimismo, el caudal ecológico es capaz de suministrar el agua necesaria para suplir las necesidades de las actividades antrópicas de la zona.

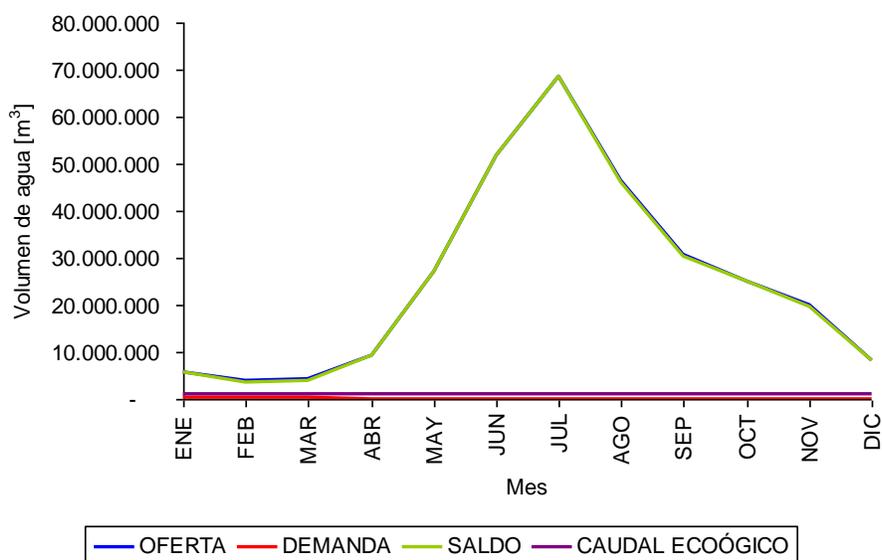
Quebrada La Tocola: Caudal promedio de 1,4 m³/s, oferta de agua durante los periodos de sequía 0,18 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 19,8 L/s/Km²; cuenca ovalada en zona semiseca de suave topografía y presencia de niebla durante las horas de la noche, razón por la cual existe permanente vegetación de pastos y la erosión por escorrentía es muy suave: excepto durante los eventos extremos de precipitación, debido al uso potencial de los suelos en la agricultura, se presenta gran pérdida de este material por escorrentía superficial; esto se podría atenuar con un mejor sistema de siembra.

Río Mchetá: Caudal promedio de 4,0 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 19,8 L/s/Km², oferta de agua durante los periodos de sequía 1,19 m³/s, cuenca ovalada, semihúmeda de suave topografía hacia el centro y fuertes pendientes en la periferia. Zona de recarga de algunos acuíferos.

Río Guatafur: Caudal promedio de 2,68 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 23,33 L/s/Km², oferta de agua durante los periodos de sequía 1,10 m³/s, cuenca redonda, húmeda de

abrupta topografía, lo cual sugiere que los tiempos de concentración dentro de la cuenca sean mínimos provocando fuerte erosión superficial y súbitas crecientes.

Río Aguacía: Caudal promedio de 2,2 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 23,9 L/s/Km², oferta de agua durante los periodos de sequía 0,78 m³/s, cuenca ovalada, húmeda de abrupta topografía, razón por la cual presenta erosión superficial y marcada turbidez de sus aguas. Zona de recarga de algunos acuíferos.

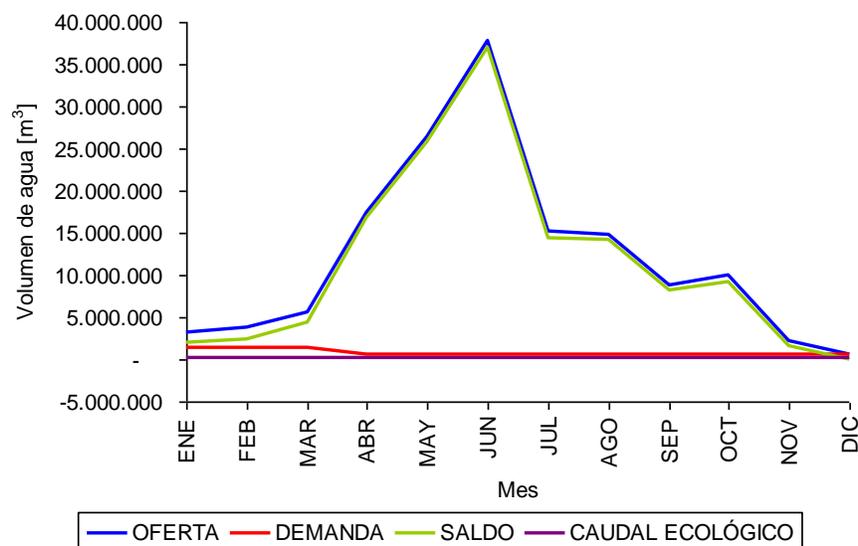


Gráfica XV-18. Oferta y demanda Estación Puente Fierro en año seco

Río Súnuba: caudal promedio de 18,4 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 24,4 L/s/Km², oferta de agua durante los periodos de sequía 2,68 m³/s; cuenca ovalada de compleja topografía en la mayor parte, el río se muestra encañonado en algunos sectores, zona húmeda de intensas precipitaciones; motivo por el cual se presentan procesos erosivos, deslizamientos, hundimiento de la bancada, debido a las fuertes fluctuaciones del nivel freático durante todo el año. Las aguas de este río en la parte alta son translúcidas, pero ya hacia la parte baja de la cuenca muestra una alta sedimentación. Sedimentos que se desprenden de los municipios de Guayatá, Sutatenza y Somondoco.

La estación Puente Fierro, ubicada sobre el Río Súnuba, muestra exceso hídrico durante la totalidad del año en condición seca, asimismo, al igual que en el caso del Río Guatafur, el caudal ecológico es capaz de suministrar el agua necesaria para suplir las necesidades de las actividades antrópicas de la zona.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



Gráfica XV-19. Oferta y demanda Estación Camoyo en año seco

Río Batá Embalse: caudal promedio de 17,1 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 46,6 L/s/Km², oferta de agua durante los periodos de sequía 5,0 m³/s, cuenca cuasi-circular (drenaje rápido) de fuertes pendientes, lo cual quiere decir que el embalse se muestra encañonado casi en su totalidad en una zona húmeda de intensas precipitaciones, por lo cual se aprecian múltiples caídas ó saltos de agua, además de presentar alta susceptibilidad a movimientos de remociones en masa; cuando el nivel freático se incrementa ejerciendo permanente fuerza de empuje sobre el coluvión de 6-10 m de espesor depositado sobre la formación Fόμεque, razón por la cual las aguas del embalse permanecen turbias, debido al permanente aporte de aguas sedimentadas de las zonas circundantes como Chivor y Almeida.

La estación Camoyo, ubicada en las inmediaciones del embalse La Esmeralda, muestra exceso hídrico durante once meses del año en condición seca, presentando déficit en el mes de diciembre. En la época de altas precipitaciones, existe un gran excedente hídrico, el cual debe ser aprovechado para suplir la carencia que se presenta en el mes de diciembre. En esta corriente, el valor del caudal ecológico (calculado de acuerdo a la norma), es insuficiente durante el mes de diciembre para satisfacer las necesidades de consumo producto de las actividades humanas.

Los principales tributarios del embalse de Chivor (La Esmeralda) son los ríos Garagoa y Súnuba los cuales pueden aportar entre 56 y 43 m³/s de agua durante los periodos de intensas lluvias y en promedio durante el resto del año entre 25,8 y 18,4 m³/s, cuales garantizan el sostenimiento del embalse (Gráfica XV-1), con la ayuda de los trasvases de la quebrada Los Trabajos y el río Tunjita.

Durante los períodos de estiajes, los caudales de estos ríos pueden decrecer hasta 3 m³/s (Garagoa y Súnuba), en tanto que los ríos Teatinos, Albarracín, El Bosque, Boyacá y la Quebrada La Tocola aportan menos de 400 L/s, por lo cual consideramos que estos ríos y las zonas de donde proceden no garantizan el sostenimiento de los niveles del embalse, ni tampoco representan una gran amenaza para la sedimentación del mismo. De igual forma se dificulta el sostenimiento del agua sobre estas cuencas e imposible hablar de concesiones de aguas sobre estas cuencas durante los períodos de sequía.

ESTIMACIÓN CUALITATIVA³

Como base de información se utilizaron los archivos que contienen la información de los resultados de análisis de agua realizados por Corpochivor en 21 puntos de muestreo localizadas a lo largo de la cuenca del río Garagoa desde Puente de Boyacá hasta Juntas y 8 puntos en el río Súnuba. Los muestreos son puntuales y corresponden con abril, julio, octubre y diciembre de 2001; marzo, abril, julio, septiembre, noviembre y diciembre de 2002; febrero, abril, junio y agosto de 2003 y abril, julio, septiembre y diciembre de 2004. Como puede observarse no corresponde a un muestreo metódico, sin embargo refleja un esfuerzo importante por parte de la Corporación por conocer la calidad de las aguas de su jurisdicción. Los datos recibidos corresponden a los siguientes parámetros:

³ Nota: El análisis que se hace a continuación está limitado en su alcance por la información disponible y analizada. Esta se compone básicamente de proyecciones basadas en censos e inventarios y en datos puntuales de calidad y cantidad de agua tomados en diversos puntos de la zona, que sin embargo no en todos los casos están completos ni corresponden a una muestra extensa en el tiempo. Con estas limitantes se ha tratado de hacer el mejor análisis posible y podrá de servir como punto de partida para la ejecución del POMCA y la evaluación de sus resultados.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla XV-23. Parámetros de calidad del agua y sus unidades de medida

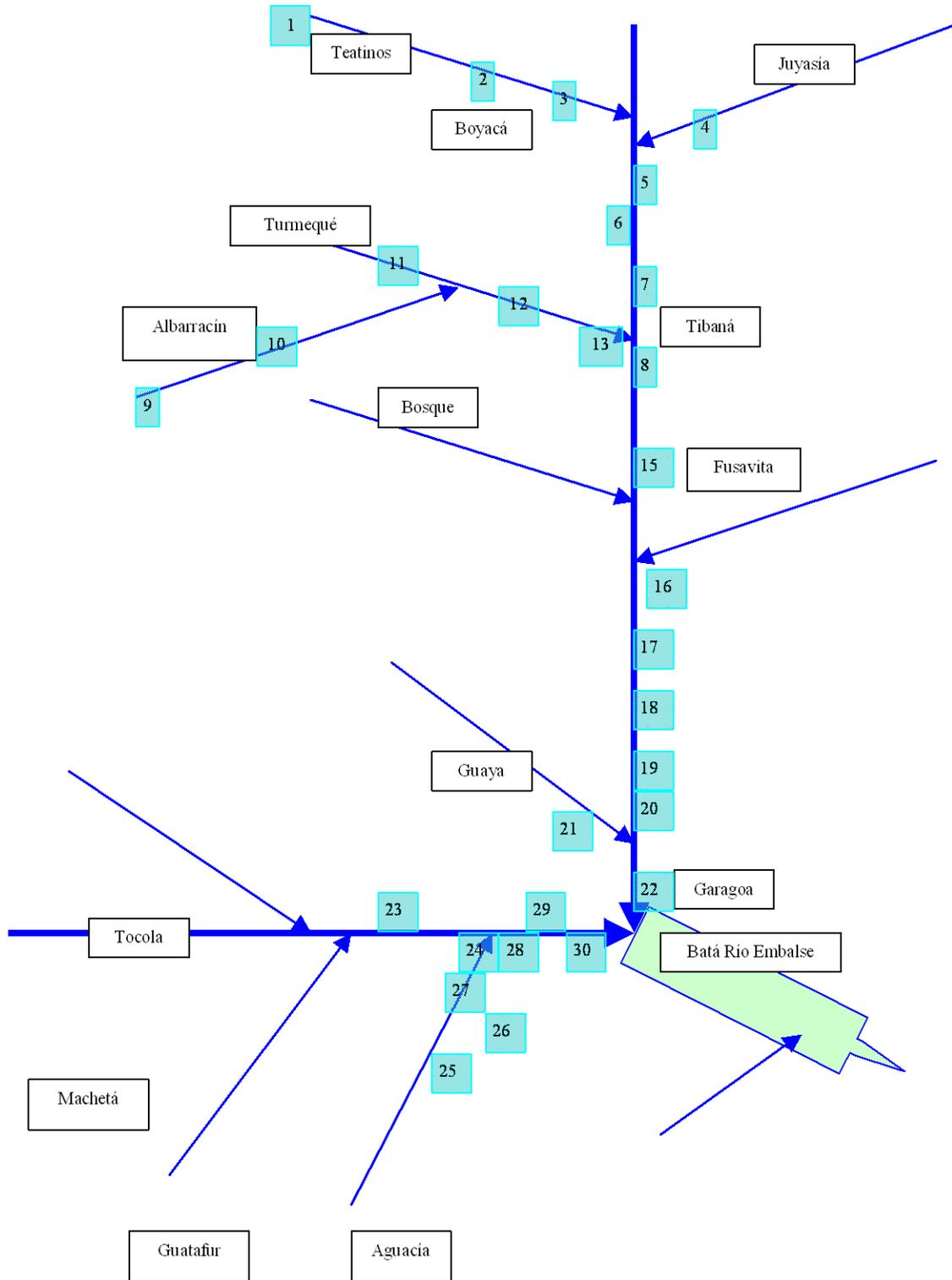
Parámetro	Unidades de medida
Oxígeno Disponible	(mg/l O ₂)
K (conductancia)	(ms/cm)
Turbiedad	(NTU)
pH	(Unid.)
Temperatura	("C)
Nitratos	(mg/l NO ₃)
Nitritos	(mg/l NO ₂)
Nitr. Amoniacal	(mg/l NH ₃)
Sulfatos	(mg/l SO ₄)
Cloruros	(mg/l CL)
Color ap.	(Un. Pt.C ₀)
Color real	(Un. Pt.C ₀)
DBO ₅	(mg/l O ₂)
Dqo	(mg/l)
Sólidos Totales	(mg/l)
Solidos SuspendidosTotales	(mg/l)
Sólidos Disueltos	(mg/l)
Coliformes Totales	(UFC/100 cm ³)
<i>Escherichia coli</i>	(UFC/100cm ³)

Sin embargo para el análisis se escogieron los más determinantes desde el punto de vista de consumo, y que además estuvieran más completos, estos son:

Parámetros	Unidades de medida
Oxígeno Disponible	(mg/l O ₂)
DBO ₅	(mg/l O ₂)
Sólidos Totales	(mg/l)
Solidos SuspendidosTotales	(mg/l)
Coliformes Totales	(UFC/100 cm ³)
<u>Escherichia coli</u>	(UFC/100cm ³)
Turbiedad	(NTU)

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Y se construyó el esquema de puntos de muestreo que se muestra.



Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Se ordenó la información con el fin de hacer dos tipos de análisis: uno temporal y otro espacial. Las estaciones que contaban con menos muestreos no se tuvieron en cuenta.

En el caso del Oxígeno se considera que valores de saturación mayores del 80 % son buenos, entre 60 % y 80 % son comúnmente aceptados como condición de alerta o límite y por debajo del 60 % son malos.

Se considera como un buen indicador de la calidad del agua para beber o nadar al número de colonias de bacterias coliformes presentes en una muestra de 100 mililitros de agua. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda cero colonias de bacterias coliformes por 100 mililitros de agua para beber y un máximo de 200 colonias por 100 mililitros de agua para nadar⁴.

En primera instancia se incluye una tabla que muestra las proyecciones de consumo y descargas humanas (expresada ésta como DBO₅) lo cual representa, de alguna manera la presión ejercida por la población sobre las corrientes.

A continuación se muestran, en forma de gráficas, los resultados obtenidos, tratando de desagregarlos por las Unidades de Trabajo acordadas; sin embargo, es necesario aclarar que debido a la localización de los puntos de muestreo, en la mayoría de los casos el análisis corresponde a grupos de Unidades.

⁴ <http://www.redaguas.edu.co>

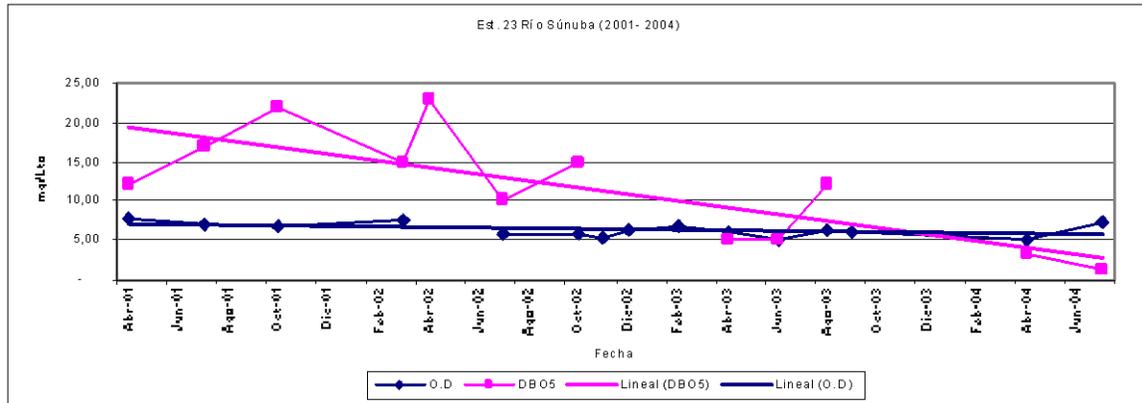
Fuente de Información Cartográfica	DANE
Población Municipal Fuente:	DANE Censo 1993
Area Municipal Fuente:	IGAC
Consumo/L.Hab/Día Fuente:	IDEAM Estudio Nacional del Agua 1998
DBO5 Ton.Hab/Año Fuente:	IDEAM SIAC. Tomo 2. 2.002

Nombre Unidad	Mun. Presentes	Zonas Urbanas	Demanda Agua M3/Día-Urbano	Demanda Agua M3/Día- Resto	Carga DBO5 Ton/Año Urbano	Carga DBO5 Ton/Año Resto
Aguacia Río	Manta	Manta	136,51	630,88	14,65	36,28
	GUAYATA		-	10,81	-	0,62
	MACHETA		-	1,03	-	0,06
Totales			136,51	642,72	14,65	36,96
Albarracín Río	SAMACA		-	0,50	-	0,03
	TURMEQUE		-	753,25	-	43,31
	UMBITA		-	0,90	-	0,05
	VENTAQUEMADA		-	333,85	-	19,20
	VILLAPINZON		-	128,63	-	7,40
Totales			-	1.217,12	-	69,98
Batá Río	Santa María	Santa María	395,08	97,80	42,41	5,62
	Chivor		-	0,37	-	0,02
Totales			395,08	98,18	42,41	5,65
Batá Río Embalse	Almeida	Almeida	71,40	402,57	7,67	23,15
	Macanal	Macanal	103,87	261,57	11,15	15,04
	Chivor	Chivor	210,29	122,41	22,58	7,04
	GARAGOA		-	82,56	-	4,75
	GUAYATA		-	1,44	-	0,08
	SANTA MARIA		-	5,39	-	0,31
	SOMONDOCO		-	174,17	-	10,01
Totales			385,56	1.050,12	41,39	60,38
Bosque Río	Umbita	Umbita	145,01	600,03	15,57	34,50
	LA CAPILLA		-	1,13		0,06
	PACHAVITA		-	0,90		0,05
	VILLAPINZON		-	19,87		1,14
Totales			145,01	621,93	15,57	35,76
Fusavita Río	CHINAVITA		-	122,12	-	7,02
	RAMIRIQUI		-	449,25	-	25,83
	TIBANA		-	100,98	-	5,81
Totales			-	672,35	-	38,66
Garagoa Río	Chinavita	Chinavita	183,94	140,08	19,75	8,05
	Garagoa	Garagoa	1.525,07	302,11	163,72	17,37
	Pachavita	Pachavita	109,82	427,93	11,79	24,61
	LA CAPILLA		-	14,34	-	0,82
	SUTATENZA		-	80,77	-	4,64
	TENZA		-	92,00	-	5,29
	TIBANA		-	280,30	-	16,12
	UMBITA		-	97,38	-	5,60
Totales			1.818,83	1.434,93	195,26	82,51
Guatafur Río	CHOCONTA		-	1,82	-	0,10
	MACHETA		-	329,31	-	18,94
	MANTA		-	0,56	-	0,03
Totales			-	331,69	-	19,07

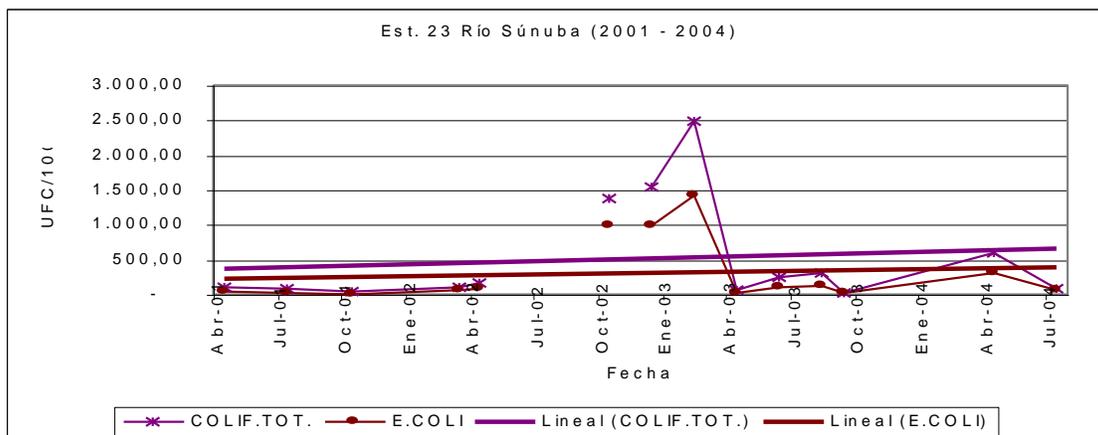
Nombre Unidad	Mun. Presentes	Zonas Urbanas	Demanda Agua M3/Día-Urbano	Demanda Agua M3/Día- Resto	Carga DBO5 Ton/Año Urbano	Carga DBO5 Ton/Año Resto
Guaya Río	La Capilla	La Capilla	166,94	364,79	17,92	20,98
	Tenza	Tenza	196,35	374,03	21,08	21,51
	GUATEQUE		-	0,13	-	0,01
	PACHAVITA		-	0,11	-	0,01
	SUTATENZA		-	20,89	-	1,20
	TIBIRITA		-	7,02	-	0,40
	UMBITA		-	0,32	-	0,02
	Totales		363,29	767,30	39,00	44,12
Juyasía Río	Viracachá	Viracachá	66,64	392,91	7,15	22,59
	Ciénega	Ciénega	159,29	541,44	17,10	31,13
	Ramiriquí (*)	Ramiriquí (*)	290,02	89,55	31,13	5,15
	SIACHOQUE		-	3,25	-	0,19
	SORACA		-	55,21	-	3,17
	Totales		515,95	1.082,36	55,39	62,24
Machetá Río	Machetá	Machetá	178,33	322,37	19,14	18,54
	Tibirita	Tibirita	99,45	302,28	10,68	17,38
	CHOCONTA		-	107,35	-	6,17
	GUATEQUE		-	115,73	-	6,65
	LA CAPILLA		-	0,72	-	0,04
	MANTA		-	96,30	-	5,54
	TENZA		-	0,30	-	0,02
	Totales		277,78	945,04	29,82	54,34
Súnuba Río	Guateque	Guateque	1.121,15	270,87	120,36	15,57
	Guayatá	Guayatá	267,24	1.148,86	28,69	66,06
	Sutatenza	Sutatenza	115,94	373,42	12,45	21,47
	Somondoco	Somondoco	105,40	407,29	11,32	23,42
	CHIVOR		-	0,11	-	0,01
	MANTA		-	5,61	-	0,32
	TENZA		-	3,87	-	0,22
	Totales		1.609,73	2.210,03	172,81	127,08
Teatinos Río	Boyacá	Boyacá	75,99	495,30	8,16	28,48
	JENESANO		-	30,20	-	1,74
	RAMIRIQUI		-	23,20	-	1,33
	SAMACA		-	284,34	-	16,35
	SORACA		-	47,33	-	2,72
	TUNJA		-	254,57	-	14,64
	VENTAQUEMADA		-	336,98	-	19,38
	Totales		75,99	1.471,91	8,16	84,63
Tibaná Río	Tibaná	Tibaná	234,26	349,01	25,15	20,07
	Jenesano	Jenesano	154,87	646,33	16,63	37,16
	Ramiriquí (*)	Ramiriquí (*)	290,02	375,64	31,13	21,60
	BOYACA	BOYACA	-	65,07	-	3,74
	CIENEGA	CIENEGA	-	0,77	-	0,04
	NUEVO COLON	NUEVO COLON	-	2,10	-	0,12
	Totales		679,15	1.438,93	72,91	82,74
Tocola Quebrada	CHOCONTA		-	47,12	-	2,71
	LA CAPILLA		-	1,58	-	0,09
	MACHETA		-	9,50	-	0,55
	TIBIRITA		-	74,50	-	4,28
	UMBITA		-	1,56	-	0,09
	VILLAPINZON		-	203,60	-	11,71
	Totales		-	337,86	-	19,43
Turmequé Río	Ventaquemada	Ventaquemada	197,54	520,61	21,21	29,94
	Nuevo Colón	Nuevo Colón	105,57	549,46	11,33	31,59
	Turmequé	Turmequé	333,37	286,26	35,79	16,46
	BOYACA	BOYACA	-	33,31	-	1,92
	JENESANO	JENESANO	-	7,44	-	0,43
	SAMACA	SAMACA	-	0,10	-	0,01
	TIBANA	TIBANA	-	233,27	-	13,41
	ÚMBITA	ÚMBITA	-	293,77	-	16,89
	Totales		636,48	1.924,22	68,33	110,64
TOTALES GENERALES			7.039,36	15.029,57	755,70	864,20

Cuenca del Río Súnuba

Análisis temporal Unidades de Trabajo Río Guatafur y Río Machetá: Estación 23 Puente Manta, corriente río Súnuba



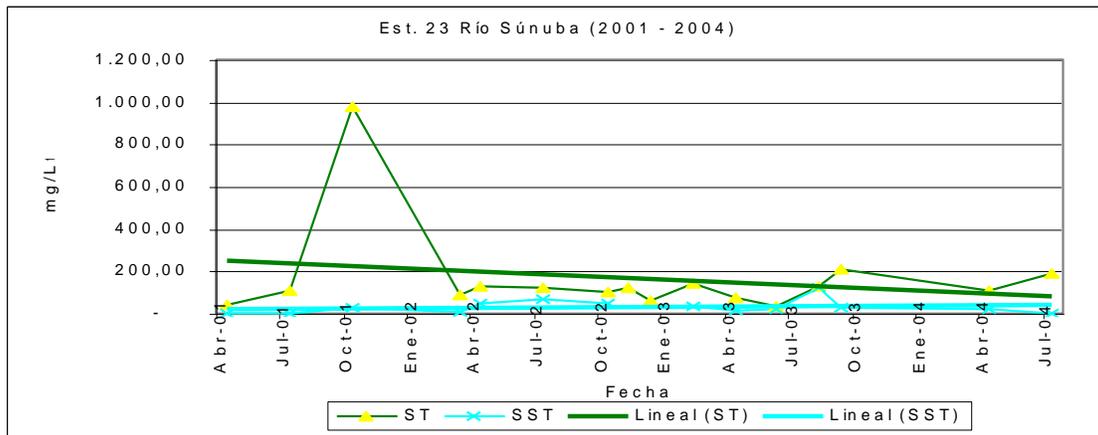
Se presenta un aumento de la DBO₅ y disminución del OD en épocas de estiaje, la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia una disminución de la primera y un comportamiento estable del segundo; sin embargo, faltan datos de DBO₅ que deberían cambiar la tendencia hacia un ligero aumento de esta, dados los resultados de OD.



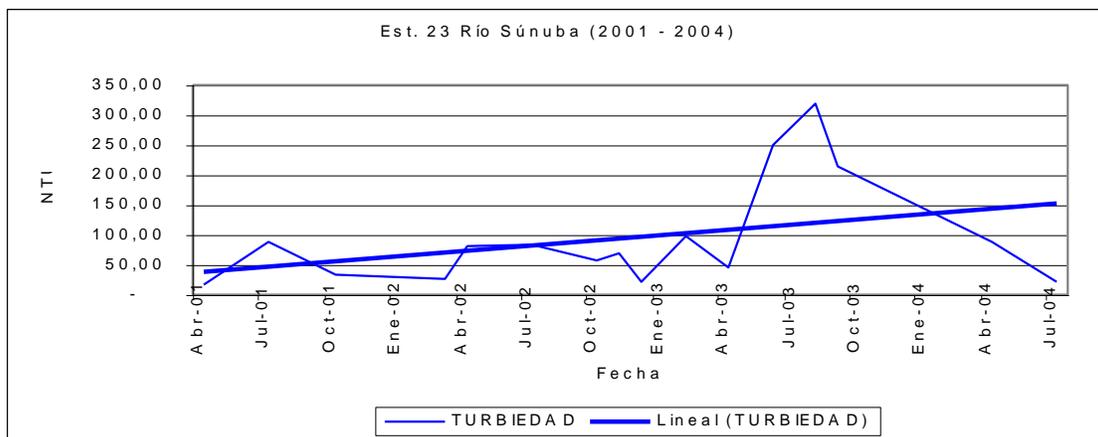
Para el caso de Coliformes los datos muestran un aumento durante las épocas de estiaje y disminución en las épocas de lluvias. Los niveles alcanzados en la temporada seca pueden ser superiores a las normas (Decreto 1594) para consumo humano y de recreación con contacto primario. La gráfica puede reflejar, más que una disminución en la descarga de aguas residuales, una merma aparente por dilución. La tendencia en el tiempo es hacia un ligero aumento y de todas

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

maneras, aún en épocas de lluvias, el agua para consumo humano requiere de tratamiento y desinfección.

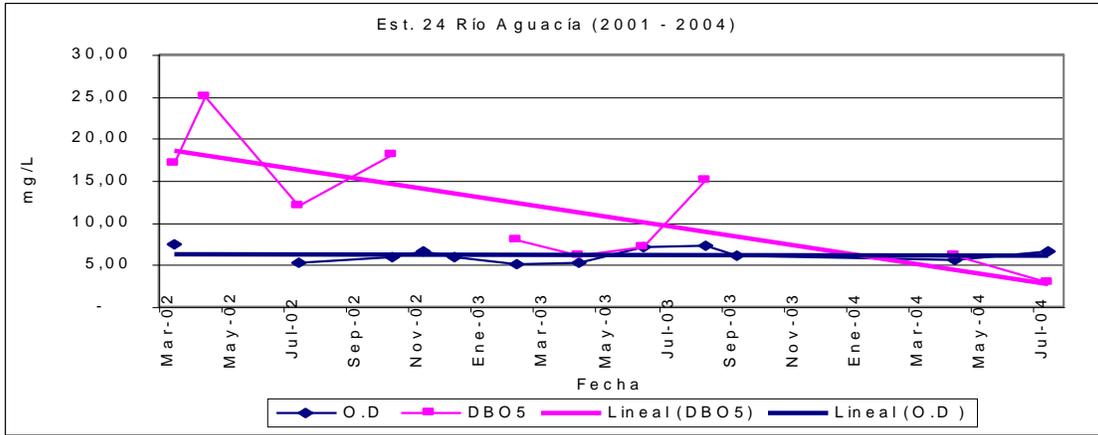


Se presenta un aumento de los Sólidos Totales en las épocas de lluvia y un ligero aumento de los Sólidos Suspendidos Totales para estas épocas, sin embargo la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia una disminución de la primera y un comportamiento estable del segundo.

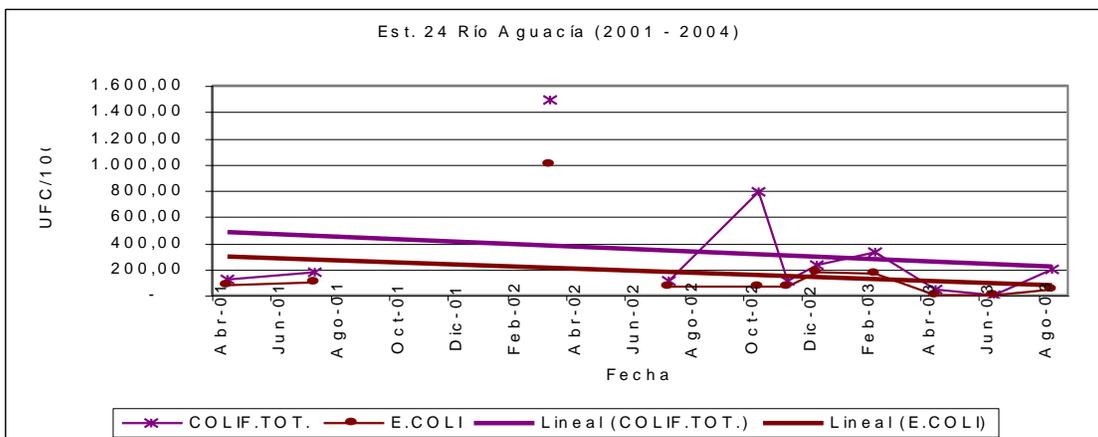


Para el caso de la turbiedad (turbidez) la gráfica muestra un aumento en las épocas de lluvias y disminución en las de estiaje. Sin embargo la tendencia en el tiempo es hacia un aumento de los valores, lo que podría relacionarse con un aumento generalizado de transporte de sedimentos como resultado de fenómenos de erosión superficial por desprotección creciente resultante a su vez de deterioro de las coberturas de vegetación.

Análisis temporal Unidad de Trabajo Río Aguacía: Estación 24 Aguacía, corriente río Aguacía.



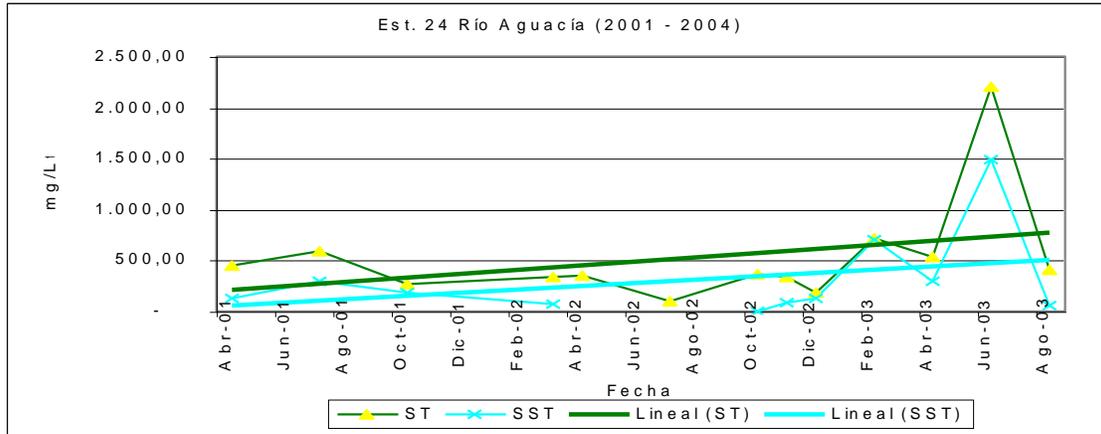
Se presenta un comportamiento algo errático aunque con una tendencia hacia el aumento de la DBO₅ y disminución del OD en épocas de estiaje, sin embargo la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia una disminución de la primera y un comportamiento estable del segundo. La ausencia de datos de DBO₅ estaría falseando la tendencia si se tienen en cuenta los niveles de OD. Aunque los valores de Oxígeno Disuelto no son críticos, si se encuentran muy cercanos al límite admisible para uso recreativo primario.



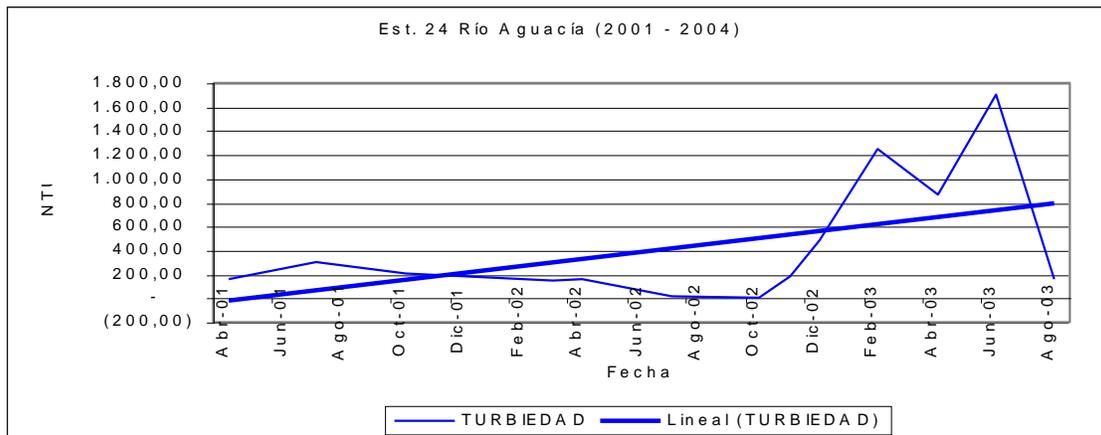
Para el caso de Coliformes los datos muestran un aumento durante las épocas de estiaje y disminución en las épocas de lluvias. Los niveles alcanzados en la temporada seca pueden ser superiores a las normas (decreto 1594) para consumo doméstico y de recreación con contacto primario. La gráfica puede reflejar, más que una disminución en la descarga de aguas residuales,

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

una merma aparente por dilución. La tendencia en el tiempo es hacia una ligera disminución y de todas maneras, aún en épocas de lluvias, el agua para consumo humano requiere de tratamiento y desinfección.

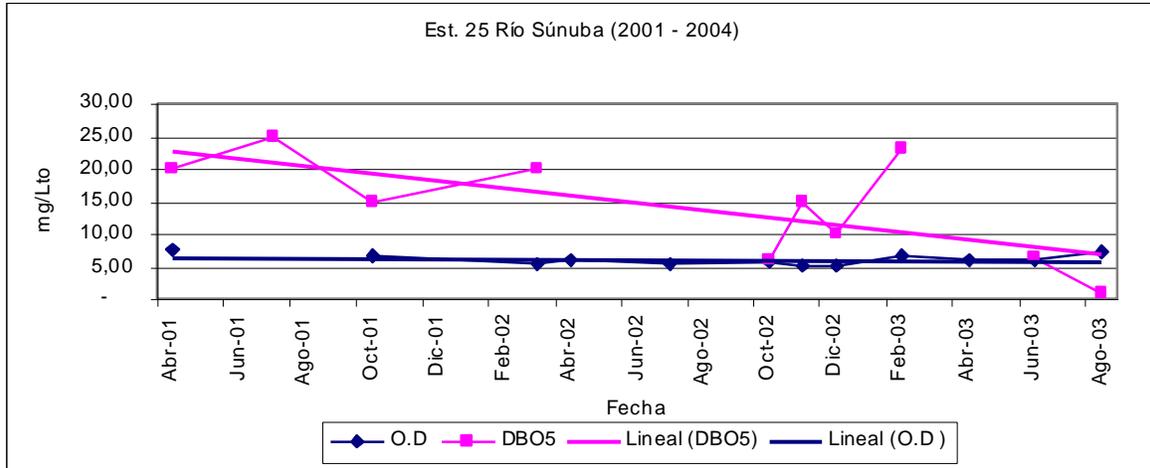


Se presenta un aumento de los Sólidos Totales en las épocas de lluvia y un ligero aumento de los Sólidos Suspendidos Totales para estas épocas. Para esta Unidad la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia un aumento de ambos parámetros.

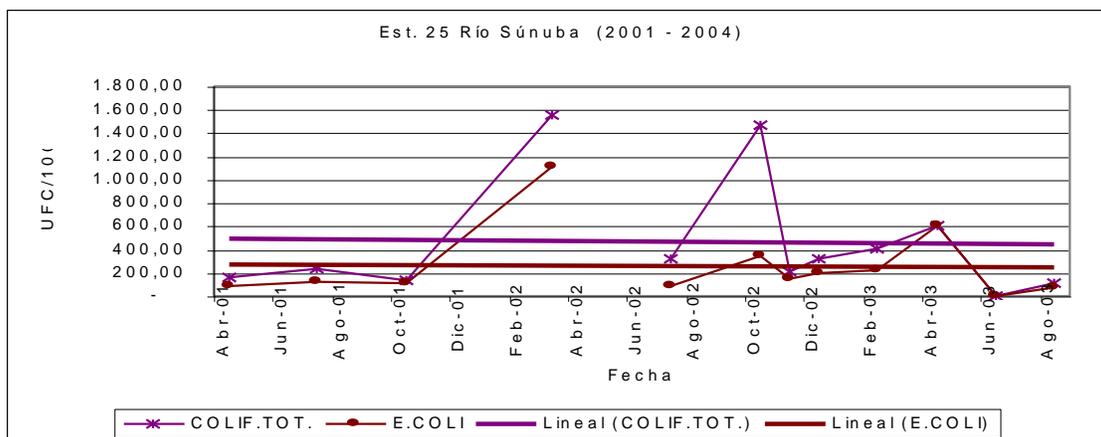


Para el caso de la turbiedad (turbidez) la gráfica muestra un comportamiento errático. Sin embargo la tendencia en el tiempo es hacia un aumento de los valores, lo que podría relacionarse con un aumento generalizado de transporte de sedimentos como resultado de fenómenos de erosión superficial.

**Análisis temporal Unidades de Trabajo Río Aguavía, Guatafur y Machetá:
 Estación 25 Puente Súnuba, corriente río Súnuba.**



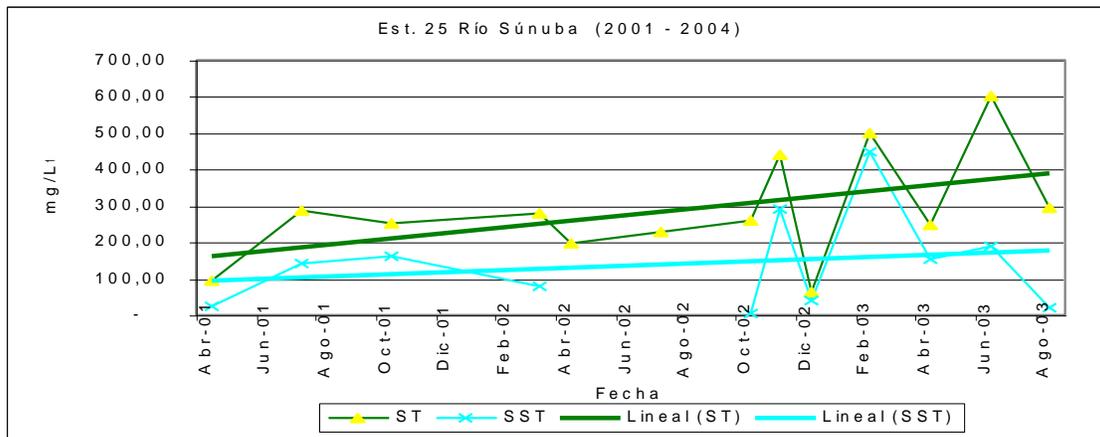
Se presenta un comportamiento algo errático aunque con una tendencia hacia el aumento de la DBO₅ y disminución del OD en épocas de estiaje, sin embargo la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia una disminución de la primera (faltando datos por incluir que podrían cambiar esta tendencia) y un comportamiento estable del segundo. Aunque los valores de Oxígeno Disuelto no son críticos, si se encuentran muy cercanos al límite admisible para uso recreativo primario. Los valores son similares a los encontrados aguas arriba lo que puede significar que un mayor aporte de materia orgánica se ve compensado con un correspondiente aumento de caudal.



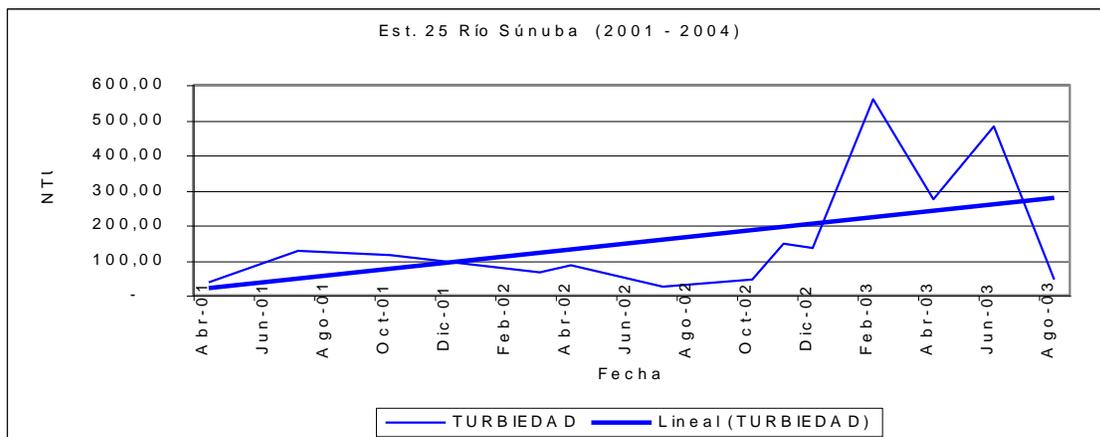
Para el caso de Coliformes los datos muestran un aumento durante las épocas de estiaje y disminución en las épocas de lluvias. Los niveles alcanzados en la temporada seca pueden ser

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

superiores a las normas (Decreto 1594) para consumo doméstico y de recreación con contacto primario. La gráfica puede reflejar, más que una disminución en la descarga de aguas residuales, una merma aparente por dilución. La tendencia en el tiempo es estable y de todas maneras, aún en épocas de lluvias, el agua para consumo humano requiere de tratamiento y desinfección.

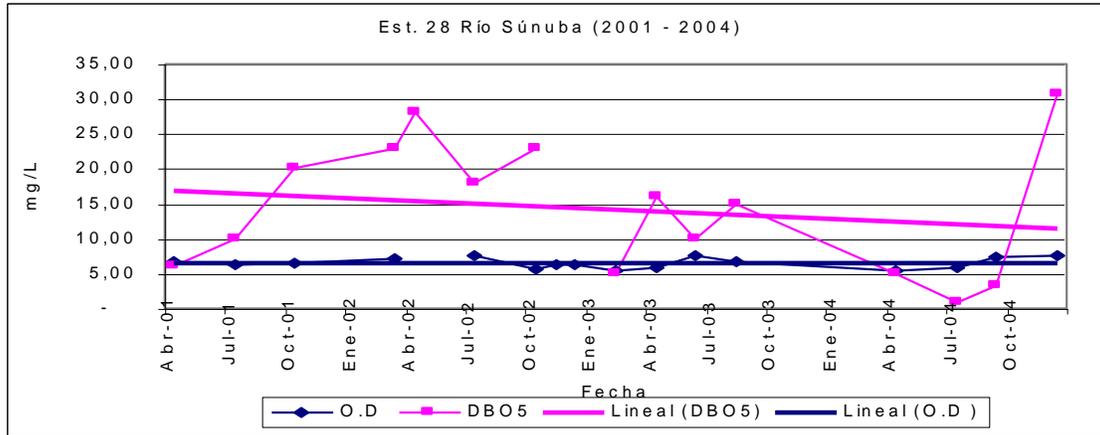


Se presenta un aumento de los Sólidos Totales y Sólidos Suspendedos Totales en las épocas de lluvia. Para El conjunto de estas Unidades la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia un aumento marcado de ambos parámetros.

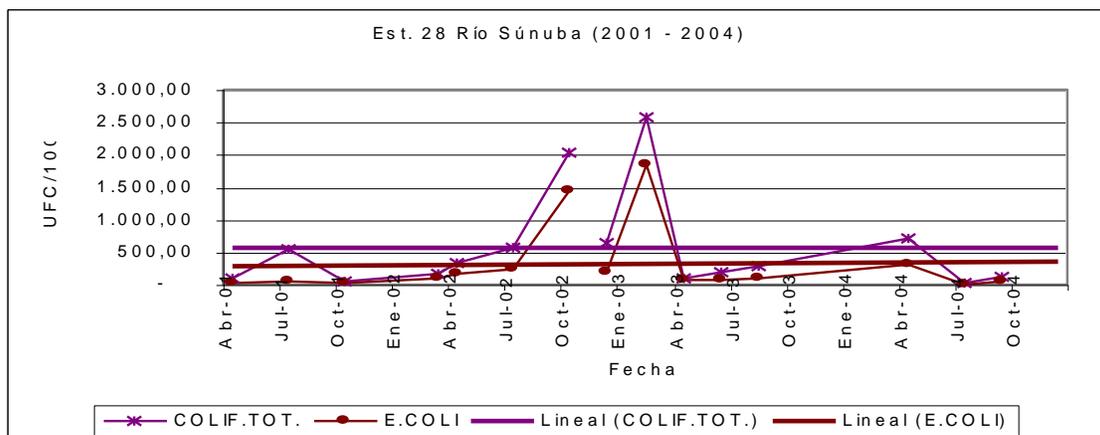


Para el caso de la turbiedad (turbidez) la gráfica muestra un comportamiento errático, aún con aumento en épocas de estiaje. La tendencia en el tiempo es hacia un aumento de los valores, lo que podría relacionarse con un incremento generalizado de transporte de sedimentos como resultado de fenómenos de erosión superficial.

Análisis temporal Unidad de Trabajo Río Súnuba: Estación 28, Puente Fierro, corriente río Súnuba.



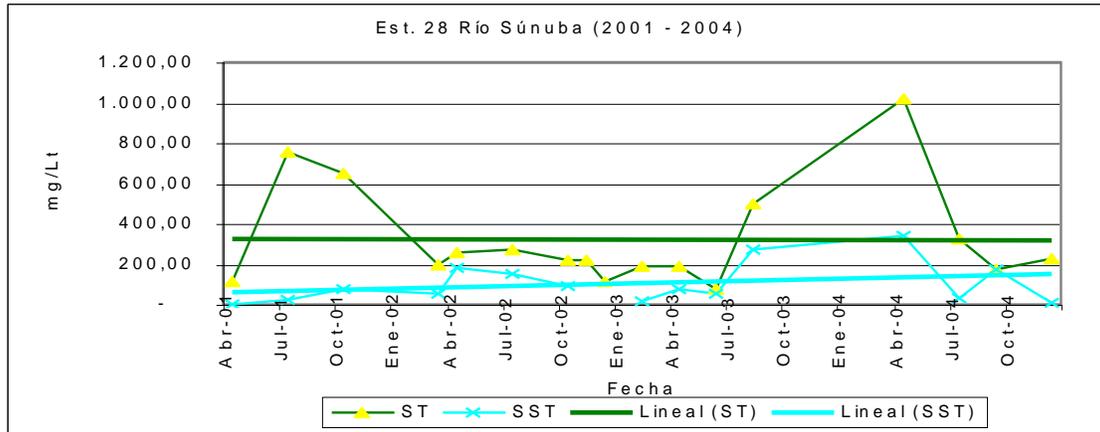
Se presenta un comportamiento con tendencia hacia el aumento de la DBO₅ y disminución del OD en épocas de estiaje, sin embargo la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia una disminución de la primera y una ligera disminución del segundo. Aunque los valores de Oxígeno Disuelto no son críticos, si se encuentran muy cercanos al límite admisible para uso recreativo primario. Los valores aumentan con relación a los encontrados aguas arriba lo que puede significar un mayor aporte por adición de materia orgánica, de tributarios.



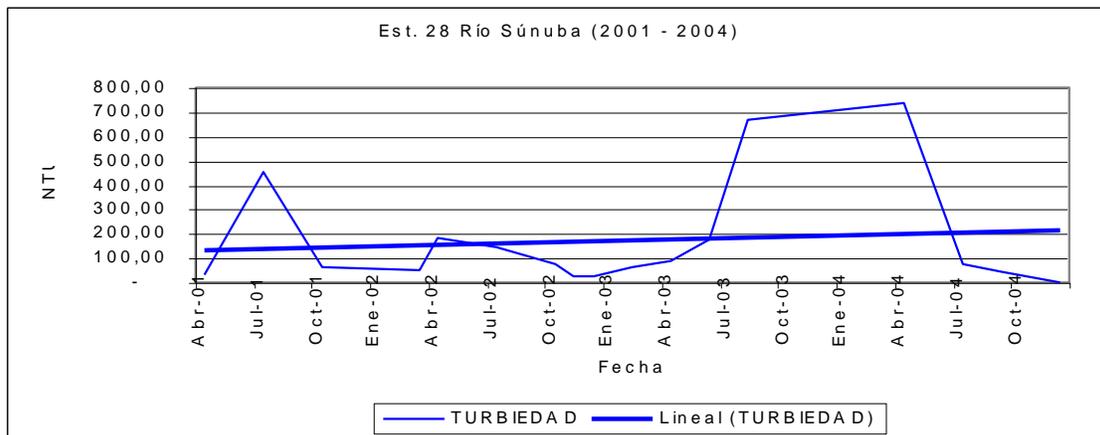
Para el caso de Coliformes los datos muestran un comportamiento errático. Los niveles alcanzados en la temporada seca pueden ser superiores a las normas (decreto 1594) para consumo doméstico y de recreación con contacto primario. La gráfica puede reflejar, más que una disminución en la

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

descarga de aguas residuales, una merma aparente por dilución. La tendencia en el tiempo es estable para ambos parámetros.

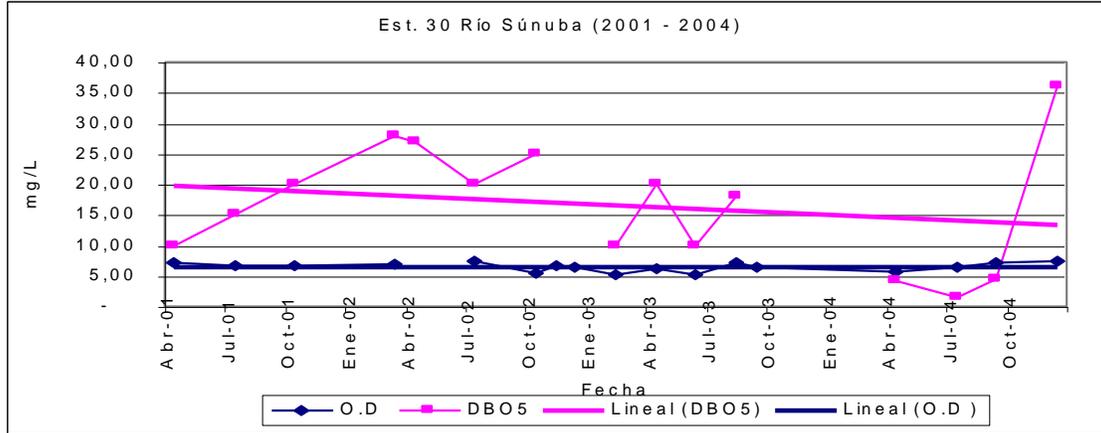


Se presenta un aumento de los Sólidos Totales y Sólidos Suspendidos Totales en las épocas de lluvia. Para El conjunto de estas Unidades la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia un aumento marcado de SST, y una condición constante en los ST.

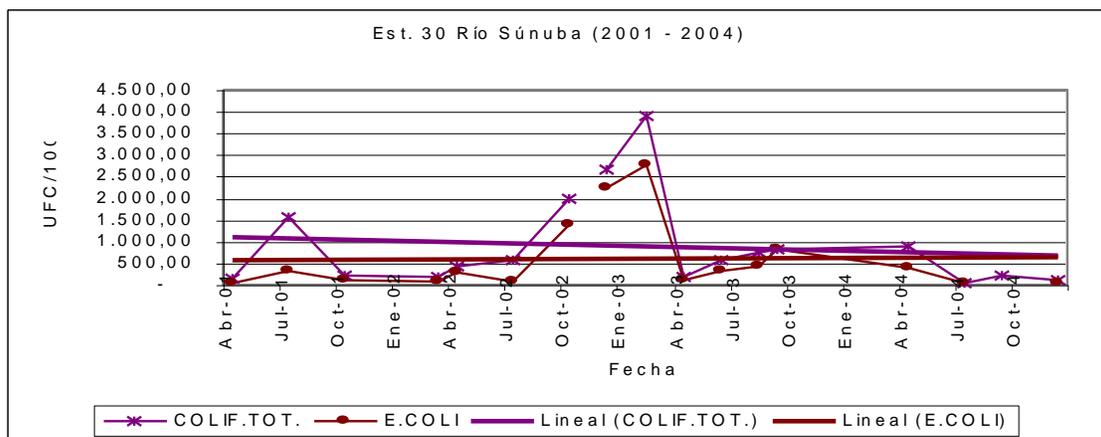


Para el caso de la turbiedad (turbidez) la gráfica muestra aumento en las épocas de lluvias. La tendencia en el tiempo es hacia un aumento de los valores, lo que podría relacionarse con un incremento generalizado de transporte de sedimentos como resultado de fenómenos de erosión superficial y los valores son mayores que aguas arriba, lo que puede ser efecto de aportes de los tributarios.

Análisis temporal Unidad de Trabajo Río Súnuba: Estación 30, El Regalo, corriente río Súnuba



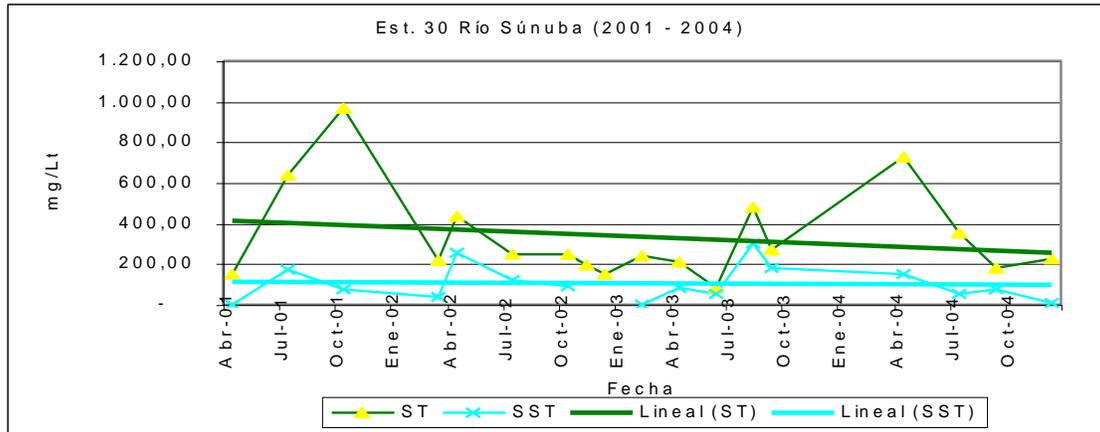
Se presenta un comportamiento con tendencia hacia el aumento de la DBO₅ y disminución del OD en épocas de estiaje, sin embargo la tendencia general, (faltando datos que podrían cambiar esta tendencia) en el tiempo medido, es hacia una disminución de la primera y una condición estable del segundo. Aunque los valores de Oxígeno Disuelto no son críticos, si se encuentran muy cercanos al límite admisible para uso recreativo primario. Los valores permanecen estables con relación a los encontrados aguas arriba.



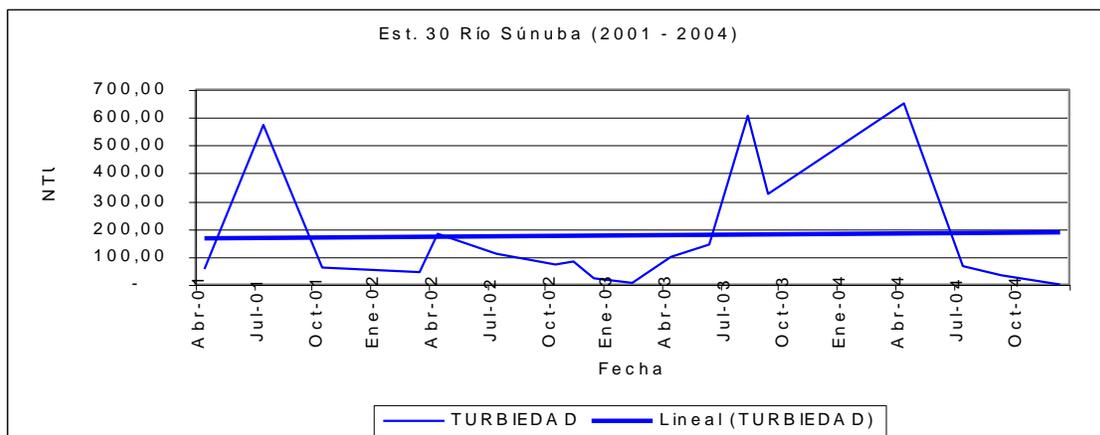
Para el caso de Coliformes los datos muestran un comportamiento errático con aumentos en dos períodos de lluvias, lo cual puede reflejar acumulación por disminución de la corriente en este punto. La tendencia en el tiempo es de relativa estabilidad para ambos parámetros. Sin embargo

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

los valores superan lo recomendado habitualmente para consumo humano y para uso recreativo con contacto primario y, en algunos momentos, secundario.

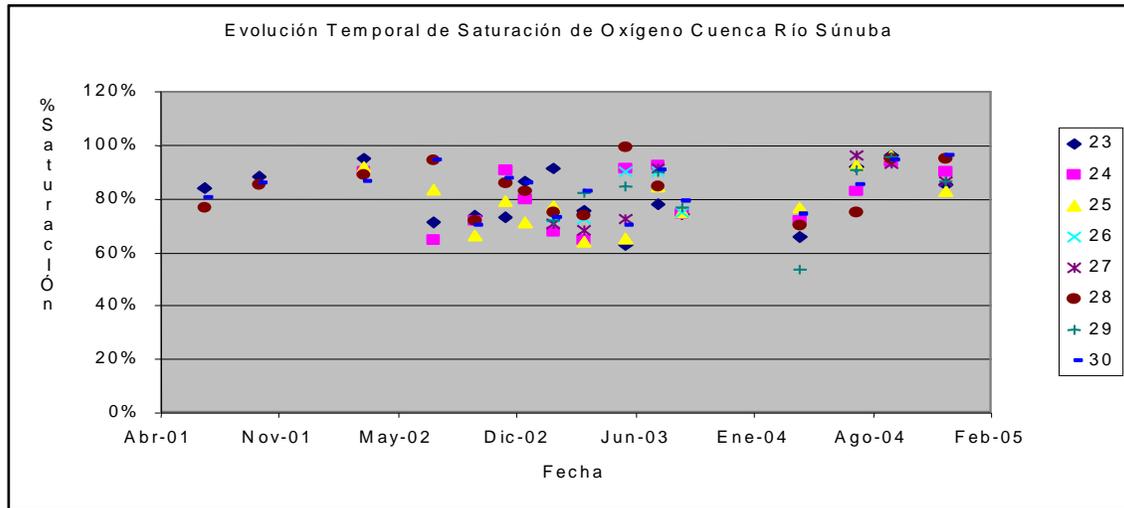


Se presenta un aumento de los Sólidos Totales y Sólidos Suspendidos Totales en las épocas de lluvia. La tendencia general, en el tiempo medido, es hacia una disminución ligera de ambos parámetros, sin embargo los valores son mayores a los encontrados aguas arriba lo que puede reflejar acumulación de sedimentos por aportes de los tributarios.



Para el caso de la turbiedad (turbidez) la gráfica muestra aumento en las épocas de lluvias. La tendencia en el tiempo es hacia un aumento de los valores, lo que podría relacionarse con un incremento generalizado de transporte de sedimentos como resultado de fenómenos de erosión superficial y los valores son mayores que aguas arriba, lo que puede ser efecto de aportes de los tributarios.

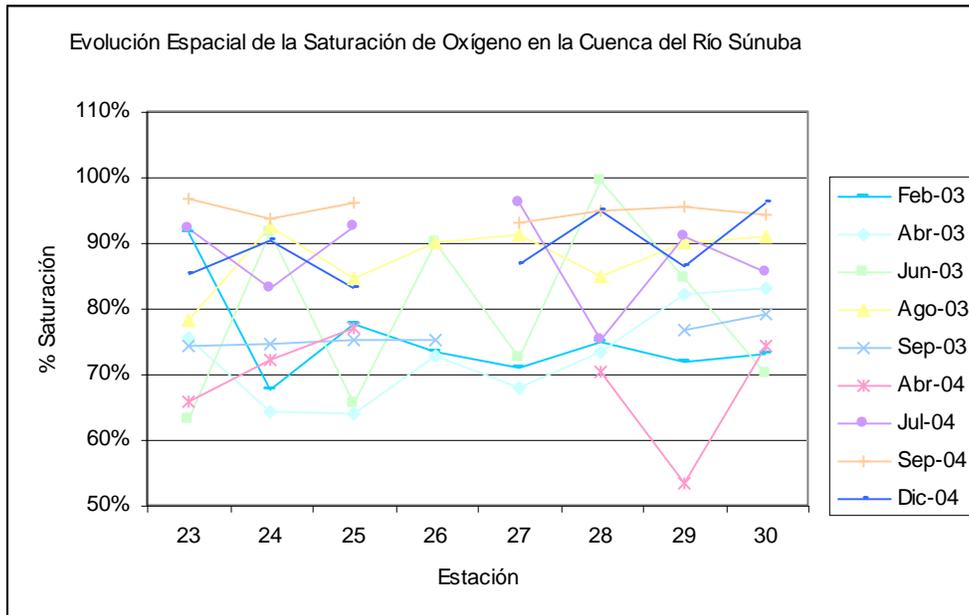
**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



Una variable que permite determinar rápidamente la calidad de una corriente superficial es la saturación de oxígeno. Tal como se explicó atrás, valores superiores al 80 % son buenos, inferiores a 60 % son malos y los situados entre estos dos valores se consideran críticos. Como puede apreciarse en la gráfica, de un total de 99 datos, en el 56 % de éstos la condición es buena, tan solo hay 1 punto con condición mala, y hay 42 % que se sitúan en la condición crítica. Dicho de otra manera, es muy probable que el 42 % del tiempo de un año cualquiera, la situación de las aguas de las corrientes del Súnuba y sus tributarios esté en condiciones tales que no son aptas para el desarrollo de organismos de manera autónoma y menos aún para el consumo humano. Es importante señalar que la condición crítica se concentra en épocas de estiaje (Noviembre-Marzo), esto es de esperarse, ya que no hay efectos de dilución y la carga orgánica permanece estable.

Análisis Espacial Río Súnuba

Saturación de Oxígeno

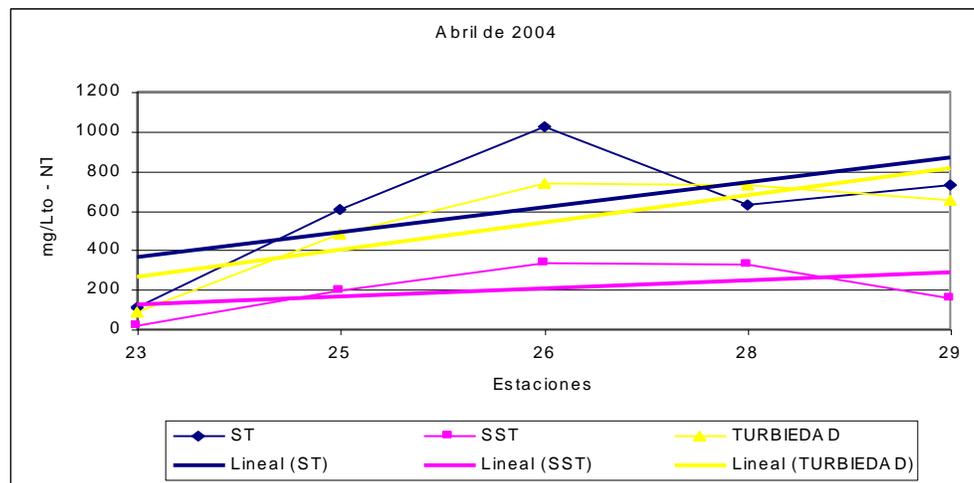
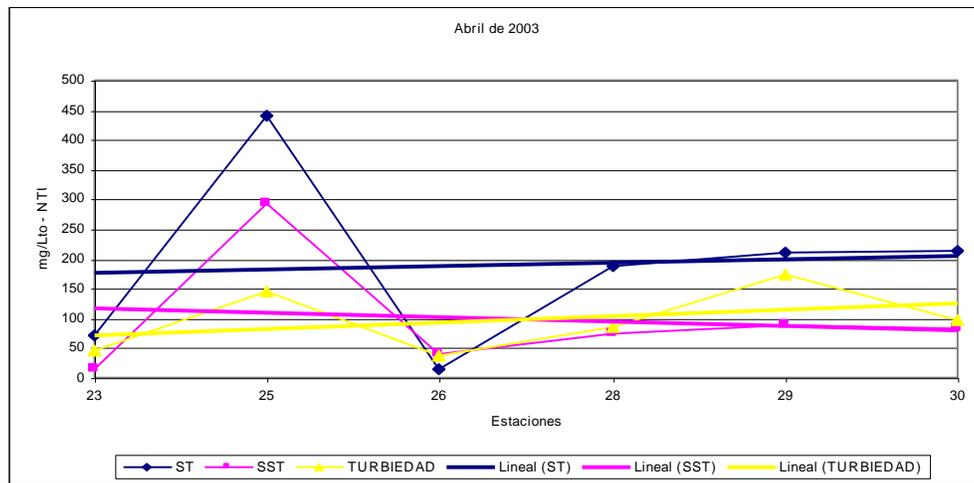
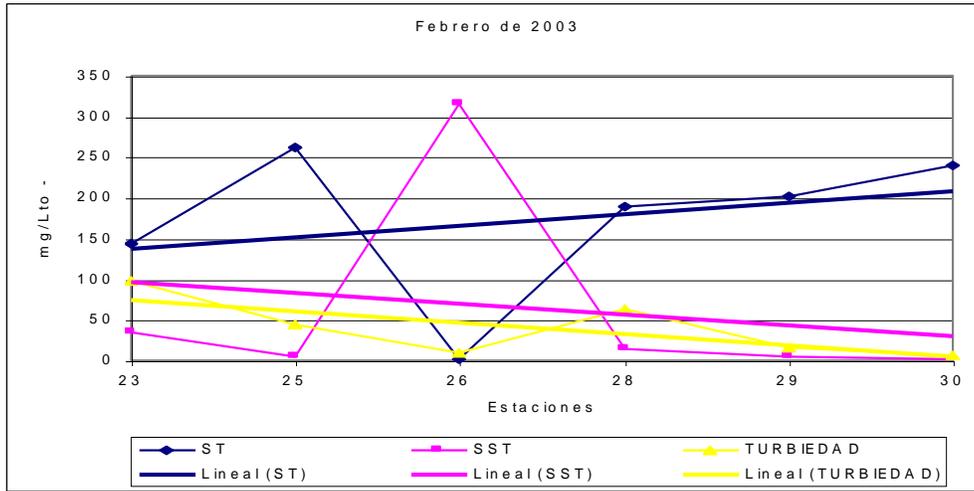


La gráfica obtenida de los datos disponibles permite inferir que las condiciones para todos los puntos de la cuenca es similar y se mantiene a lo largo del cauce. Dicho de otra manera, los aportes de agua y la aireación natural generada por la agitación de la corriente en descenso, parece no ser suficiente para contrarrestar los aportes de materia orgánica que también se van adicionando y mitigar la demanda de oxígeno presente, lo que no favorece el mejoramiento de esta condición. La situación se torna más crítica en los meses de poca precipitación, época en la cual los valores de saturación se presentan más bajos. Asimismo, abril es el mes con condición de % de saturación de oxígeno más bajo, esto puede deberse a que al empezar las lluvias en este mes, se hace el lavado generalizado de la cuenca y el transporte de sedimentos y contaminantes hacia la corriente es mayor.

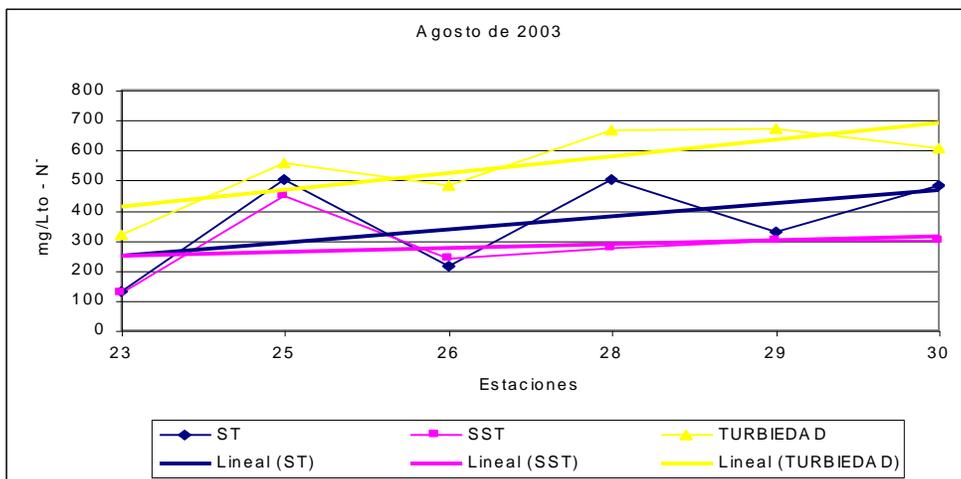
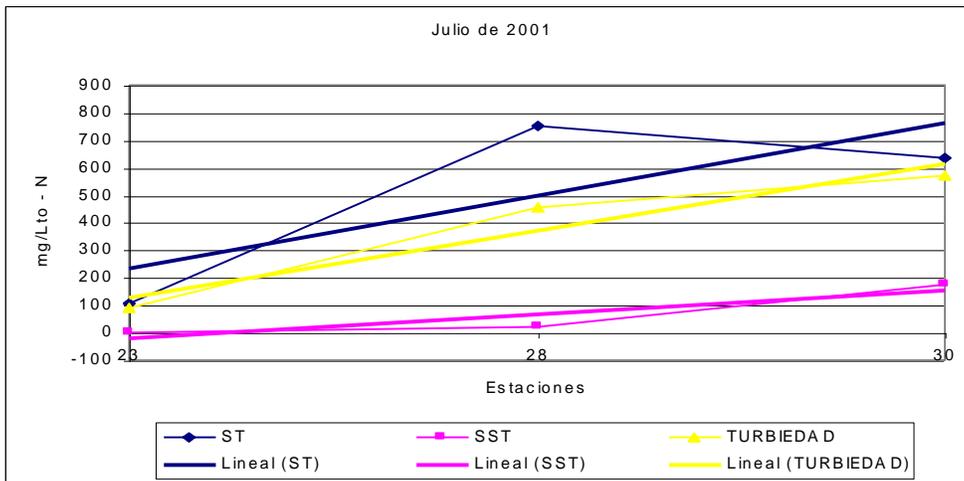
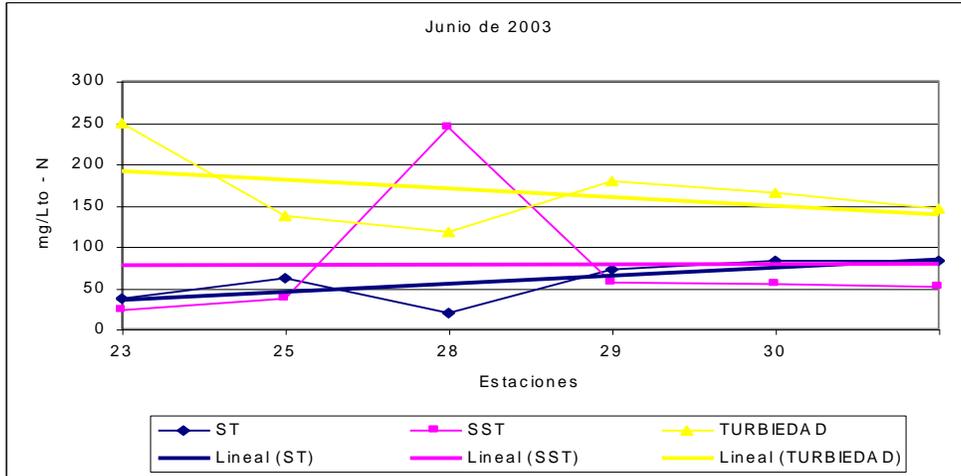
Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos Totales y Turbiedad

Para el siguiente análisis se toma como base las series temporales que tienen más puntos de muestreo a lo largo de la cuenca y que reflejan de alguna manera su comportamiento. A continuación se presentan en forma de gráficas.

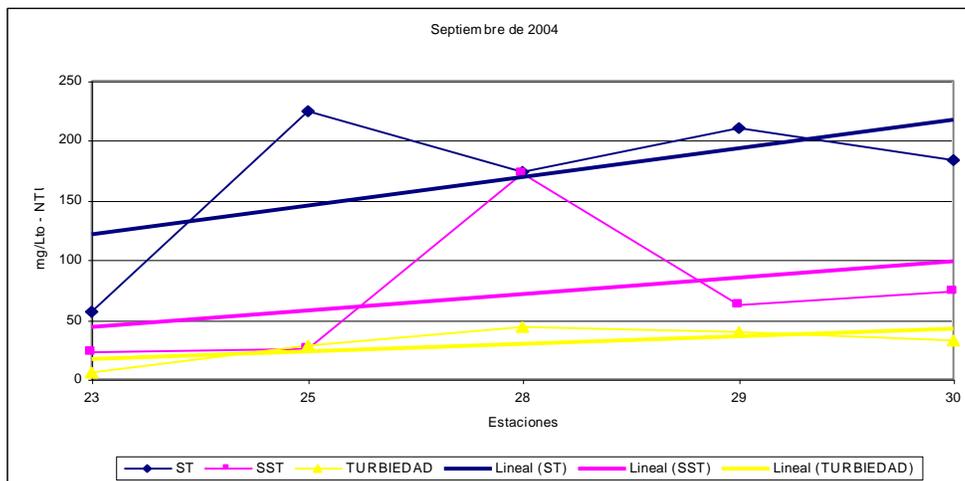
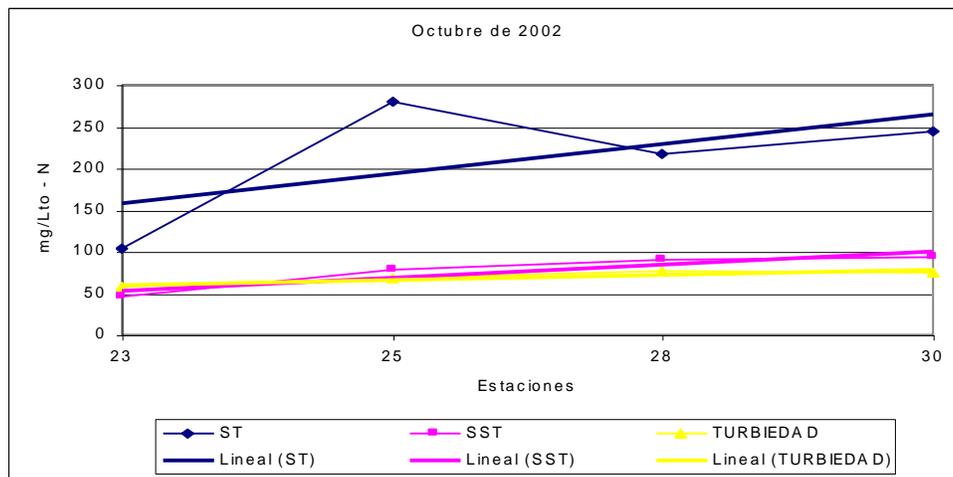
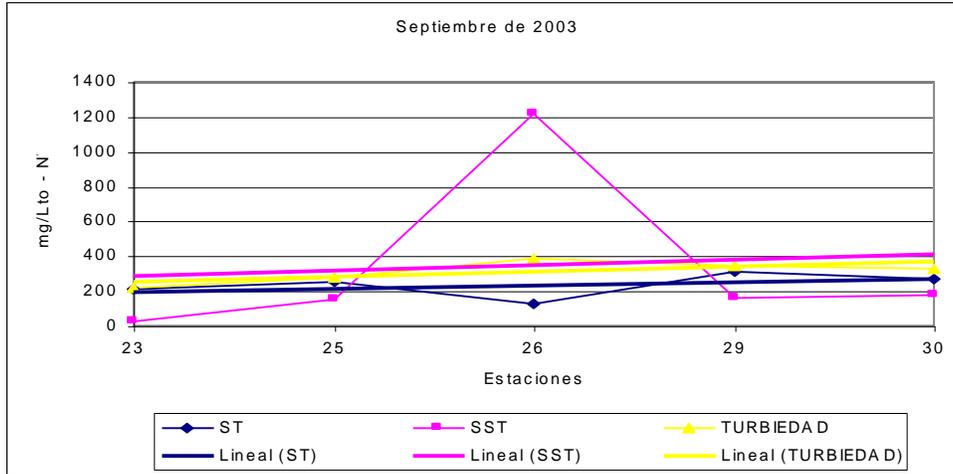
**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



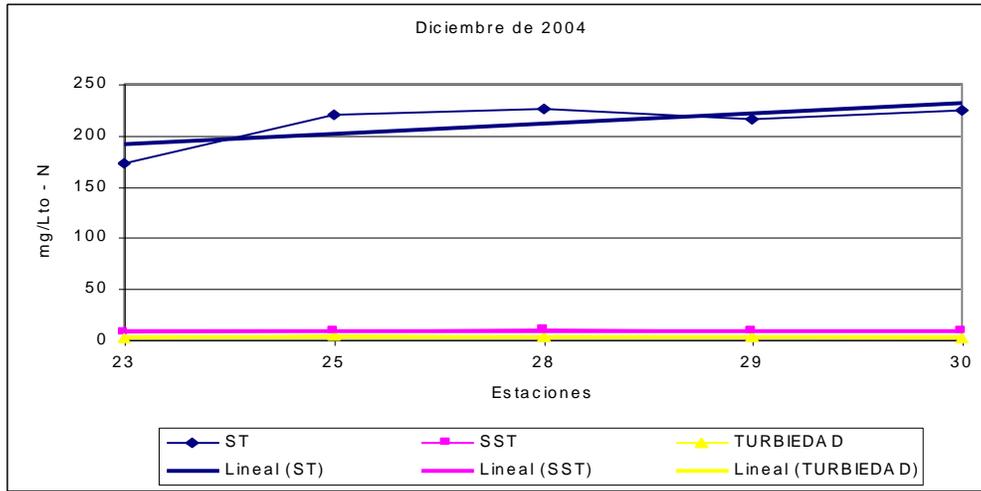
**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



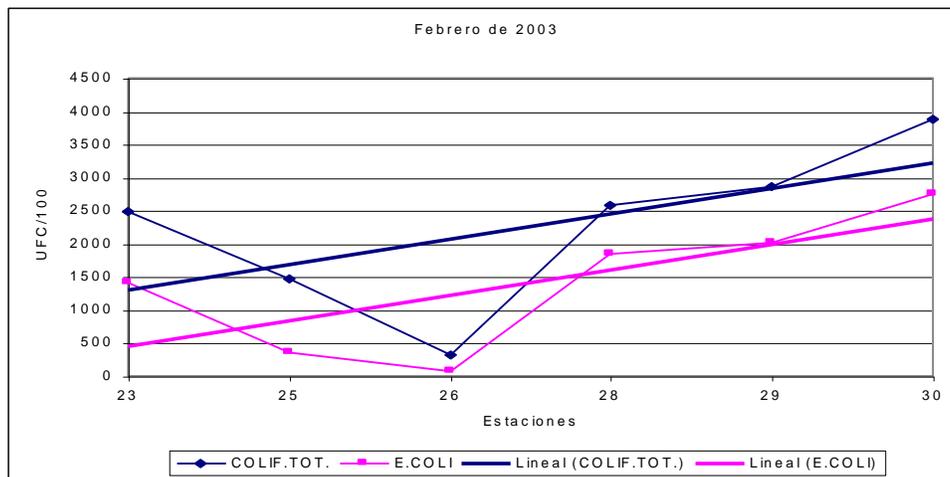
**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



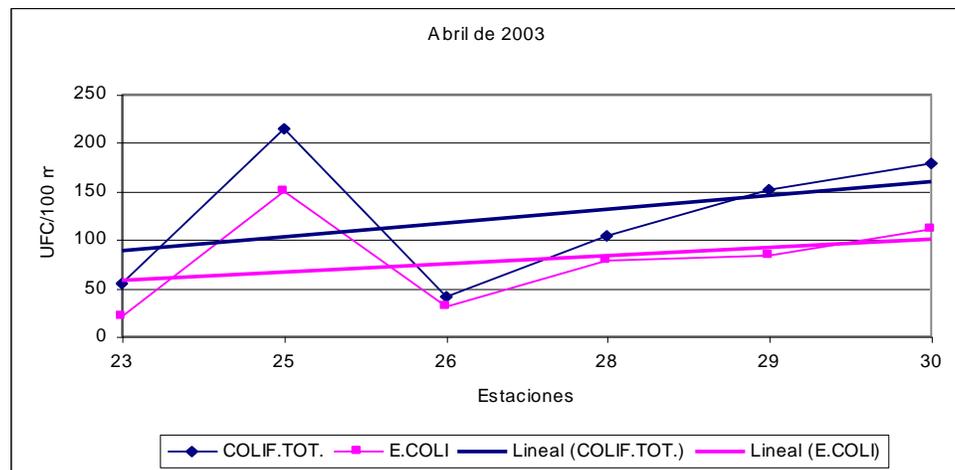
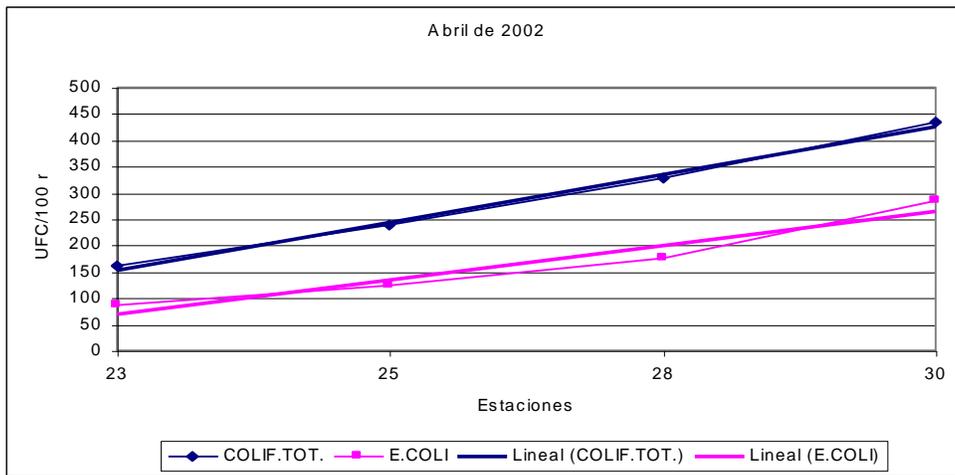
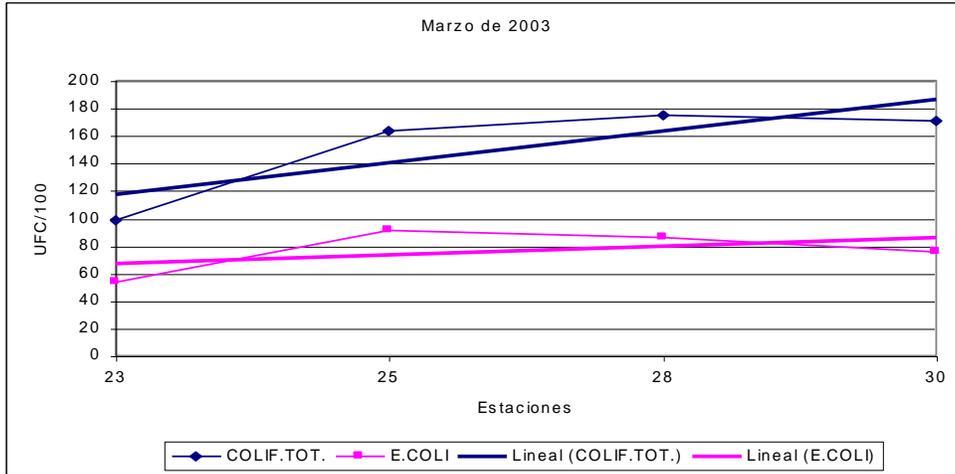
Las gráficas anteriores muestran el comportamiento de sedimentos (como ST, SST y Turbiedad) a lo largo de la cuenca del río Súnuba. Dos cosas llaman la atención; primero, en todos los casos la tendencia es al aumento de los valores corriente abajo y la segunda que dichos valores cambian sensiblemente de una fecha de medición a otra, lo cual puede estar relacionado con la precipitación (y la escorrentía resultante) y con la densidad de cobertura vegetal, previo al momento de la medición.

Contenido de Coliformes Totales y Escherichia coli

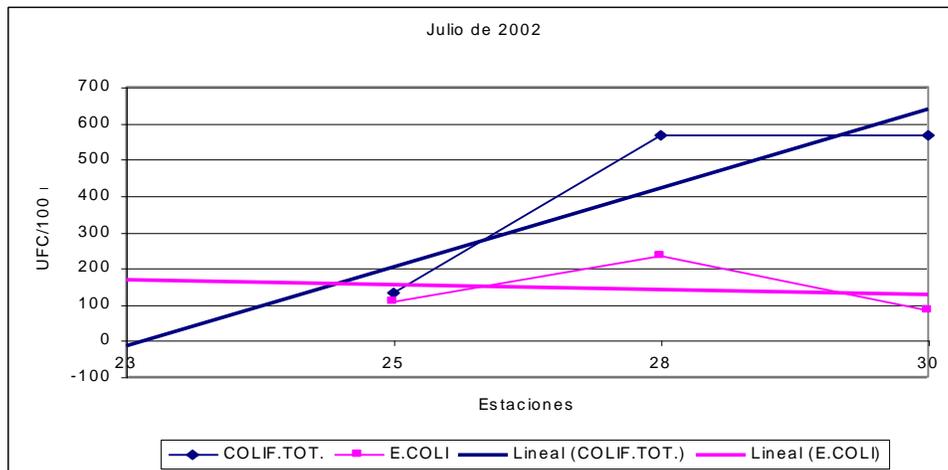
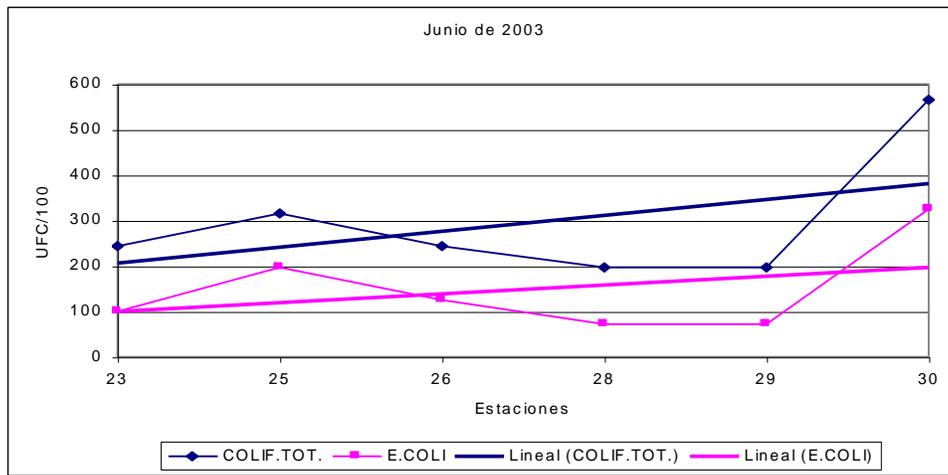
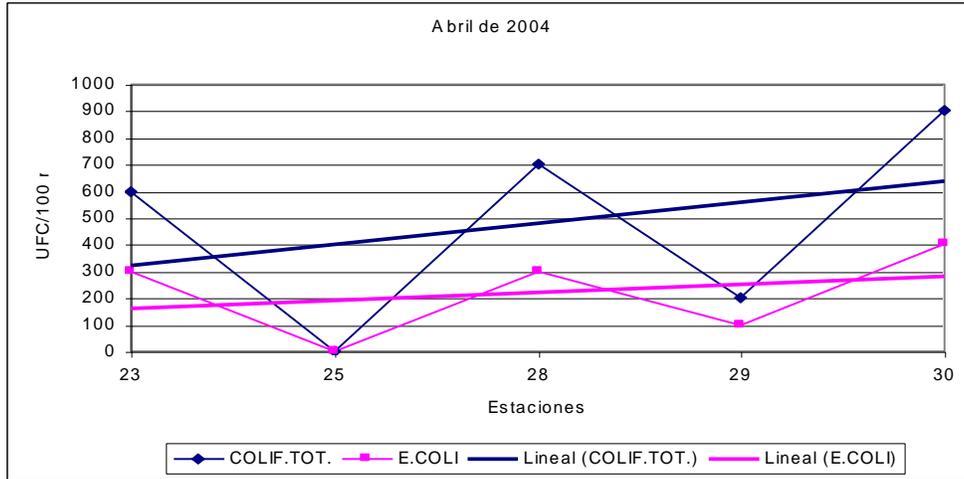
Como en el caso anterior, para este análisis se toma como base las series temporales que tienen más puntos de muestreo a lo largo de la cuenca y que reflejan de alguna manera su comportamiento. A continuación se presentan en forma de gráficas.



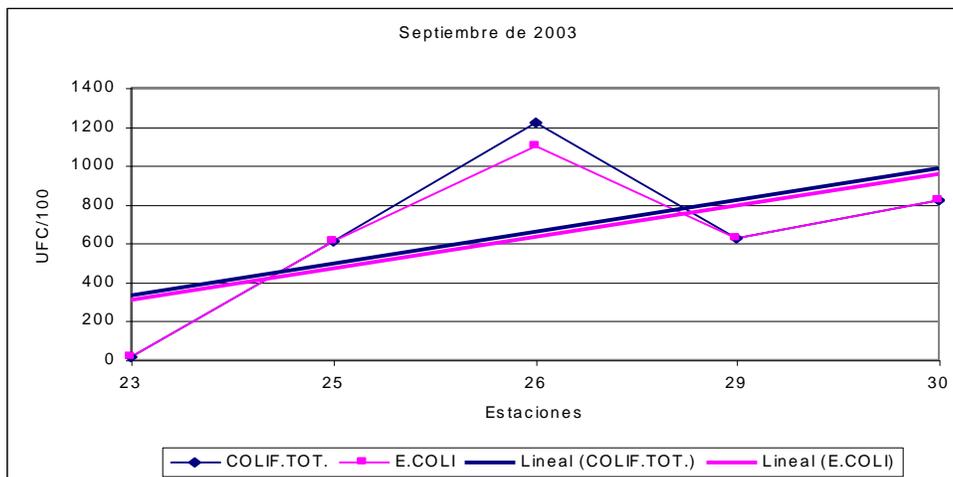
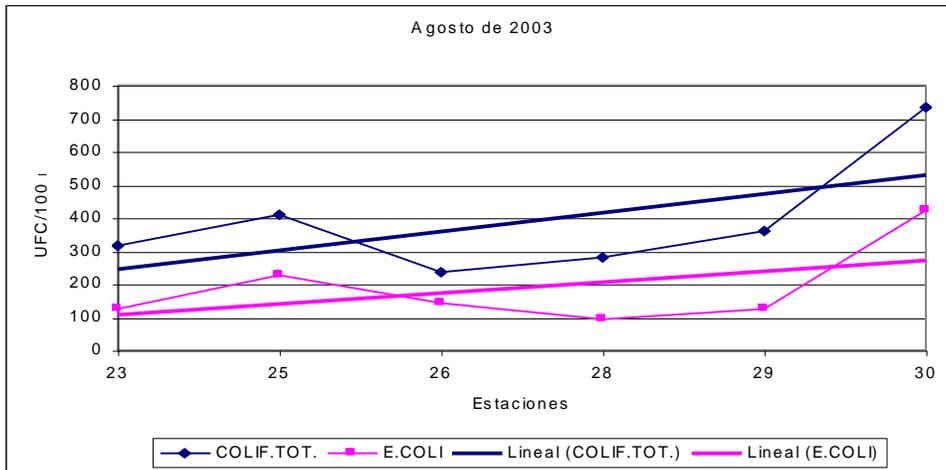
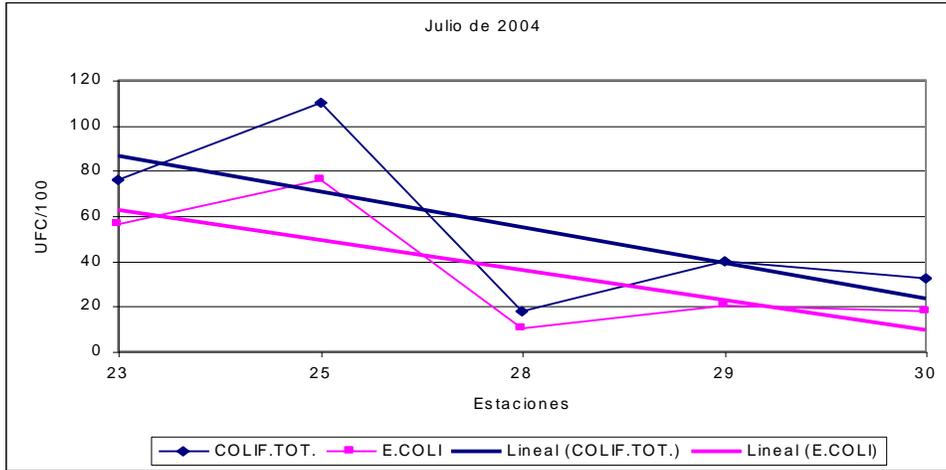
**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



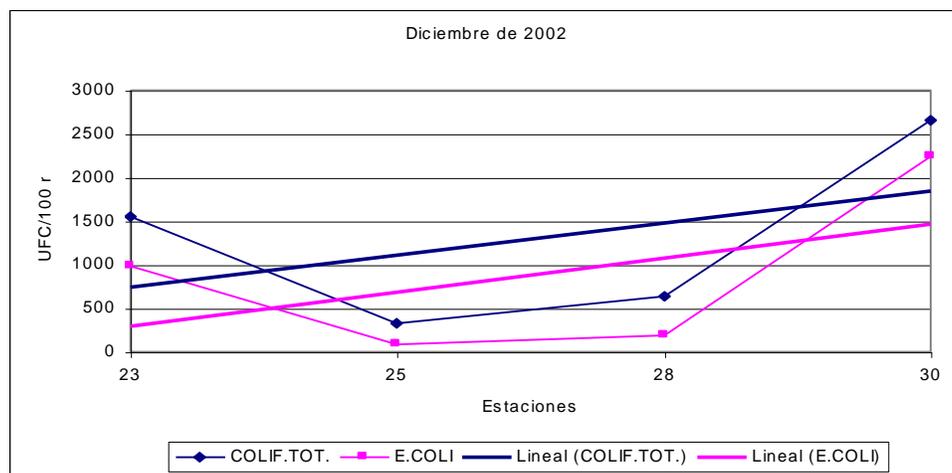
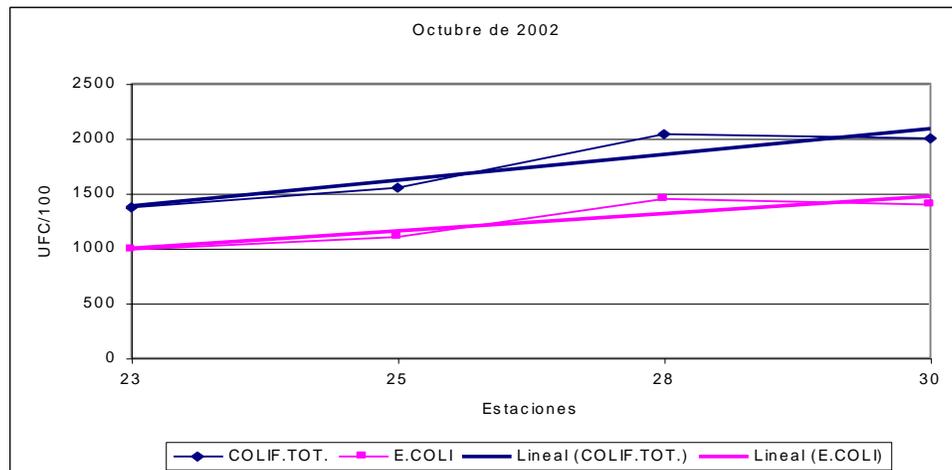
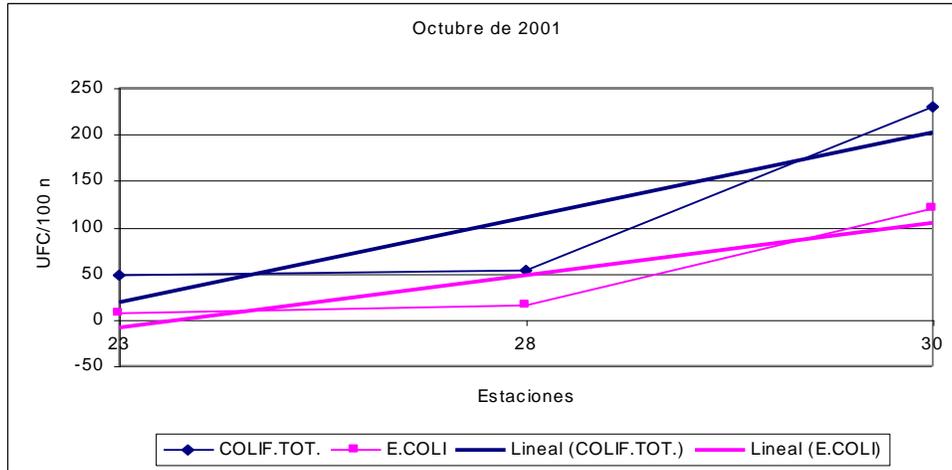
**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



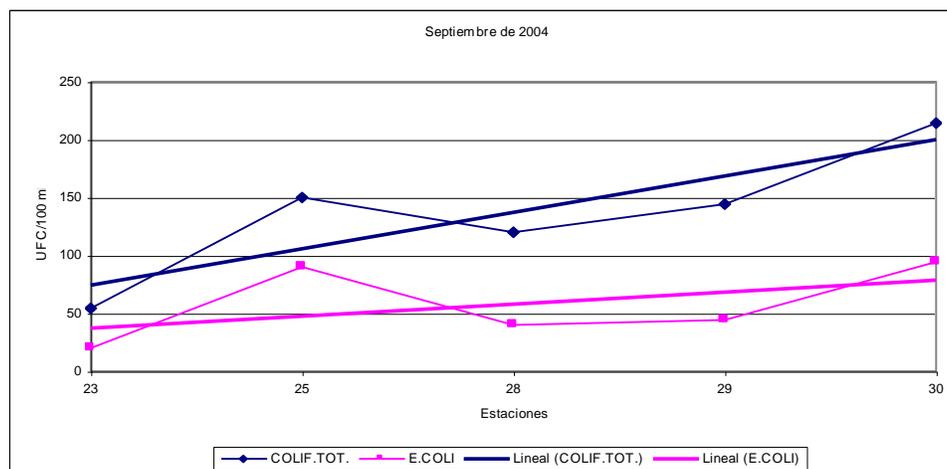
**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



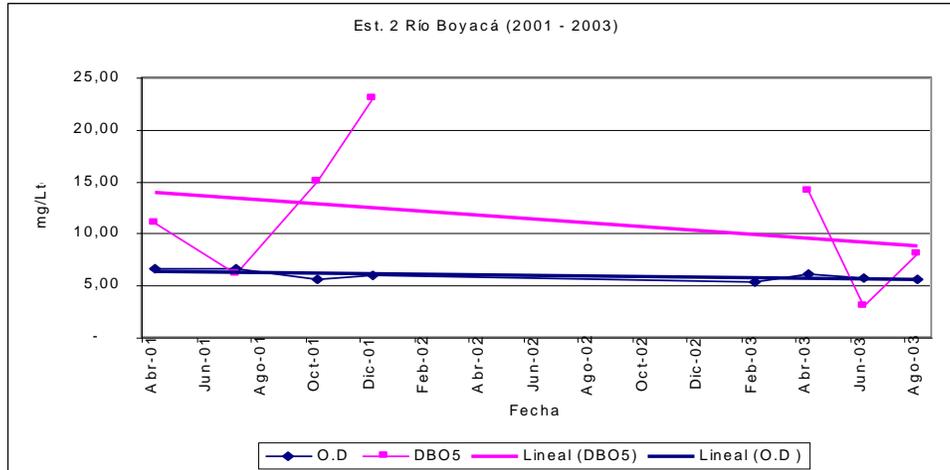
Como puede apreciarse en el conjunto de las gráficas precedentes, la concentración de coliformes aumenta corriente abajo; sólo en Julio de 2004 se presenta una tendencia hacia la disminución de este parámetro, sin embargo es posible que esto refleje un error de muestreo o de análisis. En todos los casos los niveles parecen superar las exigencias para consumo humano, especialmente en las épocas secas. Los resultados reflejan el aporte de aguas servidas de origen urbano, doméstico y probablemente de explotaciones pecuarias (presumiblemente porcícolas), a lo largo de toda la cuenca, que aún en épocas de lluvias no alcanza a ser diluido por los incrementos de caudales.

Cuenca del Río Garagoa

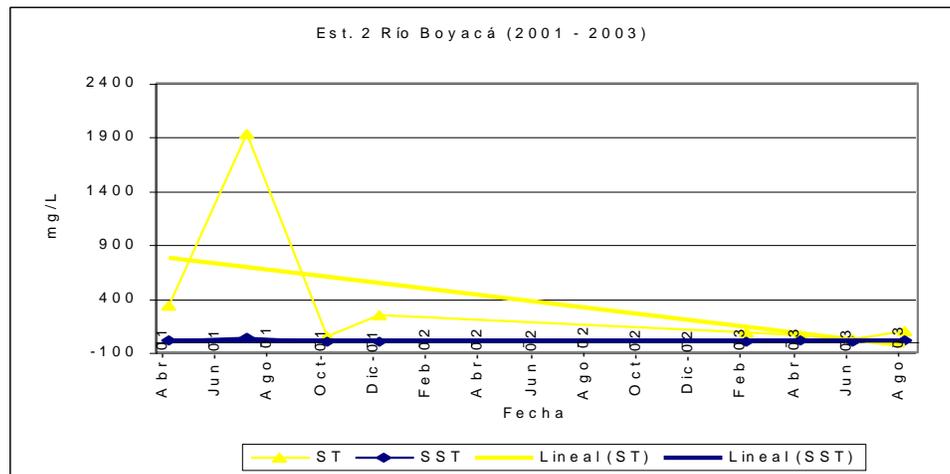
El análisis de esta corriente principal se hará con base en los siguientes puntos estratégicos de muestreo, que definen algunas unidades de trabajo, y el río Garagoa, como corriente principal.

Punto de Muestreo	Unidad de Trabajo
2	Río Teatinos y Río Jenesano
4	Río Juyasía
9	Río Albarracín
13	Río Turmequé
16	Río Fusavita
21	Río Guaya
5-15-22	Río Garagoa Total

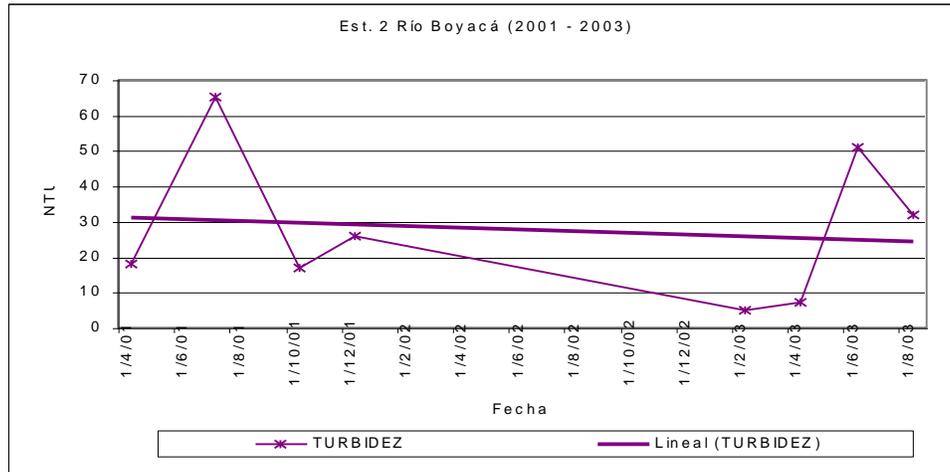
**Análisis Temporal Unidades de Trabajo Río Teatinos y Río Jenesano:
 Estación 2, El Neme, corriente río Boyacá**



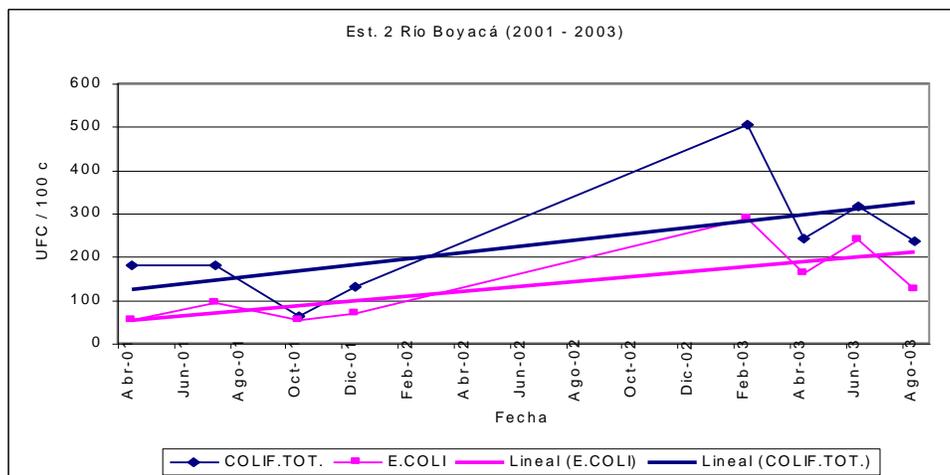
Hay que señalar que para esta estación no hay información del año 2002. Los datos disponibles muestran un comportamiento con tendencia hacia el aumento de la DBO₅ y disminución del OD en épocas secas, sin embargo la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia una disminución de la primera y aumento del segundo. Aunque los valores de Oxígeno Disuelto no son críticos, si se encuentran muy cercanos al límite admisible para uso recreativo primario.



**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

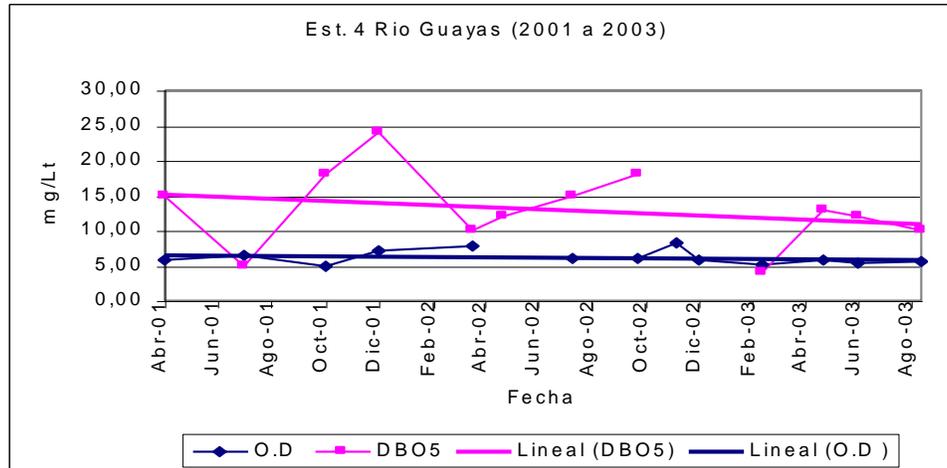


Se presenta un aumento de los Sólidos Totales en las épocas de lluvia y un ligero aumento de los Sólidos Suspendidos Totales para estas épocas, sin embargo la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia una disminución de la primera y un comportamiento estable del segundo. La turbidez aumenta en las épocas lluviosas y la tendencia general es hacia una ligera disminución de este parámetro en el tiempo; los valores son bajos en relación con otros puntos aguas abajo.

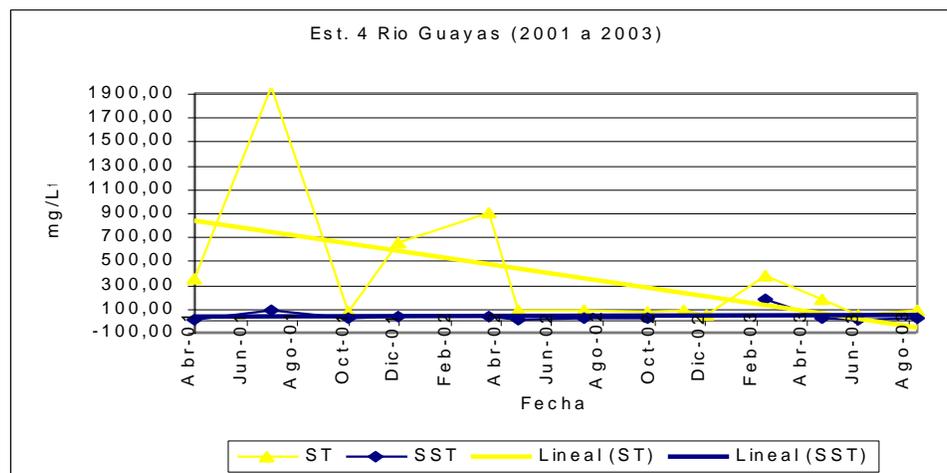


Para el caso de Coliformes los datos muestran un aumento durante las épocas secas y disminución en las épocas de lluvias. Los niveles alcanzados en la temporada seca son superiores a lo deseable para consumo humano y de recreación con contacto primario. La tendencia en el tiempo es hacia aumento y de todas maneras, aún en épocas de lluvias, el agua para consumo humano requiere de tratamiento y desinfección.

Análisis Temporal Unidad de Trabajo Río Juyasía: Estación 4, Corriente Río Guayas



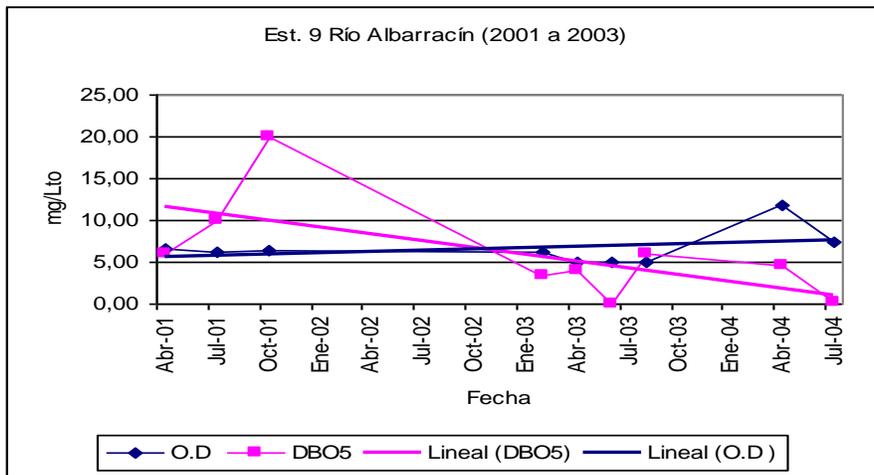
Los datos disponibles muestran un comportamiento errático, con tendencia general, en el tiempo medido, hacia una disminución de la DBO₅ y estabilidad del OD. Aunque los valores de Oxígeno Disuelto no son críticos, si se encuentran muy cercanos al límite admisible para uso recreativo primario.



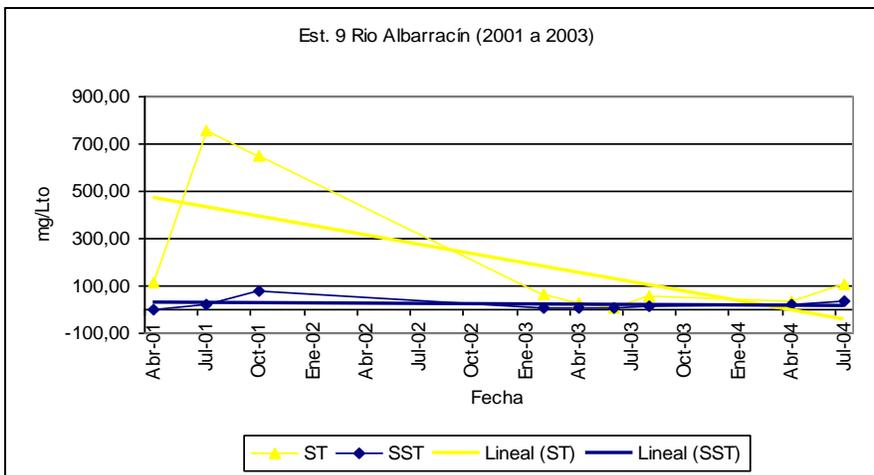
Se presenta comportamiento errático de los Sólidos Totales y Sólidos Suspendidos Totales, sin embargo la tendencia general, en el tiempo medido, es hacia una disminución de los primeros y un comportamiento estable del segundo. La turbidez aumenta en las épocas lluviosas y la tendencia general es hacia un aumento de este parámetro en el tiempo. Lo anterior no es correspondiente con el comportamiento encontrado en los SST.

Para el caso de Coliformes los datos muestran comportamiento errático. Los niveles alcanzados en la temporada seca son superiores a lo deseable para consumo humano y de recreación con contacto primario. Aunque la tendencia en el tiempo se muestra hacia la disminución ligera de estos parámetros (faltando datos que confirmen este comportamiento), de todas maneras, aún en épocas de lluvias, el agua para consumo humano requiere de tratamiento y desinfección.

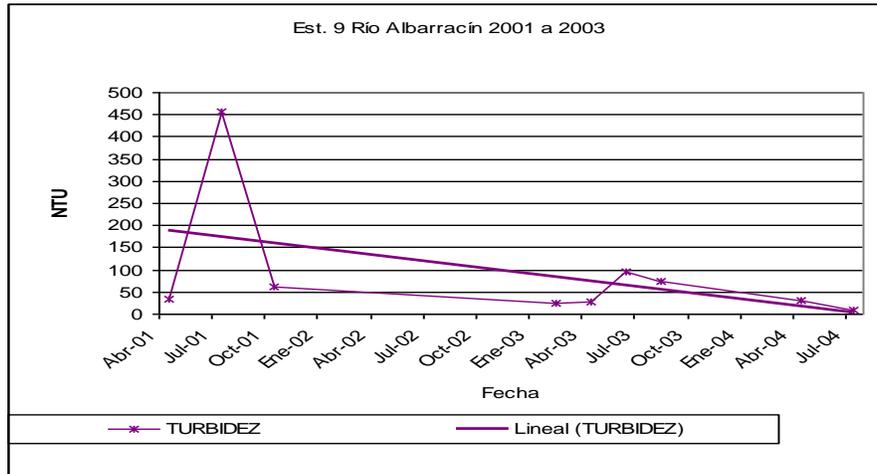
Análisis Temporal Unidad de Trabajo Río Albarracín: Estación 9, Flores de la Sabana, Corriente Río Albarracín



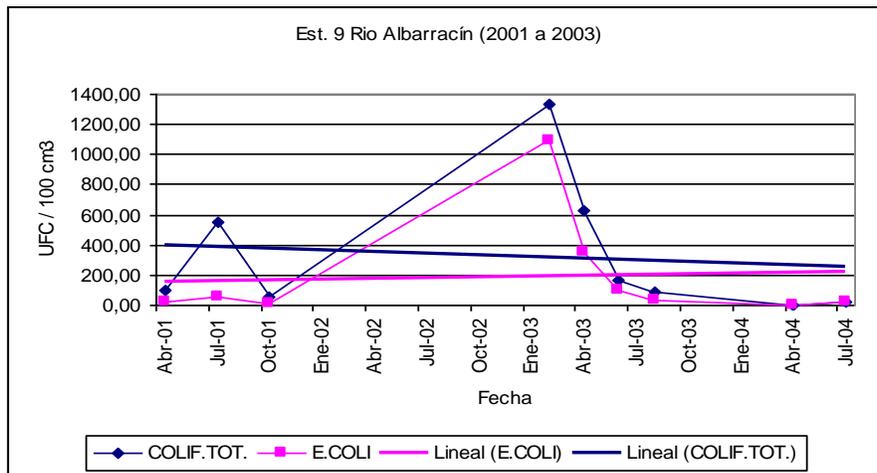
Los datos disponibles (Faltan datos del año 2002) muestran un comportamiento con tendencia general, en el tiempo medido, hacia una disminución de la DBO₅ y ligero aumento del OD. Aunque los valores de Oxígeno Disuelto no son críticos, se encuentran cercanos al límite admisible para uso recreativo primario, aunque al final del período la condición presenta valores adecuados.



**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**



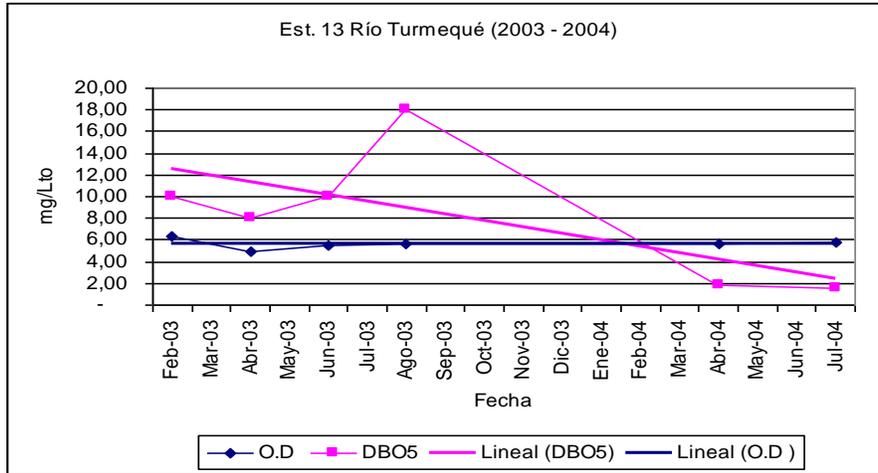
Se presenta comportamiento particular de los Sólidos, con un pico muy alto al comienzo del período, con tendencia general, en el tiempo medido, hacia disminución fuerte de los valores (SST,ST, Turbiedad). Esta aumenta en las épocas lluviosas.



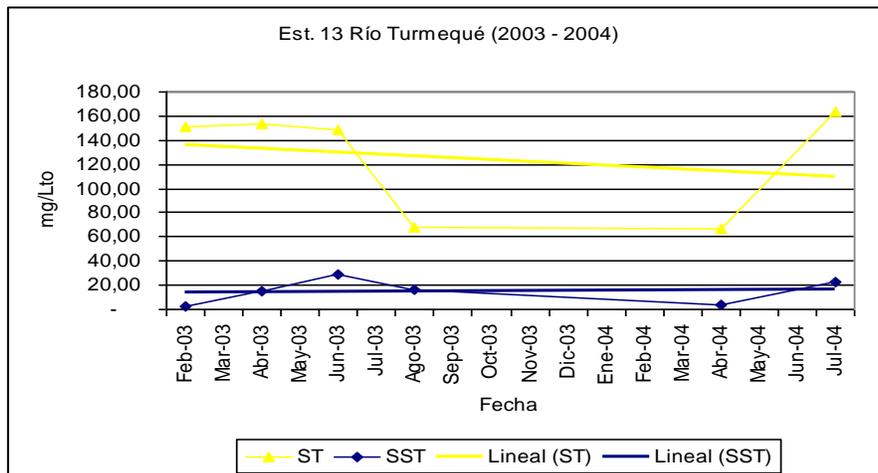
Para el caso de Coliformes los datos muestran comportamiento errático. Los niveles alcanzados en la temporada seca son superiores a lo deseable para consumo humano y de recreación con contacto primario. Aunque la tendencia en el tiempo se muestra hacia la disminución ligera de los coliformes totales y ligero aumento de *E. coli*, estos parámetros, llama la atención los niveles de las últimas mediciones.

NOTA: En este punto de muestreo las variables estudiadas muestran una mejoría general fuerte de las condiciones de la corriente, es inferible que esto se deba a algún tipo de gestión local.

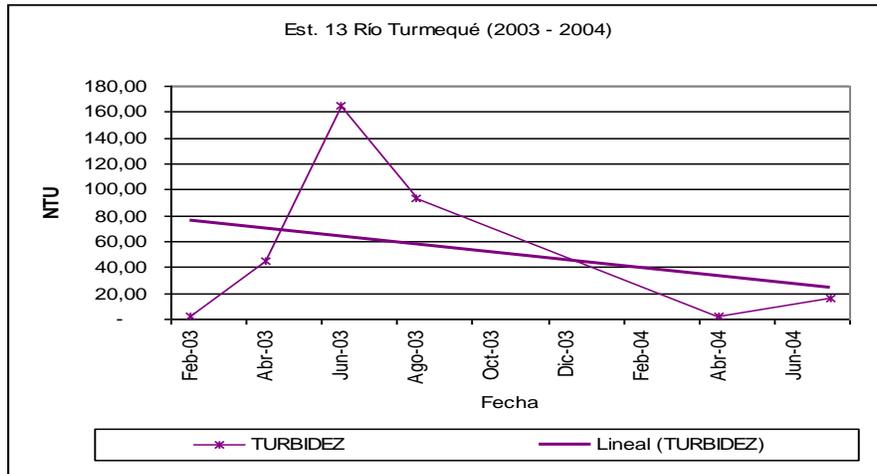
Análisis Temporal Unidades de Trabajo Río Turmequé: Estación 13, corriente Río Turmequé



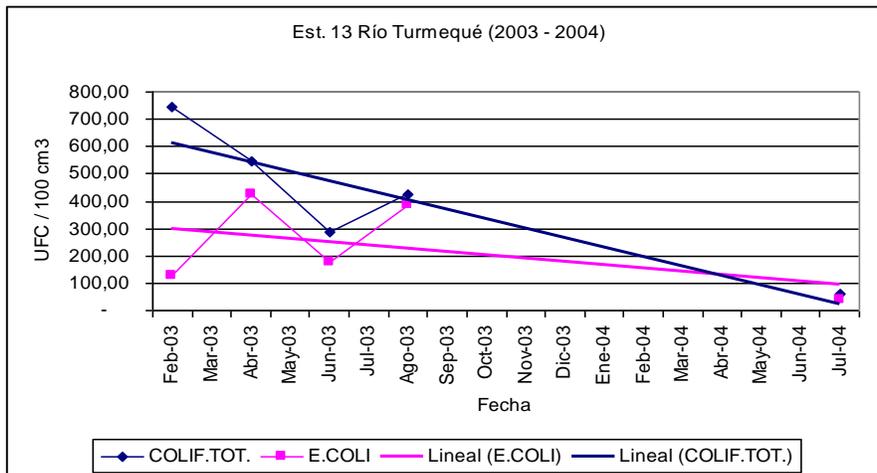
Los datos disponibles muestran un comportamiento con tendencia general, en el tiempo medido, hacia una disminución drástica de la DBO₅ y condición estable del OD.



**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

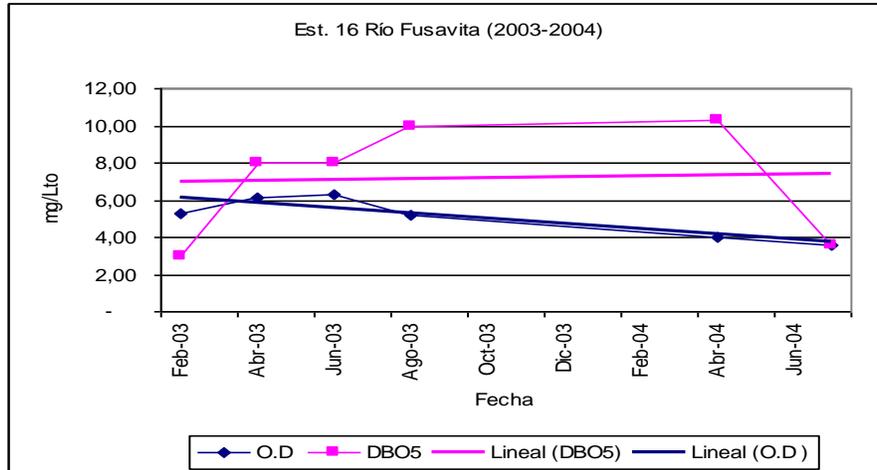


Se presenta comportamiento de los Sólidos con ligero aumento en épocas de lluvia, con tendencia general, en el tiempo medido, hacia disminución de los valores (SST, ST) y algo más marcado de la Turbidez. Esta aumenta en las épocas lluviosas.

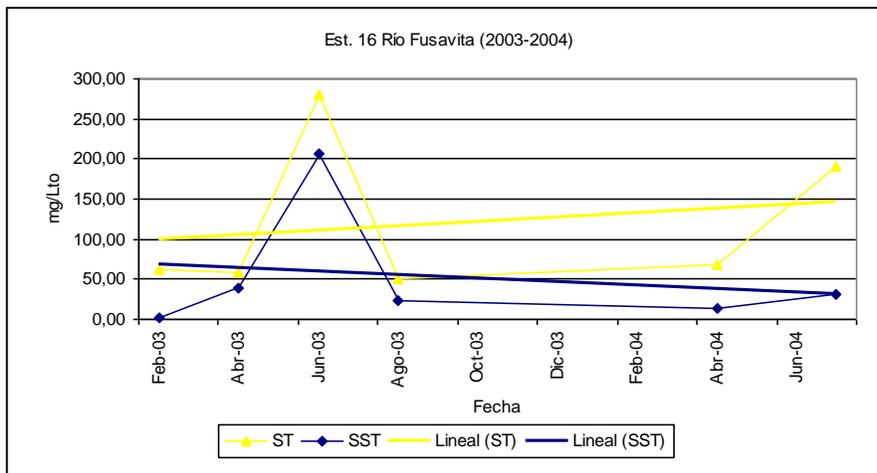


Para el caso de Coliformes los datos muestran comportamiento en el que los niveles alcanzados en la temporada seca aumentan y son superiores, en todo momento, a lo deseable para consumo humano y de recreación con contacto primario. Aunque la tendencia en el tiempo se muestra hacia la disminución marcada de las dos variables.

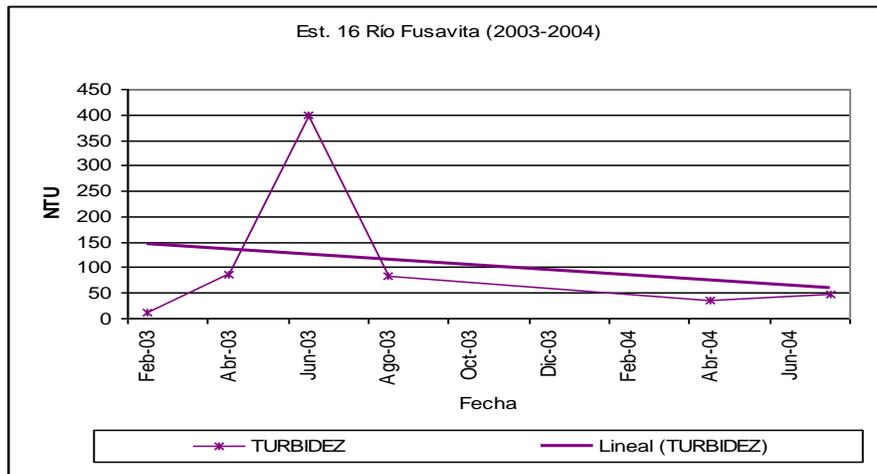
Análisis Temporal Unidades de Trabajo Río Fusavita: Estación 16, Fusavita, corriente Río Fusavita



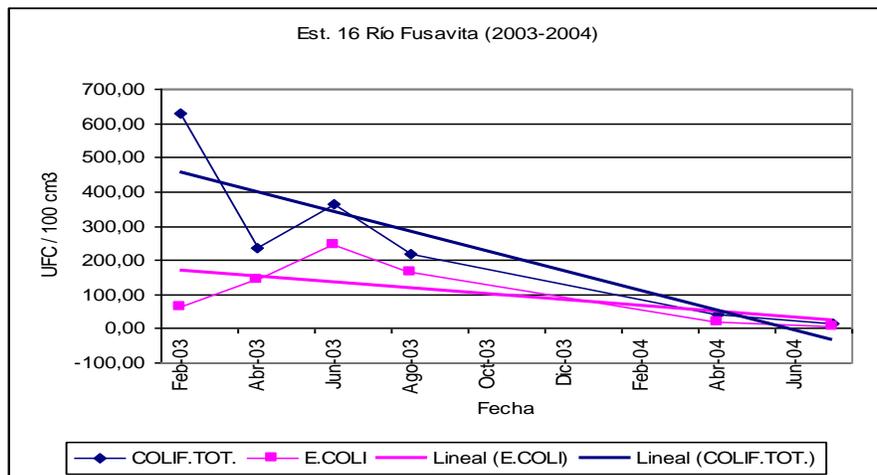
Los datos disponibles muestran un comportamiento con tendencia general, en el tiempo medido, hacia un incremento de la DBO₅ y disminución marcada del OD con valores por debajo de lo deseable aún para uso recreativo primario.



**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

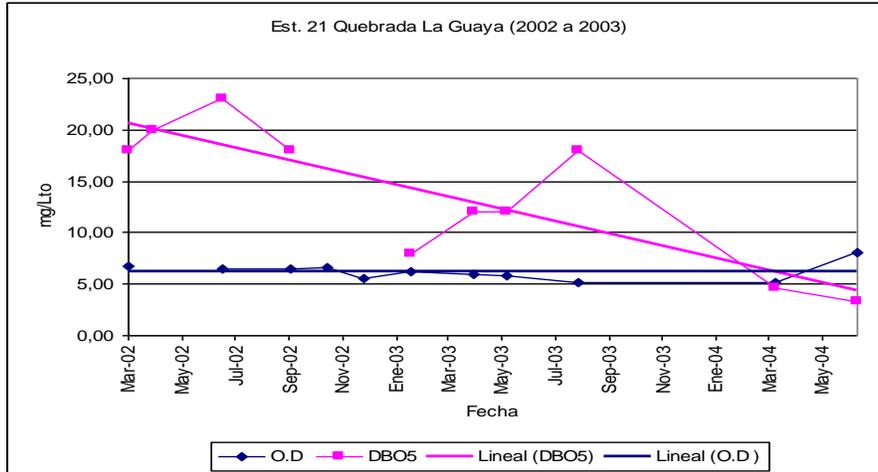


Se presenta comportamiento de los Sólidos con ligero aumento en épocas de lluvia, con tendencia general, en el tiempo medido, hacia aumento de los valores de ST y disminución de los SST al igual que de la Turbiedad. Esta aumenta en las épocas lluviosas.

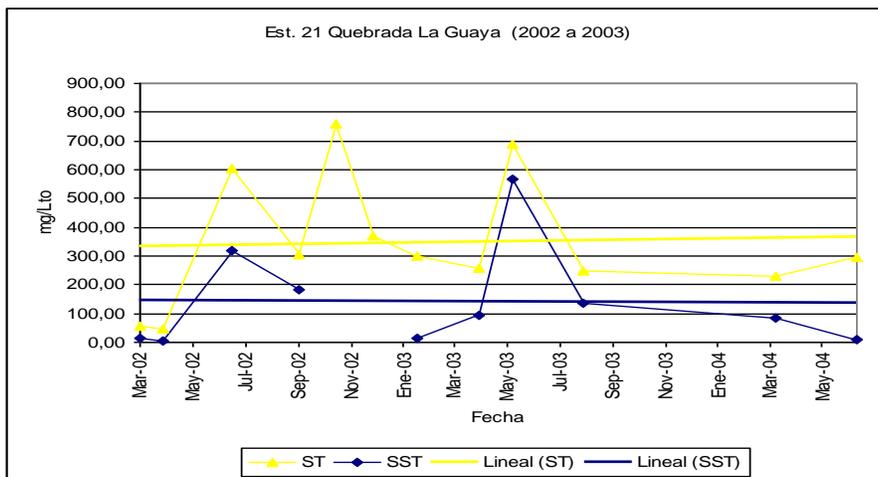


Para el caso de Coliformes los datos muestran comportamiento de tendencia en el tiempo hacia la disminución marcada de las dos variables.

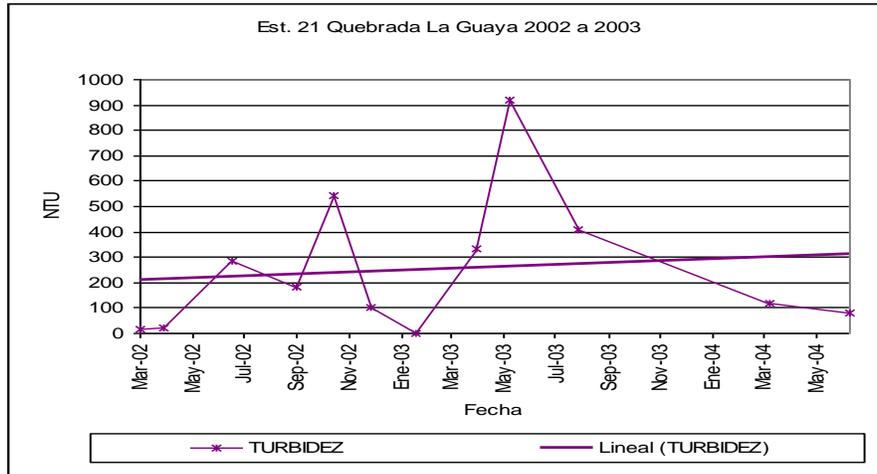
Análisis Temporal Unidades de Trabajo Río Guaya: Estación 21, La guaya, corriente Quebrada La Guaya



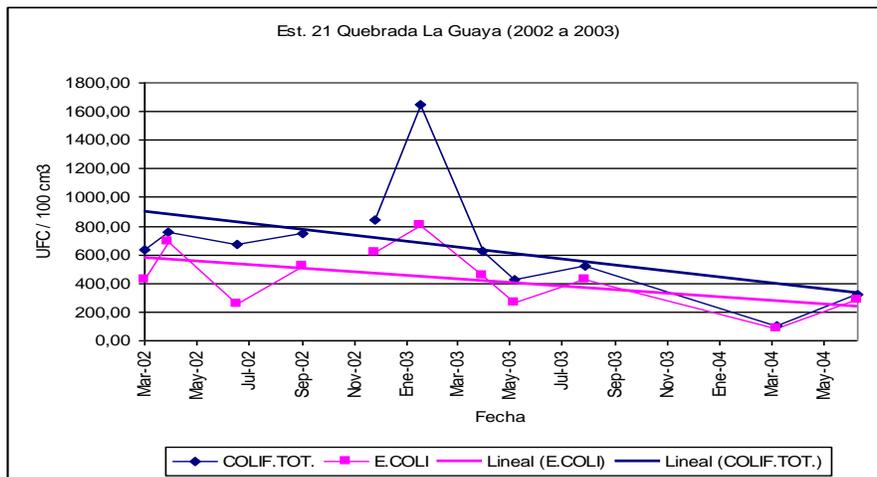
Los datos disponibles muestran un comportamiento con tendencia general, en el tiempo medido, hacia una disminución de la DBO₅ estabilidad del OD, sin embargo con valores límites de lo deseable aún para uso recreativo primario. Los valores de ambos parámetros tienden a incrementarse en temporadas de lluvias.



**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

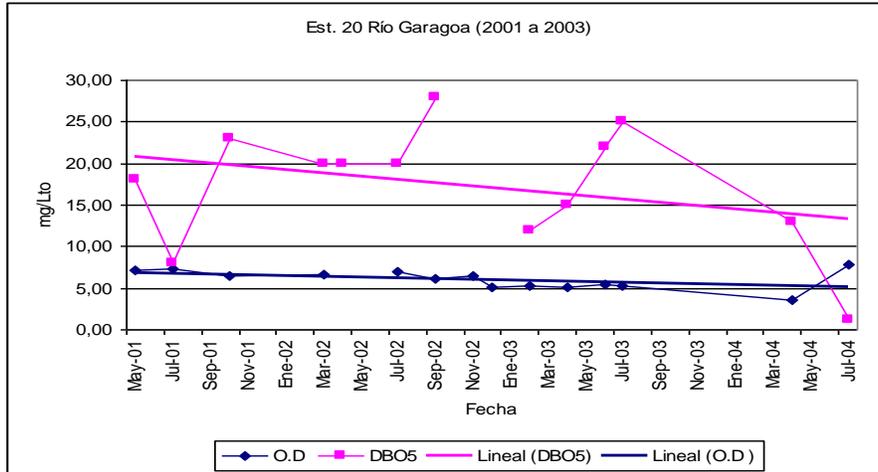


Se presenta comportamiento de los Sólidos con ligero aumento en épocas de lluvia, con tendencia general, en el tiempo medido, hacia aumento de los valores de ST y estabilidad de los SST. La Turbiedad aumenta en épocas de lluvias y su tendencia general en el tiempo es al aumento.

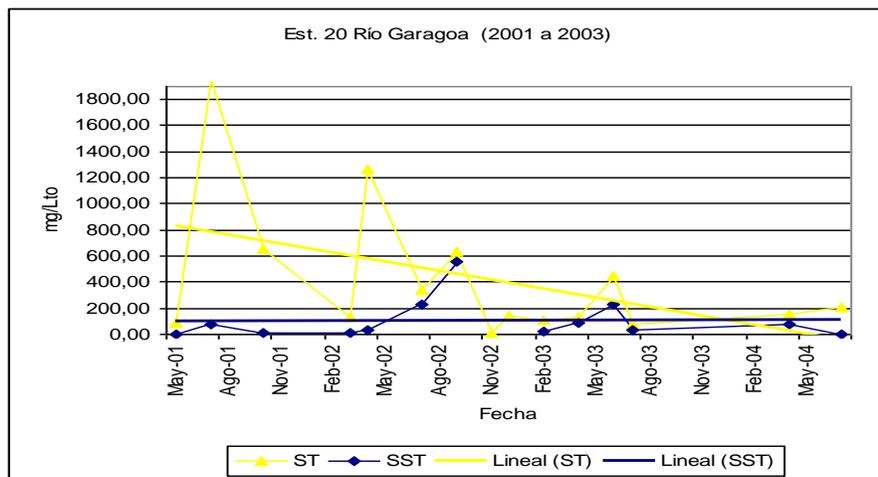


Para el caso de Coliformes los datos muestran comportamiento de tendencia en el tiempo hacia la disminución marcada de las dos variables.

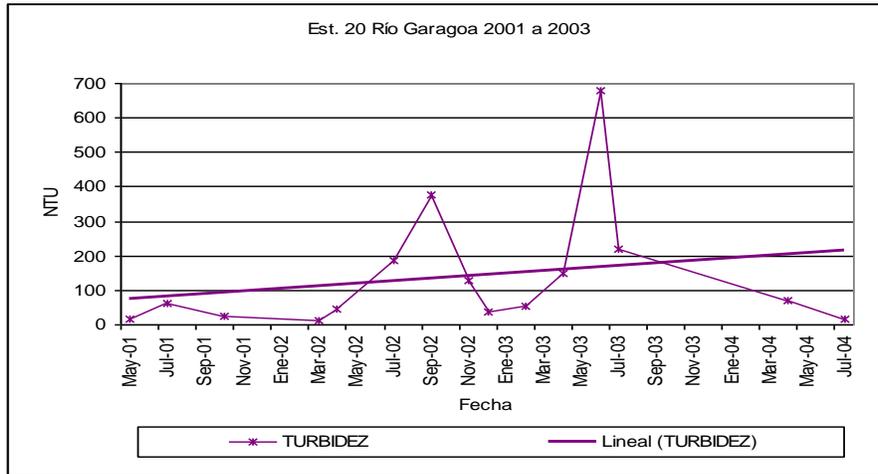
Análisis Temporal Río Garagoa: Estación 20, Puente Olaya, corriente Río Garagoa



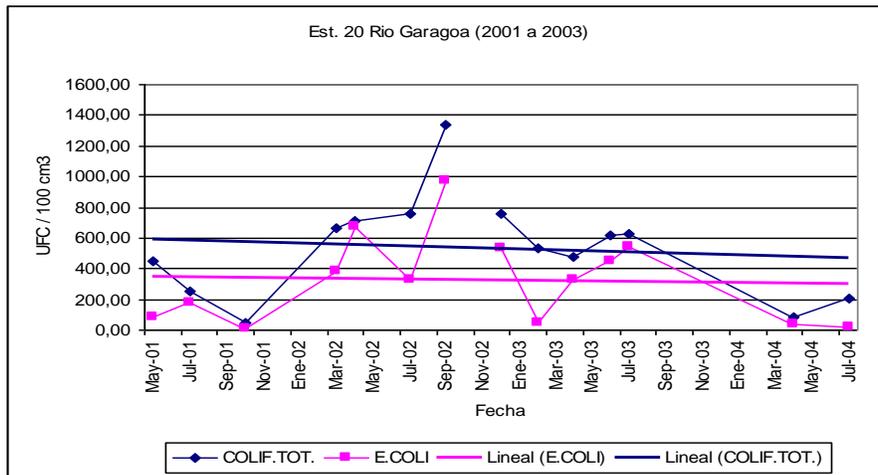
Los datos disponibles muestran un comportamiento con tendencia general, en el tiempo medido, hacia una disminución de la DBO₅ y del OD, sin embargo los valores de DBO₅ aumentan sensiblemente en las temporadas de lluvia. Los valores de OD se presentan en los límites de lo deseable aún para uso recreativo primario.



**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

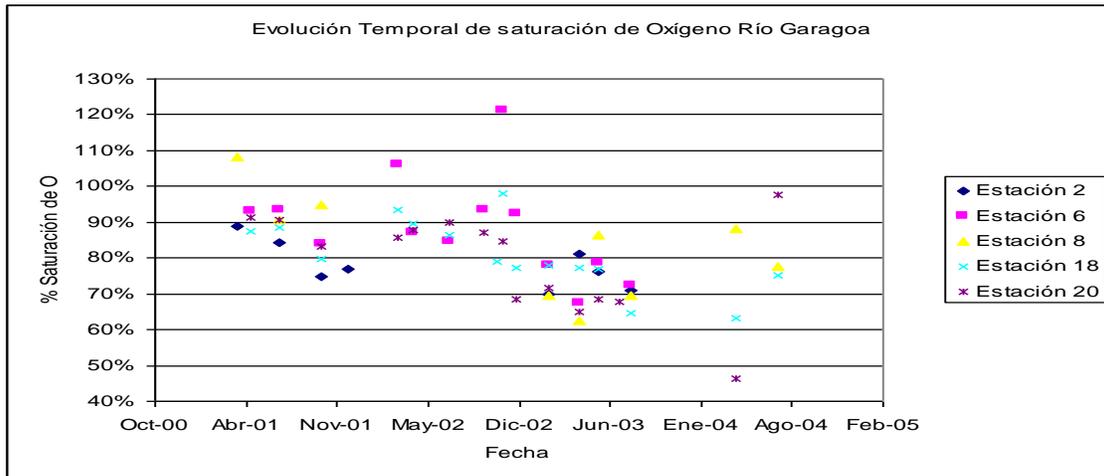


Se presenta comportamiento de los Sólidos con aumento en épocas de lluvia, con tendencia general, en el tiempo medido, hacia disminución de los valores de ST y estabilidad de los SST. La Turbiedad aumenta en épocas de lluvias y su tendencia general en el tiempo es al aumento.



Para el caso de Coliformes los datos muestran aumentos en las temporadas lluviosas y comportamiento de tendencia en el tiempo hacia la disminución de las dos variables. Los valores superan lo deseable para uso doméstico.

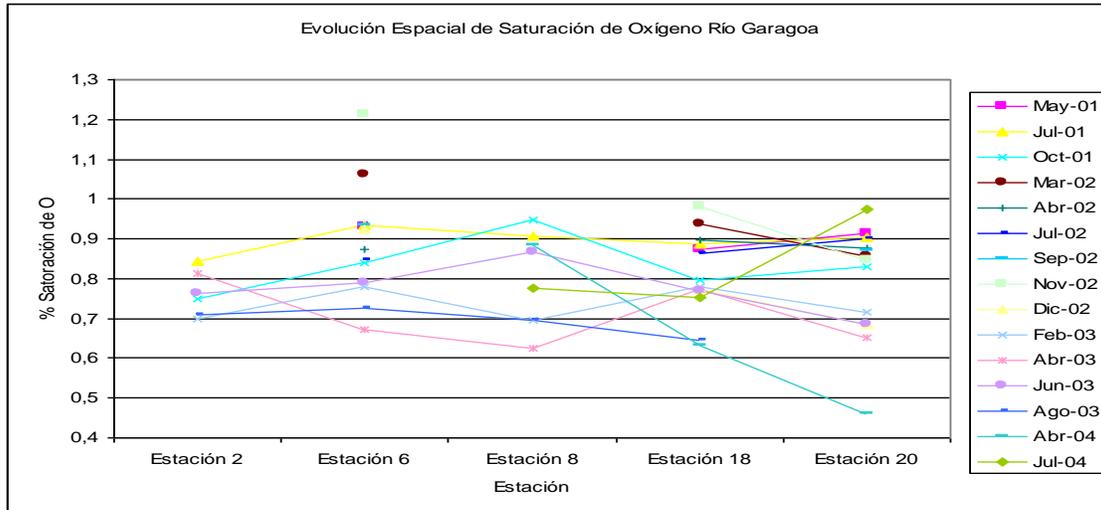
Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



Una variable que permite determinar rápidamente la calidad de una corriente superficial es la saturación de oxígeno. Tal como se explicó atrás, valores superiores al 80 % son buenos, inferiores a 60 % son malos y los situados entre estos dos valores se consideran críticos. Como puede apreciarse en la gráfica, de un total de 60 datos, en el 53 % (32) de éstos la condición es buena, tan solo hay 1 punto con condición mala, y hay 45 % (27) puntos que se sitúan en la condición crítica. Dicho de otra manera, es muy probable que el 27 % del tiempo de un año cualquiera, la situación de las aguas de las corrientes del Garagoa y sus tributarios esté en condiciones tales que no son aptas para el desarrollo de organismos de manera autónoma y menos aún para el consumo humano.

Análisis Espacial Río Garagoa

Saturación de Oxígeno



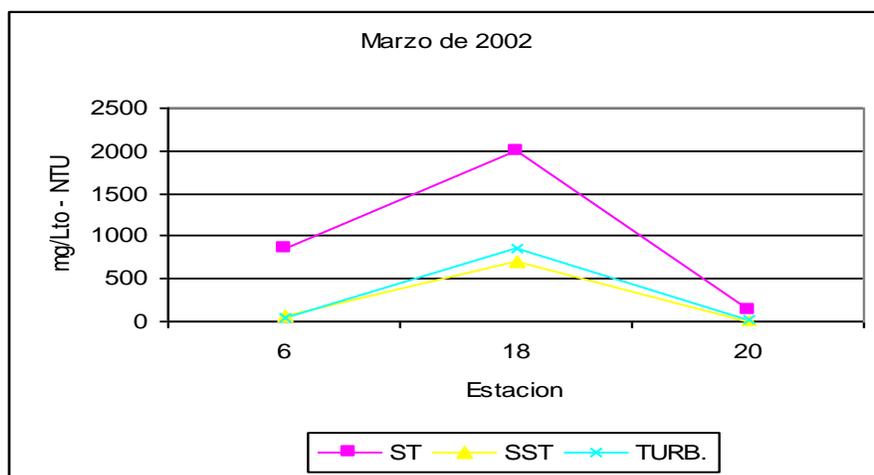
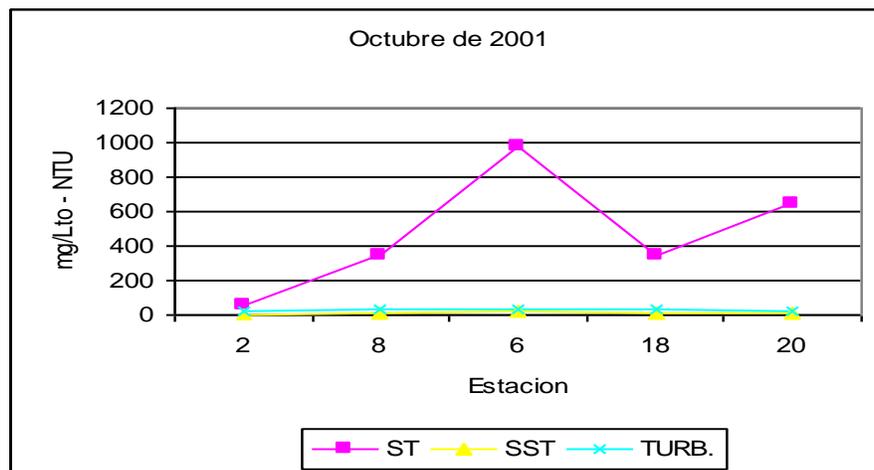
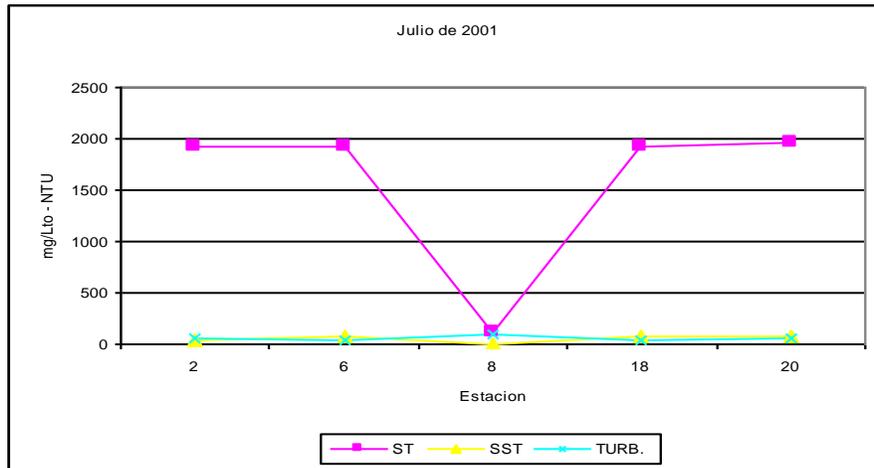
La gráfica obtenida de los datos disponibles permite inferir que las condiciones para todos los puntos de la cuenca es similar y se deteriora levemente hacia el final del cauce. Las condiciones mejoran hacia el centro del recorrido en la temporada de lluvias, pero hacia el fin del mismo tienden a deteriorarse.

Dicho de otra manera, los aportes de agua y la aireación natural generada por la agitación de la corriente en descenso, parece ser suficiente para mejorar las condiciones hasta la parte media del río, pero a partir de este punto, parece no ser suficiente para contrarrestar los aportes de materia orgánica que también se van adicionando y mitigar la demanda de oxígeno creciente.

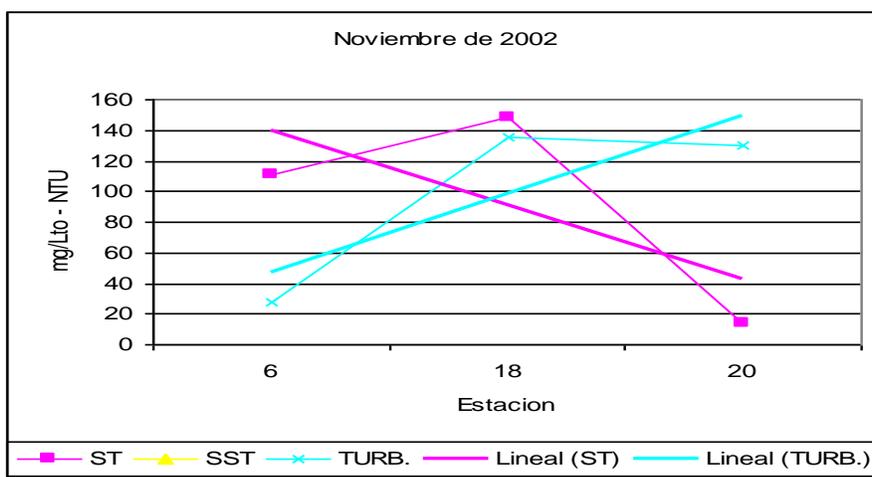
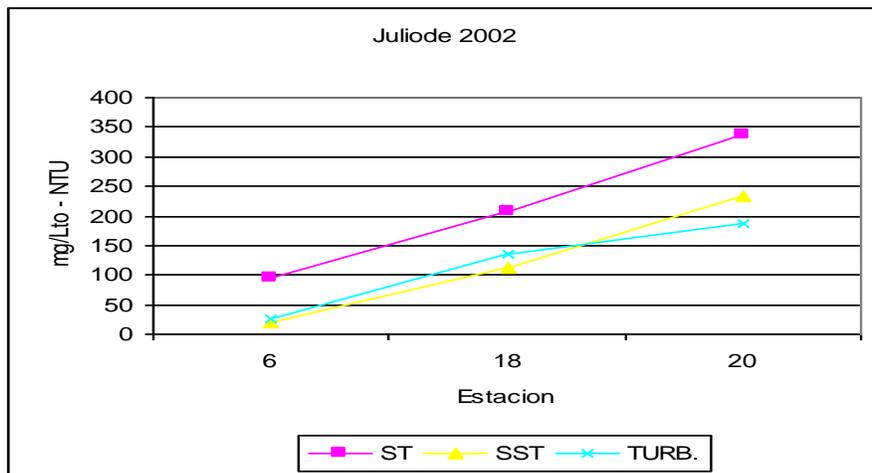
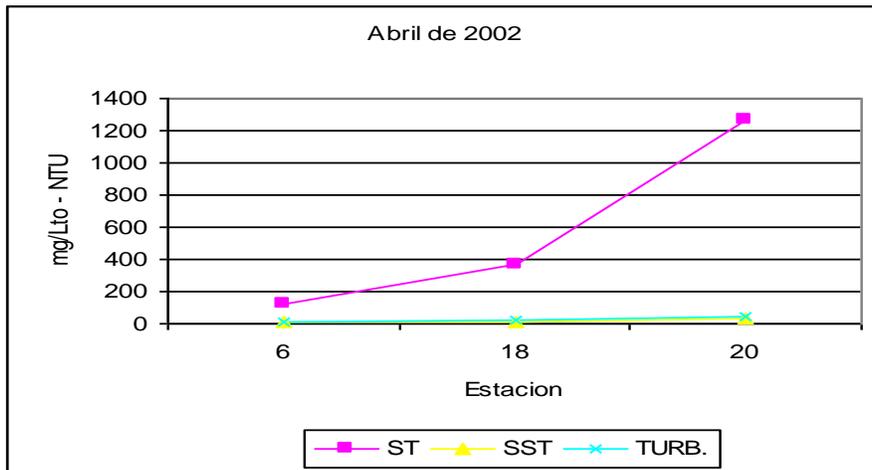
Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos Totales y Turbiedad

Para el siguiente análisis se toma como base las series temporales que tienen más puntos de muestreo a lo largo de la cuenca y que reflejan de alguna manera su comportamiento. A continuación se presentan en forma de gráficas.

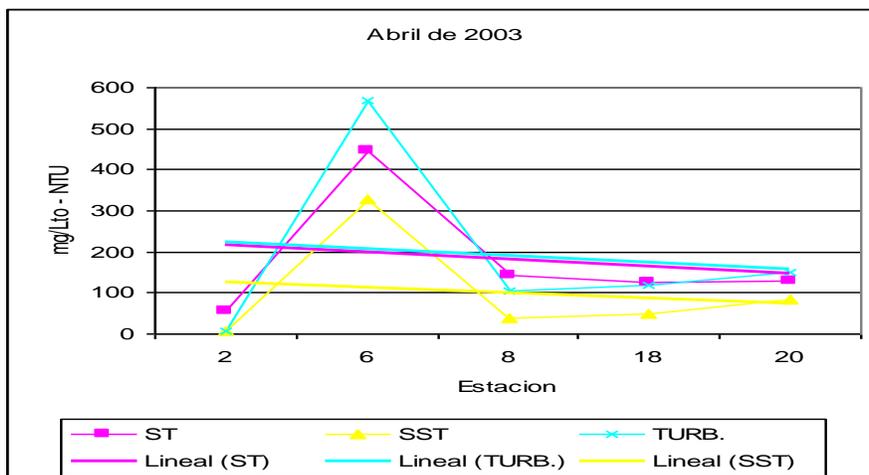
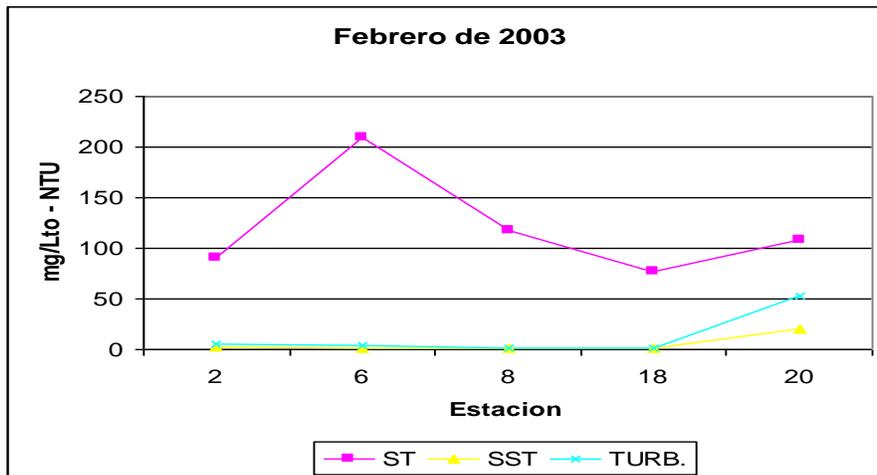
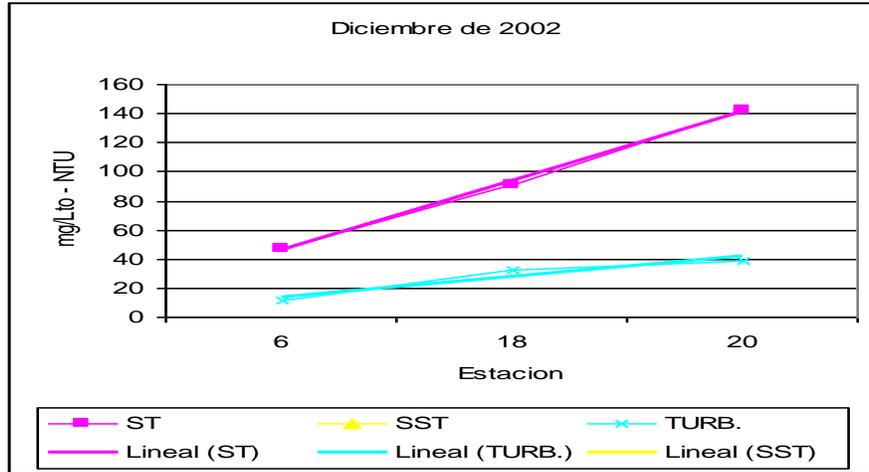
Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



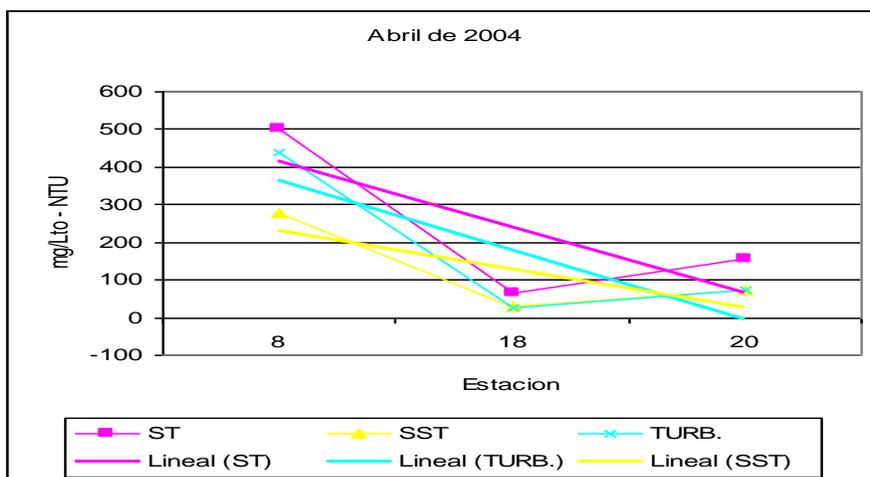
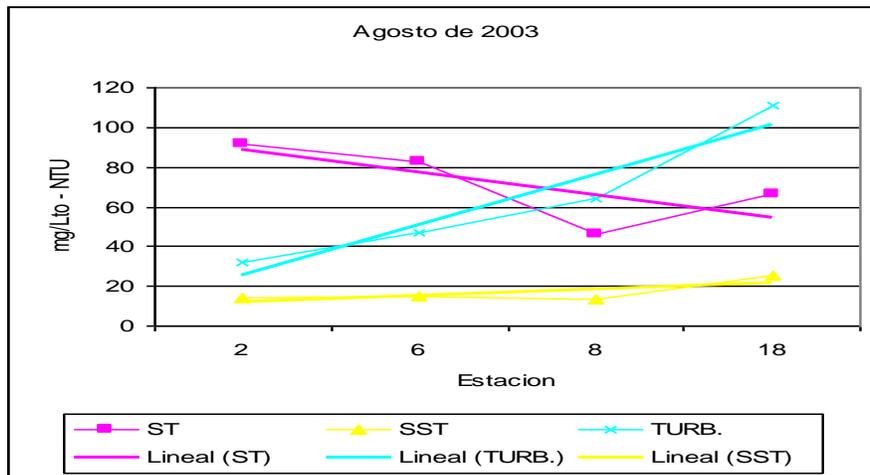
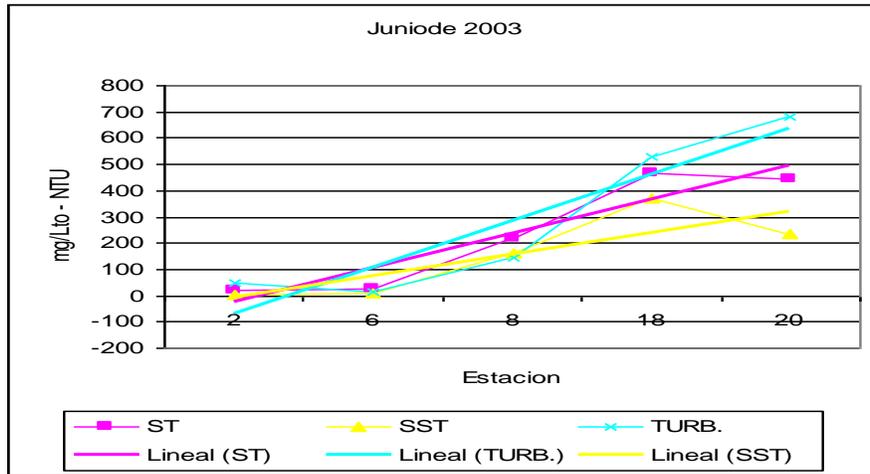
Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

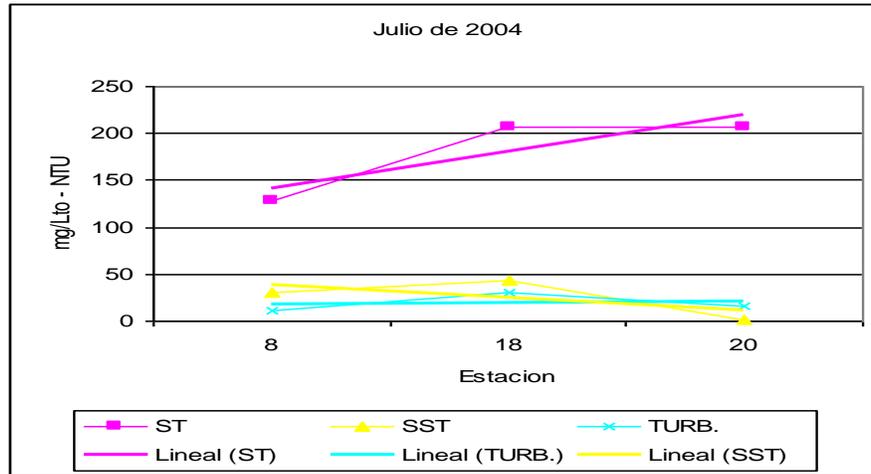


Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales





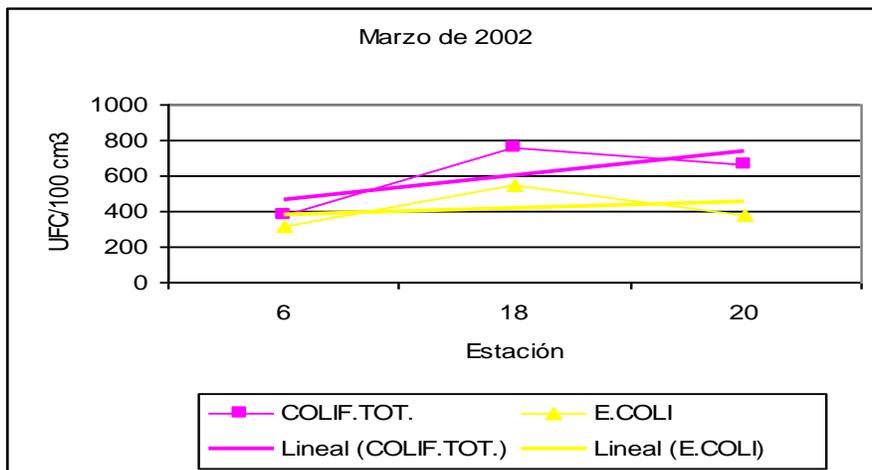
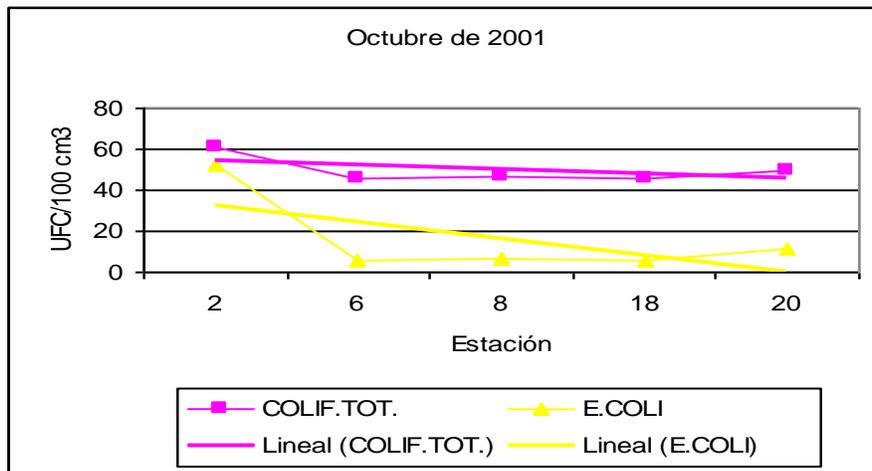
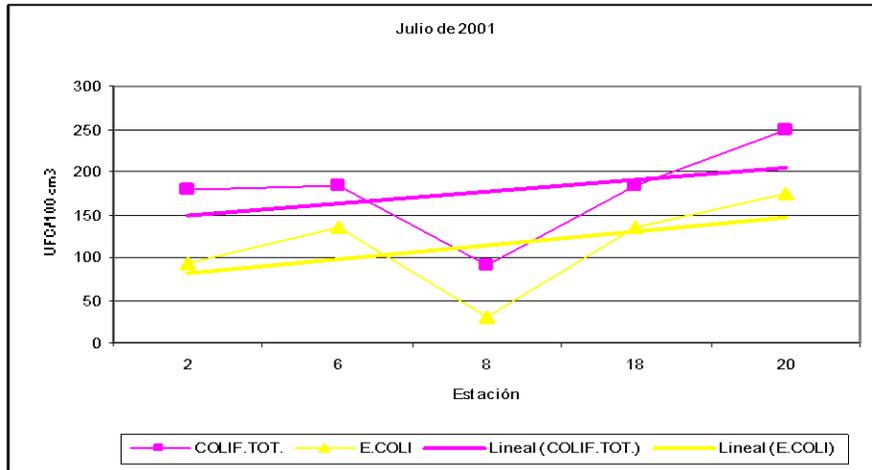
Las gráficas anteriores muestran el comportamiento de sedimentos (como ST, SST y Turbiedad) a lo largo de la cuenca del río Súnuba. Dos cosas llaman la atención; primero, la tendencia general no está definida variando en unas épocas hacia el aumento y otras hacia la disminución de los valores corriente abajo y la segunda que dichos valores cambian sensiblemente de una fecha de medición a otra, lo cual puede estar relacionado con la precipitación (y la escorrentía resultante) y con la densidad de cobertura vegetal, previo al momento de la medición.

En términos generales puede decirse que los sedimentos que llegan de manera permanente al embalse son el resultado de los aportes de unas pocas áreas, conducidos por las principales corrientes: Súnuba, Garagoa y Batá Embalse, así las cosas, podría esperarse que los mayores aportes provengan de las corrientes: Guaya, Tibaná, Guatafur y Fusavita en la cuenca del Garagoa y, Aguasía y Q. Negra en la del Súnuba, tal como se muestra en la Tabla XV-3.

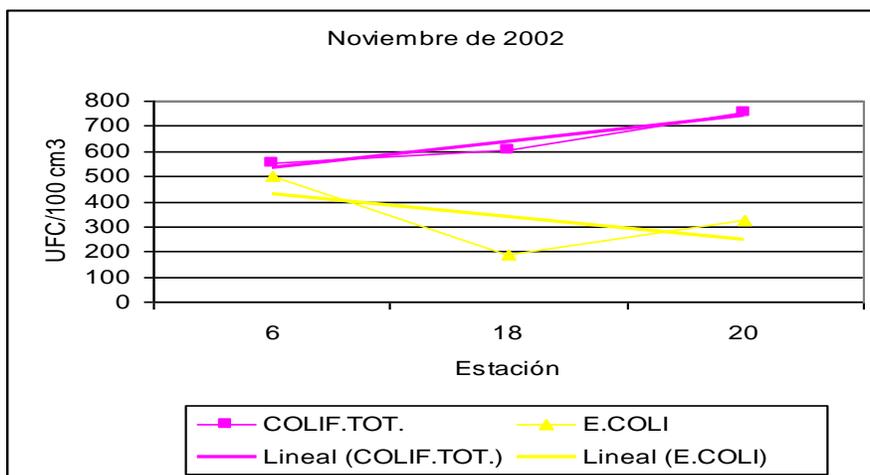
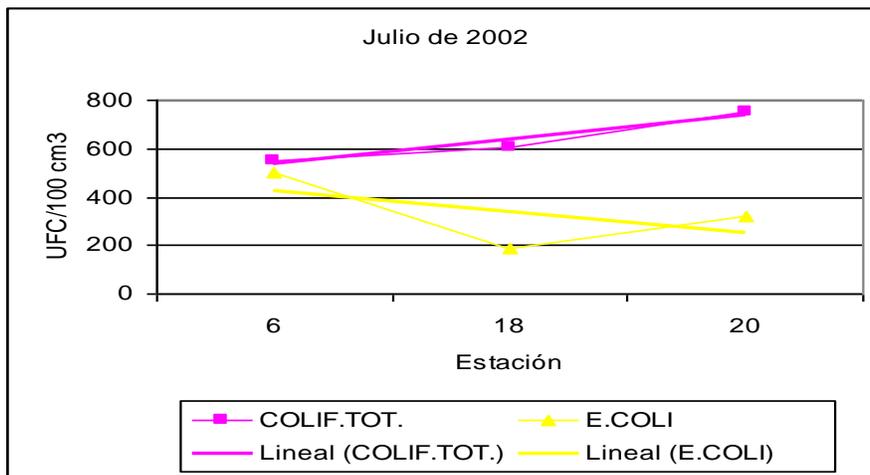
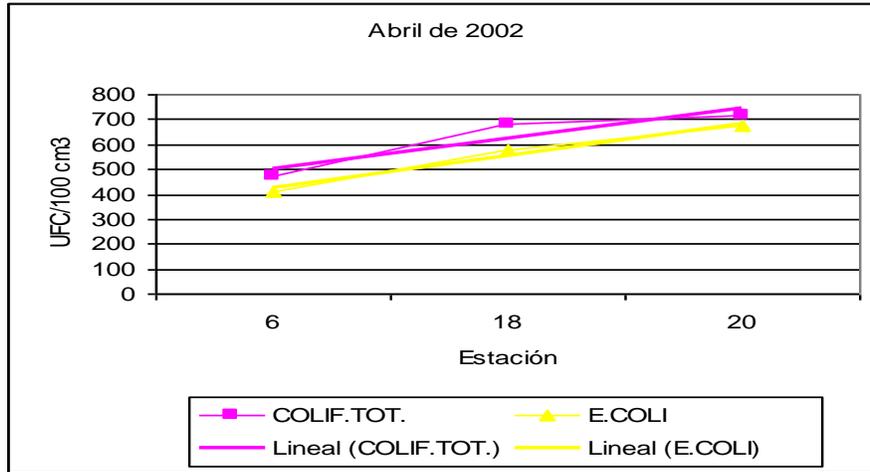
Contenido de Coliformes Totales y Escherichia coli

Como en el caso anterior, para este análisis se toma como base las series temporales que tienen más puntos de muestreo a lo largo de la cuenca y que reflejan de alguna manera su comportamiento. A continuación se presentan en forma de gráficas.

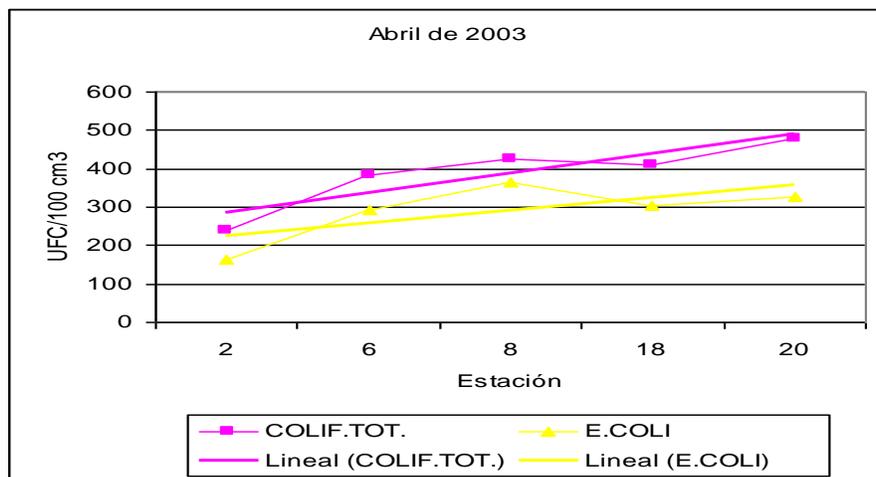
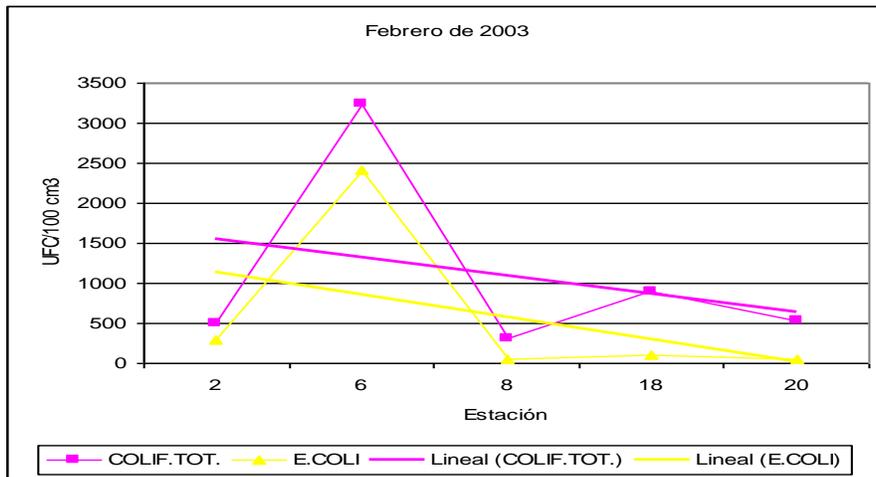
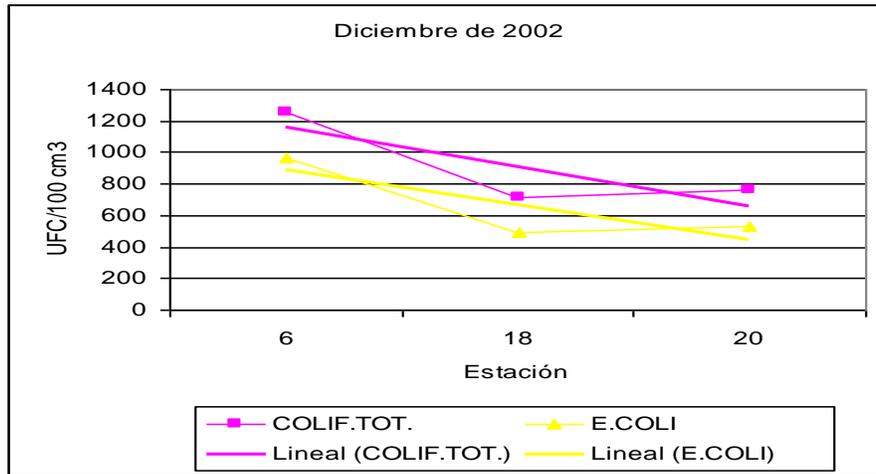
Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



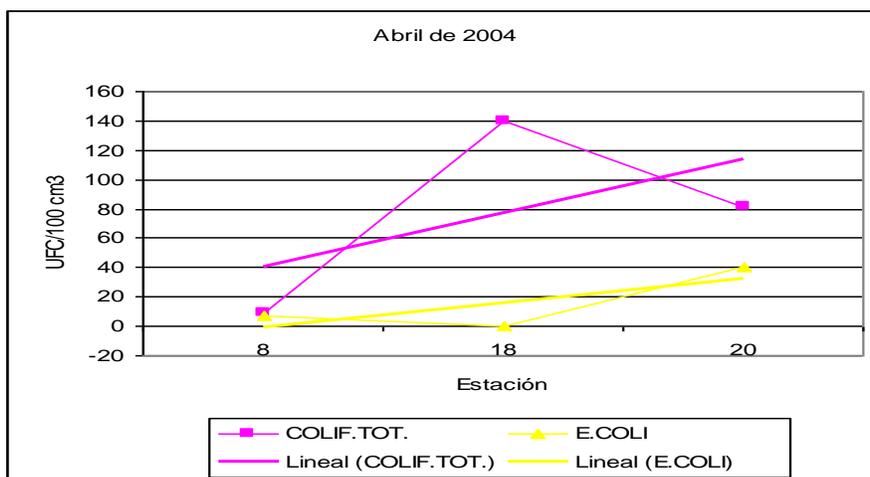
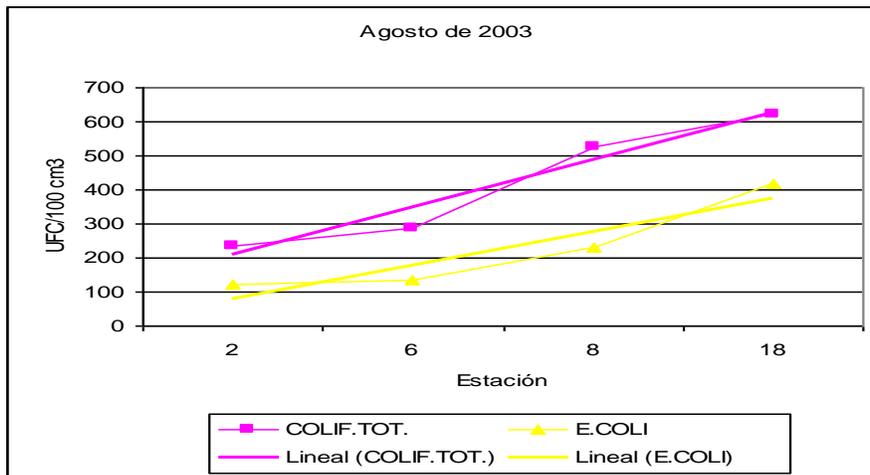
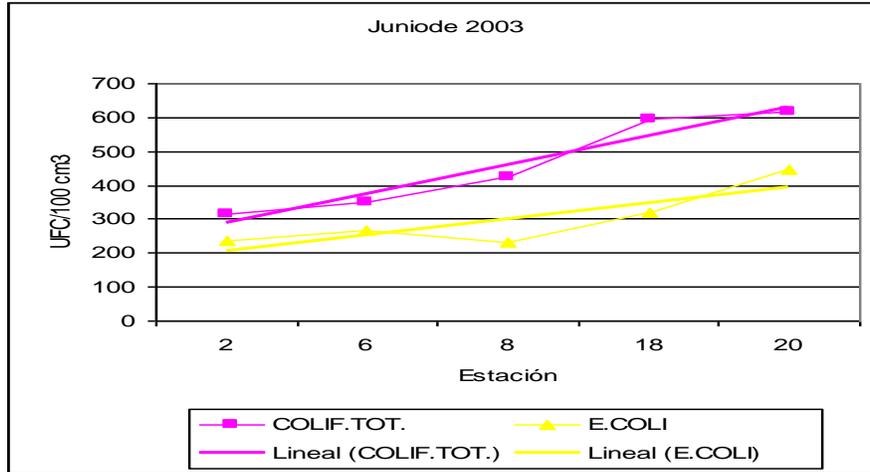
Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

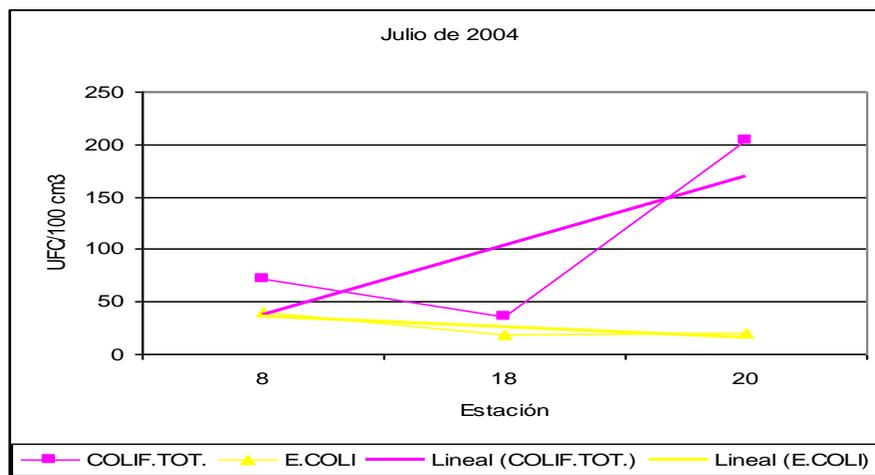


Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales





Como puede apreciarse en el conjunto de las gráficas precedentes, la concentración de coliformes aumenta corriente abajo; sólo en tres casos se presenta una tendencia hacia la disminución de este parámetro, sin embargo es posible que esto refleje unas condiciones particulares. En todos los casos los niveles parecen superar las exigencias para consumo humano, especialmente en las épocas secas. Los resultados reflejan el aporte de aguas servidas de origen urbano, doméstico y probablemente de explotaciones pecuarias, a lo largo de toda la cuenca, que aún en épocas de lluvias no alcanza a ser diluido por los incrementos de caudales.

Caracterización Embalse La Esmeralda

La caracterización físico-química de las aguas afluentes al embalse La Esmeralda presenta las siguientes características según estudio realizado por ISAGEN en el año 1998: Río Garagoa presenta alta turbidez y altos contenidos de residuos tal como cáscaras de huevos y otros desechos domésticos. Río Somondoco presenta un color café oscuro con un nivel alto de turbiedad y muestras de residuos de galpones para Cerdos.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XV-24. Parámetros físico-químicos estimados para los Ríos Garagoa, Somondoco y Negro, y Embalse La Esmeralda

Análisis físico-químico	Río Garagoa	Río Somondoco	Río Negro	Embalse	Río Garagoa (R y V) ⁵	Río Jenesano (R y V)
Oxígeno Disuelto [mg/L O ₂]	7,0	7,1	7,6	6,5	7,4 (96%)	8,0 (95%)
Conductividad [mS/cm]	88,0	180,0	60,0	100,0	71,9*	22,6
Turbiedad [NTU]	21,0	374,0	6,4	27,0	8,0	26,0
Acidez Total [mg/L CaCO ₃]	2,7	1,8	1,8	2,7	-	-
Dureza Total [mg/L CaCO ₃]	44,0	60,0	32,0	56,0	30,0	40,0
Coliformes Fecales [NMP/100 ml]	70,0	140,0	140,0	14,0	4.600,0	2.100,0
Coliformes Totales [NMP/100ml]	80,0	170,0	170,0	17,0	4.600,0	24.000,0

* Mmhos/cm

Fuente: ISAGEN (1998).

Los sólidos totales están conformados por sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables, según estudios de ISAGEN los niveles de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua evaluados fluctuaron entre 2,9 y 388 mg/L, los valores de sólidos suspendidos se correlacionan directamente con la turbiedad en el agua, cuyo efecto es la disminución de la transparencia y penetración de la luz, afectando la fotosíntesis del medio.

La DBO₅ indica la demanda de oxígeno por parte de los microorganismos presentes en el agua y se usa como indicador de la calidad del agua. Los valores de DBO₅ fluctuaron entre 3 y 26 mg/L, lo que refleja aguas con contenidos de materia orgánica biodegradable, que en principio su origen es debido a la intervención antrópica aguas arriba de cada punto de monitoreo.

La cuenca presenta eutroficación antrópica por el continuo arrastre de nutrientes presentes en los suelos, los cuales son lavados por la escorrentía y aguas residuales; estos contienen fosfatos, nitratos, azufre, carbonatos y otros. En el río Somondoco se presentaron las mayores concentraciones, lo cual sugiere especial atención desde este punto de vista dada la alta actividad agropecuaria que genera residuos orgánicos.

De acuerdo con los resultados encontrados en la evaluación físico-química del estudio en mención, el agua del Río Garagoa requiere tratamientos para ser usada para consumo humano. Para el consumo directo del agua, según lo establecido en decreto 2105/83, es necesario disminuir los valores de turbiedad de 21 a 1-5 NTU, color de 25 a 5-15 unid., coliformes fecales de 70 a <3NMP, coliformes totales de 80 a <10 NMP, dureza total de 44 a 35 mg/L, DBO₅ de 10 a <7 mg/L.

⁵ 1998. Ramírez G. A. y Viña V. G. Limnología Colombiana: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis.

Es importante anotar el impacto que pueden ocasionar el agua embalsada sobre la salud humana y de los animales; ya que esta ofrece un hábitat adecuado para diferentes vectores y hospederos. Las principales enfermedades tropicales relacionadas con los embalses son la malaria y la bilharzia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las condiciones de calidad de agua en la cuenca, determinadas con la limitada información disponible, reflejan unas tendencias marcadas y permanentes de deterioro de la calidad del agua. Los niveles de oxígeno se encuentran en los límites aceptables, las cargas de sedimentos son altas con tendencia al aumento hacia la parte baja de la cuenca y los coliformes, que representan quizás el problema más incidente en la calidad de agua para consumo humano, se presentan superiores a lo deseable y permitido.

Dos factores pueden estar incidiendo de manera principal en lo anterior: Una desprotección de cobertura vegetal que favorece la erosión superficial y pérdida sutil y permanente de suelo fértil que es arrastrado aguas abajo y la disposición directa de aguas residuales domésticas y urbanas en los cauces, lo que aumenta la carga bacteriana y de materia orgánica lo que no alcanza a ser asimilado, en buena parte del territorio, por la aireación turbulenta y por el aporte de agua en épocas de lluvias.

El tratamiento y disposición adecuada de aguas servidas y la protección adecuada mediante la densificación de la cobertura vegetal, así como de un cambio hacia técnicas agropecuarias más sostenibles, figuran como las pautas a seguir para mejorar las condiciones encontradas.

Es necesario preservar los bosques de alta montaña, cuales sirven de disipadores de energía de las aguas lluvias (evitando fuertes salpicaduras y vibración del suelo) y escorrentías (evitan la erosión de los suelos), además actúan como reguladores de almacenamiento de agua en las zonas de recarga. Pero lo más importante, es que suministran el vapor de agua necesario para saturar el ambiente en cada uno de los cinturones de condensación y además frenan los vientos para que no se produzca el arrastre de las nubes ó su dispersión.

Es necesario instalar una red de estaciones de alta montaña ya que estos son unos de los sistemas más sensibles y vulnerables ante los efectos de un posible cambio climático futuro, donde adicionalmente se debe tener en cuenta el monitoreo de la precipitación horizontal, la cual se empieza a considerar y a estudiar en el país.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

La cuenca del río Juyasía presenta cortos tiempos de retención dada la gran velocidad con la que se mueve el agua, en consecuencia lleva una alta energía capaz de erodar y arrastrar, razón por la cual se le considera potencial aportante de materiales para construcción como gravas y arenas que se extraen cuenca abajo en el río Jenesano. Por las razones mencionadas anteriormente esta cuenca merece especial atención para evitar la erosión de las orillas y del suelo de la Cuenca.

De acuerdo con los resultados obtenidos a través de los registros de precipitación, existen unas ligeras diferencias entre los datos mostrados en el Mapa 10 –Isoyetas de precipitación anual, en el cual se observan valores mayores a los promedios obtenidos con base en los registros suministrados por Corpochivor.

Se recomienda la instalación de una red de estaciones hidrometeorológicas automáticas, para el eficiente monitoreo hidroclimático de las subcuencas para contar con datos que mejoren la gestión sobre el recurso.

Es imprescindible la restauración de los bosques montano altos, dada su función como almacenadores de agua, reductores de energía de la misma y estabilizadores del suelo.

Es importante anotar que el régimen monomodal de precipitación determina que la agricultura debe ajustarse al mismo mediante cambios en el tipo de cultivos, un uso más eficiente del agua y creación de sistemas de almacenamiento. Por eso es necesario crear una cultura agrícola diferente, con productos que retengan los suelos y que sus costos no dependan tanto de la oferta en los mercados, caso de algunas frutas como el lulo ó la feijoa, que tienen precios relativamente estables.

BIBLIOGRAFÍA

- Hurtado M. Gonzalo. La precipitación en Colombia. IDEAM. 2000
- Bernal G., Montealegre E., Rancel E., Sabogal N. Régimen de la precipitación en Colombia. HIMAT. 1989.
- Retallack B. J. Compendio de apuntes para la formación de personal meteorológico de la clase IV
- Wulf K. Magnitudes fisiográficas e índices morfométricos relacionados con la hidrología. SCM. 1970
- Hydrology. Raudkivi Arved J., Oxford Pergamon Press, 1979.
- Práctica de Hidrología. Samojin A.A.; Soloveva N.N. Leningrado Hidrometeoizdat, 1980.
- Métodos estadísticos en hidrología. Rojdestvenski A.B.; Chevotarev A.I., Leningrado Hidrometeoizdat, 1974.
- Hidrología para ingenieros. Linsley Ray K.; Kohler Max A., New York McGraw-Hill, 1967.
- Hidrología y fundamentos de irrigación. Gopchenko E.D., Leningrado Hidrometeoizdat, 1989.
- Recursos hidráulicos, síntesis, metodología y normas. Heras Rafael, Madrid Colegio de Ingenieros, 1983.

ANEXOS

Debido a la extensión de los anexos que contienen una gran cantidad de información, estos se incluyen en medio magnético adjunto. Este anexo incluye datos de cantidad, calidad de agua por estación y subcuencas

XVI. ESTUDIO DE MICROCUENCAS

Miguelangel Bettin

Ingeniero Civil, Estudiante Maestría Medio Ambiente
y Desarrollo. IDEA – UN

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	XVI-1
METODOLOGÍA.....	XVI-1
Adquisición de información	XVI-1
Información secundaria.....	XVI-1
Trabajo de campo	XVI-2
Análisis de la información y distribución hídrica	XVI-4
FORMULACIÓN TEÓRICA MODELO DE DISTRIBUCIÓN HÍDRICA	XVI-5
Modelo.....	XVI-5
Oferta hídrica	XVI-5
Relación lluvia/escorrentía	XVI-6
Oferta neta disponible	XVI-8
Demanda hídrica	XVI-9
Módulos de consumo	XVI-11
Modelo de distribución hídrica	XVI-13
RÍO GUAYA.....	XVI-15
Diagnóstico	XVI-15
<i>Hidrografía e hidrología</i>	<i>XVI-15</i>
<i>Climatología.....</i>	<i>XVI-21</i>
<i>Balance hídrico.....</i>	<i>XVI-28</i>
<i>Zonificación climática (Zonas de vida)</i>	<i>XVI-30</i>
<i>Síntesis diagnóstica.....</i>	<i>XVI-31</i>
Resultados	XVI-31
<i>Oferta hídrica</i>	<i>XVI-31</i>
<i>Oferta neta.....</i>	<i>XVI-33</i>
<i>Demanda hídrica</i>	<i>XVI-34</i>
<i>Distribución hídrica</i>	<i>XVI-35</i>
Discusión de resultados	XVI-38
RÍO MUINCHÁ	XVI-39
Diagnóstico	XVI-39

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

<i>Hidrografía e hidrología</i>	XVI-39
<i>Climatología</i>	XVI-39
<i>Balance hídrico</i>	XVI-43
<i>Zonificación climática (Zonas de vida)</i>	XVI-45
<i>Síntesis diagnóstica</i>	XVI-46
Resultados	XVI-46
<i>Oferta hídrica</i>	XVI-46
<i>Oferta neta</i>	XVI-46
<i>Demanda hídrica</i>	XVI-47
<i>Distribución hídrica</i>	XVI-48
Discusión de resultados	XVI-50
RÍO CORTADERAL	XVI-51
Diagnóstico	XVI-51
<i>Hidrografía e hidrología</i>	XVI-51
<i>Climatología</i>	XVI-51
<i>Balance hídrico</i>	XVI-52
<i>Zonificación climática (Zonas de vida)</i>	XVI-53
<i>Síntesis diagnóstica</i>	XVI-53
Resultados	XVI-53
<i>Oferta hídrica</i>	XVI-53
<i>Oferta neta</i>	XVI-54
<i>Demanda hídrica</i>	XVI-54
<i>Distribución hídrica</i>	XVI-56
Discusión de resultados	XVI-57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	XVI-58
Oferta hídrica	XVI-58
Demanda hídrica.....	XVI-59
Distribución hídrica.....	XVI-59
BIBLIOGRAFÍA	XVI-61
ANEXO I. MEMORIAS DE CÁLCULO RÍO GUAYA	XVI-63
ANEXO II. MEMORIAS DE CÁLCULO RÍO MUINCHÁ	XVI-64
ANEXO III. MEMORIAS DE CÁLCULO RÍO CORTADERAL	XVI-65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla XVI-1. Encuesta para determinar demanda hídrica	XVI-3
Tabla XVI-2. Módulos de consumo doméstico.....	XVI-11
Tabla XVI-3. Módulos de consumo sector productivo.....	XVI-12
Tabla XVI-4. Módulos de consumo actividad piscícola. Caudal mínimo en litros/segundo para 10.000 alevinos de trucha según la temperatura del agua	XVI-12
Tabla XVI-5. Coeficientes de cultivos	XVI-13
Tabla XVI-6. Afluentes del Río Guaya	XVI-17
Tabla XVI-7. Estaciones utilizadas en el estudio	XVI-22
Tabla XVI-8. Población de la cuenca del Río Guaya	XVI-34
Tabla XVI-9. Demanda del sector pecuario en la cuenca del Río Guaya	XVI-35
Tabla XVI-10. Oferta hídrica neta de los principales afluentes (l/s)	XVI-36
Tabla XVI-11. Índices de escasez para los principales afluentes	XVI-37
Tabla XVI-12. Familia unitaria Río Guaya.....	XVI-37
Tabla XVI-13. Cantidad de familias unitarias existentes y máximas posibles en las corrientes principales de la cuenca del Río Guaya	XVI-37
Tabla XVI-14. Estaciones utilizadas en el estudio	XVI-39
Tabla XVI-15. Población de la cuenca del Río Muinchá	XVI-47
Tabla XVI-16. Demanda del sector pecuario en la cuenca del Río Muinchá	XVI-48
Tabla XVI-17. Familia unitaria Río Muinchá.....	XVI-49
Tabla XVI-18. Cantidad de familias unitarias existentes y máximas posibles en las corrientes principales de la cuenca del Río Muinchá	XVI-50
Tabla XVI-19. Estaciones utilizadas en el estudio	XVI-51
Tabla XVI-20. Población de la cuenca del Río Cortaderal	XVI-55
Tabla XVI-21. Demanda del sector pecuario en la cuenca del Río Cortaderal	XVI-55
Tabla XVI-22. Familia unitaria cuenca del Río Cortaderal	XVI-56
Tabla XVI-23. Cantidad de familias unitarias existentes y máximas posibles en las corrientes principales de la cuenca del Río Cortaderal	XVI-57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura XVI-1. Esquema que permite inferir la escorrentía superficial a partir de las características fisiográficas de la cuenca (tomado Federal Restoration Agency, 1999)	XVI-7
Figura XVI-2. Afluentes del Río Guaya	XVI-18
Figura XVI-3. Precipitación media mensual multianual en la cuenca del Río Guaya	XVI-23
Figura XVI-4. Temperatura media mensual multianual de la cuenca del Río Guaya	XVI-24
Figura XVI-5. Humedad relativa media mensual multianual de la cuenca del Río Guaya	XVI-25
Figura XVI-6. Recorrido del viento medio mensual del viento en la cuenca del Río Guaya	XVI-26
Figura XVI-7. Evaporación media mensual multianual de la cuenca del Río Guaya	XVI-27
Figura XVI-8. Brillo solar medio mensual multianual de la cuenca del Río Guaya.....	XVI-28
Figura XVI-9. Evapotranspiración media mensual multianual de la cuenca del Río Guaya.....	XVI-29
Figura XVI-10. Balance hídrico cuenca del río Guaya	XVI-30
Figura XVI-11. Relación Caudal vs. Precipitación cuenca del Río Garagoa.....	XVI-32
Figura XVI-12. Caudal Río Guaya	XVI-33
Figura XVI-13. Oferta neta Río Guaya	XVI-33
Figura XVI-14. Relación oferta neta/demanda en la cuenca del Río Guaya.....	XVI-35
Figura XVI-15. Precipitación media mensual multianual en la cuenca del Río Muinchá.....	XVI-40
Figura XVI-16. Temperatura media mensual multianual de la cuenca del Río Muinchá.....	XVI-41
Figura XVI-17. Humedad relativa media mensual multianual de la cuenca del Río Muinchá	XVI-42
Figura XVI-18. Recorrido del viento medio mensual del viento en la cuenca del Río Muinchá	XVI-42
Figura XVI-19. Evaporación media mensual multianual de la cuenca del Río Muinchá	XVI-43
Figura XVI-20. Brillo solar medio mensual multianual de la cuenca del río Muinchá	XVI-43
Figura XVI-21. Evapotranspiración media mensual de la cuenca del Río Muinchá.....	XVI-44
Figura XVI-22. Balance hídrico cuenca río Muinchá	XVI-45
Figura XVI-23. Caudal Río Muinchá	XVI-46
Figura XVI-24. Oferta neta Río Muinchá Son los mismos datos que la gráfica anterior	XVI-47
Figura XVI-25. Relación oferta neta/demanda en la cuenca del Río Muinchá.....	XVI-49
Figura XVI-26. Precipitación media mensual multianual de la cuenca del Río Cortaderal.....	XVI-52
Figura XVI-27. Balance hídrico cuenca del río Cortaderal	XVI-53
Figura XVI-28. Caudal Río Cortaderal	XVI-54
Figura XVI-29. Oferta neta Río Cortaderal.....	XVI-54
Figura XVI-30. Relación oferta neta/demanda en la cuenca del Río Cortaderal.....	XVI-56

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía XVI-1. Entrega del Río Guaya al Río Garagoa	XVI-16
Fotografía XVI-2. Corriente del Río Guaya en el municipio de Tenza 11 de mayo de 2005.....	XVI-16
Fotografía XVI-3. Suministro de agua para el municipio de La Capilla	XVI-18
Fotografía XVI-4. Derrumbe ocasionado por la Quebrada Gusba vereda Chaguatoque.....	XVI-19
Fotografía XVI-5. Explotación carbonífera Cuenca del Río Cortaderal.....	XVI-57

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo hace parte del POMCA del Río Garagoa, desarrollado por el IDEA, adscrito a la Universidad Nacional de Colombia.

En primer lugar, se describe la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto y la formulación teórica del modelo de distribución hídrica, donde se señalan los pasos necesarios para elaborar un estudio similar y se muestra la sustentación teórica del modelo. Vale la pena señalar que el modelo descrito es general y por lo tanto la metodología es la misma para las tres microcuencas

Para la estimación de la distribución hídrica, se necesitaron varios insumos fundamentales. Éstos se obtuvieron a partir del diagnóstico hidrológico, climático y socioeconómico, que se muestran para cada microcuenca, donde además se describen los resultados y se plantea su discusión.

Por último las conclusiones y recomendaciones se presentan al final del documento, donde se sintetizan observaciones a la metodología utilizada y a los resultados obtenidos.

METODOLOGÍA

Adquisición de información

El desarrollo de este proyecto se puede dividir en tres etapas: Revisión de información secundaria, trabajo de campo y por último análisis de información y establecimiento de la distribución hídrica. Éstas etapas buscaron conocer las relaciones entre la comunidad que habita las microcuencas y el recurso hídrico, así como desarrollar una metodología para realizar la distribución hídrica en las microcuencas de la cuenca del Río Garagoa.

Se realizó un análisis desde el punto de vista físico, a partir del cual se determinó la oferta del recurso hídrico espacial y temporalmente; de igual forma, se determinaron las actividades productivas de cada región, las cuales establecen el volumen de consumo de agua y su régimen.

Asimismo, a partir del análisis de las tres microcuencas, se formuló una metodología para desarrollar este tipo de estudios en condiciones similares.

A continuación se describe más en detalle el desarrollo de cada etapa del proyecto.

Información secundaria

La primera actividad desarrollada en el proyecto, fue la revisión de la información secundaria disponible acerca de las microcuencas de estudio, con el objeto fundamental de conocer las

condiciones físicas de las mismas, en especial los aspectos climáticos, hidrológicos, hidrográficos y geológicos.

La cuenca del Río Garagoa, ha sido estudiada últimamente con diferentes propósitos, el más reciente es el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Garagoa (POMCA), realizado por el IDEA, donde se recogen de forma general la caracterización y las problemáticas de la zona de estudio.

En forma particular para cada microcuenca, los estudios más detallados corresponden a los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) de los municipios cercanos a las mismas. Para el Río Guaya, se utilizaron los EOTs de los municipios de Tenza, La Capilla y Úmbita; para la Río Muinchá el EOT del municipio de Turmequé; y para la Río Cortaderal el EOT del municipio Ventaquemada.

Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió básicamente en el recorrido de las microcuencas, así como de las poblaciones que se encuentran en su área. Este recorrido tuvo dos objetivos fundamentales, primero hacer controles de campo a la información secundaria revisada, para verificar que tanto cambió la zona respecto a las descripciones consignadas. El segundo objetivo fundamental fue, mediante una encuesta, determinar las características del consumo tanto agrícola como urbano en las cuencas de estudio.

En el trabajo de campo, se tomaron datos respecto a las condiciones de conservación, disponibilidad hídrica, patrones de consumo, avenidas, movimientos en masa, eventos de escasez hídrica. Esta información se colectó principalmente a través de registros sobre el terreno y entrevistas con los pobladores.

El recorrido de las microcuencas permitió establecer patrones de consumo hídrico, así como conflictos en su uso.

El principal instrumento utilizado para la recolección de información *in situ* fue una encuesta (Tabla XVI-1). Ésta permitió establecer patrones de consumo hídrico, así como conflictos en su uso. En este punto, vale la pena señalar que la relación de la Corporación Autónoma Regional de Chivor, CORPOCHIVOR, es bastante conflictiva con los pobladores de las microcuencas, ya que al ser encuestados, manifestaban su inconformidad con la misma y la escasa concertación con la Corporación en el uso del recurso y el cobro de tasas.

Tabla XVI-1. Encuesta para determinar demanda hídrica

Microcuenca: _____		Fecha: _____	
Nombre del encuestado: _____			
Ocupación: _____			
Lugar de residencia: _____			
Número de hectáreas que abarca el predio: _____			
Número de habitantes permanentes: _____			
Visitantes ocasionales: Trabajadores que no residen en el lugar _____			
Actividades que se realizan en el lugar			
¿Tiene cultivos?		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
¿Cuáles?		Tamaño	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
Instalaciones sanitarias y fuentes de agua			
Tipo de instalaciones sanitarias		Lugar de evacuación	
Inodoros	<input type="checkbox"/>	_____	
Letrina	<input type="checkbox"/>	_____	
Otros	<input type="checkbox"/>	_____	
¿Cuáles?		_____	
_____		_____	
_____		_____	
Fuentes de agua			
Pozos subterráneos:	<input type="checkbox"/>	Otros:	<input type="checkbox"/>
Distrito de riego:	<input type="checkbox"/>	¿Cuáles?	
Río:	<input type="checkbox"/>	_____	
Concesión de aguas:	<input type="checkbox"/>	_____	
_____		_____	
_____		_____	

Debido a los conflictos entre los pobladores y la Corporación, algunos resultados de la encuesta deben tratarse con cuidado y no aceptarlos como verdades absolutas, ya que los encuestados al ser cuestionados respecto a sus hábitos de consumo, asociaban la encuesta a un futuro cobro y por lo tanto indicaban menores valores de extracción del recurso.

En general las microcuencas presentan las mismas problemáticas señaladas en los estudios revisados y las características físicas no han sido alteradas por eventos naturales mayores o por grandes obras de infraestructura en el tiempo reciente.

Análisis de la información y distribución hídrica

Con toda la información primaria y secundaria colectada y organizada, se procede a la formulación del modelo y a su aplicación. Las características del modelo están supeditadas a la calidad y cantidad de información disponible, y no puede ser establecido a priori.

Esta etapa se desarrolló en el marco de la legislación establecida por el Ministerio del medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial y desarrollada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

FORMULACIÓN TEÓRICA MODELO DE DISTRIBUCIÓN HÍDRICA

Modelo

Un modelo es un esquema teórico, generalmente en forma matemática de un sistema o una realidad compleja que se elabora para su comprensión y el estudio de su comportamiento. El modelo que se desarrolló para los cálculos de la distribución hídrica, se basa en gran medida en la Metodología de cálculo de índice de escasez, formulada por el IDEAM (2004), adoptada el 22 de julio de 2004 por el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

Oferta hídrica

Consiste en el volumen hídrico que circula por la corriente principal de una determinada cuenca en un período de tiempo dado. En términos prácticos, hace referencia al caudal medio anual de la corriente principal de una cuenca a la salida de la misma.

La medición de la oferta hídrica esta sujeta a la disponibilidad de información en la cuenca y en la corriente, así como de las condiciones físicas de la misma.

En general, para determinar la cantidad de agua y características del caudal, es necesario medirlo durante un período largo de tiempo, de tal forma que permita identificar sus variaciones. Las series de caudal deben tener una longitud suficiente para ser representativa del régimen típico del río, y se estima que 30 años es período aceptable (Montealegre y Torrente, op. cit).

El IDEAM (2004) plantea tres metodologías para el cálculo de la oferta hídrica, de acuerdo a la extensión e instrumentación de la cuenca.

- a) Balance hídrico: Esta metodología aplica a cuencas con registros climatológicos e hidrológicos mayor a 10 años, con áreas mayores a 250 km².
- b) Caudal medio puntual: Se utiliza cuando los registros de caudal generan series cortas y no confiables, menores de dos años
- c) Relación lluvia – escorrentía: Se utiliza en el caso de que las cuencas sean menores (áreas inferiores a 250 Km²) y carezcan de registros de caudal o estos no sean confiables. De acuerdo a la información disponible en las tres cuencas de estudio, esta última metodología es la que se usará para determinar la oferta hídrica.

Las condiciones de las microcuencas del Río Garagoa, tanto de información como de tamaño hacen necesario aplicar la última metodología, ya que las microcuencas por definición son pequeñas y en la zona las cuencas cuentan con poca o ninguna instrumentación.

Relación lluvia/escorrentía

Para la estimación del caudal, se establecieron dos métodos, de acuerdo a la información de cuencas similares y a la confiabilidad de los datos de las mismas. Es importante señalar que para determinar la oferta, como mínimo se debe disponer de datos de precipitación. En el caso de no disponer de cuencas similares con información confiable, se parte de la premisa de que los ríos son producto del clima, de las condiciones del suelo y de la vegetación. A continuación se describen los métodos utilizados.

- a) Empírico: En cuencas pequeñas, de área menor a 500 Km², la correlación entre la precipitación y el caudal alcanza valores aceptables, especialmente con los caudales medios anuales (Montealegre y Torrente, 1998; Silva, 1999).

De igual manera, diversos autores (Linsley, 1978; Montealegre y Torrente, 1998; Silva, 1999 y Ven te Chaw, 1988) señalan que ante escasez de información hidrológica, es posible recurrir a información hidrométrica de cuencas con características físicas similares (Vegetación, suelo, altura media, pendiente, etc).

Por lo tanto, en caso de contar con datos de precipitación y caudal en una cuenca adyacente, que se comporten de la forma

$$Q = aP^n$$

Donde,

Q = Es el caudal medio mensual multianual registrado en la cuenca similar.

P = Es la precipitación media mensual multianual en la cuenca similar.

a y n son factores de normalización.

Es necesario que el factor de correlación de los datos y la curva sea mayor a 0,7, entonces el caudal medio de la cuenca de estudio se puede calcular de la forma:

$$Q = \frac{A_1}{A_2} \times aP^n$$

Donde,

Q = Es el caudal medio mensual de la cuenca de estudio.

A_1 = Área de la cuenca de estudio.

A_2 = Área de la cuenca similar.

A = Factor de normalización calculado para la cuenca similar.

P = Precipitación de la cuenca de estudio.

n = Factor de normalización calculado para la cuenca similar.

- b) Determinista: En caso de no contar con información de cuencas similares o que los datos no sean confiables, se utiliza el método determinista. Este método se basa en que a partir de los datos existentes acerca de la precipitación, la vegetación y la permeabilidad del suelo es posible conocer el comportamiento del caudal de la corriente principal.

El Federal Restoration Agency, en 1999 desarrolló un sencillo pero útil esquema que permite inferir la escorrentía superficial, a partir de las características fisiográficas de la cuenca. En la Figura XVI-1, se muestra el esquema.

Dadas las condiciones rurales y semirurales de las cuencas de estudio, se infiere que entre un 10 y 20% de la precipitación se convierte en escorrentía.

Debido a que este método es exclusivamente teórico y se realiza a partir de un análisis grueso, se utilizará únicamente cuando el método empírico sea inaplicable.

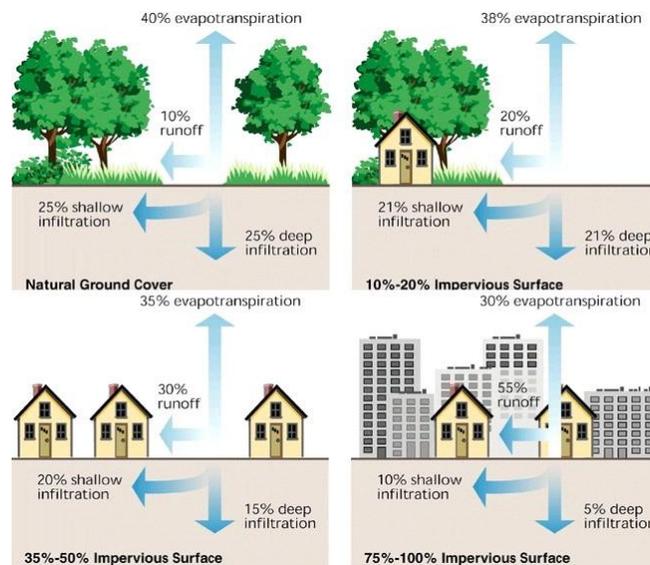


Figura XVI-1. Esquema que permite inferir la escorrentía superficial a partir de las características fisiográficas de la cuenca (tomado Federal Restoration Agency, 1999)

Oferta neta disponible

A partir de los métodos anteriormente descritos se obtiene la oferta total de la corriente. Sin embargo, no es posible disponer de toda el agua que circula, debido a restricciones como la calidad de agua y el caudal ecológico. A continuación se describen las características de la reducción de caudal.

- a) Reducción por calidad de agua: La disponibilidad del recurso hídrico está limitada por la calidad de agua, debido a que la contaminación hídrica restringe un amplio rango de usos del recurso.

En Colombia, los ríos reciben las cargas contaminantes de prácticamente todas las actividades económicas, muchas veces sin ningún tipo de tratamiento. Las principales fuentes de contaminación de los ríos son:

- Aguas residuales domésticas e industriales.
- Esguerrimiento de aguas en zonas de producción agrícola y ganadera.
- Aguas lluvias por arrastre de compuestos presentes en la atmósfera.
- Aguas procedentes de los procesos de extracción minera.

El IDEAM (2004) establece que para estimar el grado de presión o afectación sobre la calidad de los recursos hídricos se deben realizar estimaciones de la demanda biológica de oxígeno (DBO) generada por el vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales.

No se ha establecido un rango de reducción de acuerdo a los valores de la DBO en la corriente. Sin embargo, el IDEAM (2004) señala que la oferta hídrica de estos sistemas se debe afectar por el 25%, correspondiendo a la condición de calidad del agua.

- a) Reducción por caudal ecológico: El caudal mínimo ecológico es el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua. Existen diversas metodologías para conocer los caudales ecológicos (IDEAM, 2004):

- Hidrológicas: Se basan en el comportamiento de los caudales en los sitios de interés, para lo cual es necesario el conocimiento de series históricas de caudales.
- Hidráulicas: Consideran la conservación del funcionamiento o dinámica del ecosistema fluvial a lo largo de la distribución longitudinal del río, es decir que el caudal de reserva que se deje en los distintos tramos que permita que el río siga comportándose como tal.

- Simulación de los hábitat: Estiman el caudal necesario para la supervivencia de una especie en cierto estado de desarrollo.
- Mínimo histórico: El Estudio Nacional del Agua (2000) a partir de curvas de duración de caudales medios diarios, propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el 97,5% del tiempo y cuyo periodo de recurrencia es de 2,33 años.
- Porcentaje de descuento: El IDEAM ha adoptado como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente de estudio.

Debido a que no se dispone de información de caudales, ni mucho menos de simulaciones de hábitat ni nada que se le parezca, se aplica el porcentaje de descuento del 25%.

En general, la oferta neta disponible, corresponderá al 50% de la oferta calculada.

Demanda hídrica

Es la cantidad de agua necesaria para que las personas desarrollen sus actividades diarias, así como las productivas.

En Colombia, no existe un sistema de información continua y sectorial del uso del agua, ni se ha medido históricamente el agua usada de fuentes superficiales y subterráneas.

El IDEAM (2004) presenta tres escenarios para el cálculo de la demanda hídrica:

- a) Existe información medida: La demanda de agua en general, representa el volumen de agua utilizado por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado y corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales.

$$DT=DUD+DUI+DUS+DUA+DUP$$

Donde,

DT = Demanda total de agua.

DUD = Demanda de agua para uso doméstico.

DUI = Demanda de agua para uso industrial.

DUS = Demanda de agua para el sector servicios.

DUA = Demanda de agua para uso agrícola.

DUP = Demanda de agua para uso pecuario.

- b) Existe información, pero es insuficiente: Se aprovecha la información medida y se complementa con los métodos descritos en el siguiente apartado.
- c) No existe información: Se debe estimar potencialmente el volumen demandado a nivel sectorial. Estas estimaciones se basan principalmente en la asociación de dos variables, el volumen de producción sectorial y un factor de consumo de agua por tipo de bien. El problema de esta metodología radica en que inevitablemente se incurre en generalizaciones y no se tienen en cuenta aspectos como el nivel tecnológico de la industria, los métodos de producción limpia y el uso del agua que hace la industria extractiva.

En este caso, los componentes de la demanda total de agua se calculan de la siguiente forma:

DUD = Demanda per cápita urbana X número de habitantes urbanos + Demanda per cápita rural X número de habitantes rurales.

$$DUI = \sum_{i=1}^n V_{pi} \times F_{cii}$$

Donde,

V_{pi} = Volumen de producción según sector económico.

F_{cii} = Factor de consumo según sector económico.

$$DUS = \sum_{i=1}^n N_i \times F_{csi}$$

Donde,

N_i = Numero de establecimientos por tipo de servicio.

F_{csi} = Factor de consumo por tipo de servicio.

DUA = La principal fuente de agua para la agricultura es la precipitación, los volúmenes adicionales necesarios para el desarrollo de cultivos, deben ser previstos por sistemas de riego.

$$DUA = \left[ETP \times kc - P \right] ha$$

Donde,

ETP = Evapotranspiración potencial.

Kc = Coeficiente de uso de agua del cultivo.

ha = Número de hectáreas cultivadas.

DUP = Es el resultado de multiplicar el volumen de producción de animales de importancia comercial, por un factor de consumo promedio aproximado, el cual está determinado teniendo en cuenta el tipo de animal, el tipo de producción y el consumo de materias seca y alimento requerido. Los animales de tipo comercial se clasifican en: bovinos, carne, leche y doble propósito, aves de corral y porcinos.

$$DUP = \sum_{i=1}^n V_{pai} \times F_{ca}$$

Donde,

V_{pai} = Volumen de producción por tipo de animal.

F_{ca} = Factor de consumo según producción animal.

En este punto es importante señalar que para la determinación de la demanda en el modelo, se parte de los siguientes supuestos:

- La demanda hídrica es satisfecha únicamente por las corrientes superficiales.
- El crecimiento poblacional de 2000 a la fecha es despreciable, dado el comportamiento demográfico de la zona, plasmado en el POMCA.

Módulos de consumo

Debido a que la demanda del recurso se determinará a nivel sectorial en condiciones de escasez de información. Esto implica la utilización de módulos de consumo para la población y a nivel pecuario, así como los factores que determinan el consumo consultivo de los cultivos.

En las tablas de la 2.2 a la 2.5 se muestran los módulos de consumo utilizados. Estos módulos de consumo son modificados de los publicados por CORNARE (2005).

Tabla XVI-2. Módulos de consumo doméstico

Clima	Temperatura Promedio (°C)	Municipio	Temperatura (°C)	Módulo de consumo doméstico		
				Urbano (l/hab-día)	Rural Global (l/hab-día)	Rural (l/hab-día)
Templado	17	La Capilla	17,7	120	140	130
		Tenza	17,9	120	140	130
Frío	13	Turmeque	14,4	110	130	120
		Ventaquemada	14,4	110	130	120

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XVI-3. Módulos de consumo sector productivo

Sector	Actividad	Unidad	Módulo de consumo
Avícola	Engorde – Postura	l/animal-día	0,20 – 0,30
	Sacrificio	l/ave	6,00 – 15,00
Porcícola	Cría-Levante y Ceba	l/animal-día	14,00 – 23,00
Bovinos y Equinos	Establo	l/animal-día	80,00
	Potrero	l/animal-día	60,00
Caprino	Potrero	l/animal-día	30,00 – 40,00
Floricultivos	Cielo abierto	l/seg-ha	0,20 – 0,25
	Invernadero	l/seg-ha	0,33 – 0,40

Tabla XVI-4. Módulos de consumo actividad piscícola. Caudal mínimo en litros/segundo para 10.000 alevinos de trucha según la temperatura del agua

Longitud de los alevinos (cm)	Temperatura del agua (°C)					
	5	7	10	12	15	17
3,0	0,08	0,10	0,12	0,13	0,17	
3,5	0,12	0,13	0,17	0,20	0,25	
4,0	0,17	0,19	0,23	0,27	0,33	
4,5	0,23	0,28	0,33	0,40	0,50	
5,0	0,30	0,35	0,43	0,50	0,67	
6,0	0,42	0,58	0,58	0,67	0,75	0,92
8,0	1,00	1,33	1,33	1,50	1,67	2,10
10,0	1,75	2,33	2,33	2,75	3,25	3,92
12,0	2,83	3,58	3,58	4,42	5,25	6,33
14,0	4,42	5,58	5,58	6,92	8,08	9,58
16,0	6,50	7,75	7,75	9,97	11,67	14,00
18,0	9,42	11,33	11,33	13,33	15,50	19,00
20,0	13,00	15,83	15,83	19,17	22,33	26,67
22,0	17,17	21,33	21,33	24,17	28,01	33,33
24,0	22,00	26,25	26,25	29,00	32,83	38,33
26,0	27,92	31,67	31,67	34,58	38,33	43,75

FUENTE: Fundamentos de Acuicultura Continental – INPA.1993.

Tabla XVI-5. Coeficientes de cultivos

COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc)

CULTIVO	ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO					Período vegetativo total
	Inicial	Desarrollo del cultivo	Mediados del período	Finales del período	Recolección	
Banano						
-tropical	0.40 - 0.50	0.70 - 0.85	1.00 - 1.10	0.90 - 1.00	0.75 - 0.85	0.70 - 0.80
-	0.50 - 0.65	0.80 - 0.90	1.00 - 1.20	1.00 - 1.15	1.00 - 1.15	0.85 - 0.95
Fríjol						
-verde	0.30 - 0.40	0.65 - 0.75	0.95 - 1.05	0.90 - 0.95	0.85 - 0.95	0.85 - 0.90
-seco	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.05 - 1.20	0.65 - 0.75	0.25 - 0.30	0.70 - 0.80
Col	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	0.95 - 1.10	0.90 - 1.00	0.80 - 0.95	0.70 - 0.80
Algodón	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	1.05 - 1.25	0.80 - 0.90	0.65 - 0.70	0.80 - 0.90
Vid	0.35 - 0.55	0.60 - 0.80	0.70 - 0.90	0.60 - 0.80	0.55 - 0.70	0.55 - 0.75
Cacahuete	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	0.95 - 1.10	0.75 - 0.85	0.55 - 0.60	0.75 - 0.80
Maíz						
-dulce	0.30 - 0.50	0.70 - 0.90	1.05 - 1.20	1.00 - 1.15	0.95 - 1.10	0.80 - 0.95
-grano	0.30 - 0.50	0.70 - 0.85	1.05 - 1.20	0.80 - 0.95	0.55 - 0.60	0.75 - 0.90
Cebolla						
-seca	0.40 - 0.60	0.70 - 0.80	0.95 - 1.10	0.85 - 0.90	0.75 - 0.85	0.80 - 0.90
-verde	0.40 - 0.60	0.60 - 0.75	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	0.65 - 0.80
Guisante	0.40 - 0.50	0.70 - 0.85	1.05 - 1.20	1.00 - 1.15	0.95 - 1.10	0.80 - 0.95
Pimentero	0.30 - 0.40	0.60 - 0.75	0.95 - 1.10	0.85 - 1.00	0.80 - 0.90	0.70 - 0.80
Papa	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	1.05 - 1.20	0.85 - 0.95	0.70 - 0.75	0.75 - 0.90
Arroz	1.10 - 1.15	1.10 - 1.50	1.10 - 1.30	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	1.05 - 1.20
Cártamo	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.05 - 1.20	0.65 - 0.70	0.20 - 0.25	0.65 - 0.70
Sorgo	0.30 - 0.40	0.70 - 0.75	1.10 - 1.15	0.75 - 0.80	0.50 - 0.55	0.75 - 0.85
Soya	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.10 - 1.15	0.70 - 0.80	0.40 - 0.50	0.75 - 0.90
Remolach-azuc.	0.40 - 0.50	0.75 - 0.85	1.05 - 1.20	0.90 - 1.00	0.60 - 0.70	0.80 - 0.90
Caña azúcar	0.40 - 0.50	0.70 - 1.00	1.00 - 1.30	0.75 - 0.80	0.50 - 0.60	0.85 - 1.05
Girasol	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.05 - 1.20	0.70 - 0.80	0.35 - 0.45	0.75 - 0.85
Tabaco	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.00 - 1.20	0.90 - 1.00	0.75 - 0.85	0.85 - 0.95
Tomate	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	1.05 - 1.25	0.80 - 0.95	0.60 - 0.65	0.75 - 0.90
Sandía	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	0.95 - 1.05	0.80 - 0.90	0.65 - 0.75	0.75 - 0.85
Trigo	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.05 - 1.20	0.65 - 0.75	0.20 - 0.25	0.80 - 0.90
Alfalfa	0.30 - 0.40				1.05 - 1.20	0.85 - 1.05
Cítricos						
-desyerbe						0.65 - 0.75
-sin control de						0.85 - 0.90
Olivo						0.40 - 0.60

Primer dato : Humedad alta (RH_{min} > 70%) y poco viento (< 5

Segundo dato : Humedad baja (RH_{min}. < 20%) y fuerte viento (> 5

Fuente : Estudio FAO No. 33, citado por CLARO RIZZO, Francisco, Ideam Bogotá, D.C.

Modelo de distribución hídrica

Es un esquema matemático que permite estimar la cantidad máxima de usuarios de una determinada microcuenca hidrográfica, así como sus patrones de consumo, a partir de la oferta y demanda hídrica en la cuenca que habita.

El modelo de distribución hídrica permite obtener la cantidad de agua que necesita un usuario tipo y el número de usuarios que soporta una cuenca en condiciones sostenibles.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

El usuario tipo se determina a partir de los datos recolectados en la encuesta, y está conformado por una unidad familiar, área de cultivos y animales. El usuario tipo depende de la microcuenca y está determinado básicamente por las características socioeconómicas de la misma y la distribución de la tierra.

La cantidad de usuarios tipo que pueden vivir en una cuenca, se determina a partir de la oferta hídrica neta y el consumo del usuario tipo.

RÍO GUAYA

Diagnóstico

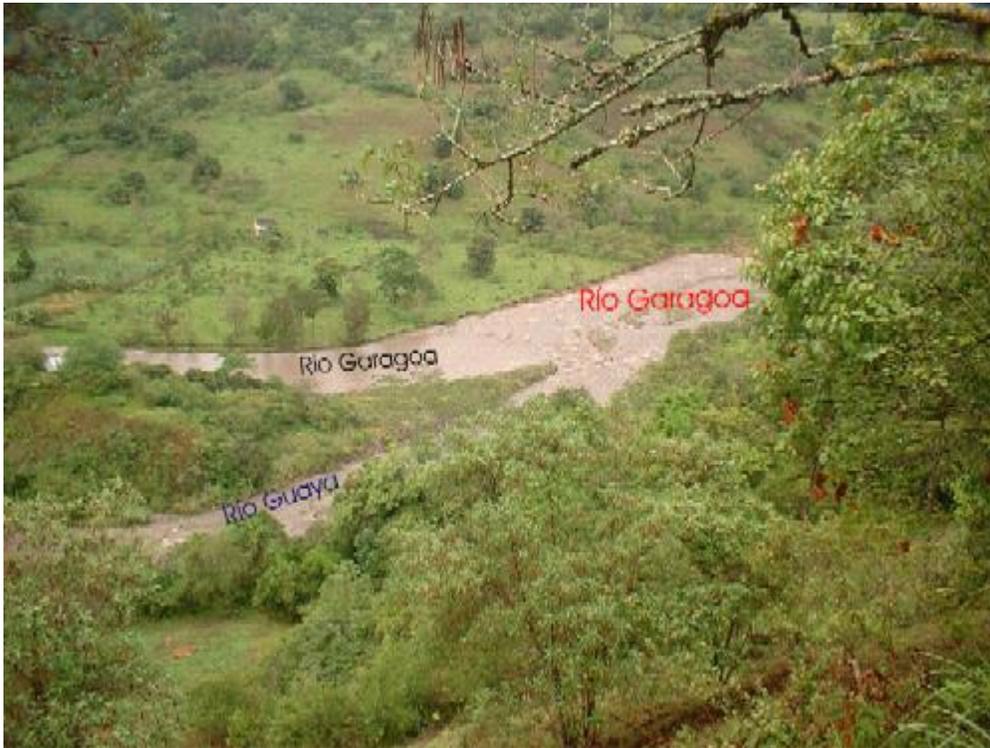
Hidrografía e hidrología

El Río Guaya tiene orientación principalmente en sentido noroccidente suroriente y pertenece a la cuenca del Río Garagoa (Fotografía XVI-1). Sus principales afluentes por el occidente, de norte a sur son: Quebrada Aguablanca, La Colorada y Mazamorra; por el occidente de norte a sur: Madre Juana, El Molino, Clavelina, Culata, Honda, Gusba, Los Puentes, Guayarundo, Los Roas y Chaguatoque; el sector suroccidental cuenta con los afluentes quebrada de Chaguatoque, Resguardo, Los micos, La rucha, Aposentos, Quebradas y Rocasía. La cuenca del río ocupa un área de 94,74 Km² y su corriente principal recorre 14,4 Km antes de entregar sus aguas al Río Garagoa (Fotografía XVI-2).

El río nace en las inmediaciones del municipio de La Capilla, entre los 5°15' de latitud Norte y los 73°49' de longitud Oriente, recorre tres municipios, La Capilla y Tenza principalmente, y por último Pachavita. (Franky & Asociados, 1999).

La red hídrica del Río Guaya, está conformada por un abundante conjunto de quebradas y corrientes, las cuales se muestran en la Tabla XVI-6 y en la Figura XVI-2.

En la actualidad, las aguas del Río Guaya, se utilizan principalmente para consumo humano (Fotografía XVI-3), animal y para riego, por gravedad generalmente. Su deterioro comprende aproximadamente el 40% de su cauce (Corpochivor, 2002).



Fotografía XVI-1. Entrega del Río Guaya al Río Garagoa



Fotografía XVI-2. Corriente del Río Guaya en el municipio de Tenza 11 de mayo de 2005

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Es importante mencionar que, en general, esta cuenca se encuentra en condiciones críticas de vulnerabilidad a desastres, ya que cuenta con franjas débilmente forestadas, deforestadas y en la gran mayoría de sus taludes se presentan derrumbes, deslizamientos y remoción en masa hacia los cauces, principalmente en las quebradas la Colorada, Guaya, Clavelina, Honda y Gusba (Corpochivor, 2002).

Tabla XVI-6. Afluentes del Río Guaya

Subcuenca	Afluentes	Extensión (km²)	Veredas	Long. dren. prin. (km)
GUAYA	Chaguatoque Las Roas Guayacundo	11,64	Quebradas, Chaguatoque, Suntafita, Ubaneca peñas	6,4
	Los Micos	9,15	Resguardo, Valle grande arriba y Valle grande abajo	5,7
	Gusba	8,78	Páramo, Suntafita, Truco, Centro, Chaguatoque	6,0
	Honda	8,78	Páramo, Hato, Chucío, Centro	6,6
	Resguardo El Encanto	7,63	Resguardo, Chaguatóque y Quebradas	6,1
	La Colorada	7,19	Barro blanco abajo, Barro blanco arriba	4,7
	El Molino	7,14	Palma arriba, Palma abajo, Chicío	3,9
	La Batea	6,23	Aposentos	4,9
	El Volcán	5,63	Aposentos, Barzal, Volcán y Cora Chiquito	1,9
	Rucha	4,93	Rucha	5,2
	La Mazamorra	3,03	Barro blanco arriba	3,2
	Rocasía	2,39	Resguardo	3,2
	La carbonera	1,77	Rucha	3,5
	Agua blanca		Barro blanco arriba	4,6
	Madre Juana		Palma arriba	3,3
Cañatoque		Palma arriba	4,5	

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

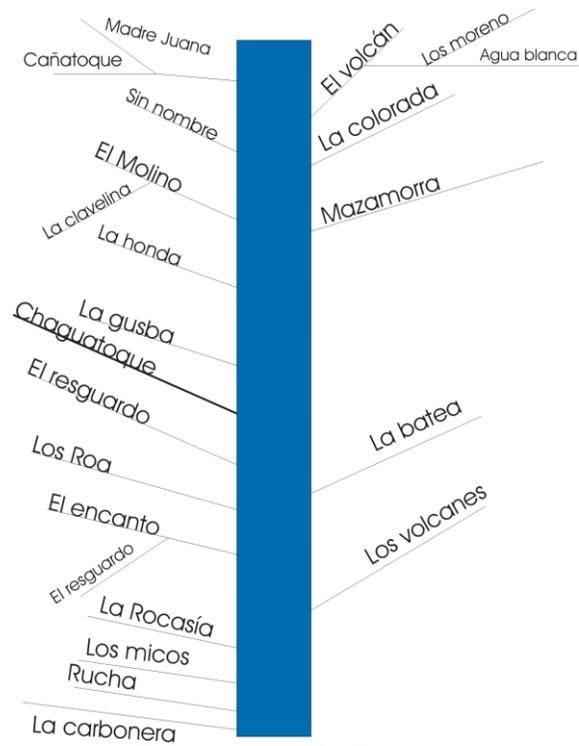


Figura XVI-2. Afluentes del Río Guaya



Fotografía XVI-3. Suministro de agua para el municipio de La Capilla

Las principales corrientes aportantes al Río Guaya, se describen a continuación:

- a) Quebrada Chaguatoque: Esta conformada principalmente por las corrientes Roas y Guayacundo. Esta quebrada define el límite entre los municipios de Tenza y La Capilla. Su uso es agropecuario y doméstico.
- b) Quebrada Los Micos: Es una de las principales fuentes de suministro de agua del municipio de Tenza, así como para los campesinos en inmediaciones de su cuenca. Cuenta con una represa aguas arriba, utilizada para el riego de las tierras aguas abajo.
- c) Quebrada Gusba: Su corriente principal circula en sentido occidente – suroriente. Recibe las aguas negras sin tratar del municipio de La Capilla, lo que le significa problemas ambientales serios, que se reflejan en dificultades de salud pública aguas abajo, ya que la quebrada Gusba es utilizada para fines agropecuarios y para consumo doméstico. Presenta problemas reiterativos de deslizamientos (Fotografía XVI-4).



Fotografía XVI-4. Derrumbe ocasionado por la Quebrada Gusba vereda Chaguatoque

- d) Quebrada Honda: Corren en sentido occidente – suroriente. Sus usos básicos son agropecuario y doméstico.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

- e) Quebrada Resguardo: Se ubica entre las quebradas de Chaguatoque, Los Micos y Rocasía. Esta corriente se encuentra altamente contaminada, lo que dificulta su utilización por parte de la comunidad.
- f) Quebrada La Colorada: Esta corriente surte de aguas para riego a las veredas Barro blanco arriba y abajo, así como también el consumo humano. Sus riveras se encuentran fuertemente degradadas.
- g) Quebrada El Molino: Presenta serios problemas por deslizamientos, erosión y deforestación. Su corriente principal fluye en sentido occidente – suroriente..
- h) Quebrada La Batea: Es de carácter intermitente, esto se debe principalmente a la acción antrópica sobre el cauce y la cuenca. Se localiza en la parte Nororiental del municipio de Tenza, en la vereda de Aposentos.
- i) Quebrada El Volcán: Se localiza entre las veredas de Aposentos, Volcán, Cora chiquito y Barzal. Cuenta con una represa natural aguas arriba, generada por un evento de movimiento en masa, los cuales son frecuentes en esta quebrada.
- j) Quebrada Rucha: Limita al sur con la vereda Mutatea y al norte con Valle grande abajo. Es una importante fuente de agua para el municipio de Tenza.
- k) Quebrada La Mazamorra: Su corriente principal circula en sentido nororiente – suroccidente, sus usos son agropecuarios y domésticos y presenta un aceptable estado de conservación.
- l) Quebrada Rocasía: Esta quebrada se encuentra en condición crítica de contaminación, ya que el municipio de Tenza vierte sus aguas residuales a esta corriente, así como la estación de servicios.
- m) Quebrada La Carbonera: Toda su extensión se encuentra en la vereda Rucha, más exactamente en la parte noroccidental. Sus márgenes, al igual que su cabecera se encuentra desprotegida y con alto gado de contaminación.
- n) Quebrada Agua blanca: Se encuentra en un estado aceptable de conservación, sus aguas son utilizadas por la vereda Barro blanco arriba, con fines domésticos y agropecuarios.
- o) Quebrada Madre Juana: Su recorrido es en sentido noroccidente – suroriente. Presenta problemas en su barrera forestal protectora.

- p) Quebrada Cañatoque: Recorre la cuenca del Río Guaya en sentido noroccidente – suroriente y sus usos son domésticos y agropecuarios.

Desde el punto de vista hidrológico, en el Río Guaya no existen mediciones sistémicas y sistemáticas de caudal, sino más bien mediciones casuales que no permiten hacer inferencias confiables, lo que hace necesario utilizar relaciones lluvia-escorrentía.

Climatología

El clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, durante un periodo y un lugar o región dada, y controlado por los denominados factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (Pabón, et al, 2001). Debido a que el clima se relaciona generalmente con las condiciones predominantes en la atmósfera (uno de los componentes del sistema), éste se describe a partir de variables atmosféricas como la temperatura y la precipitación; sin embargo, se podría identificar también con las variables de otros de los componentes del sistema climático, como la humedad relativa, el brillo solar, evaporación, el viento y la nubosidad entre otros.

Los principales elementos del clima son la presión atmosférica, la temperatura, la humedad, la velocidad y dirección del viento, la precipitación, el brillo solar y la nubosidad. Los fenómenos atmosféricos tales como la niebla, las tormentas eléctricas, los vendavales, la bruma y humo, también se consideran como elementos definidores del clima (Pabón, et al, op. cit).

Los elementos se convierten en variables climatológicas cuando se obtienen sus valores cuantitativos o cualitativos, producto de sus registros y/o mediciones. Éstas generalmente tienen los mismos nombres que sus elementos, pero se diferencian de los anteriores porque el elemento es la característica física en sí, mientras que la variable es su valoración. Con el análisis del comportamiento de las variables, en el tiempo y en el espacio, es posible obtener conclusiones sobre el clima actual, el clima del pasado, las fluctuaciones climáticas de diversa escala, etc. (Pabón, *et al*, op. cit).

El análisis climático de la cuenca se realizó a partir de la información consignada en estudios anteriores utilizando las estaciones climáticas, pluviográficas y pluviométricas que se muestran en la Tabla XVI-7.

Tabla XVI-7. Estaciones utilizadas en el estudio

Estación	Código	Tipo	Localización		
			Latitud	Longitud	Altitud (m)
Pachavita	3507021	PM	05°09'	73°24'	2.160
Valle grande Tenza	3507055	PG	05°04'	73°26'	1.830
Sutatenza	3507502	CP	05°02'	73°27'	1.930
Umbita	3507005	PM	05°14'	73°27'	3.200

Fuente: Página web IDEAM

A continuación se describen los elementos climáticos de la cuenca del Río Guaya.

- a) Precipitación: La precipitación tiene su origen en la condensación de la humedad atmosférica que, luego de formar las nubes, cae a la superficie terrestre en forma líquida o sólida (Silva, 1998). El régimen normal de la precipitación está determinado por la situación geográfica y por la influencia de algunos factores importantes, tales como la circulación atmosférica, el relieve, la integración entre la tierra y el mar, la influencia de áreas selváticas o boscosas (Pabón, *et al.*, op. cit).

La cuenca del Río Guaya, tiene un comportamiento monomodal, presentando el período de mayor precipitación en los meses de junio a octubre. La precipitación media anual es de 1.371 mm. Las barreras montañosas que rodean la cuenca del Río Garagoa, que alcanzan los 3.000 m.sn.m., conformadas principalmente por el Páramo los Cristales al nororiente y el Alto de Tenza al suroccidente, facilitan la formación de frentes fríos, los cuales descienden al Río Guaya. Asimismo, el Páramo de Mamapacha, al oriente, produce interacción entre los vientos cálidos provenientes de los llanos orientales, facilitando la condensación de la nubosidad y humedad en la cuenca, incrementando la precipitación en las épocas de más baja temperatura.

Además de los factores naturales que determinan las características de las precipitaciones en la cuenca del Río Garagoa, existe un factor antrópico que cambió las interacciones atmosféricas naturales, el embalse La Esmeralda, cuyo cuerpo de agua incide sobre los elementos climáticos de la zona, alterando su régimen de precipitación. Sin embargo, no existen estudios que determinen el cambio en el comportamiento del clima a partir de la construcción del embalse.

En la Figura XVI-3 se muestra el comportamiento de la precipitación en la cuenca del Río Guaya.

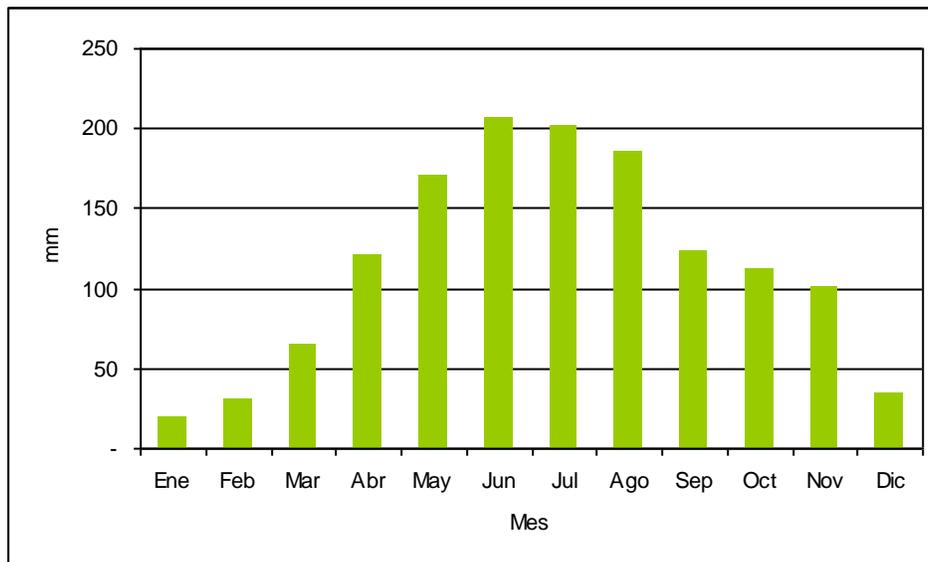


Figura XVI-3. Precipitación media mensual multianual en la cuenca del Río Guaya

- b) Temperatura: Es un término relativo que implica cierto grado de calor; así, cuando se ponen en contacto dos sustancias A y B y el calor fluye desde A hacia B, se dice que A está a mayor temperatura que B (Silva, op. cit). El régimen de temperatura de una región está determinado por su ubicación geográfica en el planeta y por las particularidades fisiográficas de su territorio. El primer factor influye sobre la amplitud anual de la temperatura, mientras el segundo determina su variabilidad espacial (Pabón, et al, op. cit).

La estación que registra temperatura, más cercana a la corriente del Río Guaya es la de Sutatenza. El análisis se realizó a partir de 25 años de registro, utilizando las temperaturas medias, máxima y mínima mensual. En la Figura XVI-4, se muestra el comportamiento de la temperatura en la cuenca del Río Guaya.

En la región Andina, el régimen de la temperatura del aire se caracteriza por la presencia de pisos térmicos, donde el mayor determinante de la temperatura es la elevación sobre el nivel del mar. En promedio, cada 100 m. de ascenso la temperatura baja 0,625 °C, de esta forma a 2.000 m. sobre el nivel del mar la temperatura promedio teórica es de 16,9 °C, a 3.000 10,7°C. Al contar la cuenca del Río Guaya con alturas que van desde los 1.350 m.s.n.m. a los 3.300 m.s.n.m, los valores consignados en la estación de Sutatenza revelan el comportamiento general anual de la temperatura y no el valor exacto en toda su extensión, ya que ésta varía en gran medida debido a las diferencias de altitud. Por lo tanto, es de mayor utilidad práctica distinguir en la zona de estudio tres pisos térmicos:

- Medio o Templado, entre los 1.000 y los 2.000 m.s.n.m. con temperaturas medias anuales entre 18°C y 24°C.
- Frío, entre los 2.000 y los 3.000 m.s.n.m. con temperaturas medias anuales entre 12°C y 18°C.
- Páramo, entre los 3.000 y los 3.800 m.s.n.m. con temperaturas medias anuales inferiores a 12°C. (Banco de la República, sf)

La amplitud de variación de la temperatura, se señala en la Figura XVI-4. Los meses más lluviosos del año, coinciden con los de menor temperatura y también presentan una distribución monomodal.

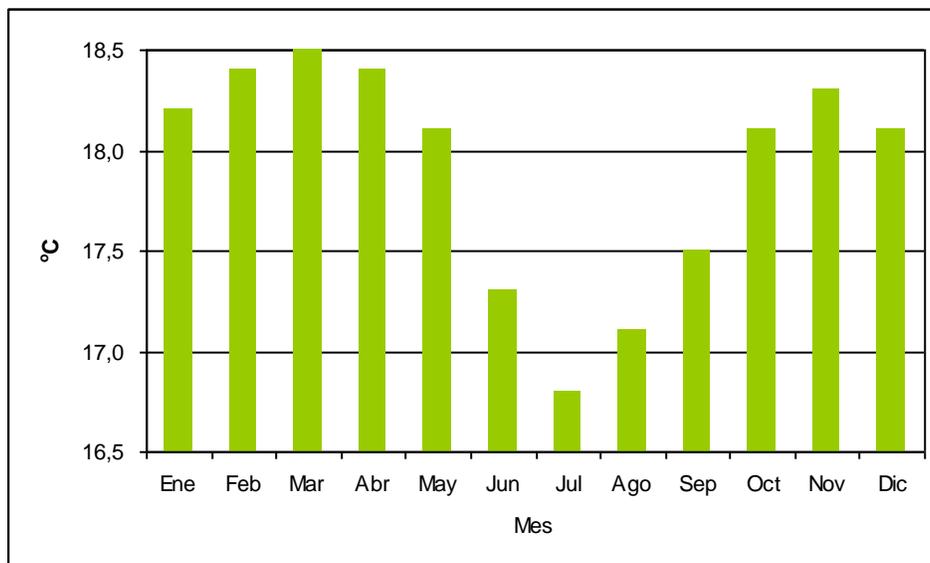


Figura XVI-4. Temperatura media mensual multianual de la cuenca del Río Guaya

- c) Humedad relativa: Es la relación entre la cantidad de humedad contenida en un espacio dado y la que podría contener (humedad atmosférica absoluta) si estuviera saturado (Linsley, et al, 1975).

La humedad atmosférica absoluta disminuye con la elevación, sin embargo, debido a que la humedad relativa tiene una relación inversa con la temperatura, la humedad relativa en general tiende a aumentar con la altura. Asimismo, la humedad es mayor sobre suelo con vegetación que sobre suelo árido.

En la cuenca del Río Guaya, la humedad relativa varía entre el 78 y el 87%, manteniéndose relativamente constante y siendo alta. Los meses más húmedos son entre Junio y Agosto, lo

cual coincide con enfermedades fungosas en algunos cultivos (Franky & Asociados, op. cit). En la Figura XVI-5, se muestra la variación mensual de la humedad relativa en la zona de estudio.

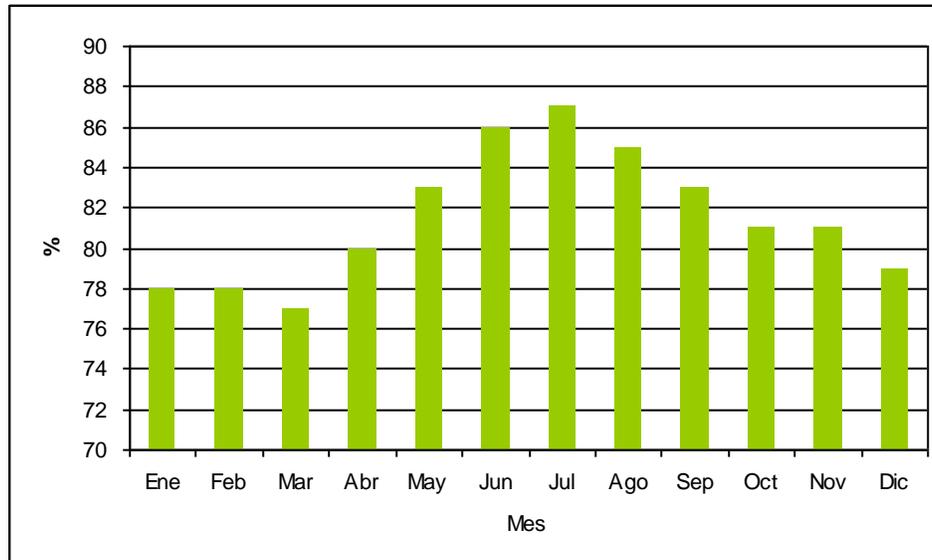


Figura XVI-5. Humedad relativa media mensual multianual de la cuenca del Río Guaya

- d) Viento: Los vientos en general se originan por movimientos horizontales de las masas de aire atmosférico desde zonas de alta presión hasta zonas de baja presión. Estas zonas se distribuyen sobre la superficie terrestre de acuerdo con la intensidad de la radiación solar que atraviesa la atmósfera. Como esta intensidad no es uniforme sobre el globo terrestre sino que depende de fecha, latitud y estado del tiempo, existen en un momento dado unas zonas de la tierra sometidas a temperaturas altas y otras a temperaturas bajas; las primeras se caracterizan por una atmósfera de baja densidad o baja presión y las segundas por una atmósfera de alta densidad o alta presión (Siva, op. cit).

Colombia, por encontrarse geográficamente ubicada entre el Trópico de Cáncer y el de Capricornio, está sometida a los vientos alisios que soplan del noreste en el hemisferio Norte y del sureste en el hemisferio Sur. Los vientos no tienen siempre soplan exactamente en estas direcciones. Asimismo, por estar en las proximidades del ecuador, la fuerza de Coriolis, que es muy importante en el campo del viento, se hace muy pequeña en Colombia y por ello los vientos están influenciados principalmente por las condiciones locales y por el rozamiento proporcionado por las grandes irregularidades que presenta la cordillera de los Andes al ramificarse en tres sistemas, que se extienden longitudinalmente a lo largo del país con diferentes elevaciones (Pabón, et al, op. cit).

Los datos de vientos de los que se dispone, corresponden a la estación climatológica de Sutatenza, los cuales carecen de información acerca de su dirección y solo contemplan el recorrido. En la Figura XVI-6, se muestra la distribución mensual del recorrido del viento en la Cuenca del Río Guaya.

Aunque no se cuenta con mediciones de la dirección del viento en la cuenca, desde el punto de vista topográfico se puede inferir su comportamiento. Los vientos provenientes del páramo los Cristales y la parte alta en inmediaciones del municipio de Sutatenza, fluyen en el cañón del Río Guaya en dirección oriente occidente principalmente. Estos vientos, al encontrarse con el cañón del Río Guaya genera un efecto de campana en la cuenca, creando condiciones frescas en verano y noches frías en invierno (Franky & Asociados, op. cit).

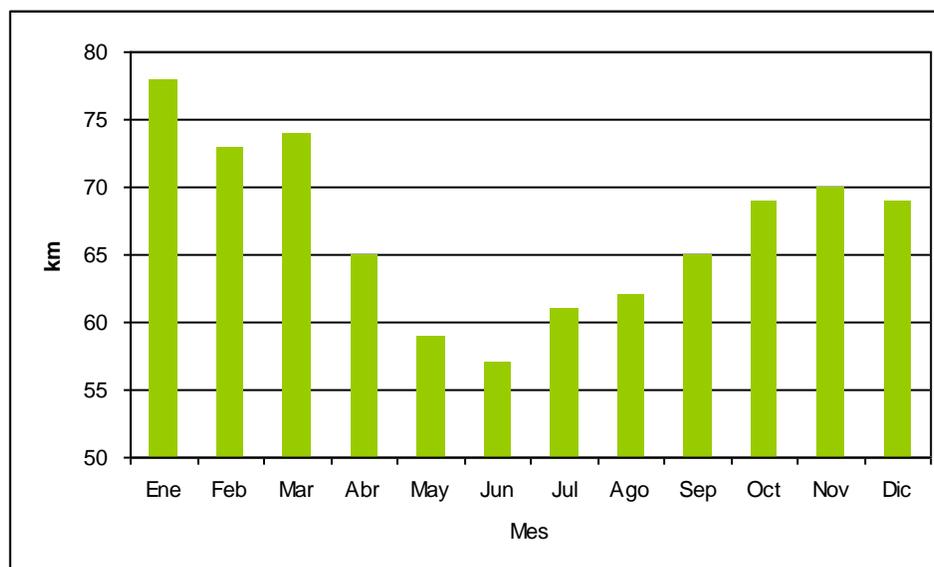


Figura XVI-6. Recorrido del viento medio mensual del viento en la cuenca del Río Guaya

- e) Evaporación: Es la tasa neta de transporte de vapor de agua hacia la atmósfera a causa de un conjunto de fenómenos físicos que transforma el agua en vapor. Existen dos factores que determinan la velocidad de evaporación; los factores meteorológicos y la superficie evaporante. Los primeros son elementos climáticos como la radiación solar, velocidad del viento, temperatura de aire, temperatura de la superficie, presión de vapor del aire y presión atmosférica. El segundo factor, considera los parámetros que caracterizan la naturaleza de la superficie evaporante y su aptitud para alimentar la evaporación, son la vegetación, los suelos, estructuras, etc. (Montealegre & Torrente, 1998).

En la Figura XVI-7 se muestra la distribución mensual de la evaporación en la zona de estudio. La evaporación media anual registrada en la estación Sutatenza es de 1.025 mm. acorde al comportamiento de la región andina y concordante con los valores de temperatura y humedad de la zona (Corpochivor, 2002).

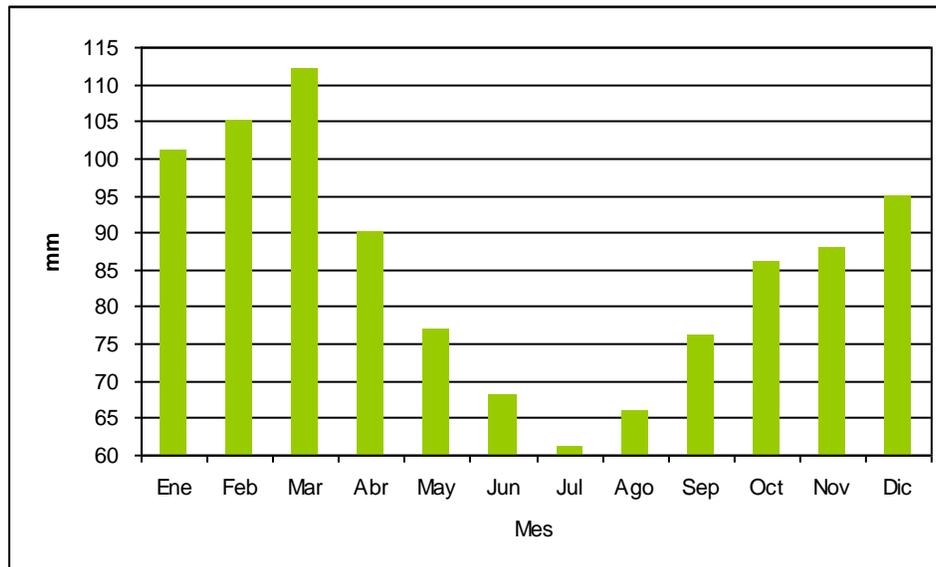


Figura XVI-7. Evaporación media mensual multianual de la cuenca del Río Guaya

- f) Brillo solar: La radiación solar es la fuente principal de energía del planeta y determina sus características climatológicas (Linsley, et al, op. cit). El brillo solar es la relación de horas de sol que recibe una región en función del tiempo. En la Figura XVI-8 se muestra la distribución mensual de la radiación solar en la zona de estudio.

El efecto del brillo solar, en su relación directamente proporcional con la actividad fotosintética, secamiento de la vegetación, incendios forestales y madurez de las cosechas. En el caso de la cuenca del Río Guaya, existe un promedio de radiación solar de 4 horas y 22 minutos diarios, el cuál es bajo y concuerda con los patrones de precipitación.

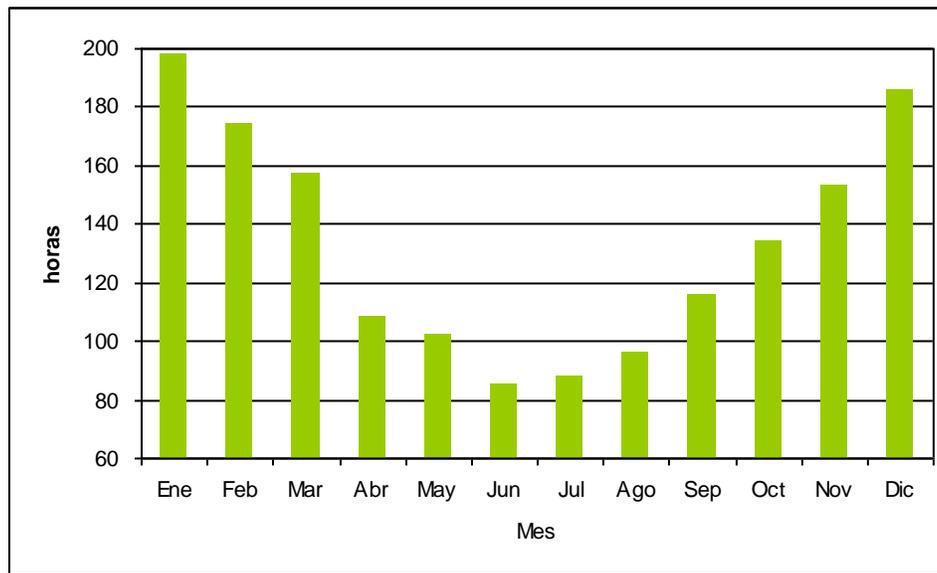


Figura XVI-8. Brillo solar medio mensual multianual de la cuenca del Río Guaya

Balance hídrico

El balance hídrico es la aplicación de la ecuación de continuidad a las variables que intervienen en el ciclo hidrológico y en forma general se representa como:

$$I = O + \Delta S$$

Donde:

I = Volumen de agua que entra a la zona en el período analizado, por lluvia directa, escorrentía superficial desde zonas vecinas y aportes subterráneos.

O = Volumen de agua que sale de la zona hacia la atmósfera o hacia zonas vecinas.

ΔS = Cambio en los almacenamientos superficiales y subterráneos.

En el caso de la cuenca del Río Guaya, las variables que intervienen en su balance hídrico, al ser una cuenca cerrada, que no cuenta con embalses, son básicamente la precipitación y la evapotranspiración.

La precipitación media sobre la cuenca, se muestra en la Figura XVI-3 y la evapotranspiración fue necesario calcularla, ya que no se dispone de instrumentos que permitan obtenerla de forma directa.

Para el cálculo de la evapotranspiración (Et), se utilizó el método de García-López, desarrollado en 1970 por científicos venezolanos. Su utilización en países tropicales como Venezuela, Costa Rica y Jamaica ha dado resultados satisfactorios, siendo aconsejable su utilización (Montealegre & Torrente, op. cit). La formula utilizada fue la siguiente:

$$Et = 1,21 \times 10^8 \left(-0,01Hr \right) \left(0,21T - 2,3 \right)$$

Donde,

T = Temperatura media en °C

Hr = Humedad relativa media diurna.

En la Figura XVI-9, se muestra el resultado de la aplicación de la formula de evapotranspiración en la cuenca del Río Guaya.

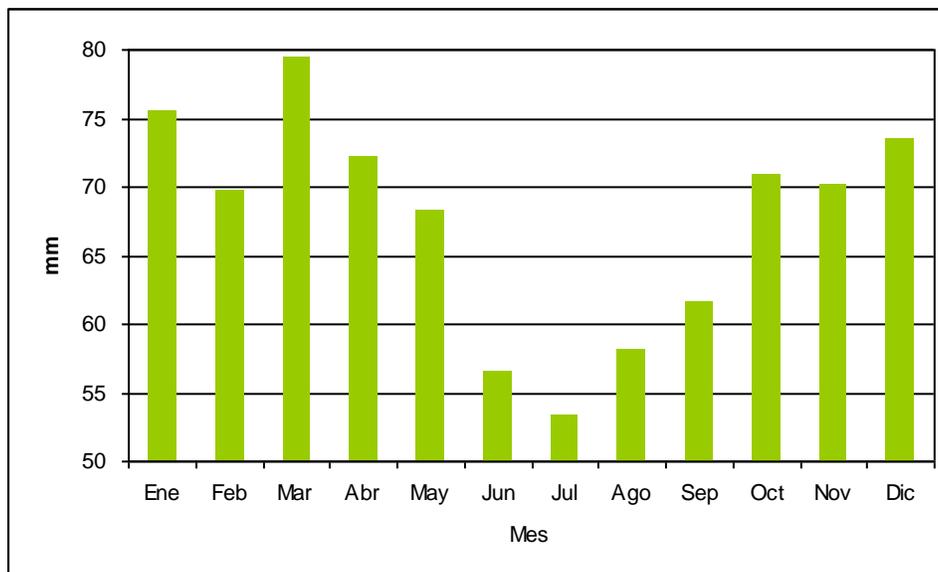


Figura XVI-9. Evapotranspiración media mensual multianual de la cuenca del Río Guaya

A partir de la información de la precipitación y suponiendo que no existe cambio en el almacenamiento, se elabora el balance hídrico, el cual se observa en la Figura XVI-10. El área de estudio no es deficitaria de agua en absoluto, por el contrario presenta un gran exceso la mayoría del año, a excepción de los meses de Enero, Febrero y Diciembre, cuando los requisitos de la vegetación y el suelo son superiores a la oferta natural.

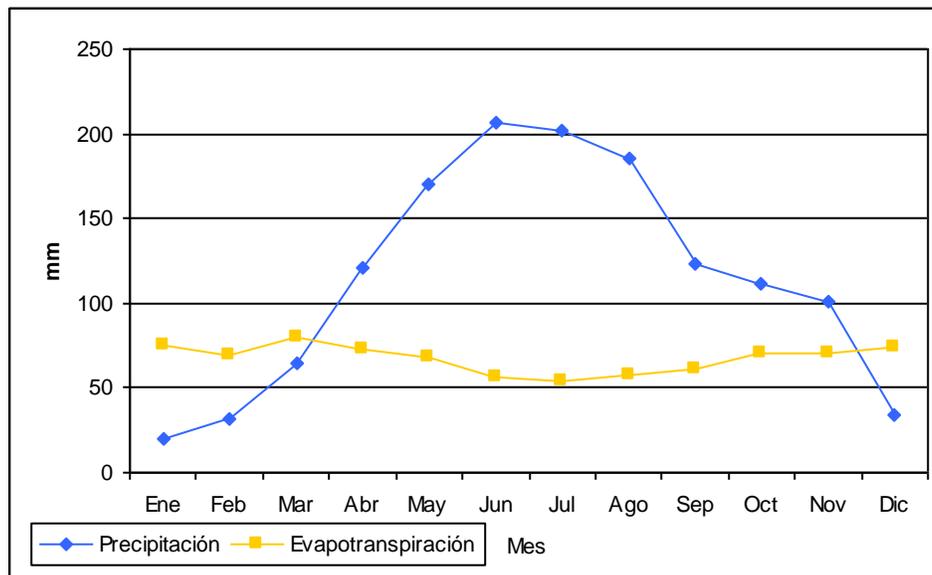


Figura XVI-10. Balance hídrico cuenca del río Guaya

Zonificación climática (Zonas de vida)

El clima es quizá el factor que más influye sobre la vegetación, siendo sus elementos más importantes la temperatura, la precipitación y la humedad.

A partir de la información climática colectada (temperatura, precipitación y evaporación), se determinó que existen dos zonas de vida en la cuenca del Río Guaya y cuatro pisos bioclimáticos, los cuales se describen a continuación:

a) Bosque premontano tropical de subhúmedo a húmedo: Se divide en dos pisos bioclimáticos:

- Premontano tropical subhúmedo.
- Premontano tropical húmedo.

Las características más importantes de estos pisos son: Presentan una temperatura entre 15°C y 18°C y un promedio anual de precipitación entre 1.000 y 1.400 mm., se presenta en altitudes entre 1.600 y 2.000 m.s.n.m.

b) Bosque montano tropical de húmedo a muy húmedo: Esta zona de vida se divide en dos pisos bioclimáticos:

- Montano tropical húmedo.
- Montano tropical muy húmedo.

Se ubica en la parte alta de la cuenca y se caracteriza por presentar aumentos bruscos de precipitación, en especial en los cañones (Franky & Asociados, op. cit). La temperatura media varía aproximadamente entre 12°C y 15°C, con un promedio de precipitación anual entre 1.400 y 1.600 mm.

Síntesis diagnóstica

En general, la cuenca del Río Guaya es abundante en corrientes y volumen hídrico. Esto se debe a que cuenta con altas precipitaciones (>1.300 mm media mensual multianual), alta humedad relativa (>80% media mensual multianual) y en general un bajo brillo solar.

El volumen de agua entrante menos la evapotranspiración de la zona, produce un balance hídrico positivo, que da como resultado una disponibilidad hídrica teórica positiva durante la mayor parte del año. Sin embargo, factores como la deforestación, cultivos en altas pendientes y la evacuación de aguas residuales a las corrientes sin ningún tratamiento afecta la disponibilidad del recurso hídrico, haciéndolo en algunos casos inutilizable.

Por ejemplo, Las quebradas Gusba y Rocasía reciben las aguas negras de los municipios de La Capilla y Tenza respectivamente, sin ningún tipo de tratamiento. Además, estas corrientes, al igual que todas las que existen en la cuenca del Río Guaya, son utilizadas para el consumo humano y el riego.

Otro aspecto importante es que el diagnóstico se elaboró a partir de dos estaciones pluviométricas, una pluviográfica y una climática, lo cuál es insuficiente, ya que no se dispone de monitoreos directos de las corrientes y es muy poca la densidad hidrométrica.

En conclusión, existe una gran disponibilidad hídrica teórica, sin embargo diferentes factores la disminuyen, generando sectores con escasez de agua.

Resultados

Oferta hídrica

Para calcular la oferta hídrica de la cuenca del Río Guaya se utilizó la metodología empírica, utilizando los datos de la cuenca del Río Garagoa.

Se usaron los datos de la precipitación media mensual multianual y el caudal medio mensual multianual registrado en la estación el Caracol.

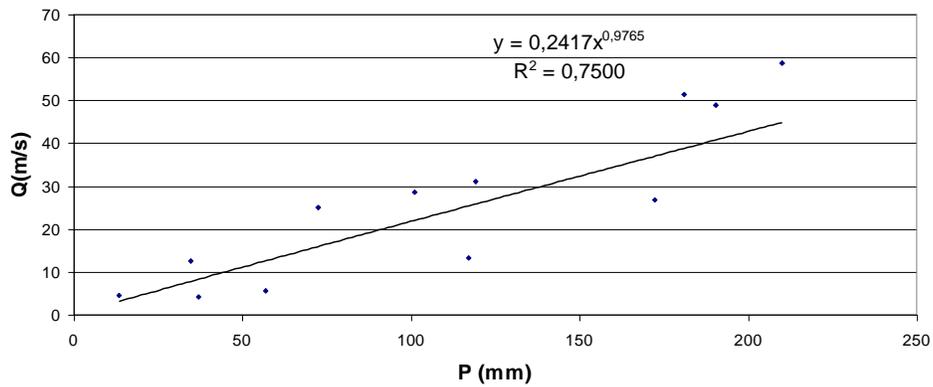


Figura XVI-11. Relación Caudal vs. Precipitación cuenca del Río Garagoa

Tal como se ve en la Figura XVI-11, la correlación entre el caudal y la precipitación tiene una correlación mayor a 0,7 y por lo tanto es factible usar el método empírico.

$$a = 0,2417$$

$$n = 0,9765$$

A partir de la expresión

$$Q = \frac{A_1}{A_2} \times aP^n$$

Donde A_1 es el área de la cuenca del Río Guaya, 95 Km² y A_2 es el área de la cuenca del Río Garagoa, 2.508 Km².

En la Figura XVI-12, se muestra el caudal medio mensual calculado del Río Guaya.

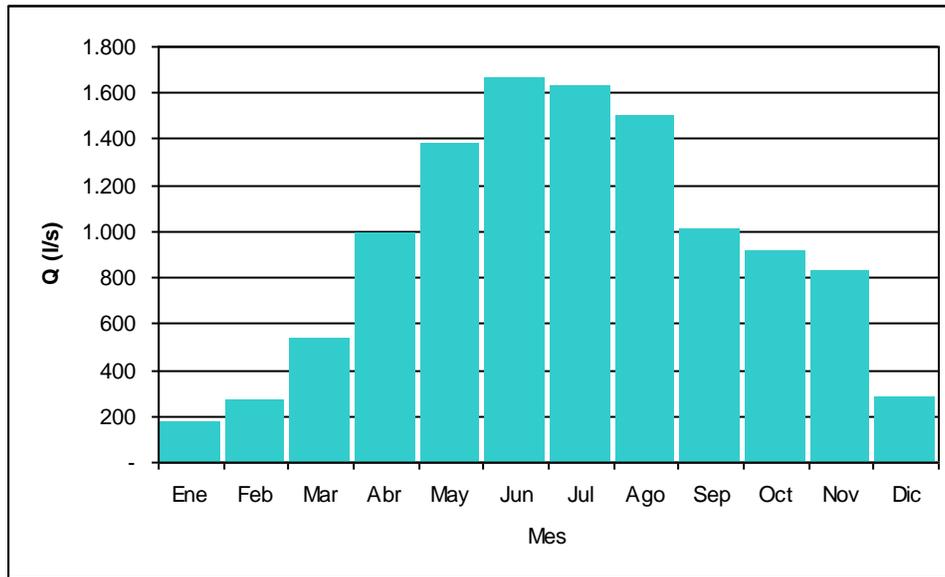


Figura XVI-12. Caudal Río Guaya

Oferta neta

La oferta calculada debe ser reducida por los factores de calidad de agua y caudal ecológico en un 50%. En la Figura XVI-13, se muestra la oferta neta del Río Guaya.

La oferta neta media anual de la cuenca del Río Guaya es de 14'658.479 m³.

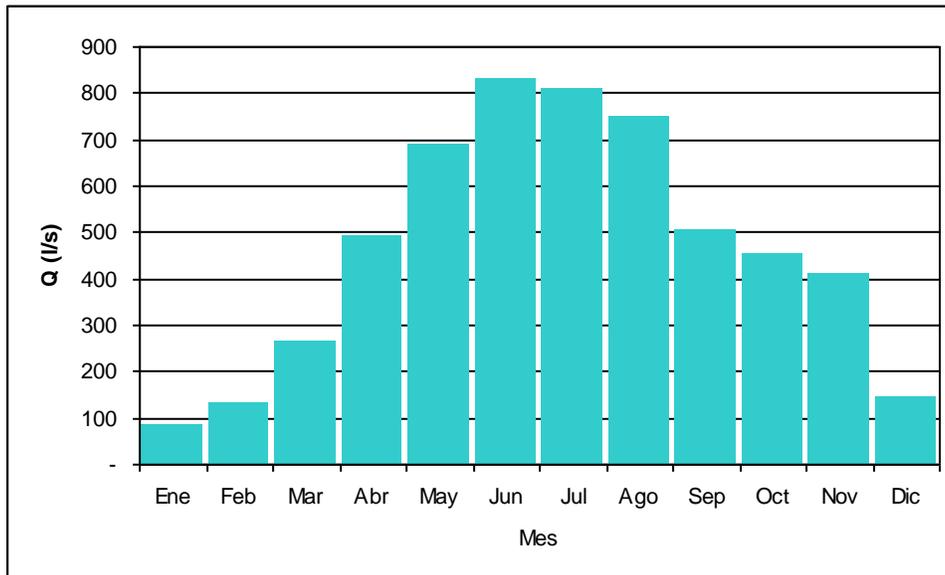


Figura XVI-13. Oferta neta Río Guaya

Demanda hídrica

a) Demanda doméstica: Para determinar la demanda, se tomaron los datos de población de las veredas y los municipios que toman agua del Río Guaya, consignados en los esquemas de ordenamiento territorial del municipio de La Capilla y Tenza. En la Tabla XVI-8, se muestra la población de la cuenca del Río Guaya.

Utilizando los módulos de consumo mencionados anteriormente, la demanda doméstica es de 10 l/s.

- b) Demanda industrial: La demanda industrial de la cuenca del Río Guaya prácticamente no existe, dada las condiciones rurales de la zona.
- c) Demanda sector servicios: La demanda del sector servicios de la cuenca del Río Guaya es despreciable, dadas las condiciones rurales de la zona.
- d) Demanda sector agrícola: El balance hídrico de la cuenca del Río Guaya es positivo y no es necesario el riego, ya que la precipitación es mayor al uso consultivo de los cultivos, además en los meses en que la evapotranspiración es mayor a la precipitación, las personas no cultivan, debido a las mayores erogaciones que implica trabajar la tierra en épocas de menor disponibilidad hídrica.

Tabla XVI-8. Población de la cuenca del Río Guaya

Población La Capilla		Población Tenza	
Veredas	Total	Veredas	Total
Urbana	744	Urbano	La Quiña
Chaguatoque	114	Aposentos	422
Camagoa	310	Cora Chiquito	218
Truco	71	Chaguatoque	200
Barro Blanco Arriba	293	Mutatea	209
Hato	137	Quebradas	216
Ubaneca	93	Resguardo	375
Zinc	497	Rucha	319
Peñas	126	Valle Grande Abajo	502
Paramo	156	Valle Grande Arriba	345
Barroblanco Abajo	465	Volcan	115
Palma Arriba	239	Total	2.921
Palma Abajo	236		
Chucio	232		
Suntafita	72		
Total	3.785		

Población Total = 6.706

e) Demanda sector pecuario: Para la determinación de la demanda del sector pecuario se utilizaron las estadísticas de los EOT de los municipios de La Capilla y Tenza, complementado

con información colectada en campo. En la Tabla XVI-9, se muestra la demanda del sector pecuario del Río Guaya.

- f) Demanda total: La demanda hídrica total es de 17,6 l/s, 555.034 m3 al año.

Tabla XVI-9. Demanda del sector pecuario en la cuenca del Río Guaya

Sector	Consumo	
	Cantidad	Demanda (l/s)
Vacuno	6.405	5,19
Animales de transporte y carga	600	0,49
Piscicultura	8.000	0,736
Agroindustria avícola	171.000	0,59
Porcino	2.179	0,47
Caprino	110	0,04
Perros	11.900	0,04
Aves de corral	11.447	0,04
Conejos	450	0,00
Consumo Total	7,60	

Distribución hídrica

La oferta neta es superior a la demanda durante todo el año. En la Figura XVI-14 se muestra el comportamiento de la oferta hídrica neta durante todo el año y su superioridad sobre la demanda.

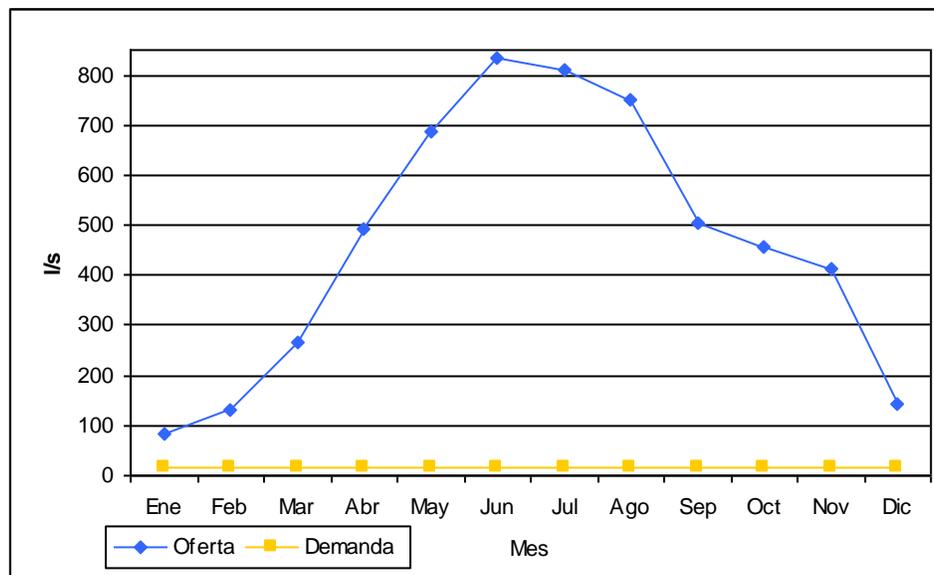


Figura XVI-14. Relación oferta neta/demanda en la cuenca del Río Guaya

El índice de escasez en la cuenca del Río Guaya es del 4%.

Sin embargo, los resultados obtenidos en este modelo y la concepción teórica del IDEAM, es de “final de tubo”, lo que implica que el caudal que se calcula es el del Río Guaya cuando entrega al

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Río Garagoa. La extracción del recurso, por otro lado es a lo largo de la corriente y no al final de la misma. Por lo tanto, en este estudio, dado el tamaño de la cuenca, se tomaron las principales corrientes que alimentan al río y se estudiaron individualmente.

Para este análisis se determinó el rendimiento hídrico de la cuenca del Río Guaya mes a mes y a partir del área de las microcuencas de los afluentes, obteniendo la oferta mensual de cada uno. En la Tabla XVI-10, se muestra la oferta hídrica neta de las principales corrientes que alimentan al Río Guaya.

Tabla XVI-10. Oferta hídrica neta de los principales afluentes (l/s)

Quebrada	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Chaguatoque	10	16	33	61	85	102	100	92	62	56	51	18
Los Micos	8	13	26	48	66	80	78	72	49	44	40	14
Gusba	8	12	25	46	64	77	75	69	47	42	38	13
Honda	8	12	25	46	64	77	75	69	47	42	38	13
Resguardo	7	11	22	40	55	67	65	60	41	37	33	12
La Colorada	6	10	20	38	52	63	62	57	38	35	31	11
El Molino	6	10	20	37	52	63	61	57	38	34	31	11
La Batea	6	9	18	33	45	55	53	49	33	30	27	9
El Volcán	5	8	16	29	41	49	48	45	30	27	24	9
Rucha	4	7	14	26	36	43	42	39	26	24	21	7
La Mazamorra	3	4	9	16	22	27	26	24	16	15	13	5
Rocasía	2	3	7	12	17	21	20	19	13	12	10	4
La carbonera	2	2	5	9	13	16	15	14	9	9	8	3
Agua blanca	7	10	21	39	54	66	64	59	40	36	32	11
Madre Juana	3	5	11	20	28	33	33	30	20	18	17	6
Cañatoque	2	4	8	14	19	24	23	21	14	13	12	4

A partir de la información levantada en campo y la información secundaria, se dividieron los elementos de consumo en las veredas y las corrientes, obteniéndose el índice de escasez para cada una (Tabla XVI-11).

En lo que respecta a la distribución hídrica, se estimó la composición media de los habitantes en los predios de la cuenca del Río Guaya, para de esta forma establecer el consumo de una familia unitaria. La familia unitaria, se calculó a partir de la información colectada en campo y la información secundaria. En la Tabla XVI-12 se muestra la composición de la familia unitaria del Río Guaya y su consumo hídrico en litros por segundo

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XVI-11. Índices de escasez para los principales afluentes

Corriente	Índice de escasez (%)
Chaguatoque	2
Los Micos	6
Gusba	4
Honda	5
Resguardo	2
La Colorada	4
El Molino	4
La Batea	2
El Volcán	5
Rucha	2
La Mazamorra	5
Rocasía	3
La carbonera y Agua blanca	8
Madre Juana	1
Cañatoque	2

Tabla XVI-12. Familia unitaria Río Guaya

Familia unitaria	
Población rural	4
Vacuno	4
Piscultura	5
Porcino	1
Perros	2
Aves de corral	8
Consumo (l/s)	0,012

Para cada afluente principal al Río Guaya, se obtuvo la cantidad de familias tipo existentes y las máximas que pueden habitar en dicha microcuenca. En la Tabla XVI-13, se muestra la cantidad de familias que habitan actualmente en la microcuenca señalada y el máximo de familias unitarias que podrían abastecerse de cada corriente.

Tabla XVI-13. Cantidad de familias unitarias existentes y máximas posibles en las corrientes principales de la cuenca del Río Guaya

Corriente	Máximo de familias	Familias
Chaguatoque	3868	243
Los Micos	3041	163
Gusba	2918	205
Honda	2918	84
Resguardo	2536	141
La Colorada	2389	137
El Molino	2373	53
La Batea	2070	136
El Volcán	1871	40
Rucha	1638	73
La Mazamorra	1007	31
Rocasía	794	64
La Carbonera y Agua Blanca	2479	20
Madre Juana	1263	20
Cañatoque	891	20

De acuerdo al análisis, en teoría a cada familia unitaria se le debería suministrar 0,012 l/s o 1.037 l/día, o sea un caudal de 0,14 l/s durante dos horas por día.

Discusión de resultados

Las corrientes que conforman la microcuenca del Río Guaya tienen índices de escasez bajos, todos menores al 10%. Sin embargo, la descarga indiscriminada de aguas residuales a esta corriente disminuye su disponibilidad de manera considerable, más allá del 25% que señala el IDEAM.

Debido a que la cantidad y calidad de agua que fluye a las partes bajas de los ríos depende de las prácticas de manejo que se realicen aguas arriba, y éstas pueden afectar la susceptibilidad o riesgo de avenidas del río, la magnitud de las avenidas y la tasa de transporte de sedimentos que acarrearán; es necesario controlar las difundidas prácticas de deforestación en la parte alta de esta cuenca.

RÍO MUINCHÁ

Diagnóstico

Hidrografía e hidrología

El Río Muinchá es una corriente de segundo orden que nace en el municipio de Turmequé, en los límites con Villa Pinzón (Laguna del Valles) y ocupa solamente territorio de este municipio. Sus aguas corren en sentido sur-norte por la parte central del área del municipio de Turmequé.

Recorre a las veredas de Guanzaque, Siguineque, Páscata, Chiratá y Juratá, a las cuales sirve de límite.

Descarga sus aguas al Río Albarracín, en el sitio llamado el triángulo, en la intersección de la vereda Volcán Blanco, Páscata, Rosales y Juratá. La cuenca de este río tiene un área de aproximadamente 33,05 Km².

La parte alta de la cuenca cuenta con zonas de páramo, así como áreas de bosque nativo, en las veredas de Siguineque y Guanzaque. En la parte baja, los suelos se utilizan principalmente a la agricultura y a la ganadería.

La corriente principal de la cuenca del Río Muinchá, es surtida por las quebradas: Pantano, Honda, Volador, Peña Blanca, Choapalera, Pascata, Juarata, así como otras que carecen de nombre oficial.

El Río Muinchá es el principal suministro de agua para el municipio de Turmequé, ya que el acueducto que lleva las aguas al centro urbano y a la mayoría de las veredas del mismo, toman agua de esta corriente.

Climatología

El análisis climático de la cuenca se realizó a partir de la información consignada en estudios anteriores utilizando las estaciones climáticas, pluviográficas y pluviométricas que se muestran en la Tabla XVI-14.

Tabla XVI-14. Estaciones utilizadas en el estudio

Estación	Código	Tipo	Localización		
			Latitud	Longitud	Altitud (m)
Turmequé	3507003	PM	5°19'	73°29'	2.400
Nuevo Colón	3507501	AM	5°21'	73°27'	2.438
Tibaná	3507004	PM	5°19'	73°23'	2.115
Umbita	3507005	PM	05°14'	73°27'	3.200

Fuente: Página web IDEAM

- a) Precipitación: El promedio de precipitación anual multianual entre 1980 y 1998 fue de 864,3 mm, de acuerdo a lo registrado por la estación Turmequé. En la Figura XVI-15, se muestra el comportamiento de la precipitación en la cuenca del Río Muinchá.

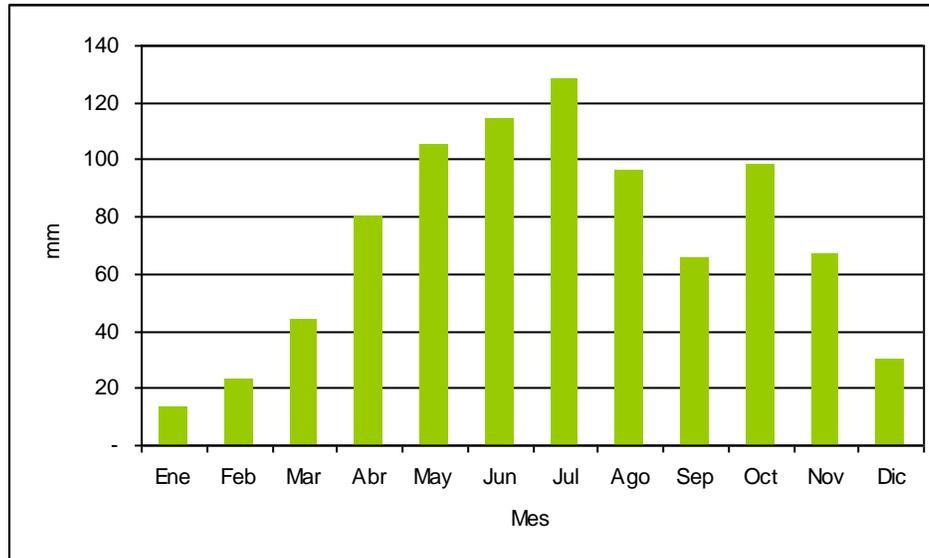


Figura XVI-15. Precipitación media mensual multianual en la cuenca del Río Muinchá

El comportamiento de la precipitación es bimodal, con períodos lluviosos entre los meses de abril a agosto y el mes de octubre, el resto presenta poca precipitación y se considera tiempo seco.

- b) Temperatura: La temperatura de la cuenca del Río Muinchá, se determinó a partir de los datos de la estación Nuevo Colón. La temperatura fluctúa entre los 12°C y los 16,5°C. En la Figura XVI-16, se muestra el comportamiento de la temperatura a lo largo del año en la cuenca del Río Muinchá.

El Río Muinchá nace aproximadamente a 3.300 m.s.n.m. y descarga sus aguas al Río Albarración a una altura de 2.300 m.s.n.m., lo que implica amplias variaciones en la temperatura, ya que cuenta con dos pisos térmicos distintos:

- Frío, entre los 2.000 y los 3.000 m.s.n.m. con temperaturas medias anuales entre 12°C y 18°C.
- Páramo, entre los 3.000 y los 3.800 m.s.n.m. con temperaturas medias anuales inferiores a 12°C. (Banco de la República, sf)

En general, la temperatura tiene un comportamiento monomodal, siendo los meses de junio a septiembre los de menor temperatura, coincidiendo con los de mayor precipitación.

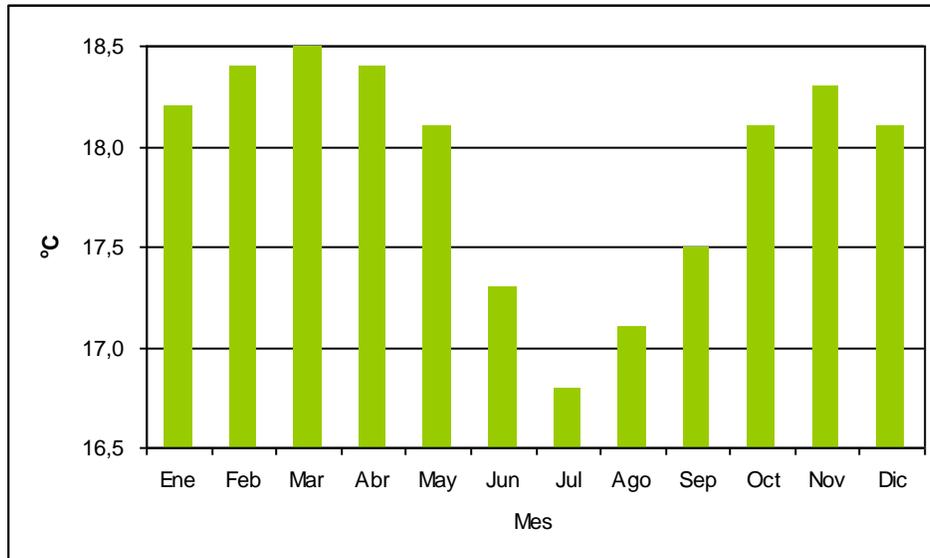


Figura XVI-16. Temperatura media mensual multianual de la cuenca del Río Muinchá

- c) Humedad relativa: En el área de la cuenca del Río Muinchá, la humedad relativa media mensual, varía entre el 76% y el 86%, permaneciendo de forma relativamente constante. En la Figura XVI-17 se muestra el comportamiento de la humedad relativa en la zona de estudio.
- d) Viento: Los datos de vientos de los que se dispone, corresponden a la estación climatológica de Nuevo Colón. En la Figura XVI-18, se muestra la distribución mensual de la velocidad del viento en la cuenca del Río Muinchá.

Los vientos del Noreste soplan durante todo el año pero tienen predominancia en los meses de agosto a septiembre; en los meses de junio a agosto, la dirección predominante es noroeste, con alternancias noreste (Corpochivor, 1999).

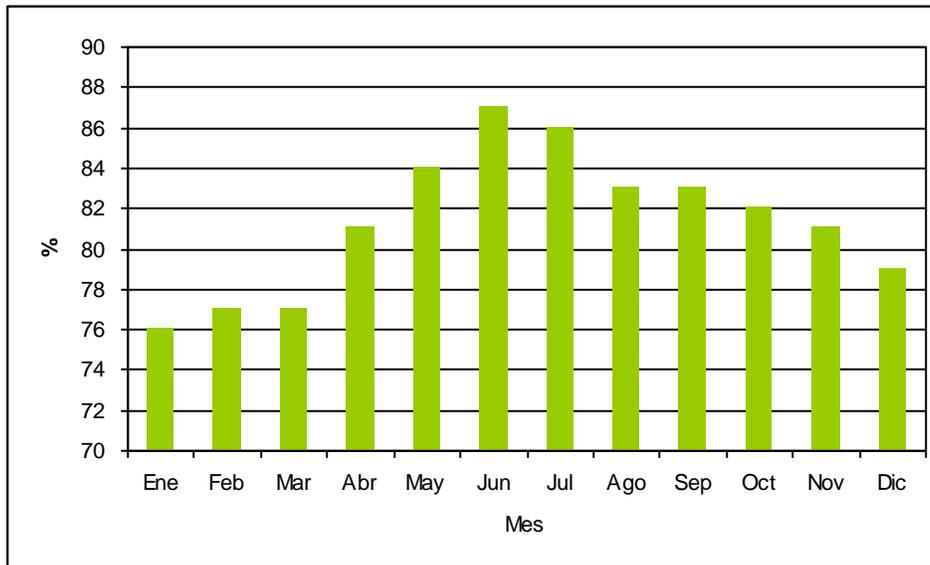


Figura XVI-17. Humedad relativa media mensual multianual de la cuenca del Río Muinchá

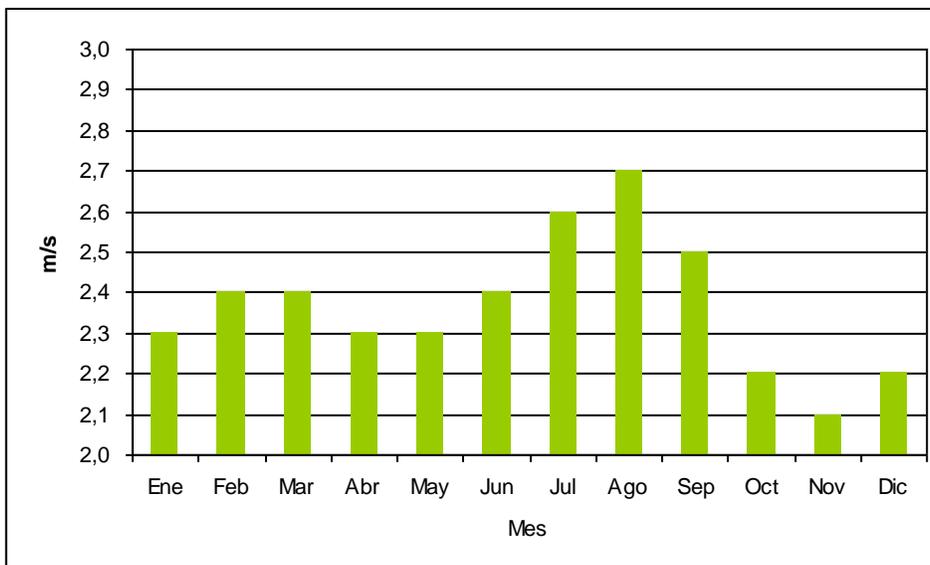


Figura XVI-18. Recorrido del viento medio mensual del viento en la cuenca del Río Muinchá

- e) Evaporación: La caracterización de la evaporación se realizó a partir de la información de la estación climatológica Nuevo Colón. En la Figura XVI-19, se muestra el comportamiento de la evaporación en la zona de estudio.

La evaporación media anual es de 1.012 mm. acorde al comportamiento de la región andina y concordante con los valores de temperatura y humedad de la zona.

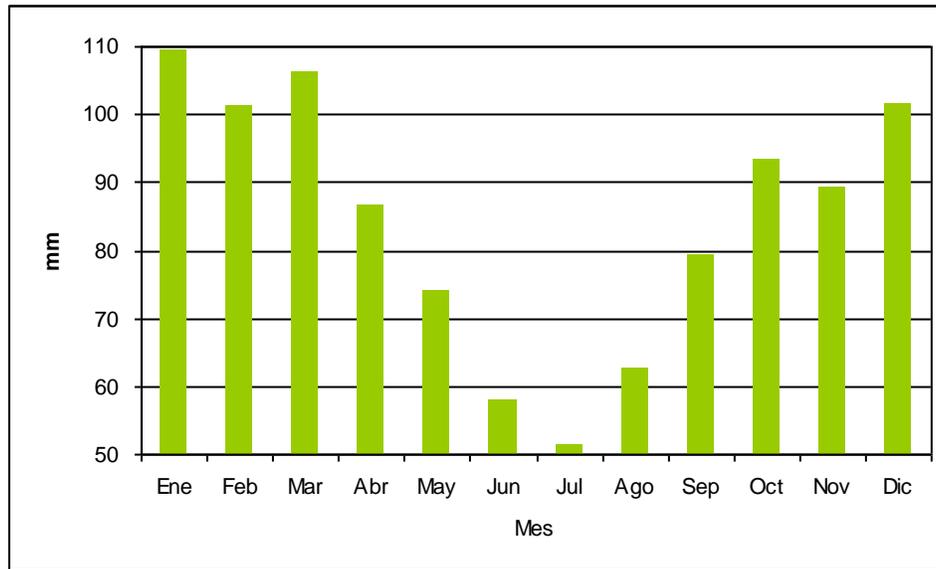


Figura XVI-19. Evaporación media mensual multianual de la cuenca del Río Muinchá

- f) Brillo solar: Los caracterización del brillo solar se realizó a partir de la información de la estación climatológica Nuevo Colón. En la Figura XVI-20 se muestra la variación mensual durante un año medio en la zona de estudio.

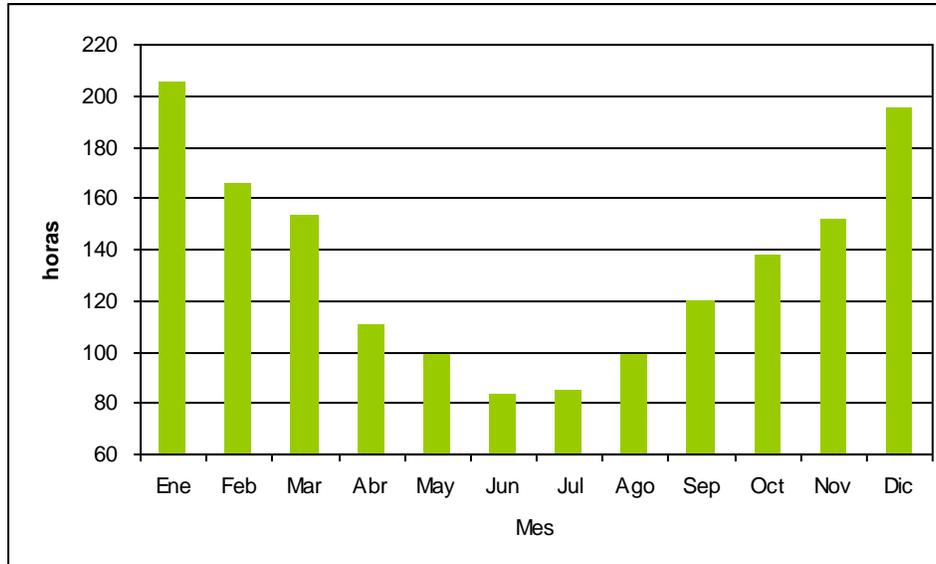


Figura XVI-20. Brillo solar medio mensual multianual de la cuenca del río Muinchá

Balance hídrico

La precipitación media sobre la cuenca, se muestra en la Figura XVI-15 y la evapotranspiración, al igual que para el Río Guaya fue necesario calcularla, ya que no se dispone de instrumentos que

permitan obtenerla de forma directa. Para calcular la evapotranspiración se utilizó la misma metodología que se explico para el Río Guaya.

En la Figura XVI-21, se muestra el resultado de la aplicación de la formula de evapotranspiración en la cuenca del Río Muinchá.

A partir de la información de la precipitación y suponiendo que no existe cambio en el almacenamiento, se elaboró el balance hídrico, el cual se observa en la Figura XVI-22. El área de estudio no es deficitaria de agua en absoluto, por el contrario presenta un gran exceso la mayoría del año, a excepción de los meses de Enero, Febrero y Diciembre, cuando los requisitos de la vegetación y el suelo son superiores a la oferta natural. Vale la pena señalar que aunque el mes de septiembre no es deficitario, su balance es prácticamente cero.

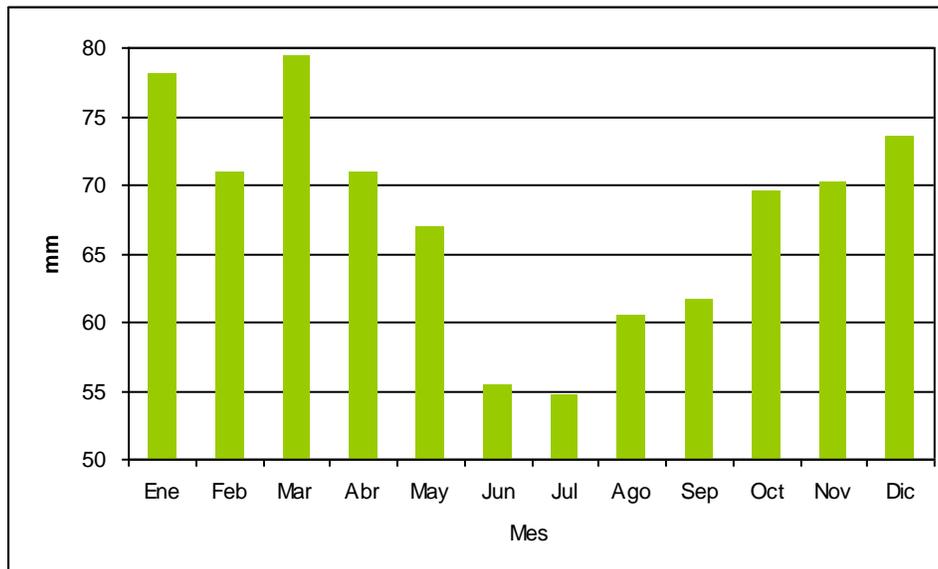


Figura XVI-21. Evapotranspiración media mensual de la cuenca del Río Muinchá

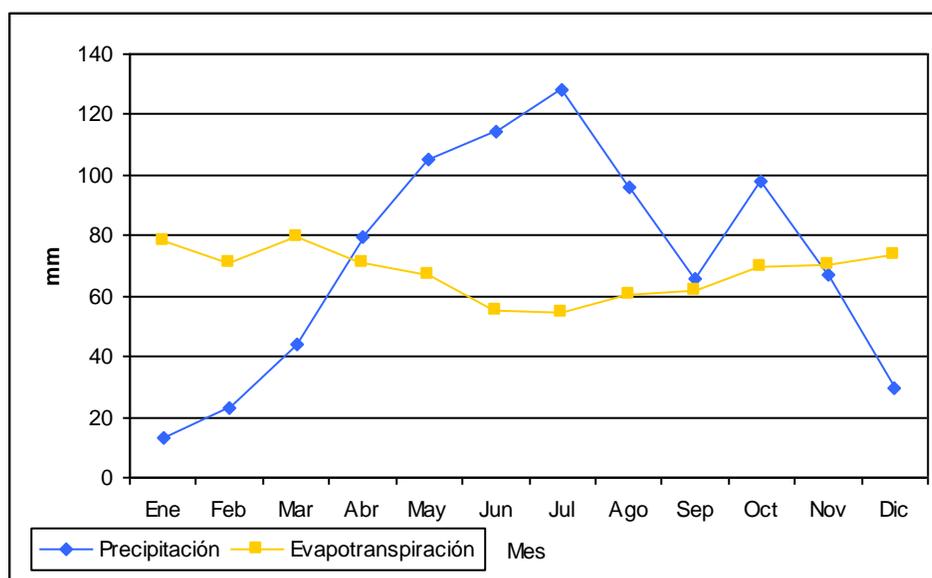


Figura XVI-22. Balance hídrico cuenca río Muinchá

Zonificación climática (Zonas de vida)

A partir de la información climática colectada (temperatura, precipitación y evaporación), se determinó que existen tres zonas de vida en la cuenca del Río Muinchá y cuatro pisos bioclimáticos (Corpochivor, 1999), los cuales se describen a continuación:

- a) Bosque seco montano bajo: Cuenta en el área con un piso bioclimático. Este es el clima frío seco, el cuál se encuentra entre los 2.200 y 2.800 m.s.n.m., con temperaturas medias diarias entre 14°C y 18°C y precipitación anual entre 500 y 800 mm. Se encuentra en el valle bajo del río.
- b) Bosque húmedo montano bajo: Las características de esta zona de vida, corresponden al bioclima montano tropical húmedo. La temperatura media de este bioclima oscila entre 12°C y 18°C, con lluvias medias entre los 1.000 y 2.000 mm anuales. Este piso bioclimático se encuentra entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m.
- c) Páramo andino: Cuenta con dos pisos bioclimáticos:
 - Clima frío húmedo
 - Clima frío seco sub – húmedo

Las características más importantes de esta zona de vida son: Temperatura entre 6°C y 12°C; un promedio anual de precipitación entre 500 y 1.000 mm. Se localiza entre los 3.000 y 3.400 m.s.n.m.

Síntesis diagnóstica

En general la zona tiene una baja precipitación y altos valores de evaporación, lo que implica que la disponibilidad teórica del recurso no es tan alta como el caso Guaya. Teniendo en cuenta que Turmequé es una población de aproximadamente 12.000 habitantes, la distribución hídrica merece especial atención en esta cuenca, ya que su corriente principal alimenta este municipio

Si bien el balance hídrico es positivo, lo es por poco margen, lo que implica una alta probabilidad de años con déficit hídrico y períodos de sequía.

Resultados

Oferta hídrica

Debido a que no se cuenta con información de caudales en esta cuenca, ni en cuencas con características similares, la oferta hídrica se determinó utilizando el método determinista. En la Figura XVI-23 se muestra el caudal medio mensual calculado para el Río Muinchá.

Oferta neta

La oferta calculada debe ser reducida por los factores de calidad de agua y caudal ecológico en un 50%. En la Figura XVI-24, se muestra la oferta neta del Río Muinchá.

La oferta neta media anual de la cuenca del Río Muinchá es de 2'234.240 m³.

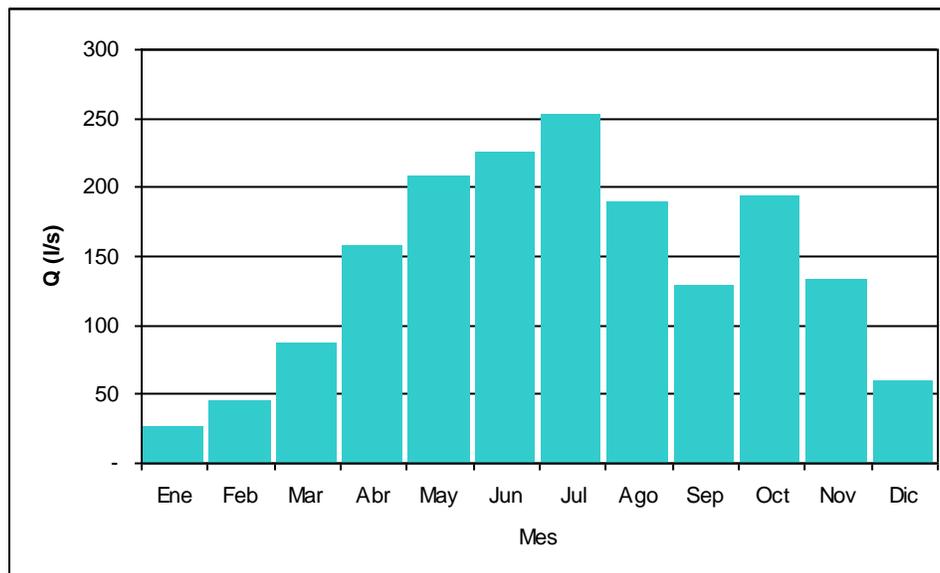


Figura XVI-23. Caudal Río Muinchá

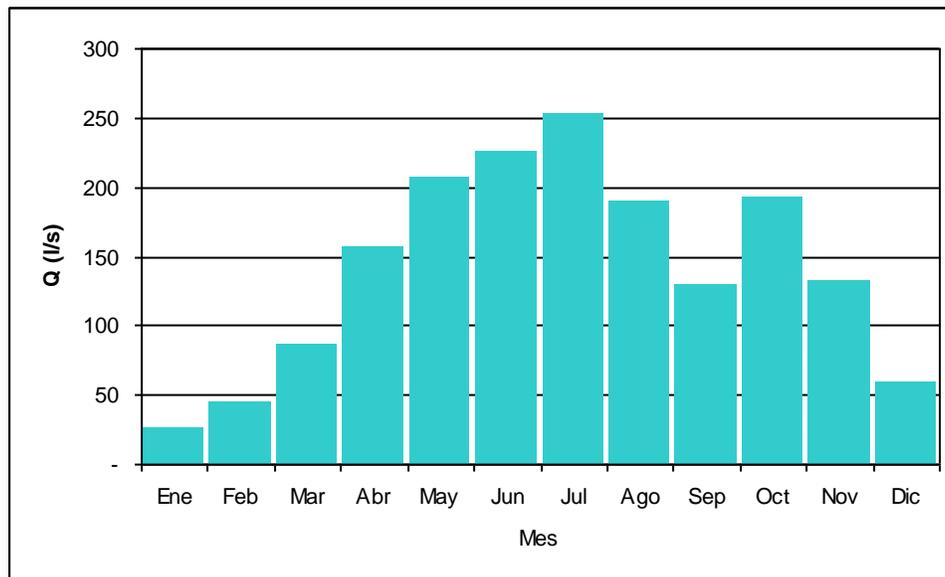


Figura XVI-24. Oferta neta Río Muinchá Son los mismos datos que la gráfica anterior

Demanda hídrica

- a) Demanda doméstica: Para determinar esta demanda, se tomaron los datos de la población de las veredas y los municipios que toman agua del Río Muinchá, consignados en el EOT del municipio de Turmequé. En la Tabla XVI-15, se muestra la población de la cuenca del Río Muinchá.

Tabla XVI-15. Población de la cuenca del Río Muinchá

Vereda	Población
Municipio Turmequé	2.365
Guanzaque	837
Siguineque	929
Páscata	875
Chiratá	737
Juaratá	586
Población total	6.329

A partir de los módulos de consumo establecidos, la demanda hídrica doméstica es de 10 l/s.

- b) Demanda industrial: La demanda industrial de la cuenca del Río Muinchá no existe, dada las condiciones rurales de la zona.
- c) Demanda sector servicios: La demanda del sector servicios de la cuenca del Río Muinchá es despreciable, dadas las condiciones rurales de la zona.

- d) Demanda sector agrícola: El balance hídrico de la cuenca del Río Muinchá es positivo y no es necesario el riego, ya que la precipitación es mayor al uso consultivo de los cultivos en el agregado anual. Al igual que en la cuenca del Río Guaya, la población en general no cultiva en los meses en que la evapotranspiración supera a la precipitación, debido a los mayores costos que esto implica.
- e) Demanda sector pecuario: Para la determinación de la demanda del sector pecuario se utilizaron las estadísticas del EOT del municipio de Turmequé, complementado con información colectada en campo. En la Tabla XVI-16, se muestra la demanda del sector pecuario del Río Muinchá.
- f) Demanda total: La demanda hídrica total es de 13,8 l/s, 435.197 m³ al año.

Tabla XVI-16. Demanda del sector pecuario en la cuenca del Río Muinchá

Sector	Consumo	
	Cantidad	Demanda (l/s)
Bovinos	6.350	2,5
Porcinos	3.150	0,4
Equinos	900	0,4
Mulas	80	0,0
Asnos	150	0,1
Conejos	3.500	0,0
Ovinos	1.500	0,3
Caprinos	250	0,1
Ponedoras	1.000	0,0
Pollos de engorde	45.000	0,1
Consumo Total	3,8	

Distribución hídrica

La oferta neta es superior a la demanda hídrica en la cuenca del Río Muinchá en la mayoría de los meses, a excepción del mes de Enero, donde la demanda supera a la oferta neta. En la Figura XVI-25 se muestra la relación entre la oferta y la demanda mes a mes en la cuenca del Río Muinchá. Esta situación pone en riesgo el caudal ecológico y la reducción por calidad de agua, ya que necesariamente, la población toma el agua destinada a cumplir estos requisitos para su consumo.

El índice de escasez en la cuenca del Río Muinchá es 19%. El cual es considerado medio por el IDEAM (2004).

Para la distribución hídrica, se estimó la composición media de los habitantes en los predios de la cuenca del Río Muinchá, para de esta forma establecer el consumo de una familia unitaria. Esta

familia unitaria, se calculó a partir de la información colectada en campo y la información secundaria. En la Tabla XVI-17, se muestra la composición de la familia unitaria del Río Muinchá y su consumo hídrico en litros por segundo.

De acuerdo al análisis, en teoría a cada familia unitaria, se le debería suministrar 0,011 l/s o 950,4 l/día, o sea un caudal de 0,13 l/s durante dos horas por día.

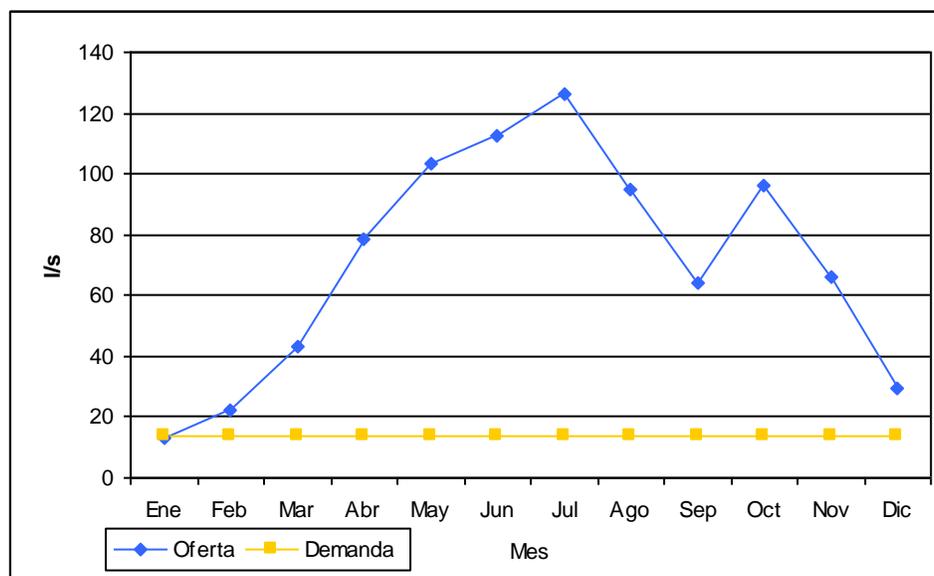


Figura XVI-25. Relación oferta neta/demanda en la cuenca del Río Muinchá

Tabla XVI-17. Familia unitaria Río Muinchá

Familia unitaria	
Población rural	4
Vacunos	5
Porcino	2
Perros	2
Aves de corral	29
Caprinos	1
Consumo total (l/s)	0,011

A partir de la familia unitaria calculada y del caudal medio anual se obtiene el máximo de familias que pueden obtener el recurso hídrico del Río Muinchá y satisfacer completamente sus necesidades de consumo, sin poner en riesgo el caudal ecológico y la restricción de caudal anual. En la Tabla XVI-18, se muestran las familias que en la actualidad viven en la cuenca del Río Muinchá y la máxima cantidad que podrían vivir.

Tabla XVI-18. Cantidad de familias unitarias existentes y máximas posibles en las corrientes principales de la cuenca del Río Muinchá

Corriente	Muinchá
Máximo familias	6.669
Familias	1.582

Discusión de resultados

Esta microcuenca cuenta con el mayor índice de escasez de las tres microcuencas estudiadas, el cual es de carácter medio. La importancia de este valor radica en que Turmequé se abastece de esta corriente y no es precisamente al final de la misma, donde se dan los caudales calculados.

Esta situación pone en peligro el suministro al municipio en el mes de Enero, cuando la demanda teórica supera la oferta neta, lo que implica una disminución en el caudal ecológico y de la restricción de la calidad de agua.

RÍO CORTADERAL

Diagnóstico

Hidrografía e hidrología

La microcuenca de la Quebrada Cortaderal se localiza al norte del municipio Ventaquemada. Limita al norte y al este con la divisoria de aguas del Río Teatinos, al sur con el Río Ventaquemada y la Quebrada Chital y al oeste con el Río Albarracín.

El Río Cortaderal nace en el Páramo del Rabanal, con varios cauces de menor magnitud, a unos 3.000 m.s.n.m. Su principal aportante es la Quebrada Yerbabuena.

El Río Cortaderal tiene una longitud de 8,6 Km, con un área de 16,88 Km². Descarga sus aguas al Río Teatinos.

La importancia de esta microcuenca radica en que abastece algunas veredas de Ventaquemada y Samacá. Además esta cuenca será intervenida al construirse la represa Cortaderal.

Climatología

El análisis climático de la cuenca se realizó a partir de la información consignada en estudios anteriores utilizando las estaciones climáticas, pluviográficas y pluviométricas que se muestran en la Tabla XVI-19.

Tabla XVI-19. Estaciones utilizadas en el estudio

Estación	Código	Tipo	Localización		
			Latitud	Longitud	Altitud (m)
Nuevo Colón	3507501	AM	5°21'	73°27'	2.438
Teatinos	3507031	PG	05°24'	73°32'	2.700

Fuente: Página web IDEAM

- a) Precipitación: El promedio de precipitación anual multianual entre 1980 y 1998 fue de 1.407,6 mm, de acuerdo a lo registrado por la estación Teatinos. En la Figura XVI-26, se muestra el comportamiento de la precipitación en la cuenca del Río Muinchá.

Los demás parámetros climáticos, debido a la escasez de estaciones climáticas, se midieron con los datos de la estación Nuevo Colón, es decir, que la caracterización climática es similar a la del Río Muinchá.

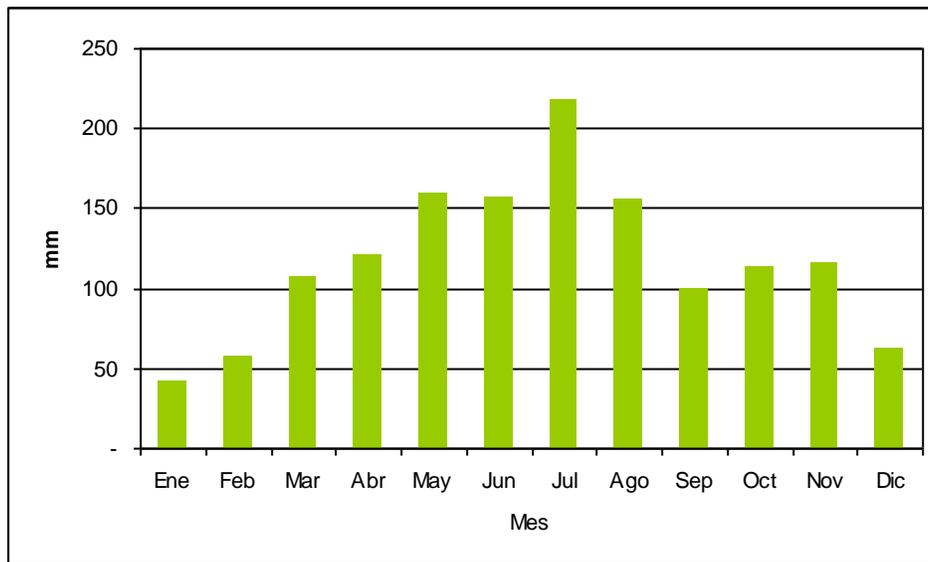


Figura XVI-26. Precipitación media mensual multianual de la cuenca del Río Cortaderal

Balance hídrico

La precipitación media sobre la cuenca, se muestra en la Figura XVI-26 y la evapotranspiración, al igual que para el Río Guaya y Muinchá fue necesario calcularla, ya que no se dispone de instrumentos que permitan obtenerla de forma directa. Para calcular la evapotranspiración se utilizó la misma metodología que se explico para el Río Muinchá, así como los mismos datos.

A partir de la información de la precipitación y suponiendo que no existe cambio en el almacenamiento, se elaboró el balance hídrico, el cual se observa en la Figura XVI-27. El área de estudio no es deficitaria, por el contrario presenta un gran exceso la mayoría del año, a excepción de los meses de Enero, Febrero y Diciembre, cuando los requisitos de la vegetación y el suelo son superiores a la oferta natural.

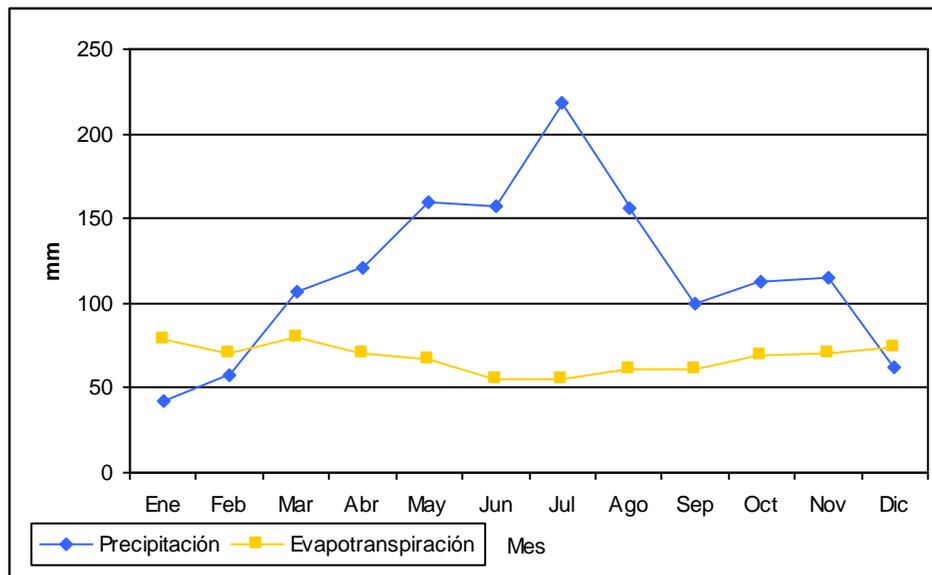


Figura XVI-27. Balance hídrico cuenca del río Cortaderal

Zonificación climática (Zonas de vida)

A partir de la información climática colectada (temperatura, precipitación y evaporación), se determinó que existe una zona de vida en la cuenca del Río Cortaderal y un pisos bioclimático (Corpochivor, 2001), el cual se describe a continuación:

- Páramo andino: Cuenta con un piso bioclimático, clima frío húmedo. Las características más importantes de esta zona de vida son: Temperatura entre 6°C y 12°C; un promedio anual de precipitación mayor a 1.000 mm. Se localiza entre los 2.900 y 3.350 m.s.n.m.

Síntesis diagnóstica

En general esta microcuenca es la que cuenta con mayores precipitaciones, en promedio superiores a los 1.400 mm, temperaturas bajas, debido a la altura media de la cuenca (3.100 m.s.n.m.) y un bajo brillo solar. Por lo tanto esta microcuenca cuenta con amplia disponibilidad hídrica teórica y real ya que la población de esta cuenca es poca, debido a su altura. En general, esta cuenca no debe presentar problemas de déficit hídrico en el corto y mediano plazo.

Resultados

Oferta hídrica

La oferta hídrica de la cuenca del Río Cortaderal se determinó utilizando el método determinista, ya que no se cuenta con información confiable de cuencas similares. En la Figura XVI-28 se muestra el caudal medio mensual del Río Cortaderal.

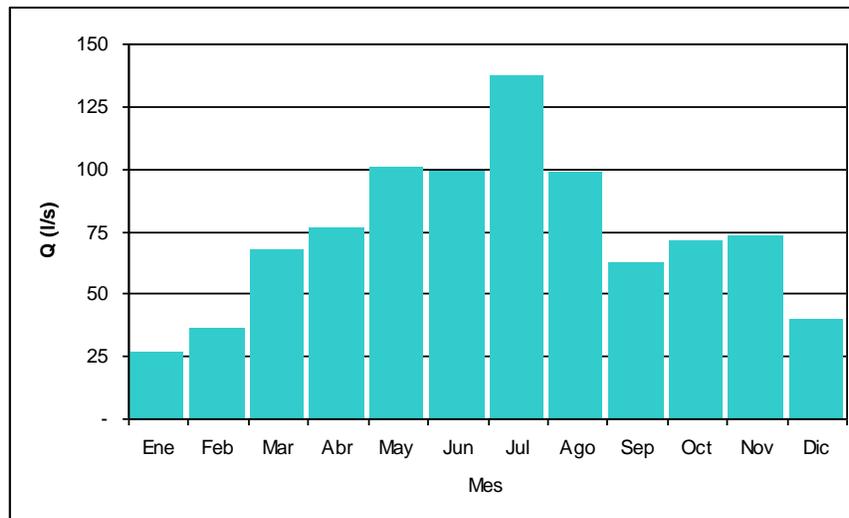


Figura XVI-28. Caudal Río Cortaderal

Oferta neta

La reducción por caudal ecológico y calidad de agua es del 50%, lo que implica que el recurso disponible es la mitad del calculado. En la Figura XVI-29 se muestra la oferta neta del Río Cortaderal.

Demanda hídrica

a) Demanda doméstica: La demanda doméstica se calculó a partir del EOT de Ventaquemada, la cartografía de la cuenca y el recorrido en campo. En la Tabla XVI-20 se muestra la población que toma agua del Río Cortaderal.

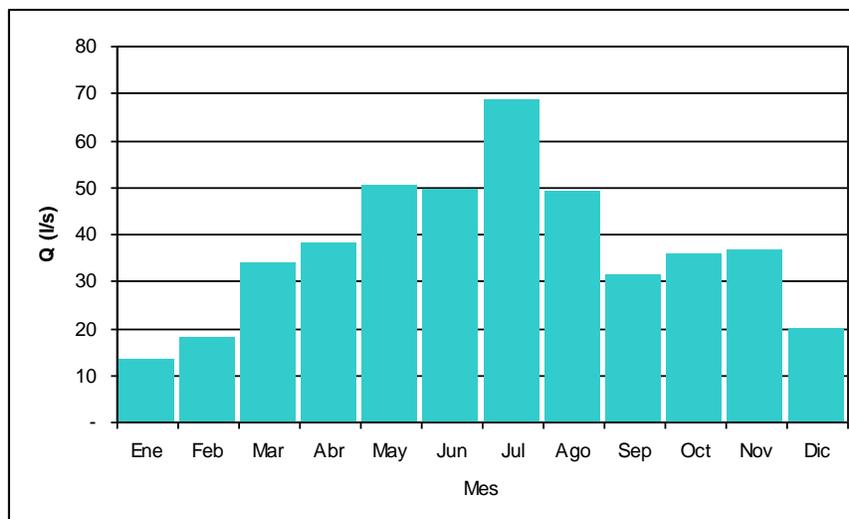


Figura XVI-29. Oferta neta Río Cortaderal

Tabla XVI-20. Población de la cuenca del Río Cortaderal

Vereda	Población
Parroquia vieja	458
Estancia grande	83
Montoya	412
Población total	953

La demanda doméstica en el Río Cortaderal es de 1,4 l/s.

- b) Demanda industrial: La demanda industrial de la cuenca del Río Cortaderal no existe.
- c) Demanda sector servicios: La demanda del sector servicios de la cuenca del Río Cortaderal no existe
- d) Demanda sector agrícola: El balance hídrico de la cuenca del Río Cortaderal es positivo y no es necesario el riego, ya que la precipitación es mayor al uso consultivo de los cultivos.
- e) Demanda sector pecuario: No existen datos de producción pecuaria por veredas, lo que hizo necesario interpolar los datos generales del municipio de Ventaquemada con índices obtenidos en campo. En la Tabla XVI-21 se muestra la demanda del sector pecuario en la cuenca del Río Cortaderal.

Tabla XVI-21. Demanda del sector pecuario en la cuenca del Río Cortaderal

Sector	Consumo	
	Cantidad	Demanda (l/s)
Bovinos	1.012	0,393
Porcinos	392	0,047
Equinos	62	0,024
Mulas	7	0,003
Asnos	17	0,007
Conejos	0	0,000
Ovinos	986	0,224
Ponedoras	200	0,000
Pollos de engorde	1.500	0,003
Consumo Total	0,7	

- f) Demanda total: La demanda hídrica total en la cuenca del Río Cortaderal es de 2,1 l/s, 66.226 m³ al año.

Distribución hídrica

Esta cuenca tiene poca población, así como pocas actividades productivas que requieran volúmenes importantes de agua, de esta manera, la oferta hídrica neta supera la demanda ampliamente, tal como se ve en la Figura XVI-30.

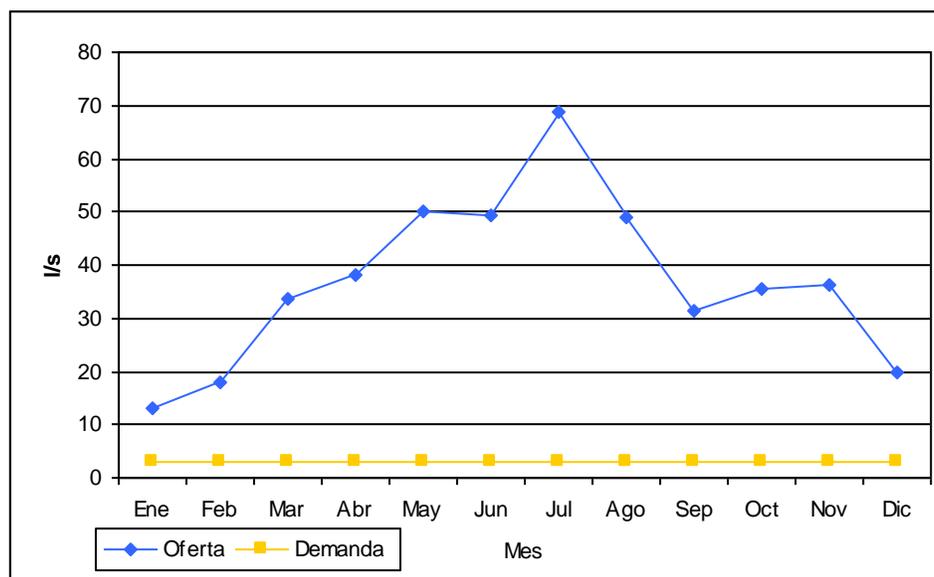


Figura XVI-30. Relación oferta neta/demanda en la cuenca del Río Cortaderal

El índice de escasez de la cuenca del Río Cortaderal es de 6%, el cual es considerado por el IDEAM (2004) COMO mínimo.

Al igual que para las otras dos cuencas, se estimó una familia unitaria para la cuenca, la cual consume en teoría 0,010 l/s o 864 l/día, o sea un caudal de 0,12 l/s durante dos horas por día. En la Tabla XVI-22 se muestran las características de la familia unitaria del Río Cortaderal.

Tabla XVI-22. Familia unitaria cuenca del Río Cortaderal

Familia unitaria	
Población rural	4
Vacunos	5
Porcino	2
Perros	2
Aves de corral	7
Consumo total (l/s)	0,010

A partir de la oferta neta y el caudal medio anual se estimó la máxima cantidad de familias similares a la unitaria que pueden vivir en la cuenca obteniendo el recurso hídrico de la corriente del Río Cortaderal. En la Tabla XVI-23 se muestran las familias que habitan en la corriente del Río Cortaderal y el máximo de familias que podrían vivir en la misma.

Tabla XVI-23. Cantidad de familias unitarias existentes y máximas posibles en las corrientes principales de la cuenca del Río Cortaderal

Corriente	Cortaderal
Máximo familias	3.718
Familias	238

Discusión de resultados

Al ser esta microcuenca poco poblada, no presenta problemas en relación a la oferta y demanda, ya que la supera ampliamente. Sin embargo, al descargar sus aguas al Río Teatinos, fuente de suministro de la ciudad de Tunja, sus condiciones de calidad merecen especial atención.

En la zona se dan explotaciones de carbón sin control de efluentes, lo que implica detrimento de la calidad del agua de la corriente, lo que implica mayores costos de potabilización. En la Fotografía XVI-5 se muestra un sitio de explotación de carbón en la cuenca del Río Cortaderal.



Fotografía XVI-5. Explotación carbonífera Cuenca del Río Cortaderal

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general las tres microcuencas presentan bajos índices de escasez, donde el mayor es del 19% que implica una demanda baja (IDEAM, 2004). Sin embargo, el análisis del modelo, así como el propuesto por el IDEAM, son teóricos y estiman la demanda en términos de los requerimientos de la población y las actividades productivas y no del consumo como tal.

El consumo en condiciones rurales, donde la extracción no es centralizada, sino que prácticamente cada usuario obtiene el recurso individualmente, no lo determinan las necesidades hídricas sino el medio que se utilice para derivar el agua.

El caudal de consumo está condicionado por los siguientes factores:

- Material de la manguera.
- Diámetro de la manguera.
- Pendiente desde el punto de extracción al de consumo.
- Distancia desde el punto de extracción al de consumo.
- Condiciones de la corriente en el momento de extracción.

Por lo tanto es necesario establecer los medios de extracción de acuerdo a sus condiciones, de tal forma que resulten acordes a la demanda teórica.

Oferta hídrica

Las cuencas hidrográficas son unidades de estudio, manejo, conservación y restauración de los ecosistemas. Las cuencas representan unidades integrales debido a que el flujo de materiales y energía están íntimamente relacionados con el ciclo hidrológico (Sarkhan y Mass, 1990). De esta manera, es fundamental instrumentalizar las corrientes de la cuenca del Río Garagoa, para conocer el ciclo hidrológico de forma acertada.

Asimismo, debido a que el uso de las corrientes de agua en el país genera tasas y cobros, la determinación indirecta del caudal implica amplios niveles de incertidumbre, lo que significa establecer tasas sin los insumos suficientes. Por lo tanto se recomienda la instalación de limnómetros y limnógrafos en las principales corrientes.

La densidad de estaciones climatológicas en la cuenca del Río Garagoa es insuficiente, obligando a asignarles amplias áreas a las existentes, induciendo errores por las amplias variaciones orogénicas de la zona.

Factores como la descarga de aguas residuales domésticas y agrícolas directamente a las corrientes disminuyen su disponibilidad y afectan la biota de estos ecosistemas, asimismo, en los terrenos agrícolas, el proceso de degradación del suelo por erosión hídrica aumenta el coeficiente de escurrimiento, disminuye la infiltración del agua en el suelo así como su capacidad de almacenamiento de la humedad en el suelo, lo que afecta el potencial de recarga de acuíferos y de descarga en manantiales y ríos aguas abajo. Por lo tanto es necesario implementar sistemas de tratamiento urbanos y rurales, los cuales pueden ser humedales artificiales, que implican menores costos para zonas rurales y de igual manera desarrollar sistemas que eviten la erosión hídrica.

Demanda hídrica

Debido a que la extracción del recurso hídrico la dicta el consumo y no la demanda hídrica, es necesario aforar los puntos de toma en las corrientes, esto implica medir en condiciones de altas y bajas precipitaciones las derivaciones de los pobladores, para de esta manera conocer el consumo real

Debido a que el manejo de cuenca se refiere al control del agua transferida de las partes altas a las bajas del área tributaria de un río, es necesario controlar la derivación de agua en especialmente en las partes altas de las cuencas.

De igual manera, se deben controlar los diámetros de las mangueras utilizadas para extraer, así como las pendientes desde el punto de toma al de consumo, ya que amplios diámetros y grandes pendientes propician el desperdicio del recurso. No deberían utilizarse mangueras de más de 1 ½” ni pendientes mayores al 20%.

Distribución hídrica

La demanda en general es baja con relación a la oferta, sin embargo, los habitantes de la cuenca manifestaron que existen embalses privados que ocasionan escasez hídrica en condiciones de baja precipitación, ya que estos embalses no permiten que la corriente transporte la cantidad de agua necesaria para el desarrollo de las actividades domésticas y productivas. Por lo tanto es necesario intervenir sobre estas situaciones, para garantizar que la demanda sea satisfecha.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Es necesario que CORPOCHIVOR desarrolle campañas de sensibilización y educación ambiental con los pobladores de la microcuenca del Río Guaya, ya que es generalizado el rechazo a la institución.

BIBLIOGRAFÍA

BANCO DE LA REPÚBLICA. Guía temática geográfica, en <http://www.lablaa.org/ayudadetareas/geografia/geo123.htm>. Sin fecha.

CENTRO DE ESTUDIOS REGIONALES. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Úmbita. 2002. CORPOCHIVOR.

CORNARE. Resolución No. 112-1183. Medellín. 2005.

CORPOCHIVOR. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de La Capilla, 2002. CORPOCHIVOR.

CORPOCHIVOR. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Turmequé, 1999. CORPOCHIVOR.

CORPOCHIVOR. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Ventaquemada, 2001. CORPOCHIVOR.

FRANKY & ASOCIADOS. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Tenza, 1999. CORPOCHIVOR

LINSLEY, RAY; KOHLER, MAX; PAULUS, JOSEPH. Hydrology for engineers (Traducción: Deeb, Alejandro, Ordoñez, Iván y Castrillón Fabio, 1977). McGraw-Hill, Bogotá D.C. 1975.

IDEAM. Metodología para el cálculo del índice de escasez de agua superficial. IDEAM, Bogotá D.C. 2004.

IDEAM. Estudio nacional del agua. Bogotá D.C. 2000.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0865. Bogotá D.C. 2004.

MONTEALEGRE, FERNANDO & TORRENTE, ARMANDO. Hidrología, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Nacional, Palmira 1998.

PABÓN, JOSÉ DANIEL; ZEA, JORGE; LEÓN, GLORIA; HURTADO, GONZALO; GONZÁLEZ, OLGA; MONTEALEGRE, JOSÉ. La atmósfera, el tiempo y el clima en El medio ambiente en Colombia, IDEAM. Bogotá D.C. 2001.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

SARUKÁN, J. Y MAASS, J. Bases ecológicas para un manejo sostenido de los ecosistemas: El sistema de cuencas hidrológicas. In Leff, E. (Ed.). Medio ambiente y desarrollo. Vol. I. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades. UNAM. 1990.

SILVA, GUSTAVO. Hidrología básica, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., 1998.

VEN TE CHAW, MAIDMENT DAVID, MAYS LARRY. Applied Hydrology. (Traducción Saldarriaga Juan y Santos Germán, 1994). McGraw-Hill, Bogotá D.C. 1985.

ANEXO I. MEMORIAS DE CÁLCULO RÍO GUAYA

Oferta hídrica

A partir del cálculo del caudal neto medio mensual, se promedia y se obtiene el caudal medio anual, el cual es 464,8 l/s, multiplicado por los segundos que tiene un año, obteniéndose la oferta neta anual: 14.658.479 m³.

Demanda hídrica

La demanda doméstica, se estimó multiplicando la población urbana, que son 744 habitantes por el módulo de consumo de 120 L/hab-día, obteniendo 1 L/s. La población rural, 5.962 habitantes por el módulo de consumo de 140 L/hab-día, obteniendo 9 L/s, para una demanda doméstico total de 10 L/s

El otro componente de la demanda hídrica, el pecuario, se calculó con los datos mostrados en la Tabla XVI-9, multiplicado por los módulos de consumo pecuarios mostrados en la Tabla XVI-3, para obtener 7,6 L/s.

El total de la demanda hídrica de la cuenca del Río Guaya es de 17,6 L/s, siendo 555.034 m³.

Distribución hídrica

El índice de escasez, resulta de la división de la demanda hídrica anual entre la oferta neta hídrica anual, expresada en porcentaje. Para el Río Guaya es del 4%.

El establecimiento de la familia unitaria se calculo a partir de los datos de los EOTs de La Capilla y Tenza, estableciendo una conjunto familiar de 4 personas y distribuyendo las especies animales totales entre este grupo de personas. Esta familia unitaria tiene el objeto de determinar una derivación media o promedio para la microcuenca. En la Tabla XVI-12 se muestra la familia unitaria del Río Guaya.

A partir de la familia unitaria, los módulos de consumo doméstico y pecuario, y la oferta neta hídrica anual, se obtiene el máximo de familias que podría sostener la cuenca. En la Tabla XVI-13 se presenta la máxima cantidad de familias para cada corriente de la cuenca del Río Guaya.

ANEXO II. MEMORIAS DE CÁLCULO RÍO MUINCHÁ

Oferta hídrica

A partir del cálculo del caudal neto medio mensual, se promedia y se obtiene el caudal medio anual, el cual es 70,8 l/s, multiplicado por los segundos que tiene un año, obteniéndose la oferta neta anual: 2.234.240 m³.

Demanda hídrica

La demanda doméstica, se estimó multiplicando la población urbana, que son 2.365 habitantes por el módulo de consumo de 110 L/hab-día, obteniendo 3,5 L/s. La población rural, 3.964 habitantes por el módulo de consumo de 130 L/hab-día, obteniendo 6,5 L/s, para una demanda doméstico total de 10 L/s

El otro componente de la demanda hídrica, el pecuario, se calculó con los datos mostrados en la Tabla XVI-16, multiplicado por los módulos de consumo pecuarios mostrados en la Tabla XVI-3, para obtener 3,8 L/s.

El total de la demanda hídrica de la cuenca del Río Muinchá es de 13,8 L/s, siendo 435.197 m³.

Distribución hídrica

El índice de escasez, resulta de la división de la demanda hídrica anual entre la oferta neta hídrica anual, expresada en porcentaje. Para el Río Muinchá es del 19%.

El establecimiento de la familia unitaria se calculo a partir de los datos del EOT de Turmeque, estableciendo una conjunto familiar de 4 personas y distribuyendo las especies animales totales entre este grupo de personas. Esta familia unitaria tiene el objeto de determinar una derivación media o promedio para la microcuenca. En la Tabla XVI-17 se muestra la familia unitaria del Río Muinchá.

A partir de la familia unitaria, los módulos de consumo doméstico y pecuario, y la oferta neta hídrica anual, se obtiene el máximo de familias que podría sostener la cuenca. En la Tabla XVI-18 se presenta la máxima cantidad de familias para cada corriente de la cuenca del Río Muinchá.

ANEXO III. MEMORIAS DE CÁLCULO RÍO CORTADERAL

Oferta hídrica

A partir del cálculo del caudal neto medio mensual, se promedia y se obtiene el caudal medio anual, el cual es 37 l/s, multiplicado por los segundos que tiene un año, obteniéndose la oferta neta anual: 1.165.659 m³.

Demanda hídrica

La demanda doméstica, se estimó multiplicando la población rural, 953 habitantes por el módulo de consumo de 130 L/hab-día, para una demanda doméstico total de 1,4 L/s

El otro componente de la demanda hídrica, el pecuario, se calculó con los datos mostrados en la Tabla XVI-21, multiplicado por los módulos de consumo pecuarios mostrados en la Tabla XVI-3, para obtener 0,7 L/s.

El total de la demanda hídrica de la cuenca del Río Cortaderal es de 2,1 L/s, siendo 66.226 m³.

Distribución hídrica

El índice de escasez, resulta de la división de la demanda hídrica anual entre la oferta neta hídrica anual, expresada en porcentaje. Para el Río Cortaderal es del 6%.

El establecimiento de la familia unitaria se calculo a partir de los datos del EOT de Ventaquemada, estableciendo una conjunto familiar de 4 personas y distribuyendo las especies animales totales entre este grupo de personas. Esta familia unitaria tiene el objeto de determinar una derivación media o promedio para la microcuenca. En la Tabla XVI-22 se muestra la familia unitaria del Río Cortaderal.

A partir de la familia unitaria, los módulos de consumo doméstico y pecuario, y la oferta neta hídrica anual, se obtiene el máximo de familias que podría sostener la cuenca. En la Tabla XVI-23 se presenta la máxima cantidad de familias para cada corriente de la cuenca del Río Cortaderal.

XVII. INFRAESTRUCTURA

**Identificación y caracterización de las obras de infraestructura
en el área de la Cuenca del Río Garagoa**

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

TABLA DE CONTENIDO

SECTOR AGROPECUARIO.....	XVII-1
<i>Municipio La Capilla</i>	XVII-1
<i>Municipio de Guayatá</i>	XVII-1
SECTOR AGROINDUSTRIAL	XVII-1
SECTOR EXTRACTIVO.....	XVII-2
VIVIENDA Y SERVICIOS	XVII-2
COMUNICACIÓN TERRESTRE	XVII-4

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA XIII-1 SERVICIOS EXISTENTES POR MUNICIPIO.....	XVII-3
--	--------

INTRODUCCIÓN

La revisión de información secundaria acerca de la infraestructura y equipamiento existente en el área de la cuenca del Río Garagoa permitió identificar la presencia o ausencia del mismo, sin embargo, su descripción es muy somera y esta parcialmente georreferenciada. A continuación se presentan los resultados de dicha revisión por sector productivo. En los casos en que la información se encuentra georreferenciada se hace la salvedad y se remite al mapa de infraestructura.

SECTOR AGROPECUARIO

La infraestructura existente para el sector agropecuario esta representada por los invernaderos construidos para la producción de tomates en los municipios: La Capilla, Sutatenza, Garagoa y Guayata y para la producción de flores en el Municipio de Ventaquemada. Además, esta conformada por cuatro distritos de riego localizados en los municipios de La Capilla y Guayata.

Municipio La Capilla

Distrito de Riego Barro Blanco: Beneficia a 57 usuarios de las veredas Barro Blanco Arriba y Barro Banco Abajo, tiene un área de 65 Ha. y se abastece de la Quebrada La Colorada. Sus obras de captación y conducción son deficientes.

Distrito de Riego Las Palmas: Esta localizado en las veredas Palma Arriba, Palma Abajo, Chucio, Zinc y Truco, tiene un área de 65 Ha. y se abastece de la Quebrada La Guaya. Este distrito funciona parcialmente y sus usuarios no desarrollan prácticas de conservación de suelos ni cuentan con áreas protectoras del recurso hídrico.

Distrito de Riego Camagoa: Se localiza en la vereda Camagoa, beneficia a 78 usuarios y su infraestructura es precaria e insuficiente.

Municipio de Guayatá

El municipio de Guayatá cuenta con un distrito de riego localizado en las Veredas Sochaquirá Abajo, Hato Viejo, Volcán y Fonzaques.

SECTOR AGROINDUSTRIAL

Las actividades agroindustriales (avicultura y porcicultura) desarrolladas en los municipios de la cuenca del río Garagoa cuentan con una infraestructura precaria, representada básicamente en la

infraestructura de producción. No cuentan con infraestructura técnicamente adecuada para manejo de residuos sólidos y/o líquidos, este último en el caso de las porcícolas.

SECTOR EXTRACTIVO

La infraestructura existente en el sector extractivo es igualmente precaria, especialmente en los que respecta a manejo de estériles y agua residuales resultantes de la actividad extractiva.

VIVIENDA Y SERVICIOS

La información secundaria respecto al equipamiento existente en los municipios de la cuenca del Río Garagoa es descriptiva y no se encuentra georreferenciada.

Básicamente todos los municipios cuentan con servicio de acueducto y energía eléctrica con coberturas superiores al 90%. En contraste, los sistemas de alcantarillado son regulares y los sistemas de potabilización, tratamiento de aguas residuales domésticas, tratamiento de aguas residuales de plantas de sacrificio y manejo de residuos sólidos son deficientes.

La infraestructura en salud es variable, 22 de los 32 municipios sólo cuentan con centros y/o puestos de salud y los 10 restantes cuentan con hospitales.

Igualmente sucede con la infraestructura para educación, la cuenca cuenta con un total de 578 establecimientos educativos oficiales (475 rurales y 103 urbanos) y 96 no oficiales (89 son urbanos y 7 rurales) distribuidos de manera heterogénea en el área de la misma. (DANE 2002).

Respecto a la infraestructura para recreación y deporte, las cabeceras municipales cuentan con espacios para tal fin como canchas, polideportivos, parques, áreas verdes y espacios de permanencia. En contraste, las áreas rurales disponen de canchas deportivas en los planteles educativos pero en su mayoría carece de espacios de recreación.

De acuerdo con los Planes y/o Esquemas de Ordenamiento Territorial, es de resaltar que siete municipios (Boyacá, Ciénega, Chinavita, La Capilla, Tibaná, Tibirita y Cucaita) cuentan con Casas de la Cultura, cuatro (Almeida, Tenza, Guateque y Cucaita) con biblioteca municipal, dos (Somondoco y Garagoa) poseen viveros municipales, uno (Chivor) ludoteca, el municipio de Chinavita cuenta con una granja escolar y Nuevo Colón con una Granja Experimental administrada por el Ministerio de Agricultura.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Todos los municipios cuentan con plazas de mercado y/o ferias, sin embargo, no cuentan con manejo de aguas residuales ni residuos sólidos.

Considerando que la información no se encuentra georreferenciada, para presentarla cartográficamente se seleccionaron ocho servicios públicos de importancia para los municipios: acueducto, planta de potabilización del agua para consumo doméstico, planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTAR), planta de tratamiento de aguas residuales de las plantas de sacrificio, relleno sanitario, energía eléctrica e infraestructura de salud.

Posteriormente, se construyó una tabla que nos indica la presencia o ausencia del servicio. En donde el 1 indica ausencia del servicio, el 2 presencia del mismo y el 3 ausencia de información.

Tabla XVII-1 Servicios existentes por municipio

MUNICIPIO	SERVICIO							
	A	B	C	D	E	F	G	H
ALMEIDA	1	1	1	2	2	2	2	2
BOYACA	1	1	2	3	1	2	2	2
CIENEGA	1	1	1	1	1	3	2	2
CHINAVITA	1	1	1	3	1	3	3	3
CHIVOR	1	1	2	3	1	3	2	2
JENESANO	1	1	1	2	1	2	2	3
GUAYATA	2	1	1	1	1	1	2	2
LA CAPILLA	1	1	1	2	1	2	2	2
MACANAL	1	3	1	3	1	2	1	2
NUEVO COLON	1	1	1	2	1	2	2	2
SOMONDOCO	1	1	1	2	1	2	2	2
SUTATENZA	1	1	1	2	1	3	2	3
TENZA	2	1	1	1	1	3	2	2
TIBANA	1	1	1	3	3	3	1	2
TURMEQUE	2	1	1	2	1	2	1	2
UMBITA	1	1	1	1	1	2	2	2
VENTAQUEMADA	1	1	1	1	1	2	2	2
VIRACACHA	1	1	1	1	1	2	2	2
GARAGOA	2	1	2	1	1	3	2	3
GUATEQUE	2	2	2	2	1	2	2	2
RAMIRIQUI	2	1	1	1	1	2	2	2
VILLAPINZON	1	1	2	1	3	2	1	2
CHOCONTA	2	1	2	3	2	2	2	2
MANTA	2	1	2	2	2	2	2	2
MACHETA	2	3	2	1	2	2	2	2
TIBIRITA	1	1	2	3	3	2	2	1
SIACHOQUE	1	3	1	3	3	2	3	2
CUCAITA	1	3	1	1	1	2	3	2
SORACA	1	1	1	2	1	2	3	2
TUNJA	2	3	2	2	1	2	2	2
PACHAVITA	3	3	1	3	3	3	2	3
SANTA MARIA	3	3	3	3	3	3	3	3

Nota: (A) Salud, (B) PTAR / Matadero, (C) Manejo de residuos sólidos, (D) Alcantarillado, (E) PTAR, (F) Acueducto, (G) Potabilización, (H) Energía

A continuación, esta información fue representada gráficamente por intermedio de anillos en Excel y localizada sobre los municipios en el Mapa 8 –Infraestructura.

Con relación a la infraestructura, es de resaltar la existencia de dos embalses en el área de la cuenca. El Embalse La Esmeralda, el cual se termino de construir en 1975, tiene una longitud de 22 Km., un área de 1.228 Ha y un volumen inicial total de 758 Mm³. Este embalse es utilizado para la generación de energía eléctrica. De otra parte, se encuentra El Embalse de Teatinos, el cual tiene una longitud de 2 Km. y un área de 45 Ha, este embalse fue construido con el propósito de almacenar agua para abastecer la ciudad de Tunja.

COMUNICACIÓN TERRESTRE

La cuenca del Garagoa se comunica por vía pavimentada terrestre con Bogotá (120 Km), Tunja (40 Km.) y los llanos Orientales. Esta última vía es tenida como la vía alterna al llano, cuando la vía Bogotá – Villavicencio se ve interrumpida. Entre Santa María – Sisa y Santa María – Machetá la carretera es muy inestable presentando decenas de derrumbes, perdidas de bancada y pavimento, especialmente en la época lluviosa, fenómeno que se ve aumentado en los casos en que funciona como alterna. Entre Garagoa y Tunja en la vereda Sisa, la carretera es muy inestable y destapada, lugar que también se interrumpe en temporada lluviosa. Las vías Jenesano – Tierra Negra (carretera Tunja – Bogotá), Garagoa – Pachavita, Jenesano – Ramiriquí, están en buen estado de pavimento, el resto de las vías internas están en mal estado de conservación y su mantenimiento es muy deficiente.

XVIII. IMPACTOS AMBIENTALES

**Sobre los recursos naturales renovables generados por
aprovechamiento de los recursos naturales de la Cuenca**

Saralux Valbuena

Bióloga, Maestría Medio Ambiente y Desarrollo.
IDEA-UN

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	XVIII-1
METODOLOGÍA.....	XVIII-1
<i>Identificación de sistemas productivos</i>	<i>XVIII-1</i>
<i>Análisis de los sistemas productivos</i>	<i>XVIII-1</i>
<i>Valoración de impactos de los sistemas productivos sobre los recursos naturales.....</i>	<i>XVIII-1</i>
Sector productivo	XVIII-2
Cultivos anuales/ transitorios o permanentes 315 3273898	XVIII-2
Ganadería.....	XVIII-3
Hidroeléctrica.....	XVIII-4
Sector servicios.....	XVIII-4
Lavaderos de carros.....	XVIII-4
Plantas de sacrificio.....	XVIII-5
Acueducto.....	XVIII-5
Alcantarillado	XVIII-6
Manejo de aguas residuales domésticas - Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR):.....	XVIII-8
Recolección, manejo y disposición de residuos sólidos domésticos	XVIII-9
Manejo residuos sólidos hospitalarios.....	XVIII-10
Otras actividades	XVIII-10
<i>Análisis final de los impactos de los sistemas productivos sobre los recursos naturales por unidad de trabajo</i>	<i>XVIII-10</i>
RESULTADOS.....	XVIII-12
<i>Sistemas productivos identificados y sus impactos sobre los recursos naturales</i>	<i>XVIII-12</i>
Sector productivo.....	XVIII-12
Cultivos anuales/ transitorios o permanentes.....	XVIII-12
Ganadería	XVIII-16

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Extracción de materiales.....	XVIII-18
Industria	XVIII-18
Hidroeléctrica	XVIII-19
Sector servicios	XVIII-19
Turismo y recreación	XVIII-19
Urbanización	XVIII-19
Lavaderos de carros	XVIII-19
Plantas de sacrificio	XVIII-21
Servicios públicos	XVIII-22
Manejo residuos sólidos hospitalarios	XVIII-27
<i>Impactos ambientales de los sistemas productivos sobre los recursos naturales</i>	<i>XVIII-28</i>
BIBLIOGRAFÍA.....	XVIII-29
ANEXO 1. MATRICES DE IMPACTO POR UNIDAD DE TRABAJO	

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA XVIII-1. ÁREA POR TIPO DE CULTIVO EN CADA UNIDAD DE TRABAJO DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.	XVIII-13
TABLA XVIII-2. CONSOLIDADO.	XVIII-14
TABLA XVIII-3. DENSIDAD DE BOVINOS EN LAS UNIDADES DE TRABAJO DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.	XVIII-16
TABLA XVIII-4. DENSIDAD DE AVES DE CORRAL, PORCINOS Y ESTANQUES PISCÍCOLAS EN LAS UNIDADES DE TRABAJO DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.	XVIII-17
TABLA XVIII-5. NÚMERO DE CARROS LAVADOS POR UNIDAD DE TRABAJO EN LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.	XVIII-21
TABLA XVIII-6. NÚMERO DE RESES SACRIFICADAS POR SEMANA EN LAS PLANTAS DE SACRIFICIO EN LAS UNIDADES DE TRABAJO DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.	XVIII-21
TABLA XVIII-7. NÚMERO DE HABITANTES TOTALES POR UNIDAD DE TRABAJO EN LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA. ...	XVIII-22
TABLA XVIII-8. COBERTURA DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO Y PORCENTAJE DE IMPACTO DE LA POBLACIÓN SIN ALCANTARILLADO EN LAS ÁREAS URBANAS DE LAS UNIDADES DE TRABAJO DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.	XVIII-23
TABLA XVIII-9. NÚMERO DE HABITANTES DE LAS ÁREAS URBANAS E IMPACTO AMBIENTAL CORRESPONDIENTE CON EL PORCENTAJE DE REMOCIÓN FALTANTE EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO POR UNIDAD.	XVIII-24
TABLA XVIII-10. CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS TOTALES Y HOSPITALARIOS GENERADOS EN ALGUNOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.	XVIII-25
TABLA XVIII-11. NÚMERO TOTAL DE HABITANTES DE LAS ÁREAS URBANAS CUYOS RESIDUOS SÓLIDOS SE DISPONEN EN LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.	XVIII-25
TABLA XVIII-12. NÚMERO TOTAL DE HABITANTES DE LAS ÁREAS URBANAS CUYOS RESIDUOS SÓLIDOS SE DISPONEN EN LAS UNIDADES DE TRABAJO DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.	XVIII-26
TABLA XVIII-13. RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS GENERADOS EN LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA.	XVIII-27

INTRODUCCIÓN

Como se pudo observar en el capítulo Diagnóstico Económico, en la cuenca del Río Garagoa se desarrollan una gran variedad de actividades productivas representadas principalmente por el sector primario: agricultura, ganadería y extracción de materiales. Los sectores secundario y terciario se encuentran menos desarrollados; no obstante generan impactos sobre los recursos naturales.

Este ejercicio tuvo como objetivo evaluar los impactos ambientales más críticos generados por las actividades productivas en cada una de las unidades de trabajo, el cual apoyará el proceso de priorización de las mismas.

METODOLOGÍA

Identificación de sistemas productivos

En primer lugar se realizó la identificación de los sistemas productivos presentes en las unidades de trabajo a partir de la revisión de información secundaria.

El posterior análisis de la información secundaria permitió identificar los sistemas productivos que por su importancia tienen la capacidad de generar cambios significativos en los sistemas naturales y modificar la estructura territorial de cada una de las unidades de trabajo.

Análisis de los sistemas productivos

Se realizó una revisión detallada de cada uno de los sistemas productivos identificados, en lo concerniente a la descripción de las prácticas de manejo y/o actividades desarrolladas en cada uno.

Con base en la revisión de literatura se identificaron los posibles impactos de cada sistema productivo sobre los recursos naturales y se construyó una matriz general de impacto para cada uno de estos.

Valoración de impactos de los sistemas productivos sobre los recursos naturales

Para valorar los impactos de los sistemas productivos sobre los recursos naturales, se estableció una escala de valores entre 0 y 3, donde 3 es el valor de mayor impacto de cada actividad productiva y 0 el de menor impacto. La escala definitiva fue:

0 = Impacto negativo mínimo sobre los recursos naturales.

1 = Impacto negativo moderado sobre los recursos naturales.

3 = Impacto negativo alto sobre los recursos naturales.

Posteriormente, se le asignó un valor de la escala a cada impacto y se calculó el promedio de estos para cada actividad productiva de la siguiente manera:

$$I_1 = \frac{\sum i}{n}$$

En donde: I_1 = Impacto promedio generado por cada actividad productiva, $\sum i$ = Sumatoria del impacto generado en cada etapa del proceso productivo por recurso y n = Número total de valores de impacto.

Posteriormente, se construyó una matriz de impactos para cada unidad de trabajo, para lo cual se unieron las matrices de las actividades productivas desarrolladas en cada una de estas y se ponderaron los valores de impacto de cada actividad de acuerdo con las características de cada unidad de la siguiente manera:

Sector productivo

Cultivos anuales/ transitorios o permanentes 315 3273898

En primer lugar, se calculó el porcentaje del área de cada municipio por unidad de trabajo, a partir del cual, a través de una multiplicación de matrices, se calculó el área por tipo de cultivo (anuales/ transitorios o permanentes) por unidad de trabajo. Finalmente, este resultado fue utilizado para ponderar el impacto de cada tipo de cultivo de la siguiente manera:

$$I_f = I_1 \frac{(Cu \times 100)}{Cm}$$

En donde: I_f = Impacto final del tipo de cultivo por unidad de trabajo, I_1 = Impacto promedio generado por el tipo de cultivo X (matriz general), Cu = Área del tipo de cultivo por unidad de trabajo y Cm = Área de cultivos anuales y transitorios en la unidad de trabajo Quebrada Tocola ($Cm = 2711$ ha.) o área de cultivos permanentes en la unidad Río Turmeque ($Cm = 625.7$) según el caso. Estas unidades presentan la mayor área de cultivos anuales / transitorios o permanentes respectivamente, en la cuenca del Río Garagoa.

La evaluación de impactos de los cultivos transitorios y anuales se realizó de manera simultanea dado que se consideró que generan impactos ambientales similares aunque corresponden a cultivos diferentes.

Ganadería

Los valores de impacto obtenidos para la ganadería de bovinos en las matrices generales fueron ponderados respecto a la densidad de animales por área (Ha.) de pastos dividido en 10.

$$I_f = I_1 \left(\frac{D}{10} \right)$$

En donde I_f = Impacto final de la ganadería de bovinos en cada unidad de trabajo, I_1 = Impacto promedio generado por la ganadería de bovinos y D = Densidad de animales por hectárea de pastos por unidad de trabajo.

Es importante mencionar que esta ponderación se realizó respecto a la densidad, dado que la ganadería que se desarrolla en la zona es extensiva y hay áreas de pastos en las que no se desarrolla la actividad; en consecuencia, realizar la ponderación respecto al área de pastos generaría un sesgo en los resultados respecto a la actividad.

La densidad de animales por hectárea en cada unidad de trabajo se dividió por diez dado que en nueve de las unidades de trabajo era mayor de uno 1 y generaba valores por fuera de la escala de valores de impacto.

De otra parte, los valores de impacto obtenidos para porcicultura, avicultura y piscicultura en las matrices generales fueron ponderados respecto a la densidad de porcinos, aves y estanques por hectárea respectivamente, así:

$$I_f = I_1 \frac{(Du \times 100)}{Dm}$$

En donde I_f = Impacto final de la porcicultura en cada unidad de trabajo, I_1 = Impacto promedio generado por la porcicultura, Du = Densidad de porcinos por hectárea por unidad de trabajo y Dm = Densidad de porcinos en la unidad de trabajo Río Bata Embalse ($D = 0.86$). Esta unidad presenta la mayor densidad de porcinos en la cuenca del Río Garagoa.

En el caso de la avicultura y la piscicultura la mayor densidad fue para las unidades Río Guaya $D_m = 13.78$ y Río Albarracín $D_m = 0.0198$ respectivamente. Se ponderó respecto a la unidad con mayor densidad de animales, dado que se asume que esta es la que mayor impacto genera.

Esta ponderación no se realizó de la misma manera que para ganadería de bovinos dado que la densidad de porcinos y aves en algunas unidades de trabajo es muy alta y aún si se dividía por cien la ponderación generaba un resultado mayor a la escala establecida. Tampoco se realizó con base en la información de vertimientos dado que solo se contó con información de las unidades de trabajo en jurisdicción de CORPOCHIVOR y solo se podrían ponderar los impactos respecto al recurso agua.

Hidroeléctrica

La generación de energía eléctrica ha generado impactos ambientales en la cuenca desde la construcción del embalse, sin embargo, como se observa en las matrices de impactos solo se consideró la matriz general en aquellas unidades que limitan con el embalse. Lo anterior, por considerar que es en estas en donde se generan mayores impactos.

Los valores de impactos generados por la generación de energía eléctrica no se ponderaron, dado que no se cuenta con la información suficiente para evaluar una actividad de esta envergadura y además sobrepasa los alcances del convenio.

Sector servicios

Lavaderos de carros

La actividad solo aparece relacionada en las matrices de impactos de las unidades de trabajo correspondientes a la jurisdicción de CORPOCHIVOR dado que fue la única corporación que entregó información al respecto.

El valor de impacto obtenido originalmente fue ponderado respecto al número de carros lavados al mes en cada una de las unidades de trabajo así:

$$I_f = I_1 \frac{(Cu \times 100)}{Cm}$$

En donde: I_f = Impacto final de los lavaderos de carros en cada unidad de trabajo, I_1 = Impacto promedio generado por los lavaderos de carros, Cu = Número de carros lavados por unidad de

trabajo, Cm = Número de carros lavados en la unidad de trabajo Río Guaya ($Nm = 292$). Esta es la unidad en donde más carros se lavan al mes en jurisdicción de CORPOCHIVOR.

Plantas de sacrificio

La actividad solo aparece relacionada en las matrices de impactos de las unidades de trabajo correspondientes a la jurisdicción de CORPOCHIVOR dado que fue la única corporación que entregó información al respecto.

Para ponderar los impactos generados por las plantas de sacrificio o mataderos municipales en cada una de las unidades de trabajo, en primer lugar se realizó la sumatoria de los animales sacrificados en las cabeceras municipales por unidad de trabajo.

Posteriormente, se ponderó el valor de impacto obtenido originalmente respecto al número de animales sacrificados semanalmente en cada una de las unidades de trabajo así:

$$I_f = I_1 \frac{(Nu \times 100)}{Nm}$$

En donde: I_f = Impacto final de las plantas de sacrificio en cada unidad de trabajo, I_1 = Impacto promedio generado por las plantas de sacrificio, Nu = Número de animales sacrificados semanalmente por unidad de trabajo, Nm = Número de animales sacrificados semanalmente en la unidad de trabajo Río Turmeque ($Nm = 440$). Esta es la unidad en donde mayor número de animales se sacrifican semanalmente en las unidades de trabajo en jurisdicción de CORPOCHIVOR.

Es importante aclarar que se ponderó de acuerdo con el número de animales sacrificados, dado que la información entregada por CORPOCHIVOR respecto a la carga contaminante es ponderada multiplicando este mismo valor por una carga contaminante estándar y no corresponde a muestreos de calidad de agua.

Acueducto

El impacto del servicio de acueducto se ponderó respecto al total de la población de cada una de las unidades de trabajo. No se tuvo en cuenta la cobertura del servicio, dado que aunque no todos los habitantes son usuarios de los acueductos existentes usan el recurso y generan impactos.

Considerando que no se contó con información específica de la cobertura de los acueductos ni de la población rural de cada una de las unidades de trabajo, para calcularla se asume que la

población esta distribuida de una manera uniforme en el territorio. Posteriormente, a través de una multiplicación de una matriz del área de cada municipio por unidad de trabajo por otra matriz del número de habitantes rurales por municipio, se calculó el número de habitantes del área rural para cada unidad de trabajo.

Posteriormente, se calculó la población total por unidad de trabajo, para lo cual, se realizó la sumatoria de la población urbana y rural.

Una vez calculada la población total por unidad de trabajo, se procedió a ponderar el valor de impacto obtenido originalmente respecto al número de habitantes totales por unidad de trabajo así:

$$I_f = I_1 \frac{(Hu \times 100)}{Hm}$$

En donde: I_f = Impacto final del servicio de acueducto en cada unidad de trabajo, I_1 = Impacto promedio generado por el servicio de acueducto, Hu = Número de habitantes por unidad de trabajo y Hm = Número de habitantes en la unidad de trabajo Río Súnuba ($Nm = 16.364$). Esta es la unidad en donde hay un mayor número de habitantes en la Cuenca del Río Garagoa.

Alcantarillado

Para ponderar el efecto de los alcantarillados en cada una de las unidades de trabajo se asume que dicho impacto es inversamente proporcional a su cobertura.

Para calcular el porcentaje de cobertura del alcantarillado total para las cabeceras municipales localizadas en cada una de las unidades de trabajo fue necesario estimar:

- a) Número de habitantes con servicio de alcantarillado por municipio (Ha): Es igual al número total de habitantes de cada cabecera municipal (Hm) multiplicado por el porcentaje de cobertura del servicio (C) dividido por 100.

$$Ha = \frac{Hm \times C}{100}$$

- b) Número de habitantes con servicio de alcantarillado por unidad (Hu): Corresponde a la sumatoria del número de habitantes con servicio de alcantarillado de las cabeceras municipales localizadas en cada unidad de trabajo.

$$Hu = \sum Ha$$

En donde: Hu = Número de habitantes con servicio de alcantarillado por unidad, $\sum Ha$ = Sumatoria del número de habitantes con servicio de alcantarillado de las cabeceras municipales localizadas en cada unidad de trabajo.

- c) Porcentaje de cobertura total del alcantarillado en las cabeceras municipales localizadas en cada una de las unidades de trabajo (Ca) el cual es igual a:

$$Ca = \frac{Hu \times 100}{Ht}$$

En donde: Ht = Número total de habitantes del área urbana por unidad de trabajo.

Es importante aclarar que el área urbana del municipio de Ramiriquí se encuentra dividida entre las unidades de trabajo Juyasia y Tibana, en consecuencia, para calcular el número de habitantes con servicio de alcantarillado por unidad se dividió la población de este municipio en dos (50% de la población para cada unidad).

Posteriormente, se estimó el número de habitantes de las áreas urbanas que carecen de servicio de alcantarillado por unidad (Hc):

$$Hc = Ht - Hu$$

Finalmente, se procedió a ponderar el valor de impacto obtenido originalmente respecto al número de habitantes de las áreas urbanas que carecen de servicio de alcantarillado por unidad de trabajo así:

$$I_f = I_1 \frac{(Hc \times 100)}{Hm}$$

En donde: I_f = Impacto final generado por el servicio de alcantarillado de las áreas urbanas por unidad de trabajo, I_1 = Impacto promedio generado por el servicio de alcantarillado de las áreas urbanas por unidad de trabajo y Hm = Número de habitantes de las áreas urbanas sin servicio de alcantarillado en la unidad de trabajo Río Garagoa ($Hm = 1755$). Esta es la unidad en donde hay un mayor número de habitantes sin servicio de alcantarillado en la Cuenca del Río Garagoa.

Manejo de aguas residuales domésticas - Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR):

Para ponderar el efecto de los vertimientos de aguas residuales domésticas de las áreas urbanas de cada una de las unidades de trabajo se asume que dicho impacto es directamente proporcional al número de habitantes de las áreas urbanas e inversamente proporcional a la remoción de carga contaminante realizada por la(s) PTAR.

Para calcular el porcentaje de remoción de carga contaminante realizado por la(s) PTAR en cada una de las unidades de trabajo fue necesario estimar:

- a) Número de habitantes del área urbana correspondientes con el porcentaje de remoción de las plantas de tratamiento por municipio (H_a): Es igual al número total de habitantes de cada cabecera municipal (H_m) multiplicado por el porcentaje de remoción de la PTAR (C) dividido por 100.

$$H_a = \frac{H_m \times C}{100}$$

- b) Número de habitantes de las áreas urbanas correspondientes con el porcentaje de remoción de las plantas de tratamiento por unidad: Corresponde a la sumatoria del número de habitantes correspondientes con el porcentaje de remoción de las plantas de tratamiento por municipio (H_a) en cada unidad de trabajo.

$$H_u = \sum H_a$$

En donde: H_u =. Número de habitantes de las áreas urbanas correspondientes con el porcentaje de remoción de las plantas de tratamiento por unidad.

Posteriormente, se estimó el número de habitantes de las áreas urbanas correspondientes con el porcentaje de remoción faltante en las plantas de tratamiento por unidad (H_c):

$$H_c = H_t - H_u$$

En donde: H_t = Número total de habitantes de las áreas urbanas por unidad de trabajo.

Finalmente, se procedió a ponderar el valor de impacto obtenido originalmente respecto al número de habitantes de las áreas urbanas correspondientes con el porcentaje de remoción faltante en las plantas de tratamiento por unidad de trabajo así:

$$I_f = I_1 \frac{(Hc \times 100)}{Hm}$$

En donde: I_f = Impacto final generado por el vertimiento de aguas residuales domésticas de las áreas urbanas por unidad de trabajo, I_1 = Impacto promedio por el vertimiento de aguas residuales domésticas de las áreas urbanas por unidad de trabajo y Hm = Número de habitantes de las áreas urbanas correspondientes con el porcentaje de remoción faltante en las plantas de tratamiento en la unidad de trabajo Río Garagoa ($Hm = 10699$). Esta es la unidad en donde hay un mayor número de habitantes correspondientes con el porcentaje de remoción faltante en las plantas de tratamiento en la Cuenca del Río Garagoa.

Recolección, manejo y disposición de residuos sólidos domésticos

Considerando que no se contó con información completa del volumen de residuos generados por cada municipio, se ponderó de acuerdo con el número de habitantes de las áreas urbanas que disponen sus residuos en cada una de las unidades de trabajo. Para definir el lugar de disposición de cada municipio se revisaron los Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial y los estudios de Caracterización de Residuos Sólidos entregados por CORPOCHIVOR, no obstante, se debe aclarar que no se contó con información georeferenciada al respecto.

Una vez definido el lugar de disposición de cada municipio, se realizó la sumatoria del número de habitantes de los municipios que disponen dentro de cada una de las unidades de trabajo y se procedió a ponderar el valor de impacto obtenido originalmente así:

$$I_f = I_1 \frac{(Nu \times Nm)}{100}$$

En donde I_f = Impacto final generado por el manejo y disposición de los residuos sólidos de las áreas urbanas por unidad de trabajo, I_1 = Impacto promedio generado por el manejo y disposición de los residuos sólidos de cada área urbana, Nu = Número de habitantes de los municipios que disponen por unidad de trabajo y Nm = Número de habitantes en la unidad de trabajo Río Garagoa ($Nm = 10699$). Esta es la unidad en donde se disponen los residuos sólidos de un mayor número de habitantes en la Cuenca del Río Garagoa.

Manejo residuos sólidos hospitalarios

Se adjunto la matriz general de impactos generados por los residuos sólidos hospitalarios en las unidades de trabajo en donde se localizan hospitales. Se careció de información específica al respecto de la mayoría de los municipios, en consecuencia, no fue posible realizar una ponderación para las respectivas unidades de trabajo¹.

Otras actividades

No se contó con información respecto a la extracción de materiales, fábricas de arepas, industrias lácteas urbanización, turismo y recreación para realizar ponderaciones; en consecuencia, se mantienen los valores de impacto iniciales.

Es importante aclarar que en las bases de datos para el calculo de las tasas retributivas entregada por CORPOCHIVOR se encuentran registradas algunas industrias lácteas (Municipios de Ventaquemada y Ciénega) pero son muy pocas respecto a las mencionadas en los planes y/o esquemas de ordenamiento², en consecuencia se considera que dicho registro esta incompleto y no es posible ponderar el impacto generado por la actividad.

Finalmente, los impactos ambientales generados por los servicios de alcantarillado, manejo de aguas residuales domésticas y residuos sólidos están asociados a las cabeceras municipales, en consecuencia, las matrices de impactos por unidad de trabajo consideran estas variables dependiendo de la presencia o ausencia de las mismas.

Análisis final de los impactos de los sistemas productivos sobre los recursos naturales por unidad de trabajo

Una vez calculados los valores de impactos de las actividades productivas en cada una de las unidades de trabajo se consolidaron en una única matriz, en la cual posteriormente, se calculó el promedio de los impactos por unidad de trabajo así:

$$Pu = \sum \frac{I_f}{n}$$

¹ Luego de revisar los informes de Caracterización de Residuos Sólidos de los municipios de CORPOCHIVOR solo se logró obtener información sobre 10 municipios; en consecuencia, no fue posible consolidar la información para las unidades de trabajo completas ni ponderar los impactos.

² Los POT mencionan industrias lácteas en Almeida, Boyacá, Mchetá, Soraca, Ramiriquí que no aparecen referenciadas en la base de datos de CORPOCHIVOR.

En donde: Pu = Promedio de impacto generado por las actividad productiva en cada unidad de trabajo, I_f = Impacto final generado por cada una de las actividades productivas en la unidad de trabajo, n = número de valores de impactos de la sumatoria.

$$Pa = \sum \frac{I_f}{n}$$

En donde Pa = Promedio de impacto generado por cada actividad productiva en la cuenca del río Garagoa, I_f = Impacto final generado en las unidades de trabajo por actividad productiva y n = Número de valores de impactos de la sumatoria.

Es importante aclarar que se calculó el impacto promedio de cada actividad productiva en la cuenca; sin embargo, estos valores no son igualmente comparables dado que no todos los valores de impacto fueron ponderados y se utilizaron diferentes parámetros para ponderar de acuerdo con la información secundaria obtenida para cada actividad productiva. En consecuencia, en la presentación de los resultados se adjunta el resultado pero no se discute.

Finalmente, en compararon los promedios de los impactos sobre los recursos obtenidos para las diferentes unidades de trabajo y se discutieron los resultados.

RESULTADOS

Sistemas productivos identificados y sus impactos sobre los recursos naturales

En general los sistemas productivos identificados y considerados representativos para la cuenca fueron:

Sector productivo

Cultivos anuales/ transitorios o permanentes

Como se mencionó en el informe del componente económico, desde el punto de vista agrícola, el énfasis de la cuenca del Río Garagoa es la producción de cultivos transitorios con un 56 % del área total sembrada para diciembre de 2003, le siguen los cultivos permanentes con un 26% y los cultivos anuales con un 17% (URPA, 2003).

Estos cultivos son principalmente para el abastecimiento de la población local o demandas del mercado regional. Generalmente se realiza en unidades pequeñas y con el empleo de tecnologías tradicionales. Los cultivos anuales y transitorios hacen referencia la mayoría de las veces a cultivos de pancoger.

Los impactos que generan los cultivos transitorios y anuales difieren significativamente de los generados por los permanentes como consecuencia de las características del sistema productivo. Los cultivos transitorios y anuales generan impactos sobre los recursos naturales en las cuatro etapas del sistema productivo: En la etapa de preparación, se generan impactos sobre el aire por quemas de potreros; sobre el recurso hídrico por el arrastre de material particulado; sobre el recurso suelo genera cambios en su estructura, pérdida de materia orgánica, compactación y contaminación y en las ecosistemas se genera pérdida de la cobertura vegetal por ampliación de la frontera agrícola. En la etapa de instalación del cultivo se generan pérdidas de biodiversidad por la instalación de monocultivos y contaminación de fuentes de agua adyacentes al mismo. En la etapa de manejo del cultivo se genera contaminación al aire por quema de residuos, contaminación del agua por mala disposición de residuos, eutroficación por el uso de fertilizantes y disminución de caudales por las actividades de riego. Finalmente, en la etapa de cosecha se genera desecación del suelo por la remoción de la cobertura vegetal y se afectan los ecosistemas adyacentes por la mala disposición de residuos.

En contraste, los cultivos permanentes generan menores impactos sobre los recursos naturales: el recurso hídrico y el suelo se ve afectado por el uso de agroquímicos principalmente.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

A partir de la información agrícola municipal de la URPA (2003) se estimó el área por tipo de cultivo anuales/ transitorios y permanentes en cada unidad de trabajo (Tabla XVIII-1), encontrando:

Tabla XVIII-1. Área por tipo de cultivo en cada unidad de trabajo de la Cuenca del Río Garagoa.

Unidad trabajo	Cultivos anuales / transitorios (Ha)	Cultivos anuales / transitorios (%)	Cultivos permanentes (Ha.)	Cultivos permanentes (%)	Área total (Ha)
Q. Tocola	2711.3	38.4	18.5	0.3	7062
R. Aguacia	279.0	3.1	9.6	0.1	9121
R. Albarracin	2156.2	16.6	205.6	1.6	12954
R. Bata	369.7	3.9	349.7	3.7	9433
R. Bata Embalse	141.0	0.5	161.3	0.6	27334
R. Bosque	1636.1	18.0	315.8	3.5	9103
R. Fusavita	221.1	1.8	160.9	1.3	12457
R. Garagoa	308.0	1.1	241.3	0.8	29072
R. Gautafur	251.3	2.2	23.2	0.2	11469
R. Guaya	287.1	3.0	71.1	0.8	9475
R. Juyasia	714.8	5.1	50.8	0.4	14036
R. Macheta	363.0	1.7	22.7	0.1	21210
R. Sunuba	87.5	0.4	265.1	1.3	20001
R. Teatinos	2099.5	11.8	27.0	0.2	17735
R. Tibana	329.5	2.1	415.1	2.7	15560
R. Turmeque	1524.7	7.0	625.7	2.9	21694

Nota: Las celdas sombreadas de amarillo corresponden a las unidades de trabajo con mayor área de cultivos anuales / transitorios o permanentes respectivamente. Fuente: Modificado de URPA (2003)

En consecuencia, la Quebrada Tocolá es la unidad de trabajo en la que los cultivos transitorios y anuales generan mayor impacto ($I = 2.41$), en las unidades Río Albarracín ($I = 1.92$), Río Teatinos ($I = 1.87$), Río Bosque ($I = 1.46$), y Río Tumeque ($I = 1.36$) genera impactos moderadamente altos. En la Unidad Río Juyasía generan impactos moderadamente bajos ($I = 0.64$). Y en las demás unidades esta actividad agrícola genera impactos bajos como se observa en la Tabla XVIII-2. **Consolidado.** Esta tabla fue construida a partir de las matrices de impacto por unidad de trabajo (Anexo 1).

En contraste, los impactos generados por los cultivos permanentes en la cuenca son mucho menores como consecuencia de las características del sistemas productivo. La unidad Río Turmequé es la unidad en donde se encontró la mayor área de cultivos permanentes, en consecuencia, es la unidad en donde mayor impacto generan. Sin embargo, este impacto es moderadamente bajo y puede ser mitigado mejorando las prácticas de manejo de los cultivos. Las demás unidades de trabajo presentaron valores de impacto muy bajos (Tabla XVIII-2)

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XVIII-2. Consolidado. Las celdas sombreadas de amarillo corresponden a unidades que no poseen información suficiente para ponderar; las celdas sombreadas de verde corresponden a unidades que, además de no poseer información suficiente para ponderar, no se consideraron para el promedio del impacto.

SECTOR	ACTIVIDAD / UNIDAD		Tocola	Aguacia	Albarracín	Bata	Bata Embalse	Bosque	Fusavita	Garagoa	Gautafur
P R O D U C T I V O	Agricultura	Cult. Transit. /anuales	2,41	0,25	1,92	0,33	0,13	1,46	0,20	0,27	0,22
		Cultivos permanentes	0,02	0,01	0,22	0,37	0,17	0,34	0,18	0,28	0,02
	Ganadería	Bovinos	0,25	0,30	0,15	0,41	0,43	0,08	0,38	0,31	0,14
		Porcinos	1,15	0,49	0,92	0,09	2,14	0,70	0,23	0,28	0,39
		Avícola	0,10	0,07	0,20	0,02	0,21	0,07	0,02	0,42	0,22
		Piscicultura			0,70	0,003	0,10	0,06	0,11	0,12	
	Extracción de materiales	Río									
		Minería cielo abierto	2,09		2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	
		Socavón					1,82				
	Industria	Lácteos					2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
		Fábricas arepas							2,50	2,50	2,50
		Hidroeléctrica La Esmeralda				3,00	3,00				
	S E R V I C I O S	Lavaderos de carros						0,22			0,38
Plantas de sacrificio			2,40		0,16	0,19	0,52		1,75		
Turismo y recreación		2,00				2,00			2,00	2,00	
Urbanización									1,00		
Servicios públicos		Acueducto	0,60	0,53	0,70	0,38	0,44	0,70	0,49	1,18	0,43
		Alcantarillado		0,41		0,99	0,37	0,28		3,00	
		Manejo de aguas residuales domésticas PTAR		0,23		0,65	0,55	0,24		3,00	
		Recolección, manejo y disposición de residuos sólidos		0,19		0,11	0,53	0,20		2,50	
	Manejo residuos sólidos hospitalarios								2,50		
Sumatoria			8,63	4,88	6,90	8,60	16,63	8,98	8,45	25,82	8,17
Promedio Total Actividades			0,41	0,23	0,33	0,41	0,79	0,43	0,40	1,23	0,39
Promedio Actividades Presentes			1,08	0,49	0,86	0,66	0,98	0,69	0,85	1,43	0,91

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XVIII-2 Cont. Consolidado. Las celdas sombreadas de amarillo corresponden a unidades que no poseen información suficiente para ponderar; las celdas sombreadas de verde corresponden a unidades que, además de no poseer información suficiente para ponderar, no se consideraron para el promedio del impacto.

SECTOR	ACTIVIDAD / UNIDAD		Guaya	Juyasia	Macheta	Sunuba	Teatinos	Tibana	Turmeque	Sumatoria	Promedio Total Unidad	Promedio Unidades Presentes	
P R O D U C T I V O	Agricultura	Cult. Transit. /anuales	0,26	0,64	0,32	0,08	1,87	0,29	1,36	4,81	0,30	0,30	
		Cultivos permanentes	0,08	0,05	0,02	0,28	0,03	0,44	0,67	1,57	0,10	0,10	
	Ganadería	Bovinos	0,27	0,36	0,25	0,32	0,36	0,51	0,22	2,29	0,14	0,14	
		Porcinos	0,45	0,44	0,82	1,17	0,35	0,45	0,46	4,14	0,26	0,26	
		Avícola	1,8	0,14	0,20	1,14	0,14	0,08	0,21	3,72	0,23	0,23	
		Piscicultura		0,11		0,13	0,02	0,58	0,18	1,03	0,06	0,09	
	Extracción de materiales	Río						2,29		2,29	0,14	2,29	
		Minería cielo abierto	2,09	2,09		2,09			2,09	2,09	10,45	0,65	0,87
		Socavón					1,82		1,82	3,64	0,23	1,21	
	Industria	Lácteos		2,25			2,25		2,25	6,75	0,42	0,84	
Fábricas arepas			2,50			2,50	2,50	2,50	10,00	0,63	1,43		
Hidroeléctrica La Esmeralda					3,00				3,00	0,19	1,00		
S E R V I C I O S	Lavaderos de carros		0,80			0,04	0,25		0,30	1,39	0,09	0,23	
	Plantas de sacrificio		0,20	0,34	2,40	1,78	0,28	2,35	2,40	9,75	0,61	0,89	
	Turismo y recreación		2,00		2,00		2,00			6,00	0,38	0,86	
	Urbanización							1,00		1,00	0,06	0,50	
	Servicios públicos	Acueducto	0,43	0,80	0,54	1,25	0,53	0,76	0,89	5,19	0,32	0,32	
		Alcantarillado	0,28	0,95	0,34	1,08	0,038	0,99	0,40	4,08	0,25	0,34	
		Manejo de aguas residuales domésticas PTAR	0,60	1,68	0,31	2,66	0,13	0,64	1,05	7,06	0,44	0,59	
		Recolección, manejo y disposición de residuos sólidos	0,23	0,86	0,38	2,48	0,10	1,08	0,60	5,74	0,36	0,48	
Manejo residuos sólidos hospitalarios		2,50			2,50		2,50	1,25	8,75	0,55	1,75		
Sumatoria		11,98	13,22	7,60	20,00	12,67	18,55	18,65	102,66				
Promedio Total Actividades		0,57	0,63	0,36	0,95	0,60	0,88	0,89					
Promedio Actividades Presentes		0,86	0,94	0,69	1,33	0,79	1,16	1,10					

Ganadería

La ganadería desarrollada en la Cuenca del Río Garagoa se puede dividir en dos grandes grupos, el de especies grandes y el de especies pequeñas o menores.

La ganadería de especies grandes corresponde a la cría de ganado vacuno, la cual produce modificaciones significativas en las coberturas vegetal, en los suelos y en las formas de uso de la tierra. Específicamente, genera impactos sobre el recurso aire como consecuencia de la quema de potreros y sobre el agua por el aporte de sedimentos y por la alteración de cauces. En el recurso suelo se genera compactación, erosión por pisoteo, aumento de escorrentía y finalmente se genera pérdida de biodiversidad y alteración y/o transformación de la cobertura vegetal.

La ganadería de especies menores hace referencia a la cría de porcinos y aves, actividad que desarrollada a gran escala, genera importantes impactos sobre el medio ambiente (Ver Tabla XVIII-2). En este grupo se incluyó también la piscicultura, la cual se desarrolla a pequeña y mediana escala para el abastecimiento de la población local y regional principalmente.

La densidad de bovinos calculada para cada una de las unidades de trabajo con base en la información de la URPA (2003) fue:

Tabla XVIII-3. Densidad de bovinos en las unidades de trabajo de la Cuenca del Río Garagoa.

Unidad trabajo	Area pastos (ha.)	Densidad bovinos (un/ha. Pastos)
Q. Tocola	3677	0.89
Rio Aguacia	5725	1.08
Rio Albarracin	4079	0.54
Rio Bata	2111	1.35
Rio Bata Embalse	4445	1.52
Rio Bosque	2393	0.3
Rio Fusavita	2798	1.36
Rio Garagoa	3411	1.08
Rio Gautafur	6048	0.49
Rio Guaya	5166	0.97
Rio Juyasia	7636	1.29
Rio Macheta	5362	0.89
Rio Sunuba	5120	1.12
Rio Teatinos	4583	1.26
Rio Tibana	4255	1.82
Rio Turmeque	3787	0.77

Fuente: Modificado de URPA (2003).

No obstante, es importante llamar la atención acerca de los valores de densidad calculados dado que son altos respecto a lo observado en campo.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

En general, se puede concluir que esta actividad genera impactos bajos sobre el área de la cuenca, dado que aunque el área de pastos es alta, la mayoría se encuentra subutilizada y la densidad de ganado es muy baja. Los valores de impactos de la actividad en las unidades de trabajo oscilaron entre 0.08 en la unidad Río Bosque y 0.51 Río Tibana (Tabla XVIII-2. **Consolidado**).

La densidad de porcinos, aves de corral y estanques piscícolas calculada para cada una de las unidades de trabajo con base en la información de la URPA (2003) fue:

Tabla XVIII-4. Densidad de aves de corral, porcinos y estanques piscícolas en las unidades de trabajo de la Cuenca del Río Garagoa.

Unidad de trabajo	Densidad aves (un./ha)	Densidad porcinos (un./ha)	Densidad piscícola (un./ha)
Q. Tocola	0.76	0.46	0.0001
R. Aguacia	0.54	0.20	0.0001
R. Albarracin	1.57	0.37	0.0198
R. Bata	0.14	0.04	0.0001
R. Bata Embalse	1.59	0.86	0.0027
R. Bosque	0.54	0.28	0.0018
R. Fusavita	0.12	0.09	0.0032
R. Garagoa	3.19	0.11	0.0034
R. Gautafur	1.66	0.16	0.0000
R. Guaya	13.78	0.18	0.0000
R. Juyasia	1.07	0.18	0.0032
R. Macheta	1.57	0.33	0.0001
R. Sunuba	8.73	0.47	0.0038
R. Teatinos	1.08	0.14	0.0007
R. Tibana	0.64	0.18	0.0164
R. Turmeque	1.62	0.18	0.0052

Nota: Las celdas sombreadas de amarillo corresponden a las unidades de trabajo con mayor densidad de porcinos, aves de corral y estanques piscícolas respectivamente. Aquellas sombreadas de azul corresponden a Unidades cuyos municipios no contaban con información completa. Fuente: Modificado de URPA (2003)

Se utilizó información de la URPA del 2003 para realizar la valoración de los impactos como fue solicitado por CORPOCHIVOR en las observaciones a la primera versión del diagnóstico – componente económico; sin embargo, es importante aclarar que estas cifras difieren significativamente de las encontradas en otras fuentes. Además, los resultados obtenidos respecto a la densidad piscícola no son confiables dado que el número de estanques no refleja realmente la densidad de peces existentes en cada una de las unidades.

No se pondero respecto a las cifras entregadas por CORPOCHIVOR acerca de vertimientos, dado que no coincidían con los reportes de los Planes y Esquemas de Ordenamiento Municipales y no se contó con el mismo tipo de información de las demás Corporaciones.

Entre las tres especies menores criadas en la cuenca, la porcicultura es la que mayores impactos genera sobre los recursos naturales ($I = 2.14$). Las unidades Quebrada Tocala ($I = 1.15$) y Súnuba ($I = 1.17$) presentan impactos moderados y las demás unidades entre moderadamente bajos y bajos (Tabla XVIII-2. **Consolidado**).

En general, la avicultura genera impactos moderadamente bajos sobre los recursos naturales de la cuenca por la dimensión y forma de explotación de la misma. En contraste, a nivel local en las unidades de trabajo Río Guaya y Río Súnuba generan impactos moderados altos ($I = 1.8$ y 1.14 respectivamente). En las demás unidades los impactos son bajos (Tabla XVIII-2. **Consolidado**).

Finalmente, la piscicultura es el sistema de cría que menores impactos genera en la cuenca. La unidad Río Albarracín es donde hay mayor densidad de estanques, en consecuencia, es donde mayores impactos se generan ($I = 0.8$). En las demás unidades los impactos oscilan entre bajos y muy bajos (Tabla XVIII-2. **Consolidado**).

Extracción de materiales

La extracción de materiales en la cuenca del río Garagoa consiste en el aprovechamiento de minerales de río, a cielo abierto y en socavón para procesos productivos claves para los sistemas económicos de la misma. Este tipo de explotación está determinado por las tendencias en los mercados mundiales, nacionales y regionales según el caso.

En general, la actividad genera impactos moderados y localizados en la cuenca. Se careció de información específica para ponderar, en consecuencia, no se pudieron evaluar con más detalle los impactos generados por la actividad.

Industria

La actividad industrial hace referencia al proceso de transformación de materias primas y consumo de recursos naturales, implica construcción de infraestructura, implementación de tecnología y procesos productivos. El sector industrial está poco, en consecuencia, sus impactos sobre los recursos naturales son localizados aunque no despreciables.

Se identificaron dos actividades industriales, las fábricas de arepas y la producción de derivados lácteos. Al igual que en la actividad anterior, se careció de información específica para ponderar y no se pudieron evaluar con más detalle los impactos generados por la actividad.

Hidroeléctrica

La generación de energía eléctrica en la cuenca es una actividad indispensable a nivel regional y nacional para el desarrollo de otras actividades productivas y para el bienestar de la sociedad. Sin embargo, esta actividad genera impactos significativos sobre el ambiente en todas sus fases: producción, transformación, transporte, distribución y consumo final.

Sector servicios

Turismo y recreación

En la cuenca del río Garagoa y para objeto del presente estudio, esta actividad corresponde con los servicios directos e indirectos ofrecidos en un entorno natural con el fin de brindar esparcimiento y recreación a la población local, regional y nacional. Además, esta relacionada directamente con el aprovechamiento del paisaje.

Solo se consideraron las actividades turísticas asociadas a áreas de conservación, tal es el caso de la Reserva El secreto en el municipio de Garagoa o la Laguna la Petaca en el municipio de Machtetá. Lo anterior, teniendo en cuenta que de acuerdo con las características del turismo que se desarrolla en el área, es este el que se consideró que genera impactos ambientales significativos.

Esta actividad aparece relacionada en las matrices de cada una de las unidades, sin embargo, no se ponderó dado que no se contó con información específica al respecto.

Urbanización

Esta actividad hace referencia al proceso de expansión de centros poblados que transforman los recursos naturales. Al igual que en el caso anterior, no se ponderó dado que no se contó con información específica al respecto.

Lavaderos de carros

Esta actividad es incipiente en la cuenca del Río Garagoa. De acuerdo con la información entregada por CORPOCHIVOR se han identificado 10 lavaderos de carros en los cuales se lavan un total de 792 vehículos al mes distribuidos en las unidades de la siguiente manera (

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla XVIII-5):

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XVIII-5. Número de carros lavados por unidad de trabajo en la Cuenca del Río Garagoa.

Unidad	No. Carros
R. Teatinos	90
R. Turmeque	110
R. Garagoa	140
R. Guaya	292
R. Bata Embalse	80
R. Sunuba	80
Total	792

Nota: Las celdas sombreadas de amarillo corresponden a las unidades de trabajo con mayor numero de carros lavados. Fuente: Información tasas retributivas Corpochivor (2003)

Dada la dimensión de la actividad en la cuenca, esta genera impactos bajos sobre los recursos naturales. La unidad Río Guaya (I = 0.8) es la que se ve más afectada por la actividad, en las demás unidades genera impactos bajos (Tabla XVIII-2. **Consolidado**).

Plantas de sacrificio

Esta actividad hace referencia al sacrificio de ganado vacuno y porcícola para consumo local y regional principalmente. En la cuenca, estas plantas carecen de sistemas de tratamiento de aguas residuales y de manejo de residuos sólidos, en consecuencia, genera impactos ambientales importantes. La información entregada por CORPOCHIVOR acerca de tasas retributivas solo relacionaba número de reses sacrificadas por semana, en consecuencia, no se tuvieron en cuenta la cantidad de porcinos sacrificados (Tabla XVIII-6).

Tabla XVIII-6. Número de reses sacrificadas por semana en las plantas de sacrificio en las unidades de trabajo de la Cuenca del Río Garagoa.

Unidad de trabajo	No. reses/ sem.
Q. Tocola	0
R. Aguacia	Sin inf.
R. Albarracin	0
R. Bata	30
R. Bata Embalse	34
R. Bosque	95
R. Fusavita	0
R. Garagoa	321
R. Gautafur	0
R. Guaya	36
R. Juyasia	63
R. Macheta	Sin inf.
R. Sunuba	327
R. Teatinos	52
R. Tibana	430
R. Turmeque	440
Total	1828

Fuente: Información tasas retributivas Corpochivor (2003)

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

La unidad de trabajo Río Turmeque es donde mayor número de reses se sacrifican semanalmente, en consecuencia, es donde mayores impactos se generan ($I = 2.4$). En las unidades de trabajo Río Tibana ($I=2.35$), Río Súnuba $I = (1.78)$, Río Garagoa ($I = 1.75$) se generan impactos altos y moderadamente altos respectivamente. En las demás unidades se generan impactos más bajos aunque no despreciables sobre los recursos naturales (Tabla XVIII-2).

Servicios públicos

Esta actividad hace referencia a la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales domésticas y manejo de residuos sólidos domésticos.

El servicio de acueducto esta relacionado con la captación, almacenamiento, tratamiento, transporte y distribución de agua para el consumo humano y para actividades productivas. Considerando que no se contó con información completa respecto a su uso en actividades productivas, se ponderó solo respecto a la población en cada unidad de trabajo (Tabla XVIII-7).

Tabla XVIII-7. Número de habitantes totales por unidad de trabajo en la cuenca del Río Garagoa.

Unidad de trabajo	No. de habitantes
Q. Tocola	7868
R. Aguacia	6983
R. Albarracin	9113
R. Bata	4994
R. Bata Embalse	5765
R. Bosque	9135
R. Fusavita	6456
R. Garagoa	15400
R. Gautafur	5616
R. Guaya	5603
R. Juyasia	10447
R. Macheta	7100
R. Sunuba	16364
R. Teatinos	6916
R. Tibana	9899
R. Turmeque	11646

Fuente: DANE, 1993.

Como era de esperarse, el servicio de acueducto es el que genera menores impactos sobre los recursos naturales. Dichos impactos corresponden a la presión que se ejerce sobre el recurso por la extracción del mismo de las fuentes hídricas y por la inestabilidad que se genera en el suelo por escapes y fugas de agua.

La unidad de trabajo que cuenta con mayor población total es Río Súnuba y en consecuencia, es la que presenta mayor impacto sobre los recursos naturales como consecuencia de servicio de

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

acueducto ($I = 1.25$), seguida de la unidad Río Garagoa ($I = 1.18$). Las demás unidades presentaron valores de impacto moderadamente bajos (Tabla XVIII-2. **Consolidado**).

De otra parte, el servicio de alcantarillado, la generación de aguas residuales domésticas y de residuos sólidos están asociados generalmente a las áreas urbanas, en las áreas rurales generan impactos pero de menor dimensión. Sus impactos están representados en la contaminación del aire por la generación de malos olores, en la contaminación del recurso hídrico y del suelo por la mala disposición de aguas residuales y residuos sólidos, las cuales, alteran las características biofísicas de los mismos, generan a su vez pérdida de biodiversidad y la aparición de vectores y transmisores de enfermedades.

La cobertura total del servicio de alcantarillado y del porcentaje de impacto generado por la población que carece de servicio de alcantarillado en las áreas urbanas de las unidades de trabajo es (Tabla XVIII-8):

Tabla XVIII-8. Cobertura del servicio de alcantarillado y porcentaje de impacto de la población sin alcantarillado en las áreas urbanas de las unidades de trabajo de la cuenca del río Garagoa.

Unidad de trabajo	Cobertura alcantarillado (%)	Impacto población sin alcantarillado (%)
R. Aguacia	70.00	14
R. Bata	75.00	33
R. Bata Embalse	90.35	12
R. Bosque	81.00	9
R. Garagoa	83.59	100
R. Guaya	92.30	9
R. Juyasia	84.78	32
R. Macheta	87.98	11
R. Sunuba	93.34	36
R. Teatinos	95.00	1
R. Tibana	87.48	33
R. Turmeque	93.69	13

Fuente: Modificado de Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios de la cuenca del Río Garagoa.

Las áreas urbanas de las unidades de trabajo presentaron coberturas del servicio de alcantarillado superiores al 70%. A pesar de su cobertura, este servicio genera afectaciones sobre el recurso suelo, agua y ecosistemas (fauna y flora) como consecuencia del número de habitantes y de la canalización de las aguas residuales; lo anterior, aclarando que no es mejor ambientalmente dejarlas dispersa. Las unidades de trabajo Río Garagoa y Río Súnuba son las que presentan mayor impacto sobre los recursos naturales ($I = 3.0$ y 1.08 respectivamente), las unidades Río Bata y Río Tibana ($I = 0.99$), Río Juyasia ($I = 0.95$) presentan impactos moderados sobre los recursos naturales y las demás unidades presentaron valores de impacto bajos (Tabla XVIII-2. **Consolidado**).

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Respecto al efecto de los vertimientos de aguas residuales domésticas de las áreas urbanas en cada una de las unidades de trabajo, las que generan mayor impacto sobre los recursos naturales son las que presentan mayor población y carecen de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas (Tabla XVIII-9).

Tabla XVIII-9. Número de habitantes de las áreas urbanas e impacto ambiental correspondiente con el porcentaje de remoción faltante en las plantas de tratamiento por unidad.

Unidad de trabajo	Numero de habitantes – Remoción faltante	Impacto vertimiento aguas residuales domésticas (%)
R. Aguacia	803	8
R. Bata	2324	22
R. Bata Embalse	1953	18
R. Bosque	853	8
R. Garagoa	10699	100
R. Guaya	2137	20
R. Juyasia	5999	56
R. Macheta	1110	10
R. Sunuba	9469	89
R. Teatinos	447	4
R. Tibana	2289	21
R. Turmeque	3744	35

Nuevamente, la unidad Río Garagoa es la que se ve más afectada por los vertimientos de aguas residuales domésticas (I = 3.0), seguida por las unidades Río Súnuba (I = 2.66) y Río Juyasia (I = 1.68) que presentan impactos moderadamente altos y Río Turmeque (I = 1.05) con un impacto moderado. En las unidades Río Bata (I= 0.65), Río Tibana (I = 0.64), Río Guaya (I =0.60) y Río Bata Embalse (I = 0.55) este servicio genera impactos moderadamente. Las demás unidades presentan impactos bajos sobre los recursos naturales (Tabla XVIII-2. **Consolidado**).

Es importante resaltar que Almeida y Mchetá son los únicos municipios de la cuenca que cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, lo cual explica el bajo impacto que se genera sobre los recursos naturales en las Unidades Río Bata Embalse y Mchetá respectivamente.

De otra parte, la revisión de los documentos de Caracterización de Residuos Sólidos de los municipios de CORPOCHIVOR permitió consolidar información solo de algunos municipios (Tabla XVIII-10). Es importante aclarar que algunos de los archivos entregados no abren, no están adecuadamente marcados. o no es posible establecer a que corresponden, las unidades de los valores que allí se relacionan, la fuente y el año de la información. En consecuencia se ponderó respecto al número de habitantes de las áreas urbanas que disponen en cada municipio y unidad de trabajo (Tabla XVIII-11 y Tabla XVIII-12).

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XVIII-10. Cantidad de residuos sólidos totales y hospitalarios generados en algunos municipios de la cuenca del Río Garagoa.

Municipio	Residuos sólidos totales (kg/semana)	Residuos hospitalarios (kg/semana)	Municipio	Residuos sólidos totales (kg/semana)	Residuos hospitalarios (kg/semana)
Almeida			Ramiriquí	12621	171.08
Boyacá	2821		Samacá		
Ciénega	2052	18	Santa María		
Chinavita			Siachoque		
Chivor			Somondoco		
Choconta			Soracá		
Garagoa			Sutatenza	3576	19.52
Guateque	40037	25.2	Tenza	4178	40.22
Guayatá	2586	31.2	Tibaná	3642	20
Jenesano	2194	27.3	Tibirita		
La Capilla			Tunja		
Macanal			Turmequé	10673	98
Machetá			Umbita		
Manta			Ventaquemada	8098	
Nuevo Colón	2252.5		Villapinzón		
Pachavita			Virachachá	2428	5.38

Fuente: Estudios de caracterización de residuos sólidos entregados por CORPOCHIVOR (2000- 2002).

Tabla XVIII-11. Número total de habitantes de las áreas urbanas cuyos residuos sólidos se disponen en los municipios de la Cuenca del Río Garagoa.

Municipio	Población total dispone res. sólidos	Municipio	Población total dispone res. sólidos
Almeida	420	Ramiriquí	4670
Boyacá	447	Samacá	
Ciénega	937	Santa María	2324
Chinavita	1082	Siachoque	0
Chivor	1237	Somondoco	0
Choconta	5238	Soracá	0
Garagoa	8971	Sutatenza	0
Guateque	9052	Tenza	0
Guayatá	1572	Tibaná	1378
Jenesano	911	Tibirita	585
La Capilla	982	Tunja	110608
Macanal	611	Turmequé	1961
Machetá	1049	Umbita	853
Manta	803	Ventaquemada	0
Nuevo Colón	621	Villapinzón	4134
Pachavita	646	Virachachá	392

Nota: Las celdas sombreadas de amarillo corresponden a los municipios que disponen en Tunja. Aquellas sombreadas de verde corresponden a municipios que disponen en Guateque. Fuente: DANE

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XVIII-12. Número total de habitantes de las áreas urbanas cuyos residuos sólidos se disponen en las unidades de trabajo de la Cuenca del Río Garagoa.

Unidad de trabajo	Población total dispone residuos sólidos
Q. Tocola	0
R. Aguacia	803
R. Albarracín	0
R. Bata	2324
R. Bata Embalse	2268
R. Bosque	853
R. Fusavita	0
R. Garagoa	10699
R. Gautafur	0
R. Guaya	982
R. Juyasia	5999
R. Macheta	1634
R. Sunuba	10624
R. Teatinos	447
R. Tibana	6959
R. Turmeque	2582

Nota: Las celda sombreada de amarillo corresponde a la unidad que recibe la mayor cantidad de residuos sólidos.

El relleno sanitario del municipio de Tunja recibe, además, los residuos de los municipios de Siachoque, Soraca y Ventaquemada. Y el municipio de Guateque recibe los residuos de los municipios Somondoco, Sutatenza y Tenza.

Aunque en la Tabla XVIII-4 se relacionan todos los municipios de la cuenca, al calcular la población de cada una de las unidades de trabajo solo se tuvieron en cuenta las áreas urbanas localizadas dentro de la cuenca y los lugares de disposición localizados dentro de la cuenca. Esta última aclaración es clave dado que el relleno sanitario del municipio de Tunja se encuentra fuera de la misma, en consecuencia, el municipio de Ventaquemada traslada el problema de manejo de sus residuos sólidos fuera de la cuenca del río Garagoa.

Aunque no se tiene información más precisa para ponderar el impacto del manejo de los residuos sólidos para cada una de las unidades de trabajo, si se realizaron algunas aproximaciones. En la Unidad Río Bata, se ponderó sobre un valor de impacto inicial de 0.88, dado que en esta unidad se localiza el municipio de Santa María el cual es el único que implementa actualmente un buen sistema de manejo de residuos sólidos en la cuenca. De las demás unidades solo se tiene información si tienen algún tipo de manejo, pero no se obtuvo información que permitiera hacer una cuantificación de impactos más precisa.

De la valoración y ponderación realizada respecto al manejo y disposición de los residuos sólidos municipales en las unidades de trabajo, se puede concluir que la unidad de trabajo Río Garagoa (I

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

= 2.5) es la que más se ve afectada por las deficiencias en el sistema de manejo de dichos residuos. Las unidades Río Tibana y Súnuba presentan impactos altos y moderadamente altos respectivamente (I = 2.48 y 1.08). Las unidades Río Juyasía (I = 0.86), Río Turmeque (I = 0.60) y Río Bata Embalse (I=0.53) presentaron valores de impacto moderadamente altos y las demás unidades presentaron impactos bajos (Tabla XVIII-2. **Consolidado**).

Manejo residuos sólidos hospitalarios

La revisión de información secundaria respecto a las características y manejo de los residuos sólidos hospitalarios en jurisdicción de CORPOCHIVOR permitió obtener información solo de algunos municipios (Tabla XVIII-13) y no fue posible consolidar información respecto a las unidades de trabajo, en consecuencia, no se pondero.

Tabla XVIII-13. Residuos sólidos hospitalarios generados en los municipios de la cuenca del río Garagoa.

Municipio	Resíduos hospitalarios (kg/sem)	Municipio	Resíduos hospitalarios (kg/sem)
Almeida		Ramiriquí	171.08
Boyacá		Samacá	
Ciénega	18	Santa María	
Chinavita		Siachoque	
Chivor		Somondoco	
Choconta		Soracá	
Garagoa		Sutatenza	19.52
Guateque	25.2	Tenza	40.22
Guayatá	31.2	Tibaná	20
Jenesano	27.3	Tibirita	
La Capilla		Tunja	
Macanal		Turmequé	98
Machetá		Umbita	
Manta		Ventaquemada	
Nuevo Colón		Villapinzón	
Pachavita		Virachachá	5.38

Fuente: Estudios de caracterización de residuos sólidos entregados por CORPOCHIVOR (2000- 2002).

Sin embargo, en la Tabla XVIII-2 (Consolidado) se pueden observar las unidades de trabajo que cuentan con hospitales y tenerlos en cuenta en posteriores procesos de evaluación de caracterización de residuos y evaluación de impactos. A la unidad Río Turmeque se le adjudicó un menor valor de impacto dado que en el hospital del municipio de Turmeque se incineran los residuos hospitalarios y en consecuencia generan menores impactos.

Impactos ambientales de los sistemas productivos sobre los recursos naturales

En general los impactos sobre los recursos naturales generados por las actividades productivas y de servicios en las unidades de trabajo de la cuenca del Río Garagoa son moderados.

De acuerdo con la Tabla XVIII-2. **Consolidado** la unidad de trabajo en la que se generan mayores impactos ambientales en la cuenca del río Garagoa corresponde a Río Garagoa ($I = 1.43$), lo anterior, como consecuencia de ser la unidad con el mayor número de habitantes en el área urbana, por tener la menor cobertura en el alcantarillado y carecer de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas y de manejo de residuos sólidos adecuados.

En segundo lugar se encuentra la unidad Río Súnuba ($I = 1.33$), la cual, de acuerdo con la URPA (2003) presenta una de las mayores densidad de aves de corral y porcinos en la cuenca, que sumada a la carencia de sistemas de manejo de residuos sólidos y plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en las áreas urbanas, generan impactos moderadamente altos sobre los recursos naturales.

En las unidades Tibaná, Turmeque y Tocola se causan efectos moderados sobre los recursos naturales con valores de impacto iguales a 1.16, 1.10 y 1.08 respectivamente. En la primera los impactos están asociados a los servicios público de las cabeceras municipales principalmente, en la segunda están asociados a los cultivos transitorios y anuales además de los servicios público de las cabeceras municipales y en la tercera unidad están asociados a los cultivos transitorios y anuales principalmente.

La mayoría de las unidades de trabajo Bata Embalse, Juyasia, Guatafur, Albarracín, Fusavita, Guaya, Teatinos, Bosque, Machetá y Bata presentan valores de impacto moderadamente bajos (entre 0.98 y 0.66). No se identificó un patrón común en los valores de impacto entre estas de acuerdo con los sistemas productivos que allí se desarrollan.

Finalmente, la unidad menos afectada por las actividades productivas es Río Aguacia ($I = 0.49$), dado que aunque allí se encuentra el área urbana del municipio de Manta, este tiene un número de habitantes en el área urbana bajo y es una de las unidades en donde menor número de actividades productivas se desarrollan.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaldías municipales. 2001. Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2002 - 2010.

CORPOCHIVOR, 2003. Información tasas retributivas.

CORPOCHIVOR 2000 – 2002. Estudios de caracterización de residuos sólidos municipales.

DANE. Estudios Censales 1993.

URPA, 2003. Información agropecuaria

ANEXO 1

MATRICES DE IMPACTO POR UNIDAD DE TRABAJO

ESCLAVIZAR

XIX. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, AMENAZAS Y VULNERABILIDAD

**REMOCIÓN EN MASA, INUNDACIÓN, SISMICIDAD
E INCENDIOS FORESTALES**

Philippe Chenut

Geógrafo, Esp. Sistemas de Información Geográfica,
Maestría Medio Ambiente y Desarrollo IDEA-UN

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

TABLA DE CONTENIDO

ASPECTOS CONCEPTUALES	XIX-1
CONSIDERACIONES DE ESCALA	XIX-2
AMENAZAS.....	XIX-3
<i>Movimientos en masa</i>	XIX-3
Metodología	XIX-3
Resultados.....	XIX-4
<i>Inundación</i>	XIX-10
Metodología	XIX-11
Resultados.....	XIX-11
<i>Sismicidad</i>	XIX-13
Metodología	XIX-13
Resultados.....	XIX-13
<i>Incendios forestales</i>	XIX-15
Clima.....	XIX-16
Tipo de combustible	XIX-18
Metodología de elaboración del mapa	XIX-20
Resultados.....	XIX-21
ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.....	XIX-21
RIESGOS	XIX-23
<i>Riesgo por movimientos en masa</i>	XIX-23
Metodología	XIX-23
<i>Riesgo por inundación</i>	XIX-25
Metodología	XIX-25
Resultados.....	XIX-25
<i>Riesgo sísmico</i>	XIX-26
Metodología	XIX-26
Resultados.....	XIX-27
<i>Riesgo de incendios forestales</i>	XIX-27
Metodología	XIX-27
Resultados.....	XIX-28
CONCLUSIÓN	XIX-29
BIBLIOGRAFÍA	XIX-30

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA XV-1 PUNTAJE DE ESTABILIDAD POR PARÁMETROS	XIX-4
TABLA XV-2 ÁREAS SEGÚN NIVEL DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA EN LA CUENCA.....	XIX-5
TABLA XV-3 EVENTOS TORRENCIALES EN LA CUENCA SEGÚN SUBCUENCAS	XIX-7
TABLA XV-4 EVENTOS POR INUNDACIÓN EN LA CUENCA POR MUNICIPIOS	XIX-10
TABLA XV-5 AMENAZA POR INUNDACIÓN. MATRIZ DE DECISIÓN.....	XIX-11
TABLA XV-6 NIVELES DE AMENAZA POR INUNDACIÓN.....	XIX-12
TABLA XV-7 DAÑOS OCASIONADOS POR EL SISMO DE TAURAMENA 1995	XIX-14
TABLA XV-8 DISTRIBUCIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA	XIX-15
TABLA XV-9 EVENTOS POR INCENDIOS EN LA CUENCA POR MUNICIPIOS	XIX-18
TABLA XV-10 INFLAMABILIDAD DE LAS COBERTURAS VEGETALES	XIX-19
TABLA XV-11 RESUMEN DE INFLAMABILIDAD POR COBERTURA.....	XIX-19
TABLA XV-12 CLASIFICACIÓN DE LA FRECUENCIA DE INCENDIOS	XIX-20
TABLA XV-13 NIVEL DE AMENAZA POR INFLAMABILIDAD	XIX-20
TABLA XV-14 DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA SEGÚN CATEGORÍA DE AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL	XIX-21
TABLA XV-15 CATEGORÍAS DE DENSIDAD DE POBLACIÓN RURAL	XIX-23
TABLA XV-16 RIESGO PRELIMINAR POR MOVIMIENTOS EN MASA – MATRIZ DE DECISIÓN	XIX-23
TABLA XV-17 RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA	XIX-24
TABLA XV-18 ÁREAS SEGÚN NIVELES DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA.....	XIX-25
TABLA XV-19 VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	XIX-26
TABLA XV-20 RIESGO SÍSMICO.....	XIX-27
TABLA XV-21 ESTIMACIÓN DE VULNERABILIDAD A INCENDIOS FORESTALES.....	XIX-28
TABLA XV-22 RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES – MATRIZ DE DECISIÓN	XIX-28

INTRODUCCIÓN

Este informe presenta un diagnóstico del componente de riesgos por movimientos en masa, sismicidad, inundación e incendios forestales. En los cuatro casos se presenta la pareja de mapas de amenaza y riesgo por el fenómeno correspondiente. Se efectuaron tres visitas de comprobación en campo de las áreas críticas, de una duración total de 12 días. También se hizo una comparación entre la información de los diferentes estudios consultados y los registros de las entidades que conforman el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres (IDEAM, CREPAD), la información de los componentes de riesgos de los POTs municipales y la información aportada por la comunidad en los talleres realizados. Esta última información es útil para conocer la percepción que la comunidad y las autoridades tienen de los riesgos existentes, así como las medidas contempladas para mitigarlos.

ASPECTOS CONCEPTUALES

Reducir a un nivel aceptable las pérdidas materiales y humanas producidas por fenómenos naturales es uno de los objetivos del ordenamiento territorial. A pesar del carácter esencialmente natural de los principales fenómenos catastróficos, la utilización del territorio por parte de la sociedad juega un papel muy importante y le da una dimensión ambiental al problema. Los hombres alteran la dinámica natural de los medios, reduciendo, o, con mayor frecuencia, aumentando las posibilidades de ocurrencia y la magnitud de los fenómenos naturales potencialmente peligrosos.

Una vez ocurrido el fenómeno, las consecuencias potenciales dependen esencialmente de la manera como la sociedad se relaciona con el territorio. Los niveles de ocupación de las áreas en riesgo, los medios de prevención existentes, la respuesta de las autoridades y de la comunidad van a convertir una dinámica natural en unas pérdidas concretas en un momento y lugar dados.

No es una tarea sencilla. Es necesario estimar la probabilidad de ocurrencia del fenómeno (amenaza), identificar los elementos potencialmente afectados (elementos en riesgo), evaluar el grado de daño que estos sufrirían en caso de ocurrencia de un evento de magnitud dada (vulnerabilidad) y finalmente el nivel esperado de pérdidas humanas y materiales producidas por el fenómeno en cuestión (riesgo). Estas diferentes etapas pueden requerir recursos humanos y financieros considerables. Puede ser necesario emplear productos de teledetección, datar depósitos, actualizar productos cartográficos, ubicar con precisión viviendas y equipamientos o reconstruir la memoria colectiva de la comunidad.

Existen varios tipos de vulnerabilidad. De acuerdo con Smith et al. (2001) se habla de vulnerabilidad social para referirse al grado de organización, de cohesión y de capacidad de la comunidad para afrontar un desastre. La vulnerabilidad cultural está contenida en la vulnerabilidad social; consiste en el conocimiento que la comunidad tiene sobre su territorio y sobre sí misma. Una comunidad que conozca las dinámicas naturales de su entorno podrá limitar las pérdidas evitando instalarse en lugares potencialmente peligrosos, o podrá mitigar las consecuencias de un evento, usando su conocimiento y su capacidad de organización para eliminar las pérdidas humanas y limitar las materiales. La vulnerabilidad económica mide la capacidad de la comunidad de recuperarse de las pérdidas causadas por un desastre y volver a su estado anterior. Por último la vulnerabilidad físico-espacial depende la calidad y el diseño de las edificaciones y las obras de infraestructura, las cuales deberían siempre con las normas técnicas vigentes y en particular con las de sismo-resistencia.

CONSIDERACIONES DE ESCALA

Si bien las definiciones ampliamente aceptadas de amenaza y riesgo (ver glosario anexo) implican el cálculo de probabilidades, este nivel de precisión sólo se obtiene en estudios realizados a escala media (1: 25 000 – 1: 50 000) y grande (1:5 000 - 1: 15 000) (Soeters y Van Westen, 1996, citados por INGEOMINAS et al. 1997 (b). A escala regional (1:100 000 – 1:500 000), correspondiente a este estudio, se utiliza el concepto de amenaza relativa, en donde no se calculan probabilidades de ocurrencia sino niveles cualitativos (alto, medio, bajo), aun cuando estas puedan provenir la combinación de varios indicadores numéricos. En su documento de apoyo al ordenamiento territorial (1999), el INGEOMINAS recomienda utilizar escalas de al menos 1:25.000 en áreas rurales y 1: 5.000 en áreas urbanas. A escalas inferiores no es posible tomar decisiones puntuales sobre la ocupación de un sitio específico.

Un estudio detallado de riesgo está por fuera del alcance de este estudio. Los mapas presentados no deben ser interpretados según las definiciones formales de riesgo como la que aparece en el glosario anexo. Ante la falta de un inventario detallado de los elementos en riesgo se tomó la densidad de población rural como un indicador general, así como los cultivos y otras instalaciones identificados en el mapa de cobertura de vegetación y usos actuales (Mapa 29) y las vías (Mapa 1 –Básico). También se tuvo en cuenta la calidad de las zonificaciones de riesgo de los POTs municipales. Esta elección refleja el hecho de que el primer paso para reducir el riesgo consiste en conocerlo y evaluarlo. Una vez evaluado, las autoridades competentes deben tomar las medidas necesarias para mitigarlo u organizar la reubicación si la mitigación fuere imposible o inviable.

AMENAZAS

Esta sección presenta las zonificaciones de amenaza por cuatro fenómenos potencialmente dañinos: movimientos en masa, sismicidad, inundaciones e incendios forestales.

Movimientos en masa

La fuente principal de información para el análisis de amenaza por movimientos en masa es el estudio “Evaluación de la actividad erosiva y la amenaza geológica de la cuenca aportante a la central hidroeléctrica de Chivor” (INGEOMINAS et al., 1997). El producto final del estudio (a escala 1: 100.000) es una zonificación de amenaza relativa con seis niveles de amenaza (I, muy baja; II, baja; III, media; IV; media alta; V, alta; VI, muy alta). Los criterios seleccionados para efectuar la zonificación incluyen factores intrínsecos (litología, formaciones superficiales, relieve, morfodinámica, uso del suelo) y detonantes extrínsecos (precipitación, intensidad de lluvia detonante, aceleración sísmica). Existen tres versiones de esta zonificación. La primera usa un método geomorfológico, la segunda, un método semicuantitativo y la tercera, uno estadístico bivariado. Los autores estimaron que el análisis por el método semicuantitativo arrojaba los mejores resultados, por lo que decidieron adoptarlo como mapa final del estudio. Este mapa cubre la mayor parte de la zona de estudio, con excepción del área situada aguas abajo del embalse. En esta zona se hizo una zonificación lo más cercana posible a la del resto del área de estudio, contando con la información disponible.

Metodología

Se utilizó un método heurístico semicuantitativo, inspirado en gran parte por la metodología de Ramírez y González (1989), a la cual se agregó una técnica estadística, el análisis condicional. El sistema semicuantitativo de evaluación del nivel de amenaza integra los diferentes factores que contribuyen a la ocurrencia del fenómeno. La combinación de los diferentes factores se evalúa mediante la suma de unos puntajes individuales que reflejan la contribución —positiva o negativa— de cada factor considerado, a la posibilidad de ocurrencia del fenómeno. Así, en cada lugar del área de estudio, se tiene una suma ponderada que refleja el grado de estabilidad del terreno. Cada uno de los parámetros tiene un determinado rango de variabilidad, dependiente del grado de importancia relativa del factor en cuestión.

En el caso del estudio de INGEOMINAS se analizaron siete parámetros diferentes: material, relieve, densidad de drenaje, vegetación, erosión, clima, sismo. La tabla siguiente muestra los puntajes respectivos asignados a cada parámetro.

Tabla XIX-1 Puntaje de estabilidad por parámetros

PARÁMETRO	SÍMBOLO	PUNTAJE	
		Mínimo	Máximo
MATERIAL	M	50	1
RELIEVE	R	39	17
DENSIDAD DE DRENAJE	D	35	6
VEGETACIÓN	V	32	3
EROSIÓN	E	35	4
CLIMA	C	40	24
SISMO	S	8	2
CALIFICACIÓN DE ESTABILIDAD		239	57

Fuente: INGEOMINAS *et al.* (1997)

Como se puede apreciar, los factores que mayor peso tienen son el material, la erosión, la vegetación y la densidad de drenaje.

Estos parámetros son a su vez una combinación de varios elementos. Es así como el parámetro material incluye la litología, la resistencia y la densidad de fracturamiento en el caso de las rocas y el tipo de depósito, la granulometría de la matriz y su compacidad en el caso de los materiales no consolidados. Las combinaciones posibles fueron evaluadas en conjunto para evitar sobreestimar los efectos individuales de cada elemento.

El relieve incluye la pendiente promedio y el tipo de ladera, mientras que el drenaje considera la longitud de los ejes de drenaje por unidad de área y la pendiente promedio. El análisis del tipo de cobertura vegetal también tiene en cuenta la pendiente. La erosión tiene en cuenta los fenómenos específicos que actúan en cada lugar. El clima tiene en cuenta la precipitación media multianual y la intensidad de la lluvia. El componente de sismicidad se evalúa de acuerdo con el coeficiente de aceleración máxima horizontal.

Los criterios seleccionados para efectuar la zonificación incluyen factores intrínsecos (litología, formaciones superficiales, relieve, morfodinámica, uso del suelo) y detonantes extrínsecos (precipitación, intensidad de lluvia detonante, aceleración sísmica). La combinación de los primeros cuatro parámetros (Material, Relieve, Drenaje y Vegetación) produce un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, que se combina con los factores detonantes (Erosión, Clima, Sismicidad) para producir la clasificación final de amenaza relativa por movimientos en masa.

Resultados

En términos generales, el área de estudio presenta una alta susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masa. Fuertes pendientes, rocas sedimentarias de grano fino y areniscas deleznales con fuerte influencia tectónica, extensos depósitos coluviales, altos niveles e intensidades de

precipitación y proximidad a las fallas activas del piedemonte llanero confluyen para tener unas condiciones que favorecen los fenómenos de remoción.

Áreas Críticas

Como lo muestra el Mapa 18- Amenaza por movimientos en masa, las áreas críticas (niveles de amenaza VI y V) incluyen las subcuencas de los Ros Aguacía y Guaya, así como la de la quebrada El Volador (nivel VI), así como la parte alta de la subcuenca del río Machetá y áreas aledañas al embalse en la margen derecha (nivel V). También aparecen las microcuencas siguientes:

Quebrada Chivor

Quebrada Honda

Quebrada La Negra

Quebrada El Chital

Quebrada El Dátil

Quebrada La Cuya

Quebradas Quigua, Roavita, Las Moyas y Sicha

Un sector de la cuenca del río Fusavita.

El mapa de amenazas por movimientos en masa (Mapa 18) fue obtenido mediante una reclasificación del mapa original de INGEOMINAS en tres categorías. El nivel de amenaza BAJO agrupa a las categorías I y II, el MEDIO, al III y al IV y el ALTO, a las V y VI. muestra como la cuenca puede dividirse en tres grandes sectores. El extremo norte es estable, mientras que las áreas más inestables ocupan una franja aproximadamente perpendicular al embalse. Entre estas dos grandes franjas existe una zona de transición de un nivel de estabilidad intermedio. Las áreas críticas agrupan a las unidades clasificadas en la categoría VI del mapa de INGEOMINAS.

Tabla XIX-2 Áreas según nivel de amenaza por remoción en masa en la Cuenca

NIVEL DE AMENAZA	ÁREA (Km ²)	ÁREA (%)
ALTO	333.8	13.4
MEDIO	1602.4	64.4
BAJO	558.8	558.8
ÁREAS CRÍTICAS	59.46	2.4

La mayor parte de la Cuenca tiene un nivel medio de amenaza, mientras que aproximadamente 1 de cada 7,5 hectáreas se encuentra en una zona de amenaza alta. Los flujos antiguos y recientes, así como los deslizamientos, especialmente traslacionales, ocupan grandes extensiones. De estos últimos es prioritario atender los de Tibagota, entrega del –Tunjita-, quebradas Negra, La Negra y La Cuya. Los problemas de socavación son especialmente agudos en las quebradas La Honda, Trabajos, Juan Ángel, Chivor alto, Infierno y Cuya.

El estudio de INGEOMINAS fue elaborado en 1997. Siete años después, el paso del tiempo y la ocurrencia de un año excepcionalmente lluvioso como el 2004 ha permitido evaluar su capacidad de predicción. En términos generales, las áreas críticas seleccionadas han hecho méritos merecer su lugar en la categoría. Las áreas críticas en la microcuenca de la quebrada La Cuya no tienen una extensión muy importante, como la de la margen izquierda de la quebrada El Chivor. Sin embargo, la quebrada La Cuya presenta hoy una situación mucho más delicada que la de El Chivor. Los movimientos en masa no se limitan a las áreas aledañas al cauce como en el caso de las quebradas Honda y Chital, sino que afectan al conjunto de la microcuenca.

El estudio identificó correctamente el área crítica del deslizamiento de Volcán Negro, en jurisdicción de los municipios de Tenza y Sutatenza, así como las zonas situadas del otro lado del río, en el municipio de Garagoa. En las zonas críticas de la cuenca del río Fusavita no han presentado deslizamientos de consideración, pero en cambio 16 familias han sido afectadas por dos avenidas torrenciales en 1998 y 1999.

El deslizamiento de la vereda El Volcán, en la margen izquierda de la quebrada La Guaya, sigue poniendo en riesgo la población de la vereda y constituye una fuente importante de sedimentos para el embalse.

Eventos De Carácter Torrencial

Las elevadas precipitaciones, las altas pendientes, la sismicidad y la alta susceptibilidad a los movimientos en masa crean las condiciones ideales para el desencadenamiento de avenidas torrenciales. El estudio citado también identifica las áreas que han sido afectadas por eventos torrenciales en el pasado. La mayor susceptibilidad a las avenidas torrenciales se presenta en la microcuencas de las quebradas Gusba y Honda en el municipio de la Capilla, así como en la subcuenca del Río Fusavita y en parte alta de la cuenca del río Machetá, específicamente en la microcuenca de la quebrada El Molino.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

La situación más delicada se presenta en el municipio de La Capilla. El evento del año 2000 afectó un sector del casco urbano.

El mes de mayo del presente año fue excepcionalmente lluvioso, con las consiguientes avenidas torrenciales. En el municipio de Garagoa se presentó un evento torrencial en la vereda Guánica Molino. El flujo originado por la quebrada Las Moyas tapando la bocatoma del acueducto de Garagoa, obligando a interrumpir el servicio.

La tabla siguiente resume los eventos torrenciales identificados con sus edades más probables. Desde entonces ya se han presentado eventos de este tipo, aunque de pequeña magnitud en La Capilla, Chinavita y Garagoa.

Tabla XIX-3 Eventos torrenciales en la cuenca según subcuencas

CUENCA	POSTEMBALSE	SIGLO PASADO	GLACIAL TARDÍO 14 000 A.P.	PLENIGLACIAL SUPERIOR 14 000- 25 000	PLENIGLACIAL MEDIO 25 000 – 45 000
Río Nerita	-	-	1	-	-
Quebrada Centenario	-	-	-	-	1
Río Juyasía – Viracachá	3	3	6	-	1
Río Fusavita	3	2	9	3	> 4
Río Bosque	-	-	-	2	-
Río Guaya	-	1	6	-	-
Quebradas Quigua, Roavita y Moyas	-	-	-	2	-
Quebrada El Dátil	1	-	5	-	-
Quebrada Chivor	2	-	1	-	-
Quebrada Cuya	2	1	-	-	-
Quebradas Rísatá y Tencua	-	-	-	2	-
Río Aguacía	-	1	-	-	-
Río Guatafur	-	-	-	6	2
Río Machetá	-	2	7	-	-
Río Rucio	2	1	-	-	-
Ríos Tunjita y Cienegano	1	2	4	-	-

Fuente: INGEOMINAS *et al.* (1997)

Áreas críticas

Los principales problemas asociados a movimientos en masa se presentan en la microcuenca de la quebrada La Cuya, las veredas El Guamo de Sutatenza y Mutatea de Tenza (Volcán Negro), y los sectores afectados por las avenidas torrenciales de las quebradas afluentes de la quebrada La Guaya: Gusba, Honda y El Molino y, en menor medida La Clavellina y el Rosal.

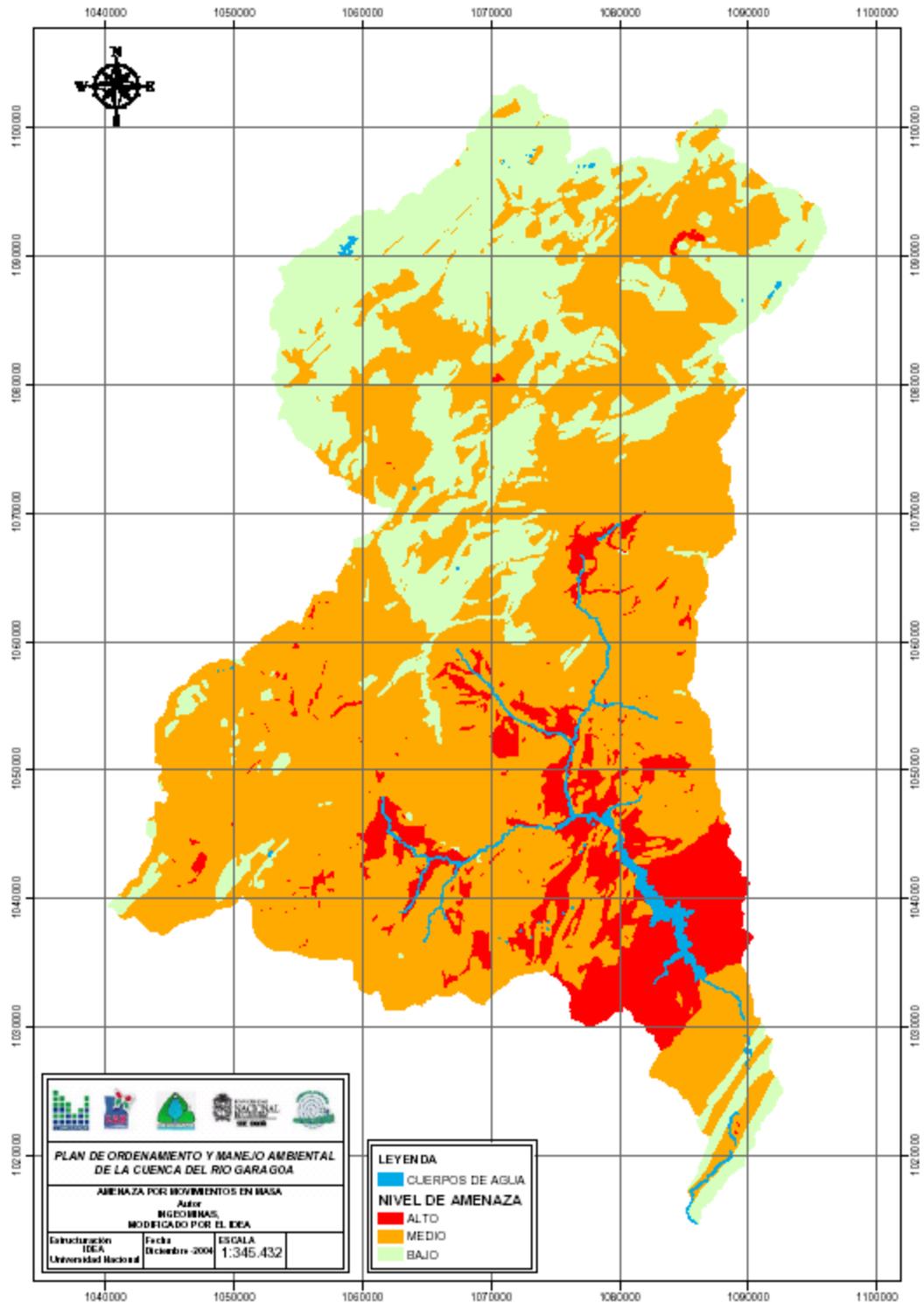
Otros deslizamientos de considerable magnitud se presentan en la quebrada La Negra (margen derecha del embalse) y la vereda El Volcán de Tenza. La cuenca del Río Juyasía no presenta movimientos en masa de gran magnitud, pero sí son numerosos.

En algunos sectores los problemas de movimientos en masa no son de gran magnitud, pero afectan gravemente a personas o a elementos esenciales para el normal desarrollo de las actividades productivas y cotidianas. Sectores como el Salitre en la vía principal Las Juntas - El Sisga, el colegio departamental de Chinavita o el área donde se ubica la bocatoma del acueducto de Garagoa pueden verse afectados por fenómenos de no muy gran magnitud, pero de consecuencias significativas para la comunidad. Los altos niveles de amenaza por movimientos en masa existentes en la cuenca refuerzan la necesidad de contar con un plan de ordenamiento ambiental del territorio, que ayude a mitigar los riesgos existentes.

Las diferencias entre los mapas de susceptibilidad a movimientos en masa y de amenaza por movimientos en masa reflejan los diferentes niveles de análisis. El mapa de amenaza por movimientos en masa es el resultado de un estudio más amplio que el de susceptibilidad. Involucra en particular factores como el uso del suelo del suelo, que se refleja en la cobertura vegetal existente en el momento de la elaboración del estudio. Sus resultados permiten diseñar estrategias regionales de reducción del riesgo con unos horizontes de planeación más cercanos a las duraciones de los periodos de las diferentes autoridades municipales y municipales. El mapa de susceptibilidad permitiría orientar el uso de suelo dentro de unos horizontes de planeación mucho más amplios, aunque con un nivel de precisión mucho menor.

El mapa de amenaza por INGEOMINAS no fue modificado de acuerdo con los resultados del control de campo. Las diferencias son poco significativas y por otra parte apenas han transcurrido 7 años desde la terminación del estudio. Algunas de las zonas identificadas como de alta y muy alta amenaza no han sido afectadas por eventos de importancia, pero no por ello su manejo debe ignorar su condición de áreas de alta amenaza. El único cambio que parecería ser necesario es elevar el nivel de amenaza de algunas áreas situadas cerca de ejes de drenaje en la subcuenca del río Juyasía. Se anexa un mapa (Mapa XIX-1) que tentativamente indica las modificaciones posibles. Este mapa no puede ser adoptado como un sustituto del mapa de INGEOMINAS, ya que la delimitación precisa de estas nuevas áreas de alta amenaza implica un trabajo de fotointerpretación y de control de campo detallado que está por fuera del alcance del presente estudio.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales



Mapa XIX-1. Mapa de Amenazas por movimientos en masa

Inundación

A diferencia de los fenómenos de remoción en masa, las condiciones no favorecen la ocurrencia de inundaciones. Las elevadas pendientes del área de estudio hacen que los eventos de inundación no puedan afectar zonas alejadas de los ejes de drenaje y se limiten a una duración muy corta. El mapa de amenaza presentado fue elaborado según un criterio geomorfológico. Las unidades susceptibles de inundarse son los depósitos aluviales, que incluyen en la práctica varios niveles de terraza, no necesariamente inundables, algunos valles de fondo plano, y un gran depósito fluvio-glaciares en las microcuencas de las quebradas San Vicente, Las Delicias y El Guamo, en la subcuenca del río Juyasía.

Tabla XIX-4 Eventos por inundación en la cuenca por municipios

MUNICIPIO	MES	AÑO	RÍO	SITIO	FAMILIAS	ELEMENTOS AFECTADOS
CHINAVITA	Octubre	1998	Fusavita	Vdas Jordán, Común, Guayabito	10	Puentes Cultivos
GARAGOA	Octubre	1996	Q. Los Manzanos	Barrio El Bosque	40	
GARAGOA	Julio	2001	Q. Muyaquín	Vda. Arada chiquita		
GARAGOA	Septiembre	2000	Q. El Tejar	Casco urbano	13	
GUAYATÁ	Julio	1997		Vía de acceso		
SANTA MARIA	Julio	1998	R. Guavio	Pte de Charco Largo		Cultivos
SOMONDOCO / SUTATENZA	Julio	1997	R. Sunuba	Sitio Frutenza		Escuela Normal, Telecom, Frutenza
SORACÁ						
TIBANÁ	Julio	1998	R. Tibana	Vdas. Chiguatá - carare, sastoque, cardonal	20	

El mayor grado de susceptibilidad se presenta en los depósitos aluviales asociados a los ríos más grandes. La zona más extensa corresponde a las áreas adyacentes a los ríos Garagoa y Jenesano, en jurisdicción de los municipios de Tibaná y Jenesano, respectivamente. Con extensiones ligeramente menores se encuentran dos zonas aledañas al río Guavio y al río Upía. De todas maneras las extensiones son bastante reducidas; en total, incluyendo las zonas de alta y media susceptibilidad el área potencialmente inundable es ligeramente inferior a las 6 500 hectáreas. A estas zonas habría que sumarle el área perteneciente al embalse que es utilizada para sembrar cuando el nivel disminuye considerablemente.

Las altas pendientes de la cuenca del río Garagoa impiden que existan áreas inundables de extensión significativa. Como es de esperar, los reportes de inundación son muy pocos y muchos de ellos están asociados a eventos de avenida torrencial. La Tabla XIX-5 recopila los registros de

eventos de inundación en la cuenca, según la información suministrada por el Comité Regional de Prevención y Atención de Desastres (CREPAD) de Boyacá y los informes de funcionarios o contratistas de CORPOCHIVOR encargados del tema.

La escasa información disponible impide hacer un análisis de frecuencia, especialmente porque los POTs y los talleres comunitarios presentan un panorama bastante distinto. En casi todos los municipios existen zonas afectadas por crecientes rápidas y desbordamientos de muy corta duración, que afectan pequeñas áreas no cartografiadas a la escala del presente estudio.

Metodología

Las áreas potencialmente inundables fueron identificadas mediante el mapa geomorfológico suministrado por CORPOCHIVOR. Las unidades escogidas fueron los depósitos aluviales y un depósito fluvio-glaciario cercano al casco urbano del municipio de Viracachá. Los depósitos aluviales incluyen varios tipos de geoformas, no todas forzosamente inundables en la actualidad: vegas, diferentes niveles de terrazas, conos. La calidad de las zonificaciones de amenaza de los POTs es bastante variable, lo cual impide hacer una generalización de los mapas de amenaza que hubieran podido aportar un mejor nivel de detalle. Por esa razón se decidió seleccionar los depósitos aluviales y fluvio-glaciares con topografía suave. Se hizo una superposición entre el Mapa 3 - Pendientes (generado a su vez mediante el Modelo Digital de Elevación (Mapa 4) elaborado en el presente estudio) y el de unidades potencialmente inundables, según la siguiente matriz de decisión:

Resultados

Tabla XIX-5 Amenaza por inundación. Matriz de decisión

DEPÓSITO	PENDIENTE	
	0-3 Grados	3-7 Grados
Fluvio-Glaciario	Media	Media
Aluvial	Alta	Media

El Mapa 20- Amenaza por inundación, presenta tres niveles: bajo o inexistente, medio y alto. Cabe anotar que la inundación es el fenómeno natural que menos riesgos genera en la cuenca. Los niveles medio y alto deben entenderse dentro del contexto de la cuenca. Es así como el nivel alto de amenaza por inundación en la cuenca del río Garagoa podría equivaler a un nivel bajo en ambientes fluvio-lacustres.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

El nivel bajo o inexistente combina las áreas no inundables con las que pueden sufrir inundaciones ocasionales y de muy corta duración. En conjunto, las áreas con niveles de amenaza medio y alto ocupan extensiones supremamente reducidas. Son pequeñas extensiones cercanas a los cauces más importantes. Las terrazas bajas del río Jenesano-Tibaná concentran la mayor extensión de la zona de amenaza alta, junto con los depósitos asociados a un sector del río Albarracín. Paradójicamente, no hay reportes oficiales que confirmen la coincidencia de POTs y talleres en señalar la presencia del fenómeno. Jenesano debería ser en teoría la zona con los mayores problemas de inundación y sin embargo no aparece reporte alguno. Los asistentes al taller arguyeron que las inundaciones eran frecuentes antes de la extracción de materiales de arrastre del río, pero que no se habían vuelto a presentar desde entonces. En cambio se habrían acentuado los procesos de socavación lateral y de ensanchamiento del cauce.

Otra zona importante de amenaza se encuentra en los alrededores del puente sobre el río Súnuba o Somondoco en la vía que conecta a la central Guateque – Las Juntas con el casco urbano de Somondoco. Como se verá en la sección de riesgos, en este sector hay instalaciones de considerable importancia, a diferencia de lo que ocurre en las riberas de los ríos Jenesano/Tibaná y Albarracín.

Las zonas de amenaza media tienen una extensión un poco mayor. La mayor parte de ellas hacen parte del depósito fluvio-glacial del municipio de Viracachá. En este sector también se encuentra un sector de amenaza alta en las márgenes del río Juyasía.

Las considerables variaciones en el nivel del embalse permiten que en algunas épocas del año se siembre en áreas que hacen normalmente parte del espejo de agua. Normalmente estas zonas no deberían ser incluidas dentro de las áreas inundables y tampoco son cartografiables a la escala de este estudio. No obstante, ellas están siendo utilizadas siguiendo un patrón temporal de la variación del nivel del embalse conocido por los ribereños. Una variación en este patrón de distribución del nivel de las aguas puede hacer perder los cultivos. Se llega así a la esencia del concepto de inundación: un aumento inhabitual del nivel de las aguas que las lleva a ocupar espacios en un momento inesperado. La tabla siguiente muestra la distribución de los diferentes niveles de amenaza según su extensión.

Tabla XIX-6 Niveles de amenaza por inundación

NIVEL DE AMENAZA	ÁREA(Km²)	ÁREA (%)
ALTO	6.03	0.23
MEDIO	6.83	0.26
BAJO	2565.6	99.44

La escasa extensión de las áreas representadas en el mapa puede contribuir a subvalorar la magnitud del problema. Si bien no hay áreas extensas sujetas a inundación durante periodos prolongados, las viviendas y los cultivos aledaños a los ejes de drenaje pueden sufrir daños importantes en eventos de corta duración. La alta susceptibilidad de la cuenca a los movimientos en masa también favorece la ocurrencia de represamientos, que pueden producir inundaciones en áreas cercanas a los cauces, pero con un margen de desnivel engañosamente seguro, como sucedió en la margen izquierda del río Garagoa, frente al deslizamiento conocido como Volcán Negro.

Sismicidad

De acuerdo con el estudio de INGEOMINAS sobre el área aportante al embalse La Esmeralda (op. cit.), la mayor parte del área se encuentra en una zona de alta amenaza sísmica. Sólo el sector noroccidental de la cuenca tiene un nivel intermedio de amenaza.

Metodología

La metodología del estudio consiste en hacer un recuento de los sismos ocurridos en un radio de 200 Km desde el embalse. Esta información permite asignar una Magnitud Más Probable a los sismos que cada sistema de fallas podría generar en el futuro. En una segunda etapa se estima el coeficiente de Aceleración Máxima Horizontal estimada a nivel de roca (AMH) para cada en toda el área de estudio mediante modelos estadísticos que dependen de la distancia y las características del terreno. En una tercera etapa se estiman las condiciones locales que pueden producir una amplificación de las ondas sísmicas. El nivel cualitativo de amenaza relativa se determina mediante una clasificación del AMH. Este parámetro indica la aceleración máxima horizontal posible que el terreno puede experimentar durante un sismo eventual. Se expresa en términos de la aceleración de la gravedad terrestre g ($9.8m/seg^2$).

Resultados

Las fallas del piedemonte de la cordillera Oriental cercanas a la zona de estudio son las mayores fuentes de riesgo sísmico. En orden de proximidad a la cuenca, se encuentran los sistemas de fallas de Santa María, Lengupá, Tesalia, Guaicáramo y San Pedro. Las fallas de Santa María y Lengupá han sido clasificadas como potencialmente activas con Magnitudes Más Probables (MMP) de sismos asociados de 6.8 y 5.4 (en la escala de Richter) respectivamente. Por su parte, los sistemas de Tesalia, Guaicáramo y San Pedro, han sido clasificados como activos, con MMPs respectivos de 6.7, 7.1 y 6.95. Estas fallas presentan numerosos indicios de actividad neotectónica.

Pasos de montaña en silla, facetas triangulares, basculamiento y dislocación de depósitos Cuaternarios ocupan extensiones importantes de la traza de las fallas.

Los registros históricos indican que dentro de un radio de 200 Km desde el centro del embalse La Esmeralda se han producido 16 eventos con magnitud superior a 6.0 en la escala de Richter. A escala más local, dentro de un radio de 50 Km, se han registrado 22 eventos con magnitud superior a 3.0, de los cuales sólo uno ha superado la magnitud 6.0. Hasta el momento, el sismo de mayor magnitud con epicentro cercano a la cuenca se produjo en Tauramena, en 1995, con una magnitud de 6.6. Este sismo fue percibido en casi todos los municipios de la cuenca y ocasionó daños en algunos de ellos, como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla XIX-7 Daños ocasionados por el sismo de Tauramena 1995

MUNICIPIO	FAMILIAS AFECTADAS	ELEMENTOS AFECTADOS
ALMEIDA		7 viviendas, 4 elementos de infraestructura
BOYACA		32 viviendas
CHINAVITA	25	6 elementos de infraestructura
CHIVOR	115	
GARAGOA	71	viviendas, hospital, planta de tratamiento, Alcaldía, catedral
JENESANO	29	edificio municipal, puente Supaneca, acueducto
LA CAPILLA	203	puentes, centro de salud, colegio
SAMACA	8	iglesia
SANTA MARIA	118	
SOMONDOCO	34	colegio
TENZA	30	
TIBANA	90	
UMBITA	30	

Fuente: CREPAD Boyacá

Otros sistemas existentes en la zona de estudio no representan altos grados de amenaza. Las fallas de Soapaga y La Esmeralda no presentan signos de actividad. Existe también un sistema de fallas orientado en dirección SE-NO que corta numerosos pliegues.

Los fenómenos de amplificación de las ondas sísmicas se estiman en un máximo de 30% para algunos depósitos no consolidados. La máxima amplificación se presentaría en los depósitos arenosos de densidad media a baja; la menor, estimada en un 15%, en suelos residuales arcillo-limosos de consistencia firme, También se tomaron cuenta algunas zonas con desniveles comprendidos entre 300 y 500 metros: la cuenca del río Turmequé, las zonas aledañas al Embalse de Chivor en su costado norte, las subcuencas de los Ríos Machetá y Guaya, así como zonas periféricas de las poblaciones de Tenza, Garagoa y Tibirita. Para estas áreas se estimó un máximo de amplificación del 20%. Las aceleraciones máximas horizontales estimadas varían entre 0.2 g y

0.5g. Dentro de este rango se han delimitado tres categorías de amenaza: intermedia, entre 0.20 g y 0.25 g; alta, 0.26 – 0.40 g y muy alta, 0.41 – 0.50 g.

El Mapa 19- Amenaza sísmica, muestra la distribución espacial del fenómeno. A grandes rasgos la cuenca se divide en dos grandes zonas. La primera, de amenaza intermedia, se sitúa al NO de un gran línea divisoria que sigue aproximadamente la dirección general de las estructuras geológicas existentes, mientras que la segunda, de alta amenaza sísmica, se sitúa al SE. La mayor parte de la zona de estudio tiene un alto nivel de amenaza sísmica, incluidos los principales cascos urbanos. Las áreas críticas de muy alta amenaza sísmica se encuentran al Oriente y en algunas laderas con depósitos coluviales aledañas al embalse; ocupan extensiones muy reducidas. El mapa original de INGEOMINAS no cubría el área situada aguas abajo del embalse. Por analogía con las áreas aledañas, a este sector se le asignó la categoría ALTA de amenaza. Los dos pequeños depósitos Cuaternarios no consolidados, muy cercanos al casco urbano de Santa María, no fueron reclasificados, debido a la falta de información que permitiría eventualmente asignarles la categoría MUY ALTA. Como lo muestra la tabla siguiente, el 80% de la cuenca está sujeta a una alta amenaza sísmica.

Tabla XIX-8 Distribución de la amenaza sísmica

NIVEL DE AMENAZA	ÁREA (Km ²)	ÁREA (%)
MUY ALTO	21.2	0.8
ALTO	2046.6	80.0
MEDIO	490.1	19.2

Incendios forestales

En este diagnóstico se le dio un tratamiento un poco diferente a los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el caso de los incendios forestales. Un movimiento en masa, una inundación o un sismo afectan esencialmente elementos ajenos al fenómeno mismo. En cambio, cuando un incendio forestal se presenta, la primera consecuencia es la destrucción de la cobertura vegetal, que constituye el combustible. Una vez iniciada la combustión, la vegetación misma, que es el primer elemento en riesgo, se convierte en parte del fenómeno que constituye la amenaza. Es posible estimar los daños causados a elementos diferentes a la vegetación y de esta manera reproducir en buena medida el análisis hecho para movimientos en masa, sismos e inundaciones. Este enfoque no parece conveniente en el caso del Río Garagoa. Las condiciones climáticas no favorecen el desarrollo de grandes incendios que causen daños a elementos diferentes a los ecosistemas naturales o de reemplazo. Es así como no existen reportes de viviendas o de elementos de infraestructura destruidos o dañados por incendios forestales.

La ocurrencia y la propagación de un incendio de la cobertura vegetal depende de numerosos factores. El tipo de cobertura, las condiciones climáticas (temperatura máxima del aire, humedad relativa, déficit hídrico, velocidad y dirección del viento), las fuertes pendiente se combinan para crear condiciones favorables a la ignición de la vegetación y a la propagación del incendio. No obstante, diversos estudios como el de González (2003) o el de la CAR (2003) muestran que la mayor parte de los incendios forestales en Colombia tiene un origen antrópico. Quemadas mal controladas, festividades con uso de pólvora, mala disposición de envases de vidrio y, con mucha frecuencia, utilización del incendio para obtener algún beneficio económico del predio afectado (Castañeda, 1997) priman sobre causas naturales como los rayos.

Clima

Precipitación, velocidad del viento y temperatura máxima del aire son los tres elementos climáticos que ejercen mayor influencia sobre la dinámica de los incendios forestales. La zona de estudio presenta unas características muy favorables para atenuar las posibilidades de incendio. La mayor parte está en el flanco húmedo de la cordillera Oriental. El Mapa 10 -Isoyetas de precipitación muestra como el cinturón de altas temperaturas se beneficia con una alta pluviosidad. Más cerca del piedemonte, los volúmenes de lluvia disminuyen mucho y la temperatura aumenta, pero las coberturas vegetales no son excesivamente vulnerables. En la alta montaña la situación parece más desfavorable. Coberturas más susceptibles coexisten con unas condiciones más secas, matizadas por temperaturas más bajas.

A pesar de que el origen de los incendios forestales es esencialmente antrópico, las consecuencias del descuido, la falta de precaución y la intencionalidad sólo se traducen en incendios de considerable magnitud cuando las condiciones climatológicas y de la cobertura vegetal lo permiten. La información climática disponible no permite tener unos mapas confiables de factores como la humedad relativa, la velocidad del viento o el número de días consecutivos sin lluvia. A muy grandes rasgos en la cuenca se presentan dos situaciones opuestas. En la parte alta, las temperaturas son bajas, lo cual dificulta la ignición del material vegetal y la propagación del fuego, pero los niveles de humedad son también bajos, y el efecto de esta característica es opuesto. En la parte baja sucede lo contrario, con un refuerzo de la tendencia monomodal del clima de la Orinoquia colombiana, que alarga las temporadas secas y aumenta la inflamabilidad del combustible. En estas condiciones el Mapa 21 -Amenaza de incendios forestales presentado sólo tiene en cuenta dos factores: la cobertura de vegetación y la ocurrencia histórica de incendios.

Con los registros de incendios forestales del IDEAM (fuente principal), CORPOCHIVOR y el CREPAD de Boyacá se elaboró la Tabla XIX-9, que resume los datos para los diferentes municipios de la cuenca.

Con la excepción de Tunja, que parece tener un registro mucho más exhaustivo que el resto del área de estudio, el análisis de la tabla muestra que el problema parece ser más frecuente en los municipios de Boyacá, Siachoque y Somondoco. Si se considera el número de hectáreas quemadas, la situación es un poco diferente. Boyacá (2023 hectáreas) y Siachoque (1440) son los municipios más afectados, seguidos por Viracachá (613), Almeida (569) y Macanal (416). En el otro extremo, Cucaita, La Capilla, Tibirita y Villapinzón no tienen registros de incendios. Los incendios se presentan a comienzos de año. En el extremo suroriental de la cuenca es más frecuente que ocurran en enero, mientras que los municipios del noroccidente los peores meses son febrero y marzo.

Muy pocos de los reportes traen la información completa. Es muy común que hagan falta la localización, el número de hectáreas quemadas o el tipo de cobertura afectada. Es así como sólo para unas 1.000 hectáreas se tiene el dato tanto del área, como de la cobertura afectada.

Tabla XIX-9 Eventos por incendios en la Cuenca por municipios

MUNICIPIO	NÚMERO DE INCENDIOS	ÁREA TOTAL AFECTADA (Has)	INCENDIOS CON REPORTE DE ÁREA	EXTENSIÓN PROMEDIO (Has)
ALMEIDA	9	569	9	63,2
BOYACÁ	14	2.023	6	337,2
CHINAVITA	7	45	6	7,5
CHIVOR	2	9	1	9,0
CHOCONTÁ	5	17	5	3,4
CIÉNEGA	2	4	2	1,9
CUCAITA	0	0	0	0
GARAGOA	8	36	3	12,0
GUATEQUE	2	9	2	4,5
GUAYATÁ	3	30	3	10,0
JENESANO	9	15	9	1,7
LA CAPILLA	0	0	0	0,0
MACANAL	8	470	7	67,1
MACHETÁ	2	2	2	0,8
MANTA	1	1	1	1,0
NUEVO COLON	7	21	7	2,9
PACHAVITA	2	80	2	40,0
RAMIRIQUÍ	7	29	4	7,2
SAMACÁ	5	204	5	40,8
SANTA MARIA	6	9	1	9,0
SIACHOQUE	15	1.440	14	102,9
SOMONDOCO	12	185	12	15,4
SORACÁ	3	2	1	2,0
SUTATENZA	5	34	5	6,8
TENZA	4	2	3	0,7
TIBANÁ	6	25	6	4,2
TIBIRITA	0	0	0	0,0
TUNJA	118	72	68	1,1
TURMEQUÉ	9	6	2	3,0
UMBITA	0	3	0	0,0
VENTAQUEMADA	8	36	8	4,4
VILLAPINZÓN	0	0	0	0,0
VIRACACHÁ	5	613	5	122,5
TOTAL	284	5.989	199	30,1

Tipo de combustible

De acuerdo con la literatura existente, los rastrojos y los matorrales se inflaman con gran facilidad, a diferencia de los pastos, especialmente si son manejados. Los bosques tiene un comportamiento intermedio, siendo menos inflamables los bosques primarios, seguidos por los secundarios y los plantados, aun cuando un adecuado manejo silvicultural de plantación puede reducir considerablemente la susceptibilidad al incendio. En vez de adoptar una de las numerosas clasificaciones existentes, se prefirió examinar el comportamiento de los incendios en el área de estudio, resumida en la Tabla XIX-10.

La Tabla XIX-10 muestra como se distribuyen las áreas quemadas según el tipo de cobertura vegetal. Es posible que algunas categorías, como los rastrojos, estén subrepresentadas, con respecto a los cultivos o a las plantaciones forestales. Sin embargo, esta tabla muestra una tendencia clara. Los cultivos son muy poco propensos a incendiarse; ocupan el 31.5% del área susceptible de ser afectadas por incendios, pero sólo el 7.4% del área que se ha quemado. En el extremo opuesto los páramos y sobre todo, los bosques plantados se inflaman muy fácilmente. El caso del páramo es muy significativo. En los talleres comunitarios se mencionó el carácter habitual de los incendios en los páramos durante las temporadas secas, mientras que los registros sólo reportan un incendio de 150 hectáreas en el páramo de Rabanal. Las demás coberturas presentan un comportamiento intermedio. Los bosques y los pastos tienden a ser más propensos al incendio, mientras que los rastrojos y matorrales lo son bastante menos, si bien es muy posible que la menor gravedad de las pérdidas económicas contribuyan al subregistro de incendios que afectan a estos dos tipos de coberturas.

Tabla XIX-10 Inflamabilidad de las coberturas vegetales

COBERTURA	ÁREA QUEMADA (HAS)	% (BASE ÁREA INCENDIADA)	% (BASE ÁREA OCUPADA EN LA CUENCA)	% DE DESVIACIÓN A UNA DISTRIBUCIÓN UNIFORME
Cultivos	75,6	7,4%	31,5%	23,5%
Páramo	150	14,8%	3,0%	493,3%
Bosque	274,4	27,0%	17,9%	150,8%
Bosques plantados	48,7	4,8%	0,2%	2400,0%
Rastrojo	211,6	20,8%	38,1%	54,6%
Pastos	254,8	25,1%	9,3%	269,9%
TOTAL	1015,1	100,0%	100,0%	100,0%

Estos datos permitieron definir una clasificación cualitativa de inflamabilidad resumida en la siguiente tabla:

Tabla XIX-11 Resumen de inflamabilidad por cobertura

COBERTURA	INFLAMABILIDAD
Cultivos	Baja
Páramo	Alta
Bosque	Media
Bosques plantados	Alta
Rastrojo	Media
Pastos	Media

Las zonas de alta inflamabilidad ocupan áreas muy pequeñas, en los páramos principalmente y en plantaciones de pino situada en las laderas adyacentes al embalse. Las zonas menos inflamables corresponden al norte y el sector occidental del centro de la cuenca, donde predominan los cultivos, mientras que la mayor parte del área de estudio quedó clasificada en la categoría media.

Metodología de elaboración del mapa

El primer paso consistió en elaborar un mapa con las coberturas donde son habituales los incendios (prácticamente todas, excepto los cuerpos de agua, el suelo semidesnudo y los espacios construidos). Luego se calculó un índice de ocurrencia de incendios por cada kilómetro cuadrado de cobertura potencialmente inflamable con los registros de incendio a nivel municipal, que fue reclasificado luego en tres categorías cualitativas de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla XIX-12 Clasificación de la frecuencia de incendios

Número de incendios/ Km ² de cobertura inflamable	Frecuencia cualitativa
$I < 0.1$	BAJA
$0.1 \leq I < 0.3$	MEDIA
$I \geq 0.3$	ALTA

En el caso de los municipios parcialmente incluidos en la Cuenca, se descartaron los registros de las áreas situadas por fuera de la zona de estudio. Cuando la información no permitió ubicar el incendio, se aplicó un coeficiente de corrección consistente en la proporción del área incluida en la cuenca con respecto al total del municipio. Es conveniente aclarar que la información disponible no permite ubicar con precisión los incendios forestales. Los reportes no tiene coordenadas, así sea aproximadas de los sitios de ocurrencia. La comparación de estos registros con la información recopilada en los talleres municipales tampoco permite sacar conclusiones sólidas. En muchos casos el número de veredas regularmente afectadas apenas es del mismo orden de magnitud que el de número de incendios reportados.

En términos absolutos, los niveles más altos de ocurrencia se registran en los municipios de Tunja y Boyacá y Siachoque. Sin embargo, este último municipio quedó clasificado en la categoría MEDIA, debido a su muy pequeña área incluida en la cuenca. El nivel MEDIO agrupa a cinco municipios: Guateque, Tenza, Sutatenza, Somondoco y Almeida. Estos cinco municipios tienen en común temperaturas relativamente elevadas y unas precipitaciones anuales relativamente moderadas, inferiores a los 2.000 mm.

Tabla XIX-13 Nivel de amenaza por inflamabilidad

	INFLAMABILIDAD			
	BAJA	MEDIA	ALTA	
FRECUENCIA RELATIVA	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA
	MEDIA	BAJA	MEDIA	ALTA
	ALTA	MEDIA	ALTA	ALTA

La determinación del nivel de amenaza se hizo mediante la superposición de los mapas de frecuencia relativa e inflamabilidad, de acuerdo con la anterior matriz de decisión:

Resultados

El mapa de amenaza de incendios forestales (Mapa 21) muestra tres zonas bien diferenciadas. Una franja situada al norte de la cuenca, en las partes más altas, concentra la mayor parte de las zonas de alta amenaza, ubicadas fundamentalmente en los páramos y en las áreas que no están siendo cultivadas. Estas áreas se encuentran en jurisdicción de los municipios de Machetá, Ventaquemada, Samacá, Tunja, Turmequé, Boyacá, Viracachá y Ciénega.

Una segunda zona donde predominan los niveles medios de amenaza, está formada por los municipios de Guateque, Tenza, Sutatenza, Somondoco y Almeida. En dos últimos municipios existen zonas de alta amenaza, que corresponden esencialmente a plantaciones de pino. El resto de la cuenca presenta bajos niveles de amenaza, con excepción del sur del municipio de Ramiriquí y las crestas que marcan el límite entre los municipios de Úmbita y Pachavita.

La tabla siguiente resume la distribución de las áreas según las diferentes categorías de amenaza.

Tabla XIX-14 Distribución del área según categoría de amenaza de incendio forestal

		ÁREA (Km ²)	ÁREA (%)
NIVELES DE AMENAZA	ALTO	29.2	1.2
	MEDIO	558.7	22.0
	BAJO	1949.8	76.8

Las salidas de campo de campo permitieron observar la zonas de muy alta pendiente parecen ser especialmente vulnerables a los incendios. Esta consideración será tomada en cuenta en la elaboración de los mapas de riesgo.

ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

La evaluación de la calidad de las zonificaciones de riesgo se hizo mediante una escala cualitativa (alta, media baja). Se trata de un “riesgo relativo”, inexistente en la teoría formal de estimación del riesgo, aunque considerado como un concepto válido para realizar estudios (Coburn et al., 1991; Cardona et al., 2003), especialmente cuando es muy difícil tener el mismo grado de certeza en el análisis de factores físicos y sociales. Ante las limitaciones de información en materia de infraestructura y de distribución de la población a nivel submunicipal, se tomó la densidad de población rural como el elemento en riesgo.

Para estimar la vulnerabilidad se tomaron en cuenta la calidad de las zonificaciones de riesgo de los POTs (metodología utilizada, recuento de antecedentes de eventos catastróficos, consulta de información secundaria disponible, idoneidad de los autores), las medidas adoptadas en las zonas de alto riesgo identificadas y los planes concretos incluidos en los planes de ejecución. Se establecieron dos categorías, ALTA Y BAJA. La categoría alta agrupa a aquellos municipios que realizaron un buena zonificación de riesgos o que han mostrado avances significativos en la elaboración de los Planes Locales de Emergencia, cuya aplicación efectiva permita en el futuro reducir la vulnerabilidad. Existe un elemento adicional que puede contribuir a estimar la vulnerabilidad en el futuro. CORPOCHIVOR viene adelantando un programa de apoyo a los municipios para elaborar los planes locales de emergencia. Existe un documento guía que expone de manera adecuada todos los aspectos a tener en cuenta. La calidad y el cumplimiento de las medidas y acciones previstas en estos planes locales de emergencia podrán establecer diferencias importantes en vulnerabilidad entre un municipio y otro. Por ahora no están todos terminados; sólo existen los de La Capilla, Chinavita, Garagoa, Guateque, Guayatá, Jenesano, Macanal, Nuevo Colón, Santa María, Tenza, Turmequé y Viracachá. En la mayoría de ellos el plan es todavía un producto incompleto. En algunos casos hace falta tener un mejor conocimiento de las amenazas existentes, mientras que en la mayoría apenas se piensa comenzar las labores de divulgación y capacitación de la comunidad en el 2005. Los recursos asignados parecen claramente insuficientes (10 – 20 millones de pesos). Este programa adelantado por CORPOCHIVOR es un primer y muy importante paso en el camino de la prevención de riesgos, aunque sería prematuro sacar conclusiones en las primeras etapas.

Los mapas de riesgo se obtuvieron haciendo superposición entre niveles de amenaza, densidades de población y niveles de vulnerabilidad. Estos no permiten tomar decisiones a nivel predial, simplemente indican donde están los principales problemas, si se está en un área densamente poblada -dentro de las limitaciones de no contar con un mapa de distribución de la población a nivel submunicipal- y si la administración municipal está prestando una atención adecuada al problema. Las matrices de decisión aparecen en las secciones específicas.

RIESGOS

Es conveniente recordar en esta sección lo que ya se expuso en la sección anterior. Los análisis aquí efectuados no corresponden a las definiciones formales de riesgo, en razón a las limitaciones a la escala del trabajo y los alcances del estudio. Los mapas presentados indican solamente tendencias generales, a un nivel de detalle que no permite tomar decisiones sobre lugares específicos. En una zona de alto riesgo presentada pueden existir sectores con condiciones mucho menos desfavorables que las del conjunto. Para efectos de planificación las zonas de alto riesgo presentadas en este estudio deben ser entendidas como zonas en las que es necesario hacer análisis más detallados para poder tomar decisiones puntuales.

Riesgo por movimientos en masa

La principal fuente de amenaza en la cuenca del río Garagoa son los movimientos en masa. Por esa razón, el mapa de riesgo por movimientos en masa es el más importante de los cuatro mapas de riesgo presentados.

Metodología

Como se indicó en la sección dedicada a la vulnerabilidad, el mapa de riesgo se elaboró mediante la superposición del mapa de amenaza presentado en el presente estudio del mapa de densidad de población rural, reclasificado en tres categorías. Se utilizó la distribución de la población rural, correspondiente a lo que DANE define como resto del municipio y se definieron tres categorías: Alta, Media y Baja. La densidad de población rural se clasificó según los criterios expuestos en la tabla siguiente:

Tabla XIX-15 Categorías de densidad de población rural

Hab/km ²	CATEGORÍA
< 40	BAJA
40-80	MEDIA
> 80	ALTA

Se elaboró primero un mapa de riesgo preliminar, según la siguiente matriz de decisión:

Tabla XIX-16 Riesgo preliminar por movimientos en masa – Matriz de decisión

RIESGO PRELIMINAR MOVIMIENTOS EN MASA		DENSIDAD DE POBLACIÓN		
		BAJA	MEDIA	ALTA
AMENAZA	BAJA	BAJO	BAJO	BAJO
	MEDIA	BAJO	MEDIO	ALTO
	ALTA	MEDIO	ALTO	ALTO

El mapa final de riesgo por movimientos en masa se elaboró mediante la superposición entre el mapa de riesgo preliminar y el mapa de calidad de gestión del riesgo, según la siguiente matriz de decisión:

Tabla XIX-17 Riesgo por movimientos en masa

RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA		RIESGO PRELIMINAR		
		BAJO	MEDIO	ALTO
CALIDAD DE LA GESTIÓN	BAJA	BAJO	MEDIO	ALTO
	ALTA	BAJO	BAJO	MEDIO

Resultados

El mapa de riesgo por movimientos en masa (Mapa 22) muestra una situación bastante diferente a la del mapa de amenaza. Las zonas de más alto riesgo también se concentran en el sur de la cuenca, pero la menor densidad de población existente en la orilla izquierda del embalse, posiblemente asociada a las mayores pendientes, disminuye los niveles de riesgo. En el norte de la cuenca aparecen dos zonas de alto riesgo de extensión relativamente importante. Proviene de una combinación de niveles medios de amenaza con altas densidades de población y estarían excluidas de las áreas críticas.

Las zonas de alta amenaza de la subcuenca de la quebrada La Guaya también son de alto riesgo, mientras que las áreas de la cuenca del río Fusavita, presentan un riesgo menor debido a una más baja densidad de población y de unas mejores zonificaciones de riesgo de los municipios de Garagoa y Chinavita. Algo análogo sucede en la subcuenca del río Juyasía, donde la calidad del componente de riesgos del EOT del municipio de Ciénega puede reducir los niveles de vulnerabilidad en el futuro.

Las áreas críticas están en la orilla derecha del embalse, en las microcuencas de las quebradas La Cuya, Ancha, El Chital, así como en la subcuencas de los ríos Súnuba y Aguacia. El extremo sur de la unidad de la quebrada La Guaya, así como el extremo SO. de la unidad del río Garagoa completan la gran zona de alto riesgo del sur de la cuenca, junto con el extremo SE. de la unidad del río Mchetá.

La Tabla XIX-18 resume las áreas ocupadas por los diferentes niveles de riesgo por movimientos en masa.

Tabla XIX-18 Áreas según niveles de riesgo por movimientos en masa

NIVELES DE RIESGO	ÁREA	
	(Km ²)	%
ALTO	414.9	16.7
MEDIO	813.3	32.6
BAJO	1264.4	50.7

La adición de las áreas de la tabla anterior no es igual al área total de la cuenca debido a que el embalse fue excluido del análisis de amenaza por movimientos en masa y por lo consiguiente, del de riesgo.

La situación de riesgo es un poco menos desfavorable que la de amenaza. Sin embargo, una sexta parte de la cuenca está en situación de alto riesgo. Este un porcentaje muy elevado, que amerita serios esfuerzos de reducción de la vulnerabilidad en el futuro.

Riesgo por inundación

Metodología

La metodología de elaboración del mapa de riesgo por inundación es análogo al de riesgo por movimientos en masa (ver sección anterior). El mapa de amenaza por inundación reemplaza al de amenaza por movimientos en masa y se utilizó la misma estimación de vulnerabilidad. En todo rigor, cada fenómeno debería tener su propia estimación de vulnerabilidad. No obstante, la escasa extensión de las áreas inundables y las escasas viviendas construidas en ellas no ameritan realizar un análisis separado.

El único sitio donde existe un alto riesgo por inundación vereda Bohórquez de Somondoco y allí no se han realizado acciones de mitigación de reubicación o establecido algún sistema de alertas que permita reducir la vulnerabilidad.

Resultados

La escasa ocupación de las áreas inundables y la baja extensión de estas, hacen que el mapa de riesgo por inundación (Mapa 24) sea muy similar al de amenaza. La única zona con alto riesgo por inundación es la vereda Bohórquez de Somondoco. El río Súnuba ha causado allí cuantiosas pérdidas económicas a la escala de la cuenca. El asentamiento existente y la normal Nacional del Valle de Tenza podrían verse muy afectados en caso de una creciente extraordinaria, o en caso de una avenida torrencial producida por un deslizamiento de gran magnitud aguas arriba. Un evento semejante no puede ser descartado dado el contexto litológico y tectónico de la zona.

Riesgo sísmico

La vulnerabilidad puede entenderse como el grado de exposición que tiene una comunidad y sus bienes materiales ante un evento amenazante (Smith et al., op. cit.) Dentro de este concepto están incluidos tanto la presencia de las personas y sus bienes, como el grado en que estos pueden ser afectados por la ocurrencia de un evento catastrófico.

Los POTs municipales coinciden en que la casi totalidad de las construcciones no cumplen con las normas de sismo-resistencia. En Garagoa, el casco urbano más grande de la región, sólo se exigió el cumplimiento de las normas antisísmicas para edificaciones de más de tres pisos de altura, tres años antes de la formulación del PBOT y dos años después se extendió la norma al resto de construcciones. El sismo de Tauramena, acaecido en enero de 1995, causó daños no muy importantes en varios de los municipios de la cuenca, pero mostró que la proximidad al piedemonte llanero puede traducirse en grandes daños, especialmente si un sismo de gran magnitud, se produjera durante la temporada de lluvias.

Metodología

La cuenca está situada en una zona de alta amenaza sísmica y hasta el momento no parece haberse hecho ningún esfuerzo importante por reducir la vulnerabilidad, con la excepción de la elaboración de los primeros planes locales de emergencia. Por esa razón, se estimó la vulnerabilidad considerando sólo la población que puede verse afectada por un sismo. Se utilizó la distribución de la población y se definieron tres categorías: Alta, Media y Baja. En la categoría alta quedaron incluidos los cascos urbanos municipales, así como las áreas rurales más densamente pobladas. La densidad de población rural se clasificó según los criterios expuestos en sección de riesgo por movimientos en masa. Adicionalmente, consideró los efectos de concentración de la población alrededor de las vías. Para este propósito se delimitaron zonas de influencia viales de 300 metros (Principales) alrededor de las vías principales (nacionales, nacionales transferidas a los departamentos y municipales pavimentadas) y de 200 metros para vías secundarias (Secundarias). La vulnerabilidad se estimó según la siguiente matriz de decisión.

Tabla XIX-19 Vulnerabilidad Sísmica

Áreas urbanas	Densidad de Población rural	Áreas rurales sin zona de influencia vial	Zonas de influencia viales	
			Secundarias	Principales
ALTA	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA
	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA
	ALTA	MEDIA	MEDIA	ALTA

La vulnerabilidad estará asociada en este caso a los elementos en riesgo, según la siguiente matriz de decisión:

Tabla XIX-20 Riesgo sísmico

RIESGO SÍSMICO		VULNERABILIDAD		
		BAJA	MEDIA	ALTA
AMENAZA	INTERMEDIA	Bajo	Medio	Medio
	ALTA	Medio	Medio	Alto
	MUY ALTA	Medio	Alto	Alto

Resultados

La tabla siguiente resume las áreas ocupadas por los diferentes niveles de riesgo.

Tabla XIX-20 Distribución del área según categoría de riesgo sísmico

		ÁREA (Km ²)	ÁREA (%)
NIVELES DE RIESGO	ALTO	67.9	2,7%
	MEDIO	2086.5	83,3%
	BAJO	349.5	14,0%

El Mapa 23- Riesgo Sísmico muestra la distribución espacial de los niveles cualitativos de riesgo sísmico. La mayor parte de la cuenca está en la categoría de riesgo MEDIO. Las zonas de alto riesgo están constituidas por los cascos urbanos situados al SE de la línea que separa las zonas de amenaza alta, y de amenaza intermedia, así como algunos de los corredores viales principales situados en la misma área.

Riesgo de incendios forestales

Metodología

Se adoptó el criterio de asimilar la vulnerabilidad a las condiciones de propagación y a la facilidad para el control. Debido a las restricciones en la información disponible, estos grandes factores se estimaron mediante un elemento para cada uno de ellos. La pendiente sirvió para estimar las condiciones de propagación, mientras que la distancia a las vías se utilizó para estimar la facilidad de combatir los incendios. El área afectada no fue utilizada debido a que pocos eventos de incendio tienen reporte de área afectada y en la mayoría de ellos no se puede identificar la cobertura afectada. La vulnerabilidad se estimó según la siguiente matriz de decisión:

Tabla XIX-21 Estimación de vulnerabilidad a incendios forestales

RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES VULNERABILIDAD		DISTANCIA A LA VÍA MÁS PRÓXIMA	
		< 500 m	> 500 m
PENDIENTE	< 30°	BAJA	MEDIA
	> 30°	MEDIA	ALTA

El mapa de riesgo se elaboró mediante la superposición de los mapas de amenaza y vulnerabilidad, según la siguiente matriz de decisión:

Tabla XIX-22 Riesgo de incendios forestales – Matriz de decisión

RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES		VULNERABILIDAD		
		BAJA	MEDIA	ALTA
AMENAZA	BAJA	BAJO	BAJO	BAJO
	MEDIA	BAJO	MEDIO	ALTO
	ALTA	MEDIO	ALTO	ALTO

Resultados

Como lo muestra el Mapa 25- Riesgo de incendio forestal, las condiciones climáticas de la cuenca hacen que en general exista un gran riesgo de ocurrencia de incendios forestales de gran magnitud. Las áreas cálidas tienden a ser más húmedas que las frías. El régimen monomodal dominante de precipitación es desfavorable, pero la temporada de lluvias es más extensa que la temporada seca. Las áreas de alto riesgo ocupan extensiones muy reducidas, al N. y al NO. del área de estudio, así como en una delgada franja situada antes del primer cinturón de condensación que corresponde a la zona de máxima precipitación.

Las vías tienen pobres especificaciones y las pendientes son elevadas. A pesar de ello su densidad es muy elevada y su estado mejora en la estación seca, que es la más desfavorable para los incendios forestales. Esto permite tener una relativamente buena accesibilidad relativa para combatir los incendios. El único factor absolutamente desfavorable son las elevadas pendientes de la cuenca.

CONCLUSIÓN

Las condiciones biofísicas de la cuenca la hacen muy susceptible a los movimientos en masa y un alto nivel de amenaza sísmica. Por el contrario, las inundaciones plantean mucho menos dificultades en conjunto, si bien el régimen torrencial asociado a las altas pendientes y a la influencia del régimen monomodal de buena parte de la Orinoquia plantea severas restricciones en lugares específicos como la Capilla. Los incendios forestales ameritan una atención especial, dado que la destrucción de la cobertura vegetal puede aumentar alta susceptibilidad intrínseca a los fenómenos de remoción en masa. Por fortuna, las zonas más vulnerables a los incendios no parecen coincidir con las zonas más inestables, aun cuando esa combinación se produce en algunas laderas aledañas al embalse La Esmeralda.

La vulnerabilidad es alta en el caso de las amenazas por movimientos en masa. En muchos lugares existe una cultura de convivencia con el peligro. En cambio el uso del suelo es bastante adecuado en las escasas áreas inundables, con utilización agropecuaria intensiva, pero muy pocas viviendas. Cabe destacar la labor que viene desarrollando CORPOCHIVOR en la asesoría a los municipios en la elaboración del plan local de emergencias, así como en las visitas a sitios afectados por fenómenos naturales de tipo catastrófico. No obstante se requerirá de un esfuerzo mucho más importante, así como una participación más decidida de los municipios y la gobernación para reducir los niveles de vulnerabilidad en la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

- CAR. 2003. Formulación del plan de contingencia en incendios forestales. Bogotá, CAR
- CARDONA, O. D. *et al.* 2003. La noción de riesgo desde la perspectiva de los desastres. Marco conceptual para su gestión integral. Manizales, IDEA – BID – CEPAL.
- CASTAÑEDA, A. 1997. Zonificación para el manejo de incendios forestales en Colombia. En: Motta Tello, M. T. (Ed.), 1997. Boletín de Protección Forestal No. 2. Incendios. Bogotá, CONIF. pp. 38-46.
- COBURN, A. W. *et al.*, 1991. Vulnerabilidad y evaluación de riesgo. Cambridge Architectural Research, PNUD UNDRO
- ESPAÑA. INSTITUTO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, s.f. Técnicas para la Defensa contra Incendios Forestales. *En*: MOTTA TELLO, M. T. (Ed.), 1997 pp. 26-33.
- GONZÁLEZ, Y. 2003. Construcción de una metodología para el pronóstico mensual del riesgo de incendios superficiales de la cobertura vegetal de Colombia. Aplicación a la región "Andina Norte". Bogotá, Tesis de maestría en meteorología. Facultad de ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- IDEAM. Registro de incendios forestales. (archivo magnético).
- INGEOMINAS. 1999. El INGEOMINAS y su apoyo al cumplimiento de la ley 388 de desarrollo territorial.
- INGEOMINAS, CORPES y GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA. 1998. Mapa de Amenazas Geológicas por remoción en masa y erosión del Departamento de Cundinamarca Segunda Fase.
- INGEOMINAS, INGENIERÍA GEOAMBIENTAL y GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA. 1997. Catálogo de desastres ambientales del departamento de Cundinamarca 1911-1997
- INGEOMINAS, CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CHIVOR S.A., ISAGEN S.A. 1997. Evaluación de la actividad erosiva y la amenaza geológica de la cuenca aportante a la central hidroeléctrica de Chivor.
- MOTTA TELLO, M. T. (Ed.). 1997. Boletín de Protección Forestal No. 2. Incendios. Bogotá, CONIF.
- RAMÍREZ, F y GONZÁLEZ, A. 1989. Investigación de deslizamientos en la Red Vial Nacional, sistema semicuantitativo de Evaluación a escala intermedia de zonas homogéneas de estabilidad. Universidad Nacional. de Colombia, Facultad de Ingeniería. Postgrado en Geotecnia; Bogotá, 1988.
- SMITH, K. 1996. Environmental Hazards. Londres, Routledge.
- SMITH QUINTERO, Ricardo (*Director*) *et al.* 2001. Aplicación de la metodología de formulación de los planes integrales de ordenamiento y manejo de microcuencas en la parte baja de la cuenca de la quebrada La Iguaná. Medellín, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, CORANTIOQUIA, Instituto Mi Río (en liquidación).
- TORRES, C.E. *et al.* s.f. zonificación de riesgo por incendio forestal y diseño de las medidas preventivas y operativas para los cerros orientales de Bogotá D.C. Archivo magnético de PowerPoint.

ANEXOS DEL COMPONENTE RIESGOS, AMENAZAS Y VULNERABILIDAD

Anexo 1. Glosario de terminología

Anexo 1 Glosario de terminología

Este breve glosario de términos fundamentales en análisis y gestión de riesgos fue tomada del estudio de INGEOMINAS *et al.* (1998).

AMENAZA NATURAL (H): Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino dentro de un período específico en un área dada.

AMENAZA RELATIVA: Se expresa como un valor cualitativo aunque para su evaluación se pueden utilizar valores numéricos. Por ejemplo alta, media, baja.

AMENAZA ABSOLUTA: Se expresa mediante un valor numérico. Por ejemplo los sismos en términos de una aceleración máxima $a_{m\acute{a}x}$ con una probabilidad P de excedencia de n años; deslizamientos por medio de un factor de seguridad (F.S.).

VULNERABILIDAD (V): Significa el grado de afectación esperada de un elemento o una serie de elementos en riesgo como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada. Se expresa en una escala de 0 (no daño) a 1 (daño total).

RIESGO ESPECÍFICO (Rs): Grado de pérdida esperado debido a un fenómeno natural particular. Se puede expresar matemáticamente por medio del producto de la amenaza por la vulnerabilidad. $R_s = H \times V$.

ELEMENTOS EN RIESGO (E): Es la población, propiedades, actividades económicas, incluyendo servicios públicos, etc., en riesgo en un área dada.

RIESGO TOTAL (R): Número de pérdidas de vidas, personas heridas, daños a la propiedad o interrupción de las actividades económicas esperadas debido a un fenómeno natural particular y es por lo tanto el producto del riesgo específico por los elementos en riesgo. $R = R_s \times E$ ó $R = H \times V \times E$.

ESCALAS DE TRABAJO: La escala de trabajo para la cartografía de amenazas por fenómenos de remoción en masa está determinada por los requerimientos de los usuarios para quienes se desarrolla el estudio. La Asociación Internacional de Ingeniería Geológica (1976) definió las escalas que aparecen a continuación:

Nivel de Zonificación	Escala
Escala Nacional	< 1:1.000.000
Escala Regional	1:100.000 a 1:500.000
Escala Media	1:25.000 a 1:50.000
Escala Grande	1:5.000 a 1:15.000

Por otra parte, la selección de la escala de trabajo depende de la disponibilidad de la información existente y de recursos económicos y las restricciones de tiempo, lo mismo que el conocimiento y la experiencia del grupo de trabajo.

SUSCEPTIBILIDAD: Término no definido explícitamente, pero utilizado con frecuencia. En algunos casos se utiliza como sinónimo de amenaza cuando ésta se califica en términos cualitativos. Ojeda (1997) propone la siguiente definición “Grado de propensión que existe en un área dada a que ocurra un fenómeno desastroso debido a las características físicas intrínsecas y ambientales que ella posee”.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

En materia de incendios forestales la utilización es un poco diferente. Las definiciones siguientes fueron tomada de Torres et al. (s.f.)

AMENAZA: Probabilidad de ocurrencia de un incendio forestal, con una cierta intensidad y potencialmente nocivo para las personas, los bienes, infraestructura y/o el medio ambiente, dentro de un período es específico de tiempo y en un área delimitada geográficamente.

DESASTRE: Situación causada por un incendio forestal que significa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y/o el medio ambiente. Es la ocurrencia efectiva de un evento.

EVENTO: Descripción de un fenómeno en términos de sus características, su ubicación y dimensión geográfica. Registro en el tiempo y el espacio de un fenómeno que caracteriza una amenaza.

FACTORES DETONANTES: Son aquellos que provocan o disparan un evento.

RIESGO: Daños o pérdidas estimados, de orden físico, social, económico o ambiental, representados por las afectaciones a las personas, las propiedades y a la infraestructura física y económica debidas a un incendio forestal.

RIESGO ACEPTABLE: Valor de las consecuencias sociales, económicas o ambientales que, a juicio de la autoridad que regula este tipo de decisiones, es considerado lo suficientemente bajo para permitir su uso en la planificación, el desarrollo de obras de infraestructura y en a formulación de requerimientos para fijar políticas sociales, económicas y ambientales afines.

SUSCEPTIBILIDAD: El grado de predisposición que tiene un sitio o elemento a ser afectado por un fenómeno, o a que en él se genere una amenaza debido a sus condiciones intrínsecas. **VULNERABILIDAD:** Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un incendio forestal.

**XX. IDENTIFICACIÓN DE CONFLICTOS DE USO
DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y
POTENCIALIDADES DE LA CUENCA**

Carlos Eduardo Ángel V.

Biólogo, Candidato a Especialista en Ingeniería
Ambiental

TABLA DE CONTENIDO

DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	XX-1
INTRODUCCIÓN	XX-2
ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	XX-3
RESULTADOS Y/O PRODUCTOS SEGÚN CONVENIO	XX-3
<i>Suelo</i>	XX-3
<i>Agua</i>	XX-6
<i>Flora</i>	XX-9
<i>Fauna</i>	XX-12
CONCLUSIONES	XX-14
RECOMENDACIONES	XX-15

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA XX-1. PORCENTAJE DEL HÁBITAT PERDIDO PARA LOS ECOSISTEMAS DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	XX-10
TABLA XX-2. GRADO DE FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT DE LAS ECO-REGIONES TERRESTRES DE LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	XX-11
TABLA XX-3. GRUPOS FAUNÍSTICOS EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOCHIVOR.....	XX-13

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA XX-1. OFERTA Y DEMANDA ESTACIÓN SAN JOSÉ (RÍO TEATINOS) EN AÑO SECO	XX-8
--	------

DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE

Los recursos naturales renovables (RR.NN.RR) se pueden definir como aquellos elementos proveídos de manera espontánea y permanente en la naturaleza, como parte de sus ciclos naturales, y que son utilizados por la sociedad para su beneficio. Por definición dichos recursos tienen la capacidad de perpetuarse mediante procesos naturales (ciclos biogeoquímicos) y pueden ser agotados, mantenidos o incrementados de acuerdo con el manejo que el hombre haga de ellos.

A este tipo de recursos pertenece el agua, el suelo, el aire, algunas formas de energía (p.e. la que se puede generar hidroeléctricamente o a partir de biomasa), la flora y la fauna.

Se tratará en este capítulo la identificación de conflictos (Apuro, situación desgraciada y de difícil salida¹) de uso de los recursos naturales renovables y su relación con las potencialidades de la cuenca. Entendiendo los conflictos de uso como “el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y aquel que debería tener”², de acuerdo con las posibilidades ecológicas del medio de que se trate, en particular. Los conflictos se presentarán relacionados con sobreutilización o subutilización y tienen que ver con aspectos de cantidad y calidad. El análisis pretende promover e incidir, en el marco del POMCARG, en las instancias gubernamentales de decisión, para que se tomen las medidas correctivas que promuevan su manejo racional, uso adecuado y conservación.

Según Decreto 2811 (Código de los Recursos Naturales) en su Artículo 3: los recursos naturales renovables regulados por el código son: La atmósfera y el espacio aéreo nacional, las aguas en cualquiera de sus estados, la tierra, el suelo y el subsuelo, la flora, la fauna, las fuentes primarias de energía no agotables, las pendientes topográficas con potencial energético, los recursos geotérmicos, los recursos biológicos de las aguas y del suelo y el subsuelo del mar territorial y de la zona económica de dominio continental o insular de la república y los recursos del paisaje.

Dentro de la escala de análisis trabajada se tratarán los siguientes RR.NN.RR.: suelo, agua, flora y fauna.

¹ Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. 22 ed. 2001.

² Edna Margarita Garzón. Zonificación De Los Conflictos De Uso De Las Tierras En Colombia. IGAC, Corpoica, 2001

INTRODUCCIÓN

Determinar los conflictos de uso de una zona históricamente intervenida no es tarea fácil, sobre todo porque ante la ausencia de información hay muchos detalles que escapan de los análisis que se puedan hacer. Sin embargo, las evidencias que permanecen, junto con los efectos de las actividades actuales permiten construir un marco real de la huella que las actividades humanas han dejado, como reflejo de un conflicto de uso, y están dejando para el futuro.

Los conflictos fueron analizados teniendo como base los informes temáticos y se enfocaron hacia los recursos naturales básicos: suelo, agua, flora y fauna. Es indudable, por los resultados y las evidencias obtenidas en el POMCA, que de no haber conflictos de uso en la cuenca, su situación ambiental no sería tan sensible como la que se presenta actualmente.

La cuenca, a nivel general muestra un gran conflicto por el uso del suelo lo que se refleja en zonas de alta pendiente con cultivos temporales o semestrales cuyas evidencias de erosión son evidentes, aunado a lo anterior, los bosques remanentes en el siglo pasado fueron presa de la revolución verde de la década de los 50, dejando sin cobertura natural cerca del 90% del territorio. La desregulación hídrica no se ha hecho esperar y el suelo ha quedado atrapado, para bien o para mal, en el embalse de La Esmeralda, afectando la seguridad y permanencia del proceso de su producción eléctrica.

El uso del agua no ha tenido ni medida ni control. Es aparentemente inexplicable que una cuenca cuyo principal valor estratégico está representado en su topografía y en el agua que discurre por ella y su capacidad para convertir lo anterior en energía eléctrica, esté mostrando en estos momentos fuertes conflictos de uso del agua, los que se expresan por continuos reclamos y demandas entre vecinos, deficiencia en la oferta por problemas de calidad y desregulación y agotamiento de fuentes otrora útiles y productivas.

La situación con la flora no es muy diferente. Los recursos forestales actuales están representados por pinos y eucaliptos y los pequeños y limitados remanentes de bosque nativo son empleados para la extracción de leña o para la apertura de nuevas tierras de cultivo. Su valor ambiental como prestador de funciones ecológicas (formador de suelo, regulador de clima y caudales, productor de materias primas diferentes a la madera) no ha sido determinado en términos económicos, sin embargo el panorama actual permite sospechar que éste es mucho más alto que el que está produciendo su consumo actual, destrucción y transformación.

Este capítulo brinda una mirada general en los aspectos temáticos pertinentes y en los casos en que la información lo amerita se concentra. Sin embargo información más detallada se puede consultar en cada uno de los informes temáticos.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

El análisis se hace a escala general para toda la cuenca (1:100.000) con base en lo encontrado por cada uno de los especialistas en los temas específicos relacionados con suelo, agua, flora y fauna, en estos dos últimos el análisis se hace a nivel ecosistémico. No se hace análisis específico del aire pues no se encontraron en la cuenca factores perturbadores determinantes de este recurso.

RESULTADOS Y/O PRODUCTOS SEGÚN CONVENIO

Suelo

En el caso del suelo se encuentran conflictos por uso inapropiado respecto a las características del suelo y a las pendientes. Información detallada se puede consultar en el capítulo V: Componente Suelos, del diagnóstico. “Las fuertes pendientes y las características estructurales de las mismas hacen que la mayor parte de los suelos de la cuenca resulten particularmente susceptibles a los procesos erosivos. El análisis de cada una de las asociaciones de suelos junto con el de la evaluación de la intensidad de uso de la tierra, permitió compilar información que muestra áreas críticas y áreas con problemas moderados o sin problemas en relación, tanto con el conjunto de características internas y externas de los suelos, como con el uso a que están sometidos. El análisis se complementa con la inclusión de la variable pendiente que, cuando se cruza con los tipos de utilización actual de la tierra, genera otros resultados interesantes.”

Las subcuencas con problemas críticos ocupan una proporción cercana al 31.2 % (78.327 has) de la zona estudiada y se ubican especialmente al norte de la cuenca del Río de Garagoa, en los municipios de Turmequé, Nuevo Colón, Boyacá, Jenesano, Ramiriquí y Ciénega. En el centro de la cuenca sobresalen algunos sectores alrededor de los municipios de Chinavita, Tenza, Sutatenza, La Capilla y Guateque. Al sur, existe otra zona crítica entre los municipios de Chivor y Santa María

En términos generales, en estas áreas críticas se presentan procesos de erosión laminar difusa, especialmente en zonas con cultivos limpios, movimientos en masa tipo reptación, deslizamientos y procesos de patas de vaca (caminos de ganado) en zonas dedicadas a la ganadería extensiva. Igualmente es posible que existan procesos acelerados de pérdida de fertilidad expresados en

procesos de compactación, degradación de la estructura y disminución de los nutrientes disponibles para las plantas.

Subcuencas o áreas con problemas moderados (color amarillo) Las zonas calificadas de esta manera ocupan aproximadamente 24.315 hectáreas, es decir, el 9.69 % de la cuenca, extendiéndose desde el norte, en inmediaciones de los municipios de Jenesano y Viracachá, hasta el sur Municipios de Santa María y San Luis de Gaceno, pasando por la mayor parte de los municipios más importantes de la región.

Esta unidad agrupa una extensa variedad de usos de la tierra, entre pecuarios y agrícolas, que en común poseen el hecho de incidir en procesos erosivos moderados a leves, lo que no quiere decir que tales áreas no deban recibir atención, sino todo lo contrario, deben cambiarse los usos y métodos asociados para evitar que se agraven los procesos erosivos o degradativos de los recursos. Son zonas para reducir y prevenir tales fenómenos.

Usos del suelo en pendientes superiores al 50%

La intención de este análisis radica en identificar aquellas zonas cuyas pendientes resultan contraproducentes en extremo para usos agrícolas especialmente del tipo de cultivo transitorio o cultivo limpio, dada las altas tasas de erosión que ello supone. Este trabajo no descarta las anteriores zonas críticas, sino que señala los sitios específicos en donde se ubican tales actividades que, en teoría, deberían evitarse.

El resultado de este ejercicio muestra que, alrededor de 4.747 hectáreas en la cuenca se están utilizando con cultivos limpios o transitorios en pendientes superiores al 50%. Las principales áreas se ubican al norte (cuencas de los ríos Juyasía y Teatinos), centro (cuencas de los ríos Garagoa, Guaya y Bosque) y hacia el sur en algunos sectores de las cuencas de los ríos Machetá y Guatanfur.

En tales zonas habría que intensificar los procesos de reconversión tecnológica hacia cultivos permanentes o plantaciones forestales o concertar con los propietarios algunas soluciones viables desde el punto de vista social y económico.

Con respecto a conflictos de uso en relación con las condiciones climáticas presentes en la cuenca se debe consultar el capítulo IV. Componente Hidrometeorológico, del cual se extraen los aspectos principales:

Zonificación de áreas susceptibles a la erosión

Desde el punto de vista hidroclimático para la zonificación de áreas susceptibles a la erosión y aporte de sedimentos a la cuenca del Río Garagoa, no solo se consideró la distribución de la precipitación anual dentro de la cuenca sino el efecto que podría ocasionar la misma debido a las pendientes y su fuerza de impacto relacionado con el grado de cobertura vegetal observado en las salidas de campo. De acuerdo con tales criterios, las zonas se han seleccionado como de alta, media y baja susceptibilidad.

Zonas de susceptibilidad Alta

Zona comprendida entre los municipios de Almeida y Chivor (quebradas La Cuya y el Chital). Zona de intensas precipitaciones; eventualmente, por acción de las fuerzas hidrostática e hidráulica de empuje, desencadenan como resultado series de movimientos en masa. También se consideró el transvase de aguas del río Rucio hacia la microcuenca de la quebrada de los Trabajos y la actividad minera en la zona de Somondoco. Otras zonas con problemas similares son el volcán del Corregimiento El Caracol - Garagoa), quebradas La Guaya, La Honda y Gusba (Mun. La Capilla) quebrada la Isla (Mun. Ciénega), zonas de areneras entre Jenesano y entrada de Úmbita. Todas estas regiones se caracterizan por presentar fuertes pendientes, intensidad de uso del suelo con fines agrícolas y una decreciente precipitación hacia el norte de la cuenca.

Hacia la parte centro oriente de la cuenca se encontraron otras dos zonas (Quebrada y cañón El Quincho parte alta de Fátima, quebradas La Hundida y Tendida.) con características semejantes a las anteriores en cuanto a pendientes y actividad agrícola se refiere. Sumándole a los criterios anteriores la fuerte intensidad de precipitación local, se consideró que estas dos zonas pueden constituirse en grandes aportantes de sedimentos a la cuenca.

Zonas de susceptibilidad media

Las zonas que se han calificado como de susceptibilidad media se ubican principalmente en las partes planas de la cuenca media y alta. Obedecen a zonas con intensidades de precipitación débiles; relativamente bajas pendientes y consolidación del terreno. No obstante, debido a su baja cobertura vegetal, se determinó su posibilidad de aportar sedimentos con lluvias intensas de baja frecuencia, durante eventos extremos de precipitación.

Las manchas mostradas en el costado derecho del Río Garagoa, aunque con algún grado de incertidumbre especialmente en la parte que comprende Sutatenza, fueron seleccionadas dado que esta región presenta actividad minera y sus pendientes son relativamente suaves.

Zonas de susceptibilidad baja

Comprende todas aquellas zonas caracterizadas por presentar una combinación de bajas pendientes, suelos altamente consolidados (rocas), áreas densamente cubiertas de vegetación o también bajos regímenes de precipitación y pendientes suaves, como se muestra en el sector de Jenesano, Ramiriquí, Pachavita, Tenza, y oriente de Garagoa.

En términos conclusivos: dadas las condiciones geológicas, de relieve y precipitación de la cuenca, el principal conflicto respecto del suelo está dado por el uso que se hace de este recurso y las tecnologías aplicadas en las explotaciones agropecuarias, lo que ha causado un notable efecto de falta de cobertura densa y permanente que genera un efecto de erosión, cuyos resultados pueden apreciarse y cuantificarse de dos maneras: la falta de cobertura identificada en las imágenes de satélite analizadas, y los enormes depósitos evidentes cuando el embalse baja de nivel en las épocas de estiaje, lo que está disminuyendo la vida útil del embalse y por lo tanto la merma de recursos económicos para gestión ambiental en la cuenca. El mantenimiento de los sistemas de producción actuales genera a su vez un círculo vicioso en el cual la pérdida del suelo retrasa la colonización y revegetalización espontánea, desprotegiendo el suelo del efecto de la “gota de lluvia” a la vez que eleva los costos de producción por la necesidad de correctores y fertilizantes.

Agua

Puede afirmarse que es un recurso con fuertes conflictos de uso, bien sea por uso incontrolado, por la desprotección de sus nacedores y rondas, lo que altera el régimen hidrológico o bien por la alteración de su calidad ocasionada por la disposición sin tratamiento de aguas servidas lo que afecta los sitios aguas abajo del lugar de utilización y/o disposición. (Ver capítulo XV: Componente Hidrológico)

Un caso particular de conflicto se presenta con las lagunas de montaña presentes en la cuenca, las cuales se encuentran en un estado de conservación relativamente estable, aunque en conflicto de conservación en aquellas donde se desarrollan actividades agropecuarias en las tierras aledañas. Lo anterior conlleva a la incorporación de materia orgánica y productos agroquímicos por lavado de los suelos, escorrentía e infiltración, contaminando sensiblemente estos ecosistemas.

El relieve, el clima y la naturaleza geológica presente han permitido la generación de gran cantidad de cursos de agua de diferente magnitud que forman una intrincada red hídrica. Como se explica en el capítulo mencionado, las zonas de recarga, en las partes altas de la cuenca, permiten mantener un caudal en las corrientes a pesar de la ausencia de lluvias durante el estiaje, lo anterior también se evidencia al aflorar en gran parte de la cuenca una cantidad de manantiales

(nacederos) de agua de carácter casi permanente. También se refleja en la inestabilidad de algunas de sus laderas que al no soportar la presión del agua, especialmente en los períodos de grandes lluvias, terminan desprendiéndose en forma de movimientos en masa (derrumbes, y deslizamientos) de diversa magnitud y consecuencias, especialmente sobre la infraestructura vial y de vivienda, factor este que ha sido estimulado por la pérdida de la cobertura natural protectora, con fines agropecuarios.

El territorio en consideración se caracteriza por presentar múltiples formas en la red hidrológica, parte de las vertientes de tributarios son constantes durante todo el año y en otra gran parte de ellos desaparece el agua durante los periodos de sequía, lo cual quiere decir que son inestables dependiendo de la intensidad y duración de las lluvias a lo largo del año. A este factor se añade una marcada desregulación como efecto de la deforestación masiva de zonas aledañas y protectoras de fuentes y corrientes de agua.

Asociado a este fenómeno se pueden incluir también los conflictos, generados por la deforestación drástica y su uso como tierras agrícolas, de las áreas catalogadas como acuíferos. La falta de cobertura, la pérdida de estructura y la compactación resultante del uso humano del suelo, en una topografía por lo general abrupta, aumenta la dinámica de escorrentía impidiendo la normal penetración del agua dentro del suelo. Entre las áreas en conflicto se pueden encontrar las siguientes: Grupo Farallones (CDf), formación Une (Kiu), formación Labor y formación Tierna, siendo los sinclinales de Mamapacha, Garagoa y Pachavita las estructuras que favorecen el almacenamiento del agua lluvia que se infiltra a través de la roca permeable (Formación Une) y su entrapamiento por parte de la Formaciones Fómeque y Chipaque.

Las zonas de páramo cumplen su función de condensadores de agua atmosférica que, pasando por las lagunas andinas de altura, participan en la recarga de acuíferos y son el origen de corrientes de agua que al descender de manera torrentosa arrastran gran cantidad de sedimentos, a lo que se suma la desprotección de vegetación evidente en estas corrientes.

En la cuenca se presenta una adecuada oferta permanente de agua, excepto en la unidad río Teatinos en la cual, y fundamentalmente por su trasvase al municipio de Tunja, se presenta una severa escasez del recurso en los meses secos del año, en los cuales la demanda es superior a la oferta.

A continuación se presentan de manera gráfica los resultados del análisis de oferta y demanda para esta corriente.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

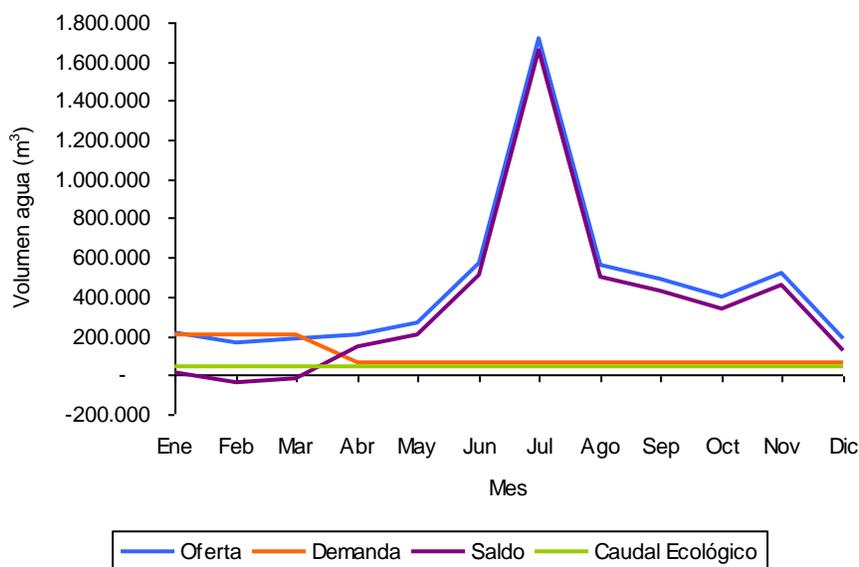


Figura XX-1. Oferta y demanda Estación San José (Río Teatinos) en año seco

Río Teatinos: Con caudal promedio de 1,59 m³/s, rendimiento o caudal específico es de 17,8 L/s/Km², oferta de agua durante los periodos de sequía 0,24 m³/s. Presenta condiciones críticas de déficit hídrico, especialmente en los meses de poca precipitación. En año seco, el suministro de esta corriente es insuficiente para los usos antrópicos y en los meses lluviosos existe un gran excedente.

Para el manejo de este río, al igual que en muchas pequeñas corrientes temporales, se sugiere implementar mecanismos (pequeños embalses) que permitan almacenar los grandes picos de caudal, de tal forma que permitan suplir la escasez de los primeros meses del año. En lo que respecta al caudal ecológico, este es insuficiente para las necesidades de los habitantes de la microcuenca, sin tener en cuenta la biota, por lo que se hace necesario estudiar los requerimientos hídricos del ecosistema de tal forma que sea posible obtener un verdadero caudal ecológico.

Una variable que permite determinar rápidamente la calidad de una corriente superficial es la saturación de oxígeno. Tal como se explicó en el capítulo correspondiente, valores superiores al 80 % son buenos, inferiores a 60 % son malos y los situados entre estos dos valores se consideran críticos. En la subcuenca del río Súnuba, de un total de 99 datos, en el 56 % de éstos la condición es buena, tan solo hay 1 punto con condición mala, y hay 42 % que se sitúan en la condición crítica. Dicho de otra manera, es muy probable que el 42 % del tiempo de un año cualquiera, la situación de las aguas de las corrientes del Súnuba y sus tributarios esté en condiciones tales que no son aptas para el desarrollo de organismos de manera autónoma y menos aún para el consumo

humano. Es importante señalar que la condición crítica se concentra en épocas de estiaje (Noviembre-Marzo), esto es de esperarse, ya que no hay efectos de dilución y la carga orgánica permanece constante.

Como se afirma en la parte correspondiente, la cuenca del río Garagoa tiene una adecuada oferta de agua que incluso en las partes más húmedas supera todas las necesidades, no en vano el principal producto de exportación de la cuenca es energía hidroeléctrica. Sin embargo, en las partes más secas, parte norte de la cuenca, el período de estiaje es largo y genera algunos conflictos por deficiencia de la oferta, en los años más secos. Esta situación puede resolverse por medio del almacenamiento de excedentes de agua durante la época lluviosa en macroembalses y su posterior uso en la temporada seca.

Aunque el agua es suficiente, en general, los principales conflictos encontrados están dados por un consumo indiscriminado e incontrolado, que genera problemas por el acceso a este recurso entre vecinos y en algunos municipios existe déficit de agua potable para abastecer el casco urbano (p.e. Somondoco) e incluso se ha llegado a racionar el servicio (p.e. Tenza, Garagoa) en los últimos años (Fuente: Talleres de participación comunitaria).

En algunos casos inestabilidad de suelos y erosión por mal uso en los casos en que se utiliza el agua para riego sin tener elementos ni tecnologías adecuadas (aspersores, sistemas de distribución y drenaje) a las características locales.

Pero quizás el principal conflicto se presenta en la disposición de las aguas utilizadas y contaminadas. Existen las normas que regulan la calidad de las aguas servidas y las tecnologías para el tratamiento de dichas aguas desde procedimientos simples como pozos sépticos domiciliarios, hasta costosas tecnologías para tratamientos más dispendiosos, voluminosos y complejos. El deterioro de la calidad genera conflictos de uso especialmente aguas abajo, aumentando los costos de tratamiento y sanitarios asociados.

Flora

La aproximación con este tema se hace a partir del análisis ecosistémico y de cobertura vegetal, que a su vez reflejan, a la escala de trabajo, el estado actual y los conflictos de uso de la flora local como componente fundamental de la cobertura. Información más extensa puede encontrarse en el capítulo VI: Componente Ecosistémico.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

La Cuenca del Río Garagoa conserva tan sólo el 21% de sus ecosistemas originales, que cubren 52.764 ha, la mayor parte de los cuales corresponde a la eco-región de bosques montanos de la Cordillera Oriental. Este nivel de transformación se asocia con problemas de inestabilidad de suelos (p.e. deslizamientos en Quebrada Negra en Macanal), cambio del régimen hidrológico que conlleva a la desregulación de caudales (p.e. Quebrada El Hato en Macanal, la cual abastece la cabecera municipal) y pérdida de la capacidad productiva de los suelos.

En general, los nacedores y riberas de los ríos, quebradas y demás sistemas de aguas corrientes de la Cuenca están desprotegidos de su vegetación natural, la cual ha sido reemplazada por potreros para labores pecuarias; se exceptúa el nacimiento de la quebrada La Guaya en el municipio de Tenza (Salcedo, 1996). Los relictos de vegetación se restringen, en la mayor parte de la Cuenca, a lugares de fuerte pendiente, áreas aisladas de difícil acceso o que por su alta pendiente y baja fertilidad no se usan para actividades agropecuarias. En varios municipios (p.e. Ramiriquí, Boyacá) los bosques naturales están extintos, sólo quedan árboles aislados, que no superan las 10 ha.

El indicador de hábitat total perdido mide uno de los criterios considerado como factor crítico que contribuye a la reducción y pérdida de poblaciones biológicas, especies y ecosistemas; de acuerdo al porcentaje de hábitat original perdido (Tabla XX-1) se establece el puntaje para cada eco-región.

Tabla XX-1. Porcentaje del hábitat perdido para los ecosistemas de la cuenca del Río Garagoa

Tipo Principal de Ecosistema TPE	Tipo Principal de Hábitat TPH	Eco-región	Área potencial (ha)	Área actual (ha)	Hábitat total perdido (%)
Bosques tropicales de hoja ancha	Bosque basal	Bosque basal húmedo de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental	3.265,47	92,90	97,16
	Bosque submontano	Bosque submontano de la Cordillera Oriental	56.656,55	4.168,91	92,66
	Bosque montano	Bosque montano de la Cordillera Oriental	159.728,38	25.583,02	84,14
	Bosque montano alto	Bosque montano alto de la Cordillera Oriental	20.677,53	11.430,21	42,36
Pastizales/sabanas/ matorrales	Páramos	Páramos de la Cordillera Oriental	11.028,65	11.028,65	0
Total	251.356,58	52.763,54	79,00	52.763,54	79,00

Como puede apreciarse en la tabla anterior, la cobertura natural de los ecosistemas representativos más biodiversos (bosques montano, submontano y basal) ha sido transformada en más del 85 % y las áreas remanentes, en la mayoría de los casos, han sido reportadas como altamente amenazadas por la presión (conflicto de uso) ejercida para consumo de leña y/o para

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

nuevas tierras de cultivo. Por otro lado, los análisis muestran que tan solo una fracción muy pequeña del territorio se utiliza en sistemas agroproductivos de alguna eficiencia, lo que resulta en que la gran mayoría de la cuenca, que debería estar cubierta de vegetación densa y permanente de manera que generara bienes y servicios ambientales suficientes para atender las necesidades de la cuenca, presenta un conflicto de uso al estar destinado a coberturas simples de potreros y rastrojos, pero además de muy baja eficiencia de uso y productividad.

La fragmentación es la división de un hábitat continuo en unidades más pequeñas y aisladas que conlleva a una disminución del área total de hábitat y cambios en la estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas. La fragmentación del hábitat tiene un efecto funcional definitivo sobre flora y fauna y es el aislamiento de especies entre las unidades remanentes, lo que afecta la continuidad espacial y temporal de procesos biológicos y ecológicos, en particular, amenaza la viabilidad de poblaciones biológicas, especialmente de aquellas que presentan bajas densidades; se considera que fragmentos con una extensión menor a 10.000 Ha. no son adecuados para mantener poblaciones viables de la mayoría de los mamíferos grandes. De manera general, todos los tipos de ecosistemas existentes en la Cuenca del Río Garagoa presentan algún grado de fragmentación del hábitat (Tabla XX-2), la mayor parte de los bloques de hábitat relictuales tienen una extensión inferior a 100 ha y en todos, excepto en el bosque basal, se conserva al menos un bloque de más de 1.000 ha, aunque sin superar las 5.000 ha.

Tabla XX-2. Grado de fragmentación del hábitat de las eco-regiones terrestres de la Cuenca del Río Garagoa

Eco-región	Fragmentos o Bloques			Longitud de borde	Densidad de borde	Grado de fragmentación
	Número	Área (has)				
		media	máxima			
Bosque basal húmedo vertiente oriental de la Cord. Oriental	16	5,81	76,25	10.720,85	670,05	Alto
Bosques submontanos de la Cord. Oriental	91	45,81	2.348,14	240.186,32	2.639,41	Avanzado
Bosque montano de la Cord. Oriental	812	31,51	4.361,59	2.535.818,03	3.122,93	Medio
Bosque montano alto de la Cord. Oriental	378	30,24	1.536,82	1.211.721,17	3.205,61	Bajo
Páramos de la Cord. Oriental	418	26,38	1.525,41	1.086.888,34	7.819,34	Bajo

Fuente: IDEEA-UN, 2004 (este estudio).

Los conflictos que genera esta situación se pueden sintetizar en la posibilidad de que la recuperación espontánea de poblaciones, que pudiera representar una mejora en los índices de cobertura “natural”, sea cada vez más complicada, y que la presencia y supervivencia de especies vernáculas, adaptadas a las condiciones locales, sea puesta en duda. Un ecosistema así fragmentado no garantiza la existencia de hábitat para las especies locales, o al menos no en las cantidades deseables, el conflicto que se representa es que los terrenos así transformados no

prestan por un lado los servicios ambientales que serían valiosos (regulación hídrica, moderación del clima, información genética, entre otros) ni tampoco prestan servicios rentables y eficientes de productividad agropecuaria, en síntesis, ni la producción agropecuaria ni la natural son las adecuadas.

Fauna

Según se entiende en el capítulo referente a Biodiversidad (Capítulo VII), la cuenca presenta un rango altitudinal desde 300 a 3.000 msnm donde se pueden identificar 8 zonas de vida, con climas variados que representan condiciones para albergar una gran diversidad de fauna, sin embargo las drásticas alteraciones y transformaciones de sus bosques ha diezclado las especies nativas.

Las regiones con bosques húmedos y muy húmedos albergan valles y regiones montañosas en donde todavía quedan algunos pequeños relictos de bosques nativos dispersos, que pueden albergar especies representantes de la fauna autóctona. Las partes de bosque subandino, andino y altoandino (Bosque submontano y montano, 1.000-2.800 msnm.) tienen una extensión de 29.752 has. (11,75 % cobertura de Corpochivor) con ecosistemas muy biodiversos que enfrentan un alto grado de deterioro y fragmentación, sin embargo, hay todavía algunos relictos de regular tamaño que ameritan atención prioritaria.

El análisis de la información disponible arrojó la presencia de 307 registros para especies de fauna en 10 municipios, algunos con datos muy específicos (Páramo del Bijagual, Provincia de Márquez y Cuenca Río Blanco en San Luis de Gaceno, Los cristales, Castillejo, Cuchilla El Choque y Villapinzón) distribuidos así: Anfibios (10 registros), Aves (116), Reptiles (41), Peces 17) y Mamíferos (89). Sin embargo, la información está bastante fragmentada y los muestreos no son comparables por cuanto utilizan metodologías no homologables. Es así que para algunos municipios hay inventarios muy completos (p.e. Garagoa), con muestreos y avistamientos mientras que para otros la información es bastante reducida o no está disponible y sólo se mencionan datos suministrados por pobladores de la zona. Los municipios donde se registra el mayor número de especies son quizás donde la corporación ha contratado estudios para organizar los Planes Ambientales.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

En la región se encuentran páramos y en algunos de ellos hay inventarios de fauna que dan evidencia de la presencia de un importante número de especies, a pesar del gran deterioro que están enfrentando debido a presiones antrópicas de diferentes clases³.

En la base de datos que se recopiló se presentan 254 especies de animales distribuidas así, según porcentajes.

Tabla XX-3. Grupos faunísticos en la jurisdicción de Corpochivor

Grupos faunísticos	%
Aves	35%
Mamíferos	30,4%
Reptiles	13,6%
Invertebrados	8,8%
Peces	6,8%
Anfibios	6,4%

De lo analizado y encontrado se puede concluir que en la cuenca todavía queda una cantidad importante de especies animales, que prestan valiosos servicios ambientales como dispersores de semillas, polinizadores, control biológico y control de plagas, pero que por el deterioro acelerado de los ecosistemas (fragmentación) y la cacería de consumo, sus poblaciones están realmente amenazadas de desaparición de la región (algunas ya lo han hecho).

Exceptuando los mamíferos y los peces, en los demás grupos se encontró por lo menos una especie endémica de la zona. Es de esperarse que con inventarios sistemáticos y análisis de distribución geográfica y altitudinal se encuentren más especies endémicas, puesto que esta región queda en uno de los centro de endemismos del país (Hernández et al., 1992a).

Otros factores que generan conflicto en relación con el uso de la fauna son la contaminación y la urbanización, factores estos que ocasionan la disminución de los sitios de anidamiento, sitios de reproducción y fuentes de alimento.

³ Las regiones altas enfrentan un alto grado de deterioro: el 79% de su hábitat se ha perdido, hay fragmentación de alta a media, y solamente en los páramos se determina un grado de fragmentación bajo; en general se determina que los bosques basales y Bosques premontanos están en peligro. A pesar de que el ecosistema montano se mencione como estable, presenta un alto grado de presión antrópica por obtención de leña, y también por expansión de la frontera agrícola y ganadera. No ha sido mas el deterioro porque tiene regiones de difícil acceso y esas son las que todavía se conservan en un relativo buen estado.

Dadas las condiciones locales de transformación y desarrollo socioeconómico no es de esperar que las especies de fauna locales sean y representen un aporte significativo de alimento o de otros recursos de supervivencia (pieles, p.e.) para los locales, por lo tanto no es de esperar la presencia de conflictos en este sentido. Es presumible que la cacería o utilización de fauna tenga otro carácter (cinagético), cultural (miedo o sentimiento de amenaza) o medicinal y mítico.

El conflicto se presenta al asociar las especies con mecanismos indispensables para la supervivencia de otras especies y por lo tanto de los biomas en particular. Son bien conocidas y reconocidas las funciones que cumplen especie de fauna como: polinizadores, permitiendo la fecundación, la producción de semillas y la perpetuación de especies; dispersores, facilitando en muchos casos la relocalización de especies y la germinación de semillas; consumidores, promoviendo el control poblacional y por lo tanto el equilibrio funcional de los ecosistemas. De suerte que una disminución significativa de las especies locales significa un funcionamiento anormal de ciertas dinámicas poblacionales al interior de los biomas naturales.

Por otro lado la presencia de especies foráneas genera conflictos de supervivencia para los locales al transformar o utilizar los hábitats indispensables necesarios para las especies locales o al funcionar como vectores y/o transmisores de enfermedades, que por la precariedad de los medios con que se cuenta en nuestro medio, pasan desapercibidas a los gestores de conservación.

CONCLUSIONES

La cuenca del río Garagoa no escapa a los efectos de la explotación oportunista e inmediatista que se ha hecho en la historia postcolombina en nuestro medio, pero especialmente en los últimos 50 años. Dicho sistema ha generado la transformación paulatina del ecosistema que en su momento respondió a las demandas socioeconómicas locales pero que lo tiene actualmente al borde de sus posibilidades de sostenibilidad, es decir se presenta ahora un conflicto generalizado entre las posibilidades productivas y las demandas y necesidades de los habitantes. Las necesidades actuales se reflejan en unas explotaciones eficientes que ocupan cerca del 10 % del territorio y que aparentemente son suficientes para el mantenimiento de la economía local (aunque con unas dudosas perspectivas de crecimiento y mejora) y cerca del 80 % de transformación de los ecosistemas presentes que no ofrecen los bienes y servicios ambientales que demandaría una sostenibilidad básica de los sistemas de producción.

Se puede decir que en su orden los conflictos más importantes están dados por el uso del suelo, el uso y la calidad del agua, la disponibilidad de recursos maderables y no maderables del bosque y los derivados de su funcionalidad. Aunque hay unidades de trabajo, como la del río Teatinos, en

donde el conflicto por disponibilidad de agua es grave debido a su trasvase a otra cuenca, aguas abajo se empiezan a presentar conflictos por su calidad que están afectando la oferta para uso doméstico e industrial (sedimentación del embalse). Buena parte del conflicto se está dado por el consumo incontrolado y desmedido del recurso, pero otra parte está dado por la disposición de aguas servidas que superan la capacidad de recuperación de los cauces, a pesar de las buenas condiciones de remoción y recuperación que les conceden los caudales y pendientes presentes.

Aunque el uso de la fauna local no podría representar, en las condiciones actuales, un aporte importante de proteína, alimento u otros recursos asociados, la transformación del ecosistema (y la fragmentación asociada), y la demanda para otros fines, de las especies presentes, pueden estar representando un conflicto al limitar las poblaciones y por lo tanto la capacidad de éstas para cumplir funciones ecológicas indispensables para la recuperación (resiliencia) intrínseca de los biomas presentes, lo cual no ayuda a favorecer la sostenibilidad y el futuro de la cuenca.

RECOMENDACIONES

Es importante que las autoridades ambientales actúen claramente sobre los factores en conflicto identificados: usos de la tierra, consumo de agua, tratamiento de la contaminación urbana, restauración de cobertura en altas pendientes, y protección y promoción de flora y fauna, estas últimas interdependientes entre ellas, la restauración de biomas específicos y su conservación es un factor determinante en este sentido.

Dado que la base fundamental de estos conflictos parece radicar en la forma como se conciben y hacen las explotaciones (cultura – agri-cultura, p.e.) es importante y estratégico incidir en los usuarios del territorio hacia un cambio en la cultura de explotación, hacia formas más sostenibles, cuyas técnicas se conocen y se aplican con éxito. Lo anterior es importante si se tiene en cuenta que el POMCARG identificó cerca de 130.000 Has aptas para hacer en ellas uso sostenible, con mínimos conflictos, en contraposición a las 25.000 o 30.000 que actualmente se utilizan con más o menos eficiencia y que pueden estar generando conflictos por el uso de los recursos naturales.

XXII. CATEGORIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE TRABAJO

Germán Márquez Calle

Profesor Asociado

Universidad Nacional de Colombia

Javier Burgos Salcedo

Profesor Asociado

Universidad Nacional de Colombia

Juana Camacho Otero

Economista, Maestría Medio

Ambiente y Desarrollo IDEA-UN

Elizabeth Valenzuela C.

Bióloga, Maestría Medio Ambiente y

Desarrollo IDEA-UN

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	XXII-1
MARCO TEÓRICO	XXII-2
OBJETIVOS	XXII-3
<i>Política Nacional Ambiental</i>	XXII-3
<i>Comisión Conjunta para la Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa</i>	XXII-4
<i>Universidad Nacional-IDEA</i>	XXII-5
INDICADORES (CRITERIOS)	XXII-11
<i>Sistema de Indicadores</i>	XXII-12
<i>Hojas metodológicas</i>	XXII-14
ASPECTOS METODOLÓGICOS	XXII-15
<i>Leyes de Potencia</i>	XXII-15
<i>Categorización</i>	XXII-17
<i>Priorización</i>	XXII-20
RESULTADOS	XXII-25
<i>Categorización</i>	XXII-25
<i>Priorización Vertical</i>	XXII-29
CONCLUSIONES	XXII-37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XXII-39

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA XXII-1 MODELOS DE PRIORIZACIÓN DE MICROCUENCAS.....	XXII-2
TABLA XXII-2 COMPOSICIÓN DEL ÍNDICE DE ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	XXII-6
TABLA XXII-3 CATEGORÍAS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	XXII-7
TABLA XXII-4 PARÁMETROS ENTREGADOS POR CORPOCHIVOR.....	XXII-8
TABLA XXII-5 PARÁMETROS SELECCIONADOS POR EL IDEA	XXII-9
TABLA XXII-6 INDICADORES MÍNIMOS SEGÚN OBJETIVOS DE LAS CORPORACIONES	XXII-18
TABLA XXII-7 INDICADORES SEGÚN OBJETIVOS DE MANEJO AMBIENTAL	XXII-21
TABLA XXII-8 PROPUESTA DE INDICADORES CLAVE DE ESTADO Y PRESIÓN PARA PRIORIZACIÓN DE CUENCAS APORTANTES.....	XXII-23
TABLA XXII-9 UNIDADES PRIORITARIAS PARA EL NIVEL DE CONSERVACIÓN O DETERIORO O DE LA CUENCA	XXII-25
TABLA XXII-10 UNIDADES DE TRABAJO SEGÚN TENDENCIAS DE MANEJO DE LA POBLACIÓN.....	XXII-26
TABLA XXII-11 UNIDADES DE TRABAJO SEGÚN ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS	XXII-27
TABLA XXII-12 UNIDADES DE TRABAJO SEGÚN NIVEL DE APROVECHAMIENTO O DISPOSICIÓN.....	XXII-27
TABLA XXII-13 CATEGORIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE TRABAJO SEGÚN EL NIVEL DE CONSERVACIÓN	XXII-29
TABLA XXII-14 UNIDADES DE TRABAJO PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN CON ÉNFASIS EN AGUA.....	XXII-30
TABLA XXII-15 UNIDADES DE TRABAJO PRIORITARIAS PARA EL USO SOSTENIBLE EN LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	XXII-31
TABLA XXII-16 UNIDADES DE TRABAJO PRIORITARIAS PARA LA RECUPERACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	XXII-31
TABLA XXII-17 RESUMEN DE LA PRIORIZACIÓN POR INDICADORES DE LAS UNIDADES DE TRABAJO.....	XXII-38

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA XXII-1 DISTRIBUCIÓN HIPERBÓLICA O J-INVERTIDA.....	XXII-16
GRÁFICA XXII-2 EJEMPLO DE ANÁLISIS GRÁFICO DE INDICADORES CLAVE DE ESTADO Y PRESIÓN	XXII-24
GRÁFICA XXII-3 CATEGORÍAS DE TENDENCIAS DE MANEJO DE LA POBLACIÓN Y NIVEL DE CONSERVACIÓN O DETERIORO.....	XXII-28
GRÁFICA XXII-4 PRINCIPALES PRESIONES SOCIOECONÓMICAS PARA LAS UNIDADES PRIORITARIAS	XXII-33
GRÁFICA XXII-5 PRINCIPALES PRESIONES SOBRE UNIDADES PRIORITARIAS POR RENDIMIENTO HÍDRICO.	XXII-34
GRÁFICA XXII-6 PRINCIPALES PRESIONES SOBRE UNIDADES PRIORITARIAS POR SUSCEPTIBILIDAD A EROSIÓN	XXII-35
GRÁFICA XXII-7 PRINCIPALES PRESIONES SOBRE UNIDADES PRIORITARIAS POR SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS.	XXII-36

INTRODUCCIÓN

En esta parte del Informe y del POMCARG se comparan las diferentes unidades de trabajo definidas para el área de estudio por el comité técnico del convenio, con el fin de identificar sus características ambientales principales en el contexto de la cuenca del Río Garagoa y cuál es la categoría (orden de importancia, rango o jerarquía) que cada una de ellas tiene u ocupa respecto a las demás. Esta categorización de las unidades se hace respecto a objetivos de desarrollo deseables dentro del POMCA planteados por las Corporaciones (tendencias de manejo de la población), por la Universidad Nacional (Estado/Presión) o por la Política Nacional Ambiental (conservación y restauración del patrimonio natural) y a indicadores de la condición ambiental de las unidades. Una vez establecidas las categorías, será posible priorizar proyectos previamente identificados para cada una y articularlos dentro del POMCA.

Para la categorización es necesario tener elementos de juicio –criterios- que permitan la comparación, los cuales son los ya mencionados objetivos e indicadores. Los objetivos de la categorización son varios al igual que los criterios, lo que la convierte en un proceso multiobjetivo y multicriterio (Barba-Romero, 1987). Por un lado se encuentran los objetivos propuestos por las Corporaciones, que hacen referencia al estado de conservación o deterioro de la cuenca, el estado de conservación de los ecosistemas, las tendencias de manejo de la población y el nivel de aprovechamiento o disposición de la cuenca. La gestión ambiental como herramienta de la Política Nacional Ambiental, propone objetivos sectoriales: la conservación del patrimonio natural en especial del agua, la restauración del patrimonio natural en especial el agua, la generación de ingresos mediante el uso sostenible de los recursos naturales y la prevención de riesgos (recuperación). Finalmente, la Universidad Nacional propone, en concordancia con estas dos propuestas una especificación en términos de ecosistemas, agua y suelos de los objetivos de manejo de la cuenca, teniendo en cuenta el estado de los bienes y servicios ambientales y las presiones que sobre éste existen.

Los criterios de priorización están asociados a los indicadores que se utilizan para cada objetivo. Estos criterios están asociados a temas de estado o de presión y en algunos casos a respuestas de la sociedad frente a cambios en el estado. En este documento se inicia con una presentación de los objetivos de las diferentes instancias que se tendrán en cuenta en el proceso, a continuación se hace una introducción al concepto de indicador, al proceso de selección, diseño e implementación y se relacionan los utilizados para este proceso de categorización junto con una breve descripción metodológica. Luego se presentan los aspectos metodológicos del proceso de categorización y priorización, para finalmente presentar los resultados en los distintos niveles de análisis.

MARCO TEÓRICO

Este capítulo del POMCA responde a la necesidad de priorizar las unidades de trabajo, dado que los recursos necesarios para la ejecución del Plan son limitados y se requiere, por tanto, establecer un orden de intervención; así mismo, este capítulo busca indicar dónde es más efectivo realizar las intervenciones, en el corto y mediano plazo, con el fin de tener el mayor nivel de respuesta. Este ejercicio de priorización de cuencas se desarrolla, como en otros casos, “con propósitos de intervención del sector público para el aprovechamiento, conservación y rehabilitación (en términos del POMCA, recuperación) de cuencas y microcuencas” (Domínguez *et al.*, 2003).

Para la priorización de cuencas se han usado, en diversos ámbitos geográficos, diferentes métodos, todos los cuales se caracterizan por estar dirigidos para la recuperación, manejo y conservación de uno o varios recursos naturales. Los modelos más empleados a nivel mundial (Tabla XXII-1) se caracterizan por tener enfoques integrales o centrados en la recuperación o conservación de un recurso específico, principalmente agua y suelo; por otro lado, existe un amplio rango de criterios usados, que depende de la calidad y cantidad de información disponible.

Tabla XXII-1 Modelos de priorización de microcuencas

Modelo	Enfoque	Tipo de criterios	Análisis	Desventajas
FAO, 1992	Recuperación y rehabilitación	Físicos	Comparativo de aspectos físicos	Limitada a factores físicos
Perú, 1984	Integral (conservación)	Físicos Sociales Institucionales	Considera todos los aspectos, identifica áreas no muy alteradas para su rápida rehabilitación	Su único fin es la conservación de suelos, limitada a factores físicos y socioeconómicos
CATIE, 1993	Integral, prioriza microcuencas	Bióticos Sociales	Énfasis en aspectos socioeconómicos	No integra todos los componentes en el análisis, no considera el factor ambiental
OEA, 1992	Integral	Físicos Ambientales Socioeconómicos	Enfoque hacia aprovechamiento de sistemas convencionales de producción	

Fuente: Modificado de Domínguez *et al.* (2003)

A nivel metodológico, la priorización se realiza en cuatro etapas básicas: (1) definición del enfoque y objetivos, (2) obtención de información, (3) generación de indicadores y (4) aplicación de un modelo de priorización que responda a un enfoque específico.

OBJETIVOS

En esta sección se hace una breve descripción de los diferentes objetivos que se plantean para hacer la categorización desde las distintas instancias: Corporaciones, Ministerio de Ambiente y Universidad Nacional. Cabe aclarar que estos objetivos no son excluyentes ya que parten de los principios básicos de la gestión del desarrollo sostenible que busca conservar, restaurar, usar sosteniblemente y recuperar. Sin embargo con el fin de mantener un espectro amplio para la toma de decisiones, se hizo el análisis para cada aproximación.

Política Nacional Ambiental

Conservación del patrimonio natural, en especial del agua

Este objetivo corresponde a una de las funciones primordiales de las autoridades ambientales y de las metas de la gestión ambiental. Los indicadores propuestos permiten identificar cuáles son las áreas con mayor potencial para la conservación y también dónde es más urgente la gestión en función de las presiones que se ejercen sobre las áreas aún conservadas. En el contexto de la Cuenca es de especial importancia el agua, por lo cual bajo este objetivo se incluyen indicadores al respecto, aunque no figuran en los elementos metodológicos de referencia aportados por las Corporaciones.

Restauración del patrimonio natural, en especial del agua

La restauración de partes de la infraestructura ecológica hacia condiciones naturales es una función ambiental de mucha importancia en la cuenca del Río Garagoa, pues sus niveles de transformación son cercanos al 80%, lo que no garantiza una oferta sostenible de bienes y servicios ambientales. Bajo este objetivo se agrupan indicadores que permiten identificar las unidades donde se requiere un mayor esfuerzo de restauración, con especial referencia a los cuerpos de agua. La zonificación ambiental señala, a este respecto, que las rondas de ríos y lagunas, y las fuentes de agua, son de especial importancia y se encuentran en gran parte alteradas por acción humana; son las mismas áreas que la legislación ambiental señala como prioritarias en la gestión, en especial en la Cuenca del Garagoa donde la producción de agua es fundamental para las actividades agropecuarias, el bienestar de la población y el buen funcionamiento del Embalse La Esmeralda y Central Hidroeléctrica de Chivor.

Uso sostenible del territorio (generación de empleo y mejora general condiciones económicas)

La sostenibilidad del POMCA depende en alto grado de que sus propuestas y determinaciones sean armónicas con las necesidades de desarrollo económico y bienestar de las personas y empresas en la Cuenca. Así, si la gestión ambiental propicia la satisfacción de tales necesidades

tendrá mayores posibilidades de éxito y de lograr que otros objetivos, como los de conservación y restauración, puedan ser alcanzados. En este sentido, el objetivo de uso sostenible agrupa indicadores que permiten identificar las unidades con mayor potencial de uso sostenible de la tierra y desarrollo económico, y donde el uso intensivo de los suelos resulta menos lesivo.

Recuperación (Mitigación de riesgos, conflictos y contaminación)

La recuperación de la infraestructura ecológica es una estrategia del POMCA dirigida a sustraer del uso áreas que presentan amenazas y riesgos ambientales, o conflictos de uso del suelo como consecuencia de su baja productividad o del empleo de prácticas agropecuarias inadecuadas. También a controlar la contaminación por vertimientos líquidos, sólidos y gaseosos, a través de plantas de tratamiento y otras medidas de saneamiento ambiental. Se incluye en este objetivo el tema de salud pues se considera que la mitigación de los riesgos ambientales mencionados deriva en mejores condiciones de vida para la población asentada en la Cuenca.

Comisión Conjunta para la Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa

En un esfuerzo por estructurar un sistema ordenador de indicadores que le permitiera a las corporaciones monitorear el estado de los bienes y servicios ambientales, dar alarmas sobre ese estado, entre otros objetivos, la Comisión Conjunta para la Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa hizo una propuesta donde se presentaron los objetivos del sistema ordenador, como temas que debían ser caracterizados por los indicadores individuales y su interacción y que están en concordancia con los objetivos generales de desarrollo sostenible. A continuación reseña cada uno de estos temas.

Nivel de conservación o deterioro de la cuenca

El nivel de conservación o deterioro de la cuenca hace referencia al estado de la base natural necesaria para la actividad económica de los asentamientos de la cuenca, con el fin de identificar este estado se incluyen indicadores de estado sobre suelo y vegetación los cuales van desde alteración de la vegetación, pasando por erosión potencial y actual a cobertura vegetal. Para complementarlo dadas las características regionales se incluyeron indicadores de agua y protección vegetal.

Tendencias de manejo de la población

Las tendencias de manejo de la población hacen referencia a las presiones indirectas que los asentamientos humanos pueden estar ejerciendo sobre los bienes y servicios ambientales de un territorio. Son indirectas ya que están expresadas mediante variables socioeconómicas que no muestran el efecto sobre la naturaleza. Para el caso de la cuenca del río Garagoa se plantearon

variables como tamaño de los predios, vías, infraestructura de servicios, actividades económicas e ingreso. En otras palabras este tema busca establecer indirectamente el uso que se le está dando a bienes y servicios ambientales regionales.

Estado de conservación de los ecosistemas

Un elemento básico de la infraestructura ecológica de soporte de una región son los ecosistemas, ya que son ellos la fuente principal de los flujos de bienes y servicios ambientales. En este punto, las Corporaciones buscan, basadas en la propuesta del Instituto Alexander von Humboldt (Ortiz *et al.*, 2004) establecer mediante indicadores de fragmentación, diversidad, importancia y tamaño, el estado de estas unidades estructurales y funcionales. Sin embargo, también incluyen indicadores de presión indirecta como la densidad poblacional, el índice de calidad de vida y el índice de causas de morbilidad.

Nivel de aprovechamiento y disposición de la cuenca

Finalmente, se encuentra el tema de aprovechamiento el cual hace referencia a las presiones directas que reciben los bienes y servicios ambientales de la unidad regional. Para este tema se trabajan indicadores de presión directos por escasez de agua, por aprovechamiento de recursos, por contaminación, indicadores de presión indirectos como población, procesos de licenciamiento, permisos de aprovechamiento, tecnología de los procesos de disposición, entre otros.

Como se observa el marco ordenador propuesto por las Corporaciones es una combinación de aquel de tema/subtema con Presión Estado Respuesta lo cual permite trabajar una categorización multiobjetivo/multicriterio como se menciona al comienzo del texto, pero para lo cual el modelo debe ser revisado de manera comprensiva con el fin de evitar redundancias o “*missing issues*” en su interior. Por último, las Corporaciones proponen una categorización que relaciona temas de presión como tendencias de manejo de la población con el estado (nivel de deterioro o conservación de la cuenca) para clasificar las unidades de trabajo en expansionistas, proteccionistas o conservacionistas. Este ejercicio también se realizó en este trabajo.

Universidad Nacional-IDEA

El manejo de cuencas hidrográficas aportantes a embalses o cuerpos de agua productores de servicios, tiene como objetivos específicos principales la disminución de los aportes de sedimentos, el aumento o regularización de los aportes de agua y como marco para estos dos, la conservación de la capa vegetal protectora.

Para evaluar estos objetivos específicos es necesario reconocer y tener en cuenta que son el resultado tanto de procesos naturales como de presiones antrópicas indirectas. Por esto con el

objetivo de categorizar las unidades de trabajo del área de estudio se propuso la identificación de unidades prioritarias para cada uno de los objetivos por separado de acuerdo a las presiones indirectas relevantes en cada caso. Para esto se escogieron cinco indicadores del universo propuesto que hacen referencia a los tres objetivos específicos definidos. Estos indicadores son, para cobertura vegetal el índice de estado de conservación de los ecosistemas, para agua, el rendimiento hídrico de la unidad y para sedimentos, la susceptibilidad a erosión y deslizamientos.

En este caso, la categorización de las unidades de trabajo de la Cuenca del Río Garagoa se desarrolló con base tanto en un *enfoque conservacionista*, que privilegia aquellas unidades con mayor nivel de conservación de sus ecosistemas naturales, como en un *enfoque crítico* que prioriza las unidades con mayor nivel de degradación de su cobertura de vegetación, las cuales deben ser restauradas, y aquellas otras que por su nivel de riesgo o baja productividad deben sustraerse del uso actual y, en consecuencia, recuperarse.

Nivel de conservación de los ecosistemas

El análisis del estado de conservación de los tipos de ecosistemas de las unidades de trabajo se realizó a partir del análisis de la cobertura de vegetación actual mediante los indicadores de pérdida total de hábitat, bloques de hábitat, fragmentación del hábitat y grado de protección (Dinnerstein *et al.*, 1995), con los cuales se estableció el índice de estado de conservación¹. La contribución de cada uno de los indicadores simples al índice se consigna en la siguiente tabla.

Tabla XXII-2 Composición del Índice de Estado de Conservación

Importancia (%)	Indicador
40	Pérdida total de hábitat
20	Bloques de hábitat
20	Fragmentación del hábitat
20	Grado de protección

Una vez se determinaron los valores de los indicadores simples y se midió el índice del estado de conservación de la unidad según la condición de sus ecosistemas remanentes, se asignaron categorías a los diferentes estados según la tabla que se presenta a continuación.

¹ Las características del índice se presentan en su correspondiente hoja metodológica en el anexo. La propuesta de indicadores de Dinnerstein *et al.* (1995) incluye un indicador de la conversión del hábitat que, debido a la ausencia de información multitemporal de cobertura vegetal para la cuenca, no se evaluó en este análisis; sin embargo, se considera importante incluirlo en etapas posteriores teniendo los resultados de este trabajo como línea base.

Tabla XXII-3 Categorías del estado de conservación

Puntos	Estado de conservación
0 – 6	Relativamente intacto
7 – 36	Relativamente estable
37 - 64	Vulnerable
65 – 88	En peligro
89 – 100	Crítico

Para la estimación del índice, se obtuvieron mediante análisis espacial los valores de área y perímetro de los tipos de ecosistemas relictuales por unidad, así como la superficie de cada ecosistema que se encuentra en algún tipo de área protegida planteada. A continuación se describe cada uno de los indicadores que se estimaron con base en los anteriores datos, en términos de su cálculo y significado.

Pérdida total de hábitat. Expresa la relación entre el área actual cubierta por cada tipo de ecosistema y el área que potencialmente cubriría. Este indicador mide uno de los criterios considerado como factor crítico que contribuye a la reducción y pérdida de poblaciones biológicas, especies y ecosistemas.

Bloques de hábitat. Se evalúa a partir del número y el tamaño de los bloques contiguos de hábitat en los cuales se ha fragmentado el tipo de ecosistema. Dado que las poblaciones biológicas y los ecosistemas requieren un área mínima para que los procesos/funciones (ej. reproducción para las primeras y ciclos de materia para los segundos) se desarrollen adecuadamente, es necesario que los bloques de hábitat posean un tamaño lo suficientemente grande como para asegurar la dinámica de dichos procesos y la permanencia de los tipos de ecosistema.

Fragmentación del hábitat. Se evalúa a partir del análisis de los bloques de hábitat, número y área de bloques y nivel de conectividad de los bloques remanentes. La fragmentación del hábitat amenaza la viabilidad de poblaciones biológicas, especialmente de aquellas que presentan bajas densidades; se considera que fragmentos con una extensión menor a 10.000Has no son adecuados para mantener poblaciones viables de la mayoría de los mamíferos grandes. Entre mayor sea la fragmentación de un hábitat, menor será la cantidad de área de hábitat central crítico, esto es, de hábitat que no es afectado por efectos de borde dentro de una cierta distancia; las áreas que poseen grandes bloques de hábitat original intacto (ej. mayor a 100.000Has) poseerán áreas centrales significativas donde los procesos ecológicos de gran escala seguirán funcionando de manera adecuada (Dinnerstein *et al.*, 1995).

Grado de protección. Este indicador evalúa el nivel de representatividad de los tipos de ecosistemas naturales en áreas protegidas (% del ecosistema en áreas protegidas planteadas –en

el caso de la cuenca-), con lo que a su vez es una medida de la gestión ambiental, desde el sector público y privado, dirigida a la conservación de los tipos de ecosistemas de la cuenca mediante la creación de dichas áreas

Rendimiento hídrico

El análisis de rendimiento hídrico está limitado en su alcance por la información disponible y analizada, la cual se compone básicamente de proyecciones basadas en censos e inventarios y en datos puntuales de calidad y cantidad de agua tomados en diversos puntos de la zona, que sin embargo no en todos los casos están completos ni corresponden a una muestra extensa en el tiempo. A pesar de estas limitantes se realizó el mejor análisis posible que sirve como punto de partida para la ejecución del POMCA y la evaluación de sus resultados.

Como base de información se utilizaron los archivos que contienen la información de los resultados de análisis de agua realizados por Corpochivor en 21 puntos de muestreo localizadas a lo largo de la cuenca del río Garagoa desde Puente de Boyacá hasta Juntas y 8 puntos en el río Súnuba (Tabla XXII-4). Los muestreos son puntuales y corresponden con abril, julio, octubre y diciembre de 2001; marzo, abril julio, septiembre, noviembre y diciembre de 2002; febrero, abril, junio y agosto de 2003 y abril, julio, septiembre y diciembre de 2004. Como puede observarse no corresponde a un muestreo metódico, sin embargo refleja un esfuerzo importante por parte de la Corporación por conocer la calidad de las aguas de su jurisdicción.

Tabla XXII-4 Parámetros entregados por Corpochivor

Parámetro	Unidad de medida
Oxígeno Disponible	(mg/l O ₂)
K (conductancia)	(ms/cm)
TURBIEDAD	(NTU)
pH	(Unid.)
TEMPERATURA	("C)
NITRATOS	(mg/l NO ₃)
NITRITOS	(mg/l NO ₂)
NITR. AMONIAICAL	(mg/l NH ₃)
SULFATOS	(mg/l SO ₄)
CLORUROS	(mg/l Cl)
COLOR AP.	(Un. Pt.Co)
COLOR REAL	Un. Pt.Co.
DBO5	(mg/l O ₂)
DQO	(mg/l)
Sólidos Totales	(mg/l)
Solidos SuspendidosTotales	(mg/l)
Sólidos Disueltos	(mg/l)
Coliformes Totales	(UFC/100 cm ³)
<i>Escherichia coli</i>	(UFC/100cm ³)

Sin embargo para el análisis se escogieron los más determinantes desde el punto de vista de consumo, y que además estuvieran más completos, estos se presentan en la Tabla XXII-5.

Tabla XXII-5 Parámetros seleccionados por el IDEA

Parámetro	Unidad de medida
Oxígeno Disponible	(mg/l O ₂)
DBO ₅	(mg/l O ₂)
Sólidos Totales	(mg/l)
Sólidos Suspendidos Totales	(mg/l)
Coliformes Totales	(UFC/100 cm ³)
<i>Escherichia coli</i>	(UFC/100cm ³)
Turbiedad	(NTU)

Se ordenó la información con el fin de realizar dos tipos de análisis: uno temporal y otro espacial. Las estaciones que contaban con menos muestreos no se tuvieron en cuenta. En el caso del Oxígeno se considera que los valores de saturación superiores al 80 % son buenos, entre 60 % y 80 % son comúnmente aceptados como condición de alerta o límite y por debajo del 60 % son malos.

Por otra parte, se considera como un buen indicador de la calidad del agua para beber o nadar al número de colonias de bacterias coliformes presentes en una muestra de 100 mililitros de agua. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda cero colonias de bacterias coliformes por 100 mililitros de agua para beber y un máximo de 200 colonias por 100 mililitros de agua para nadar².

En primera instancia se incluye una tabla que muestra las proyecciones de consumo y descargas humanas (expresada ésta como DBO₅) lo cual representa, de alguna manera la presión ejercida por la población sobre las corrientes.

Susceptibilidad a erosión

El índice de susceptibilidad a erosión se definió con base en condiciones litológicas, como se señala en el componente geosférico del diagnóstico, con el criterio “a menor granulometría del material terreo mayor susceptibilidad a ser arrancados de su sitio original y ser transportados por los agentes geomórficos (agua y viento, principalmente)”.

Con base en lo anterior, se elaboró a partir del mapa de geomorfología y el mapa de susceptibilidad a erosión que establece tres tipos de categorías: alta, moderada y baja. Para la elaboración del índice, se tuvieron en cuenta las dos primeras, con el diseño conceptual del índice

² <http://www.redaguas.edu.co>.

de hábitat (Hannah *et al.*, 1994) que considera no sólo la categoría más crítica (alta susceptibilidad) sino también la moderada, en razón principalmente del sesgo derivado de la escala de análisis, por el cual es posible omitir información relevante. Para más detalles sobre el cálculo del índice ver su respectiva hoja metodológica.

Susceptibilidad a movimientos en masa

El análisis de susceptibilidad a movimientos en masa se realizó con base en el mapa correspondiente (Mapa 16) descrito en el componente geosférico del diagnóstico; este mapa define cuatro categorías: muy alta (áreas críticas de peligro inminente y grave), alta, moderada y baja. En la estimación del índice se consideran las áreas de peligro inminente y grave y alto peligro, más una fracción del 25% de las áreas con peligro moderado, así como en el caso anterior, basado en el diseño conceptual del índice de hábitat (Hannah *et al.*, 1994). El diseño del índice se presenta en la hoja metodológica que se encuentra en el Anexo 2.

Estos son los tres tipos de marco de análisis que se utilizaron en el trabajo. Aunque se mantuvieron los mismos indicadores, el cambio en su agrupación y el tipo de objetivos que buscan caracterizar permiten establecer jerarquías diferentes pero relacionadas que dan opciones a los responsables de la gestión ambiental a la hora de decidir el camino a tomar. En el siguiente punto se presentan estos indicadores y se anexa un documento con su descripción metodológica.

INDICADORES (CRITERIOS)

Debe entenderse por Indicador, de acuerdo con el Instituto Alexander von Humboldt (Ortiz *et al.*, 2004: 18) “una variable o un valor derivado de un conjunto de variables³ que proveen información sobre un fenómeno no medible directamente... Un indicador cuantifica y simplifica un fenómeno, ayuda a entender realidades complejas y dice algo acerca de los cambios en un sistema”. Para una mejor comprensión de esta definición, debe entenderse que una variable, según la misma fuente citada, “es una propiedad factible de ser observada y medida, que permite describir una realidad o una característica de ella y que puede hacer una descripción cualitativa o cuantitativa de la misma”. Las principales funciones de los Indicadores son “minimizar el número de variables y medidas requeridas para conocer una situación” y “simplificar los procesos de comunicación de los resultados al usuario” (Ortiz *et al.*, 2004:18).

Los “fenómenos” a los cuales hace referencia la definición, y sobre los cuales deben proveer información los Indicadores, son los mismos que fueron objeto de estudio para efectos del Diagnóstico de la Cuenca del Río Garagoa, a saber:

Fenómenos (Aspectos) Biofísicos:

- Clima e hidrología
- Geología
- Suelos
- Riesgos naturales
- Biodiversidad
- Ecosistemas

Fenómenos (Aspectos) Socioeconómicos:

- Población (Demografía)
- Economía
- Sociedad
- Instituciones

Cada fenómeno puede ser descrito, al menos en parte, por una o más variables o indicadores, lo que puede elevar el número teóricamente posible de indicadores a cifras muy altas, complicadas y de poca utilidad. Por otra parte, a veces la disponibilidad de información limita las posibilidades de obtener indicadores satisfactorios. Por ello, para cada caso particular es necesario seleccionar

³ Algunos autores denominan al resultado de un conjunto de variables como un “Índice” para diferenciarlo de un indicador simple. Aquí, siguiendo la fuente citada, no se hace tal diferenciación.

unos cuantos indicadores que atiendan a las necesidades y circunstancias específicas del sistema. En consecuencia, es conveniente organizar un Sistema de Indicadores para la Cuenca del Río Garagoa, de acuerdo así mismo con lo señalado por el IAvH (Ortiz *et al*, 2004: 18): “Su utilidad (la de un indicador) depende del contexto particular para el que fue diseñado, razón por la cual los indicadores deben ser formulados y seleccionados para suministrar información acerca del funcionamiento de un sistema específico y para un propósito determinado”.

Sistema de Indicadores

Para la categorización de las Unidades de Trabajo se requiere organizar unos indicadores, los cuales, de acuerdo con lo señalado, serían los necesarios para “un sistema específico y un propósito determinado”, en este caso, la categorización. Por ello para el caso específico de la categorización de las unidades en la Cuenca del río Garagoa se diseñó y organizó un sistema de indicadores, que incluye objetivos de desarrollo posibles.

Para diseñar este sistema se utilizaron varios elementos metodológicos de referencia. El primero fue un conjunto de variables, índices y objetivos sectoriales aportados por las Corporaciones el cual, aunque no constituye una herramienta metodológica formal pues carece de hojas metodológicas y no contiene guías para su aplicación, es un referente fundamental sobre fenómenos e indicadores que se creen pertinentes a los fines de la categorización. Este documento fue analizado cuidadosamente por el IDEA, que en su momento propuso una forma de adecuarlo y desarrollarlo para los fines de la categorización, conservando sus referentes básicos pero complementándolo para darle la forma adecuada de instrumento metodológico completo. Para este trabajo se acudió en especial a los lineamientos del Instituto Alexander von Humboldt (Ortiz *et al.*, 2004), y se tuvieron en cuenta documentos del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2004) y del IDEAM (2002). Se incluyeron criterios e indicadores relevantes utilizados por el IDEA en la fase de diagnóstico del presente estudio (IDEA, 2004) y se tuvo en cuenta, además, información general sobre indicadores a escala internacional (CIAT-PNUMA-Banco Mundial, 1998).

Como resultado de estos diferentes aportes y sobre la base de la información efectivamente disponible y confiable, se presenta una primera versión de lo que debería contener un Sistema de Indicadores Mínimos Ambientales para la Cuenca del río Garagoa SIMACRG. El sistema resultante está compuesto por los indicadores organizados de acuerdo con los diferentes objetivos deseables en las Tablas 2 y 3.

Los indicadores propuestos por las Corporaciones se encuentran incorporados en este listado, con las siguientes excepciones o variaciones:

- Cobertura vegetal e índice de transformación de Áreas naturales se encuentran expresados en el de Alteración de la Vegetación expresado como Índice de Cobertura de Vegetación Remanente (IVR). No se presentan aparte para evitar redundancia que afecta los análisis cuantitativos multivariados.
- Disponibilidad de Instalaciones Agropecuarias, que no se incluye por falta de información adecuada. Es redundante para efectos de la categorización.
- Índice de causas de morbilidad, se omite por falta de información adecuada. Debe hacerse un esfuerzo para obtenerla.
- NBI, no se considera en el análisis pues su correlación es muy alta con el índice de Condiciones de Vida y genera redundancia que afecta los análisis numéricos de categorización.
- Se incorporan los siguientes indicadores: áreas por conservar, áreas por restaurar, áreas por recuperar, áreas con potencial de uso sostenible, nivel (estado) de conservación de la cuenca, protección del suelo, rendimiento hídrico, consumo de agua, entre otros.

Esta versión toma indicadores pertinentes a los fines de la categorización y del ordenamiento, los cuales pueden implementarse con base en información disponible. Incluyen los indicadores propuestos por las Corporaciones o sus equivalentes. Estos indicadores se presentan en una base en Excel®, a partir de la cual es posible adelantar los análisis cuantitativos a los cuales se hace referencia más adelante. Al seleccionar estos indicadores se tuvo en cuenta que en lo posible cubrieran todos los fenómenos contenidos en los elementos de referencia de las Corporaciones y que atendieran de la mejor manera posible los criterios de simplicidad, validez, disponibilidad, replicabilidad y comparabilidad establecidos por el IAvH (Ortiz *et al.*, 2004: 19) y aplicados al contexto específico de la Cuenca.

En el proceso de generación de estos indicadores, y en general a lo largo del trabajo de diagnóstico, se obtuvo información para otros indicadores que pueden ser de utilidad no sólo para la adecuada caracterización de las subunidades, sino para establecer la Línea de Base y para el seguimiento del estado ambiental de la Cuenca y, en general, para ir implementando indicadores adecuados a su gestión. El conjunto general de indicadores obtenidos se presenta en una base complementaria, también en Excel®.

Hojas metodológicas

Cada uno de los indicadores utilizados se explica en una hoja metodológica estructurada de acuerdo con lineamientos aportados por las Corporaciones, con el siguiente contenido:

- Definición
- Fórmula
- Descripción Metodológica
- Alcances
- Límites
- Fuentes de información
- Estado de la información

Las hojas metodológicas de los indicadores seleccionados y propuestos por el IDEA se adjuntan en el Anexo 2.

Es importante resaltar que este sistema de indicadores, aunque se constituye en un esfuerzo muy importante de síntesis, adolece de la mayoría de problemas de los sistemas de información nacional, principalmente. Para empezar las fuentes de información en su mayoría son secundarias sobre las cuales no existe un protocolo unificado para la generación, procesamiento y presentación de la información, los datos presentan “time-lags” muy amplios y no existe uniformidad entre los indicadores respecto a la fecha de esos datos. Por otro lado las agencias de información oficiales han cedido terreno a entidades no oficiales lo que también altera la calidad del trabajo. En fin, son muchos los problemas a los que se enfrenta este proceso de categorización que con el tiempo deben ser corregidos pero que no alteran el producto final si se les tiene en cuenta.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para la categorización y priorización, esto es, para cómo deben utilizarse los indicadores en la generación de rangos o jerarquías, no hay aportes metodológicos específicos por parte del IDEAM o del MAVDT, ni existe un consenso al respecto, aunque las Corporaciones dan una pequeña pista para la categorización al hablar de unidades proteccionistas, expansionistas y conservacionistas en sus temas de trabajo. En consecuencia, el IDEA decidió abordar y proponer una forma de resolver este problema metodológico como una contribución más a la mejora de los métodos de ordenamiento de cuencas. La propuesta se basa en la aplicación de herramientas matemáticas de uso común en ecología para el análisis de información y la comparación de sitios o muestras (en este caso unidades de trabajo) y en métodos desarrollados en el IDEA para identificación y priorización de ecosistemas estratégicos. Estos métodos se exponen más adelante, pero aquí cabe una explicación de carácter general sobre por qué se adecuan a los fines de la categorización y cómo se los aplica. Los análisis matemáticos se complementan con análisis cuidadosos de la información derivada de los diagnósticos y prospectivas hechos por las comunidades y por los equipos técnicos. Cabe aclarar, no obstante, que aunque algunos de los métodos permiten crear formal y matemáticamente categorías, estas no se adoptan de manera automática. Así, las categorías resultan de un análisis de conjunto de los resultados obtenidos.

Con el objetivo de categorizar las unidades de trabajo de acuerdo al comportamiento de los indicadores definidos para este fin, se utilizó el método de las Leyes de Potencia el cual sirve para establecer la relación de los pesos específicos de los indicadores o variables, asumiendo independencia de los valores de los indicadores, con el objetivo de elaborar la matriz de decisión que permita llegar a una categorización de unidades de trabajo. A continuación se presentan los pasos que se llevaron a cabo para obtener el resultado esperado.

Leyes de Potencia

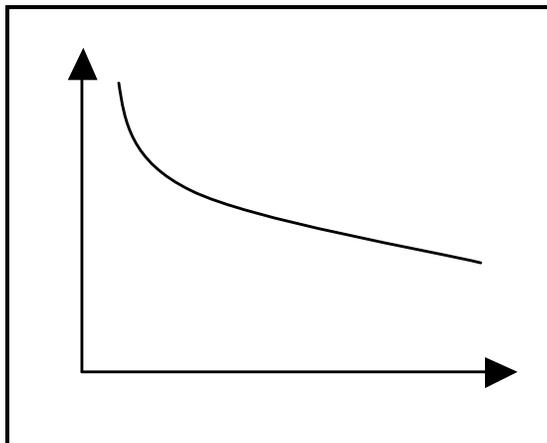
Las leyes de potencia son leyes empíricas de las matemáticas, que señalan que en cualquier sistema existe una marcada tendencia a que aproximadamente el 20% de los componentes del mismo realicen, aproximadamente, el 80% de sus funciones. Estas leyes se conocen también como leyes de Zipf y su aplicación más conocida es el principio de Pareto sobre la distribución de la riqueza en la sociedad. También son conocidas como el Principio 80:20 (Dębowski, 2000; Ferrer y Solé, 2003; Márquez, 2003; Quintero, 1998).

A continuación se hace una descripción sencilla de los pasos a seguir para llegar a la matriz de decisión que va a permitir hacer la categorización o priorización de las unidades de trabajo, dependiendo del interés de las Corporaciones.

Paso 1: Organización de datos en forma de matriz de unidades de trabajo vs. variables.

Teniendo en cuenta los indicadores propuestos por las Corporaciones y aquellos propuestos por el IDEA a partir del trabajo realizado en la etapa de diagnóstico, se organizó una matriz de datos que contiene en sus filas las unidades de trabajo definidas por el comité técnico del convenio el día 28 de enero de 2005, y en sus columnas indicadores sobre estado de los ecosistemas de la cuenca, sobre población, economía, agua y suelo. Esta información tiene dos fuentes básicas, el trabajo cartográfico hecho por la Universidad e información secundaria recolectada por ésta. La información por municipios fue ponderada, de acuerdo a la solicitud de las Corporaciones, para poder llevarla a una unidad distinta a la de su levantamiento.

Paso 2: Aplicación de las leyes de potencia de la forma $\Pr(u) = \Pr(U < u) = Fu^{-D}$ partiendo de la base de la presencia de una distribución hiperbólica o J-invertida para los pesos de las variables:



Gráfica XXII-1 Distribución hiperbólica o J-invertida

Paso 3: Obtención de la función de potencia para cada variable mediante análisis de regresión bilogarítmica así como del exponente escalar D el cual es el coeficiente de la variable independiente.

Paso 4: Organización de las variables en subconjuntos de acuerdo con $\bar{X}_D \pm DevEst$

Paso 5: Organización de la matriz de decisión aplicando a cada unidad el valor del índice o valor escalar calculado en el paso 4 según la variable.

Como resultado de este proceso se tienen variables calificadas y clasificadas por rangos de acuerdo a su dimensión escalar. Se obtienen rangos con variables con dimensión escalar

pequeña, lo que significa poca variabilidad entre unidades de observación y rangos con dimensión escalar muy grande lo que se explica por una gran concentración de la variación en pocas unidades de observación.

A partir de estos resultados se llevaron a cabo dos procesos, la categorización de las unidades de trabajo según la propuesta de las Corporaciones y la priorización de esas unidades de acuerdo a los objetivos de manejo ambiental de la Política Nacional Ambiental y los objetivos específicos de manejo de cuencas aportantes utilizados por el IDEA.

Categorización

La categorización es un proceso de clasificación de las unidades de observación, en este caso unidades de trabajo, en rangos predeterminados que tienen unas características específicas. Las Corporaciones proponen una clasificación a partir de la interacción de los temas de nivel de deterioro de la Cuenca, tendencias de manejo de la población, estado de los ecosistemas y nivel de aprovechamiento y disposición.

El nivel de conservación o deterioro de la Cuenca hace referencia al estado general de la cuenca como un sistema natural donde confluyen suelos, cobertura vegetal y agua⁴. Las tendencias de manejo de la población es el tema que hace referencia a las presiones indirectas que ejerce la sociedad sobre el entorno natural. El estado de conservación de los ecosistemas hace referencia al estado de los subsistemas naturales que se encuentran en la región y presiones indirectas que puede haber sobre ellos, sin embargo, en la presente propuesta sólo se tiene en cuenta el estado de conservación instantáneo excluyendo las presiones que ya se incluyeron en el ítem anterior. Finalmente está el tema de nivel de aprovechamiento y disposición de la Cuenca, el cual hace referencia a las presiones directas ejercidas por la sociedad sobre el entorno natural y su capacidad de respuesta.

Esta clasificación propone tres categorías que relacionan los distintos temas: proteccionista, expansionista y conservacionista. La primera hace referencia a unidades cuya base natural no está en buen estado y tiene tendencias de manejo de esa base por parte de la población impactantes. La categoría expansionista se refiere a las unidades que aunque tienen impacto potencial alto aún cuentan con una base natural sólida y finalmente, las unidades conservacionistas son aquellas

⁴ Las definiciones que se presentan acá son versiones modificadas de la propuesta inicial de las Corporaciones, teniendo en cuenta elementos aportados por el diagnóstico realizado por el IDEA y conocimiento ya adquirido con otras experiencias, sin embargo los aspectos fundamentales se mantienen.

cuya base natural es sólida y además no presentan impactos importantes por tendencias de manejo de la población.

Para llegar a esta categorización se aplicaron los primeros pasos del método de Leyes de Potencia para determinar las unidades más importantes en cada tema a nivel regional para luego hacer un análisis gráfico en donde se pudiera determinar las unidades para cada categoría. En la Tabla XXII-6 se presentan los indicadores del SIMACRG clasificados según los temas propuestos por las Corporaciones y los cuales fueron utilizados en la categorización. En la primera columna se encuentran los temas, en la segunda los fenómenos que explican el tema, a continuación los indicadores o índices utilizados, las unidades en que se presentan y finalmente la relación de cada indicador o índice con el tema, lo cual se definió a partir del criterio de miembros del equipo técnico.

Tabla XXII-6 Indicadores mínimos según objetivos de las Corporaciones

OBJETIVOS	Fenómeno	Indicador/Índice	Unidades	Relación
Nivel de conservación o deterioro de la cuenca (Conservación y restauración)	Nivel de alteración de la vegetación	Índice de hábitat	%	positiva
	Área con potencial para conservación	Has. para conservación (según la zonificación ambiental)	Has	positiva
	Área con potencial para restauración	Has. Para restauración (según la zonificación ambiental)	Has	negativa
	Erodabilidad (susceptibilidad a la erosión)	Índice de susceptibilidad a erosión	%	positiva
	Índice de protección vegetal	Índice de protección vegetal	%	positiva
	Caudal medio	Caudal medio	m ³ /s	positiva
	Rendimiento hídrico de la unidad	Rendimiento hídrico	m ³ /s * Km ² /1000	positiva
Tendencias de manejo de la población (Uso sostenible)	Infraestructura de servicios (planteles)	Planteles educativos 2002	Numérico	positiva
	Asistencia técnica	Asistencia técnica	Puntaje	positiva
	Área agrícola	Área agrícola 2003	Has	positiva
	Área en pastos 2003	Área en pastos 2003	Has	negativa
	Población en Edad de Trabajar (15-64 años)	P_PET_15_64_1993	%	positiva
	Tamaño de predios (% de minifundio)	% de predios por debajo de la UAFMP	%	negativa
	Área con potencial de uso sostenible	Área con Uso sostenible potencial (según la zonificación ambiental)	Has	positiva
	Accesibilidad vial	Densidad vial 1995	Km/Ha	positiva
	Área en cultivos permanentes y pastos de corte	Área en cultivos permanentes y pastos de corte	Has	positiva
	Potencial de uso agrícola	Has con potencial agrícola	Has	positiva

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

OBJETIVOS	Fenómeno	Indicador/Índice	Unidades	Relación
	Nivel tecnológico de la producción	Rendimiento del cultivo principal por área sembrada 2003	Numérico	positiva
Estado de los ecosistemas (Conservación y restauración)	Diversidad de ecosistemas en una unidad de trabajo	Índice de Diversidad de Shannon de ecosistemas	Numérico	positiva
	Grado de fragmentación de ecosistemas naturales	Grado de fragmentación	Puntaje	negativa
	Nivel de importancia ecosistémica	Importancia de los relictos ecosistémicos	Puntaje	positiva
	Densidad de población (resto)	Densidad de población resto	Hab/Km ²	negativa
	Índice de calidad de vida	ICV	Puntaje	negativa
	Áreas protegidas definidas - planteadas	Área en áreas protegidas planteadas	Has	positiva
	Áreas protegidas declaradas	Área en áreas protegidas declaradas	Has	positiva
	Estado de deterioro de los ecosistemas	Índice de estado de conservación instantáneo de los tipos de ecosistemas presentes en la unidad	Puntaje	negativa
	Índice de conservación de los suelos	Área para la conservación de recursos naturales	%	positiva
Nivel de aprovechamiento y disposición de la cuenca	Área con potencial para recuperación	Has para recuperación (según la zonificación ambiental)	Has	positiva
	Índice de escasez de agua	Demanda/Oferita x 100	%	positiva
	Cargas contaminantes (DBO5)	Carga DBO5 (humanos y porcicultura)	Ton/año	positiva
	Cargas contaminantes (SST)	Carga SST ton/año (porcicultura)	Ton/año	positiva
	Áreas susceptibles a inundación	Área susceptible a inundación	Has	positiva
	Has. Áreas críticas y con susceptibilidad alta a movimientos en masa	Áreas críticas y con susceptibilidad alta a movimientos en masa	Has	positiva
	Has. Áreas críticas a movimientos en masa	Áreas críticas a movimientos en masa	Has	positiva
	Índice de susceptibilidad a deslizamientos (%)	Índice de susceptibilidad a deslizamientos	%	positiva
	Áreas susceptibles a afectación por incendios forestales	Área susceptible a incendios forestales	Has	positiva
	Área en cultivos transitorios, anuales y pradera tradicional	Área en cultivos transitorios, anuales y pastos tradicionales	Has	positiva
	Intensidad de uso del suelo	Áreas para recuperación por transformación de practicas	Has	positiva
	Consumo de agua per cápita	Demanda agua humanos (urbano y resto)	m ³ /año	positiva
	Consumo agropecuario de agua	Consumo agropecuario de agua (porcicultura, bovinos, avicultura)	m ³ /año	positiva

OBJETIVOS	Fenómeno	Indicador/Índice	Unidades	Relación
	Tasa de crecimiento Urbana 1985-1993	Tasa de crecimiento Urbana 1985-1993	%	positiva
	Tasa de crecimiento Resto 1985-1993	Tasa de crecimiento Resto 1985-1993	%	positiva
	Generación urbana de residuos sólidos	Residuos sólidos generados a nivel urbano	Ton/año	positiva
	Población Resto	Población Resto	Habitantes	positiva
	Población Urbana	Población Urbana	Habitantes	positiva
	Nivel tecnológico de disposición		Puntaje	negativa
	Procesos sancionatorios			negativa
	Procesos de licenciamiento			negativa
	Inversión recursos			negativa

Priorización

Para elaborar la priorización de las unidades de trabajo, se tuvieron en cuenta los objetivos de manejo ambiental que se explican al inicio de este documento y los objetivos específicos respecto al comportamiento de cuencas aportantes como la que es objeto del actual estudio. De esta forma se agruparon los indicadores de acuerdo a su relación con cada objetivo propuesto como se muestra en la Tabla XXII-6 y Tabla XXII-7. Para cada grupo de indicadores, se aplicó el procedimiento de Leyes de Potencia anteriormente descrito, el cual busca encontrar el rol de cada unidad en el contexto regional (cuenca), a lo cual se le puede denominar priorización vertical. Como resultado se obtiene un orden de unidades para cada objetivo.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tabla XXII-7 Indicadores según objetivos de manejo ambiental

OBJETIVOS	Fenómeno	Indicador	Unidades	Relación
Conservación y restauración con énfasis en agua	Nivel de alteración de la vegetación	Índice de hábitat (%)	%	positiva
	Diversidad de ecosistemas en una unidad de trabajo	Índice de Diversidad de Shannon de Ecosistemas	Puntaje	positiva
	Grado de fragmentación de ecosistemas naturales	Indicador de grado de fragmentación (evaluación cuanti y cualitativa)	Puntaje	negativa
	Nivel de importancia ecosistémica	Importancia de los relictos ecosistémicos presentes en la unidad (rareza, fragilidad, regulación hídrica)	Puntaje	positiva
	Área con potencial para conservación (según la zonificación ambiental)	Has para conservación	Has	positiva
	Área con potencial para restauración (según la zonificación ambiental)	Has para restauración	Has	negativa
	Índice de protección vegetal	Índice de protección vegetal (%)	%	positiva
	Caudal medio	Caudal medio	(m ³ /s)	positiva
	Rendimiento hídrico de la unidad	Rendimiento hídrico	caudal m ³ /s *area km ² / 1000	positiva
	Estado de deterioro de los ecosistemas	Índice de estado de deterioro de los ecosistemas	Puntaje	negativa
	Áreas protegidas definidas - planteadas	Área en áreas protegidas planteadas (mapa Corpochivor)	Has	positiva
	Índice de conservación de los suelos	Has para conservación (suelos)	%	positiva
Uso sostenible	infraestructura de servicios (planteles)	Planteles educativos 2002	Número	
	Asistencia técnica	Asistencia técnica	Puntaje	
	Área agrícola	Área agrícola 2003	Has	positiva
	Área en pastos 2003	Área en pastos 2003	Has	negativa
	Población en edad de trabajar	% PET 15_64	%	positiva
	Área potencial de uso sostenible potencial (según la zonificación ambiental)	Has para uso sostenible	Has	positiva
	Accesibilidad vial	Kilómetro por unidad de área	Km/Ha	positiva
	Densidad de población (resto)	Número de habitantes por unidad de área	Hab/Ha	negativa
	Área en cultivos permanentes y pastos de corte	Área en cultivos permanentes y pastos de corte	Ha	positiva
	Potencial de uso agropecuario (mapa de suelos)	Área apta para uso agropecuario	Ha	positiva
	Consumo de agua per cápita	Demanda agua humanos urbano y resto	m ³ /año	negativa

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

OBJETIVOS	Fenómeno	Indicador	Unidades	Relación
	Consumo agropecuario de agua	Consumo agropecuario de agua : porcicultura, bovinos, avicultura	m ³ /año	negativa
	Tasa de crecimiento Urbana 19851993	Tasa de crecimiento Urbana 19851993	%	negativa
	Tasa de crecimiento Resto 19851993	Tasa de crecimiento Resto 19851993	%	positiva
	Nivel tecnológico de la producción	Rendimiento del cultivo principal por área sembrada 2003	Numérico	positiva
	Índice de calidad de vida	ICV	Puntaje	positiva
	Generación urbana de residuos sólidos (ton/año)	Producción de residuos sólidos en el casco urbano	Ton/Año	negativa
	Población Resto	Población Resto	Habitantes	positiva
	Población Urbana	Población Urbana	Habitantes	negativa
Recuperación	Nivel tecnológico de disposición	Sistema de manejo de residuos sólidos	Puntaje	positiva
	Erodabilidad (susceptibilidad a la erosión)	Índice de susceptibilidad a erosión (%)	%	positiva
	Índice de escasez de agua	(Demanda/Oferta media x 100)	%	positiva
	Cargas contaminantes (Carga DBO5 en la unidad de trabajo)	Carga DBO5 (humanos y porcicultura)	Ton/Año	positiva
	Cargas contaminantes (Carga SST en la unidad de trabajo)	Carga SST (porcicultura)	Ton/Año	positiva
	Tamaño de predios (% de minifundio)	% de predios menores a la UAFP	%	positiva
	Índice de susceptibilidad a deslizamientos (%)	Índice de susceptibilidad a deslizamientos (%)	%	positiva
	Área en cultivos transitorios, anuales y pradera tradicional	Has. En cultivos transitorios, anuales y pastos tradicionales	Has	positiva
	Intensidad de uso del suelo	Áreas para recuperación por transformación de practicas	Has	positiva
	Área con potencial para recuperación (según la zonificación ambiental)	Has para recuperación	Has	positiva
	Áreas susceptibles a inundación	Área susceptible a inundación	Has	positiva
	Has. Áreas críticas y con susceptibilidad alta a movimientos en masa	Áreas críticas y con susceptibilidad alta a movimientos en masa	Has	positiva
	Has. Áreas críticas a movimientos en masa	Áreas críticas a movimientos en masa	Has	positiva
	Áreas susceptibles a afectación por incendios forestales	Área susceptible a incendios forestales	Has	positiva

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

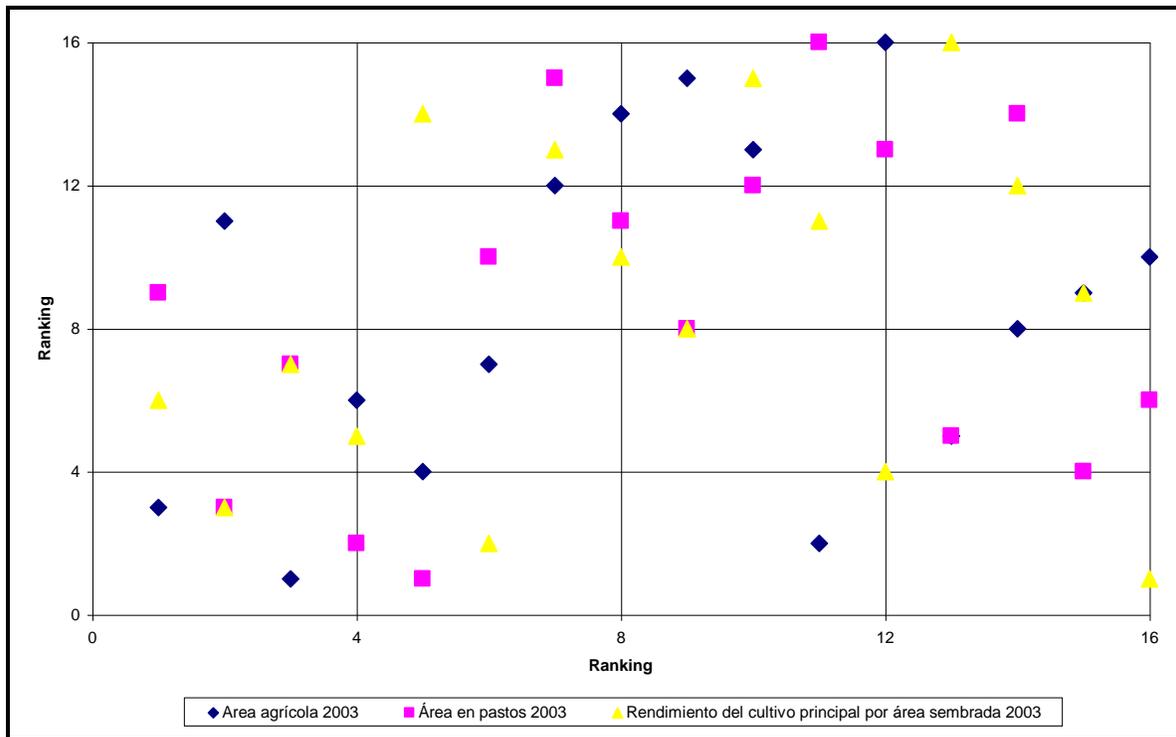
OBJETIVOS	Fenómeno	Indicador	Unidades	Relación
	Procesos sancionatorios			negativa
	Procesos de licenciamiento			negativa
	Inversión recursos			negativa

Para el segundo ejercicio, priorizar respecto a los objetivos específicos del ordenamiento de cuencas hidrográficas aportantes a cuerpos de agua, se definieron unos objetivos específicos asociados a unos indicadores de estado los cuales se compararon con indicadores de presión clave que se definieron de acuerdo al criterio de expertos teniendo en cuenta el nivel de presión indirecta ejercido sobre estos objetivos. Los indicadores de presión utilizados para cada indicador de estado se presentan en las filas de la Tabla XXII-8

Tabla XXII-8 Propuesta de indicadores clave de estado y presión para priorización de cuencas aportantes

	Nivel de deterioro de los ecosistemas	Rendimiento Hídrico	Susceptibilidad a erosión	Susceptibilidad a deslizamientos
Área agrícola 2003				
Área en pastos 2003				
Área en cultivos transitorios, anuales y pastos tradicionales				
Áreas en conflicto por intensidad de uso del suelo				
Tamaño de los predios				
Rendimiento agrícola				
Consumo doméstico de agua (urbano y rural)				
Consumo pecuario de agua				
Tasa de crecimiento de la población (resto) 1985-1993				
Densidad de población				
ICV 1993				

La metodología de este análisis se plantea a partir de una estandarización de los valores de los indicadores clave de estado y presión mediante el ranqueo (*ranking*) de las unidades ya que de esta manera se hacen comparables. El valor para cada indicador clave de estado fue comparado gráficamente con los valores de los indicadores de presión correspondientes para obtener una nube de puntos. A continuación se obtuvieron los cuartiles de donde el superior (25% superior que en la Gráfica XXII-2 corresponde al superior derecho) agrupa a las unidades con mayor desempeño en el indicador de estado y mayores presiones. De esta forma se obtiene el número de presiones presentes en la unidad y el tipo, demográficas o económicas principalmente.



Gráfica XXII-2 Ejemplo de análisis gráfico de indicadores clave de estado y presión para la cuenca del Río Garagoa

Los procesos de categorización y priorización proponen varias formas posibles de analizar y comparar las unidades y de proponer rangos según diversos indicadores o conjuntos de ellos. No obstante, la decisión de cuáles de las unidades deben ser objeto prioritario de atención es en última instancia una decisión que debe ser tomada por el equipo directivo, que hará uso de las categorías establecidas para fundamentar su decisión, pero podrá tener en cuenta otros criterios de tipo financiero o administrativo, entre otros posibles, al tomarla.

RESULTADOS

Categorización

Para elaborar la categorización de las unidades de trabajo según la propuesta de las Corporaciones, se aplican los pasos del método de leyes de potencia para cada uno de los indicadores agrupados por tema, de donde se obtiene un orden de unidades de acuerdo a la relación definida entre los indicadores y el tema que los agrupa. Este orden se observa en las tablas 7 a 10.

El primer tema de interés para las Corporaciones es el nivel de deterioro o conservación de la Cuenca que como se explicó antes incluye temas de cobertura vegetal y suelos, la Universidad incluyó indicadores de estado respecto al agua para complementar el análisis. De esta forma las unidades más conservadas son Río Batá Embalse, Río Guatafur, Río Fusavita y Río Machetá. Las unidades más deterioradas son Río Teatinos, Río Guaya, Río Juyasía y Río Aguacía. Ya que este índice se calculó teniendo en cuenta el método de Leyes de Potencia, estas unidades son las que explican en gran parte el estado global de deterioro o conservación de la cuenca.

Tabla XXII-9 Unidades prioritarias para el nivel de conservación o deterioro o de la cuenca

	Indicador/Índice	Puntaje Nivel de conservación de la cuenca
1	Batá Río Embalse	2,64
2	Guatafur Río	2,07
3	Fusavita Río	1,49
4	Machetá Río	1,49
5	Tibaná Río	0,91
6	Súnuba Río	0,58
7	Garagoa Río	0,58
8	Albarracín Río	0,58
9	Turmequé Río	0,58
10	Bosque Río	0,00
11	Tocola Quebrada	0,00
12	Batá Río	0,00
13	Aguacía Río	0,00
14	Juyasía Río	0,00
15	Guaya Río	0,00
16	Teatinos Río	-0,33

Las tendencias de manejo de la población según las Corporaciones hacen referencia a las posibilidades de aprovechamiento que la sociedad presenta frente a los bienes y servicios ambientales, tales como la tecnología, la mano de obra, el tipo de actividad productiva, entre otras.

De acuerdo a la situación de la base natural de una unidad de trabajo y las tendencias de manejo de la población, ésta se puede clasificar como expansionista, proteccionista o conservacionista. Teniendo en cuenta el procedimiento de Leyes de Potencia aplicado, las unidades que mayores presiones indirectas ejercen sobre el entorno natural son Río Súnuba, Río Garagoa, Río Batá Embalse y Río Turmequé.

Tabla XXII-10 Unidades de trabajo según tendencias de manejo de la población para la cuenca del río Garagoa

	Indicador/Índice	Puntaje Tendencias de manejo de la población
1	Súnuba Río	6,24
2	Garagoa Río	5,71
3	Batá Río Embalse	4,67
4	Turmequé Río	4,17
5	Fusavita Río	4,09
6	Bosque Río	4,07
7	Guatafur Río	4,01
8	Tocola Quebrada	4,00
9	Guaya Río	3,49
10	Tibaná Río	3,03
11	Teatinos Río	1,46
12	Juyasía Río	0,83
13	Batá Río	0,70
14	Albarracín Río	0,69
15	Aguacía Río	0,12
16	Machetá Río	0,06

Teniendo en cuenta el estado de conservación de los ecosistemas, las unidades con mejores ecosistemas desde el punto de vista de fragmentación, diversidad e importancia y los que menos presionados se encuentran por cuestiones sociodemográficas son Río Bosque, Río Juyasía, Quebrada Tócola, Río Batá y Río Guatafur de acuerdo a la Tabla XXII-11.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla XXII-11 Unidades de trabajo según estado de conservación de los ecosistemas población para la cuenca del río Garagoa

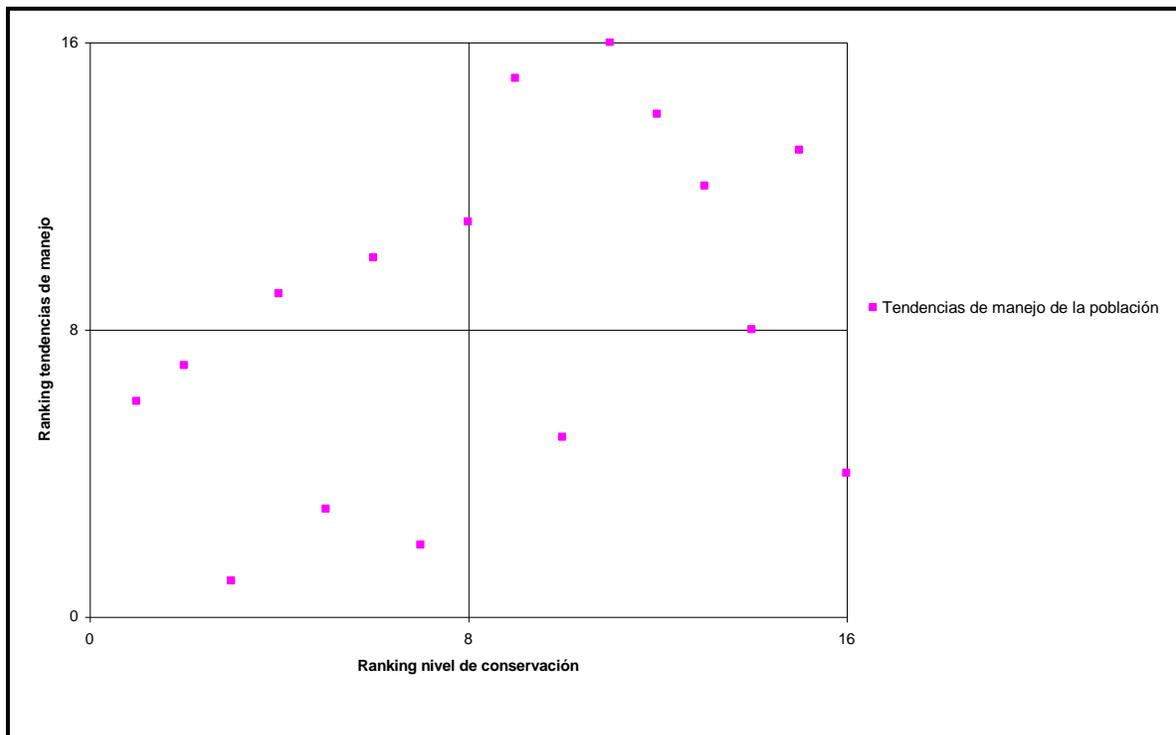
	Indicador/Índice	Puntaje Estado de conservación de los ecosistemas
1	Bosque Río	0,05
2	Juyasía Río	0,05
3	Tocola Quebrada	0,03
4	Batá Río	0,03
5	Guatafur Río	0,03
6	Machetá Río	0,00
7	Batá Río Embalse	0,00
8	Guaya Río	0,00
9	Aguacía Río	-0,02
10	Fusavita Río	-0,06
11	Garagoa Río	-0,07
12	Tibaná Río	-0,07
13	Albarracín Río	-0,53
14	Teatinos Río	-0,54
15	Turmequé Río	-0,57
16	Súnuba Río	-0,65

Finalmente, las unidades que mayor presión directa ejercen sobre la cuenca en términos de aprovechamiento y disposición (demanda por agua, uso intensivo del suelo, disposición de residuos sólidos, etc.) son Río Tibaná, Río Turmequé, Río Garagoa y Río Súnuba.

Tabla XXII-12 Unidades de trabajo según nivel de aprovechamiento o disposición para la cuenca del río Garagoa

	Indicador/Índice	Puntaje Nivel de aprovechamiento y disposición de la cuenca
1	Tibaná Río	29,63
2	Turmequé Río	24,18
3	Garagoa Río	20,43
4	Súnuba Río	20,31
5	Teatinos Río	16,32
6	Albarracín Río	13,23
7	Guaya Río	7,71
8	Fusavita Río	5,16
9	Juyasía Río	4,46
10	Machetá Río	3,94
11	Batá Río Embalse	2,47
12	Tocola Quebrada	1,22
13	Batá Río	-0,05
14	Guatafur Río	-0,05
15	Bosque Río	-0,09
16	Aguacía Río	-0,09

Una vez establecido el orden para cada tema, es necesario establecer las unidades que pertenecen a cada categoría definida por las Corporaciones. Teniendo en cuenta la definición aportada, los temas que determinan esta categorización, son nivel de deterioro de la cuenca y tendencias de manejo de la población. Por esta razón, para aplicar el método gráfico se utilizaron los resultados de estos dos temas, los cuales se rankearon con el objetivo de estandarizar las escalas y se plotearon. En la Gráfica XXII-3 se observa el resultado de este proceso y a continuación se hace una descripción.



Gráfica XXII-3 Categorías de tendencias de manejo de la población y nivel de conservación o deterioro de la cuenca.

En el cuadrante I partiendo del origen se encuentran las unidades con mayor nivel de conservación y mayor nivel de tendencias de manejo de la población, esto significa que son unidades que aún cuentan con una base natural conservada y además tienen elementos socioeconómicos que garantizan un manejo de los bienes y servicios ambientales sostenible desde el punto de vista económico, aunque la presión demográfica sea alta; por lo tanto se consideran unidades expansionistas. En esta categoría están Río Súnuba, Río Garagoa, Río Batá Embalse, Río Fusavita y Río Guatafur.

En los cuadrantes II y III, siguiendo el mismo sentido, se encuentran las unidades con niveles de deterioro de la base natural altos y que pueden estar ejerciendo una presión indirecta alta porque aunque tienen prácticas productivas poco impactantes, desde el punto de vista demográfico atraen población y aquellas unidades donde ocurre lo inverso, poca atracción de población y prácticas más impactantes. Esta categoría se denominaría proteccionista ya que aunque no se pueden dejar de realizar las actividades antrópicas que allí se llevan a cabo, es necesario tomar medidas para restaurar y mantener la base natural que las sustenta y cambiar las prácticas poco sostenibles. En esta categoría se encuentran las unidades de **Río Guaya, Río Teatinos, Río Tibaná, Río Juyasía, Río Batá, Río Albarracín, entre otros.**

Finalmente en el cuadrante VI se tienen las unidades con base natural conservada y poca presión por actividades económicas o demográficas. Estas zonas deben ser definidas como conservacionistas ya que no se constituyen en una pérdida para el aparato productivo y si aportan a la infraestructura ecológica de soporte. Las unidades que se clasifican en esta categoría son Quebrada Tócola, Río Turmequé y Río Bosque.

Tabla XXII-13 Categorización de las unidades de trabajo según el nivel de conservación de la cuenca del río Garagoa y las tendencias de manejo de la población

Categorías de manejo de las Corporaciones	Unidades
Expansionistas	Río Súnuba, Río Garagoa, Río Batá Embalse, Río Guatafur y Río Fusavita
Proteccionistas	Río Guaya, Río Teatinos, Río Tibaná, Río Juyasía, Río Batá, Río Albarracín, entre otros
Conservacionista	Río Mchetá y Río Tibaná

Priorización Vertical⁵

Objetivos de manejo ambiental

Como se mencionó en los aspectos metodológicos el primer ejercicio de priorización vertical (Leyes de Potencia) se realizó teniendo en cuenta los objetivos de manejo ambiental propuestos por la Política Nacional Ambiental, los cuales son definidos en esa sección. A continuación se presentan los resultados globales para esta aplicación.

⁵ La matriz de decisión de la priorización vertical se presenta en el Anexo 4 donde se puede ver por objetivos e indicadores el desempeño de cada unidad con el fin de profundizar en los resultados aquí presentados. También se presenta un resumen por unidad de trabajo para los objetivos de manejo de las corporaciones únicamente.

Tabla XXII-14 Unidades de trabajo prioritarias para la conservación y restauración con énfasis en agua en la cuenca del río Garagoa

	Indicador/Índice	Puntaje Conservación y Restauración con énfasis en agua
1	Batá Río Embalse	3,62
2	Machetá Río	2,83
3	Garagoa Río	2,76
4	Guatafur Río	2,17
5	Súnuba Río	1,48
6	Tibaná Río	0,91
7	Teatinos Río	0,72
8	Turmequé Río	0,70
9	Tocola Quebrada	0,22
10	Guaya Río	0,18
11	Batá Río	0,17
12	Aguacía Río	0,06
13	Fusavita Río	-5,25
14	Albarracín Río	-5,84
15	Juyasía Río	-7,05
16	Bosque Río	-7,60

Para conservación y restauración las unidades más importantes, es decir con mejor nivel de conservación, con mayores necesidades de restauración o especialmente con mayor importancia en términos de caudal o rendimiento hídrico como indicadores de su producción de agua relevante para el embalse, y con poca intervención institucional respecto al total regional, son Río Batá Embalse, Río Machetá, Río Guatafur y Río Garagoa. Estas cuatro unidades se encuentran al inicio de la lista por su papel protagónico en la producción de agua y conservación sin embargo unidades como Quebrada Tócola o Río Fusavita que también son importantes para el tema de conservación tienen áreas protegidas declaradas planteadas lo que no les quita prioridad en el tema. Por lo tanto, acciones en estas unidades enfocadas a cumplir este objetivo tendrían mayor impacto regional.

Tabla XXII-15 Unidades de trabajo prioritarias para el uso sostenible en la cuenca del río Garagoa

	Indicador/Índice	Puntaje Uso Sostenible
1	Garagoa Río	10,29
2	Tibaná Río	8,19
3	Guaya Río	8,08
4	Súnuba Río	8,04
5	Juyasía Río	5,41
6	Turmequé Río	4,80
7	Batá Río Embalse	4,73
8	Fusavita Río	4,16
9	Bosque Río	4,13
10	Tocola Quebrada	4,07
11	Guatafur Río	4,06
12	Teatinos Río	2,10
13	Albarracín Río	1,34
14	Batá Río	0,76
15	Machetá Río	0,71
16	Aguacía Río	0,18

Las unidades que según sus características son más aptas para hacer uso sostenible de sus bienes y servicios son Río Garagoa, Río Tibaná, Río Guaya y Río Súnuba. En estas unidades se encuentran factores socioeconómicos (demografía, tecnología y economía) favorables para desarrollar actividades productivas sostenibles además de características físicas apropiadas como áreas aptas para uso agropecuario y uso sostenible, mayores.

Tabla XXII-16 Unidades de trabajo prioritarias para la recuperación en la cuenca del río Garagoa

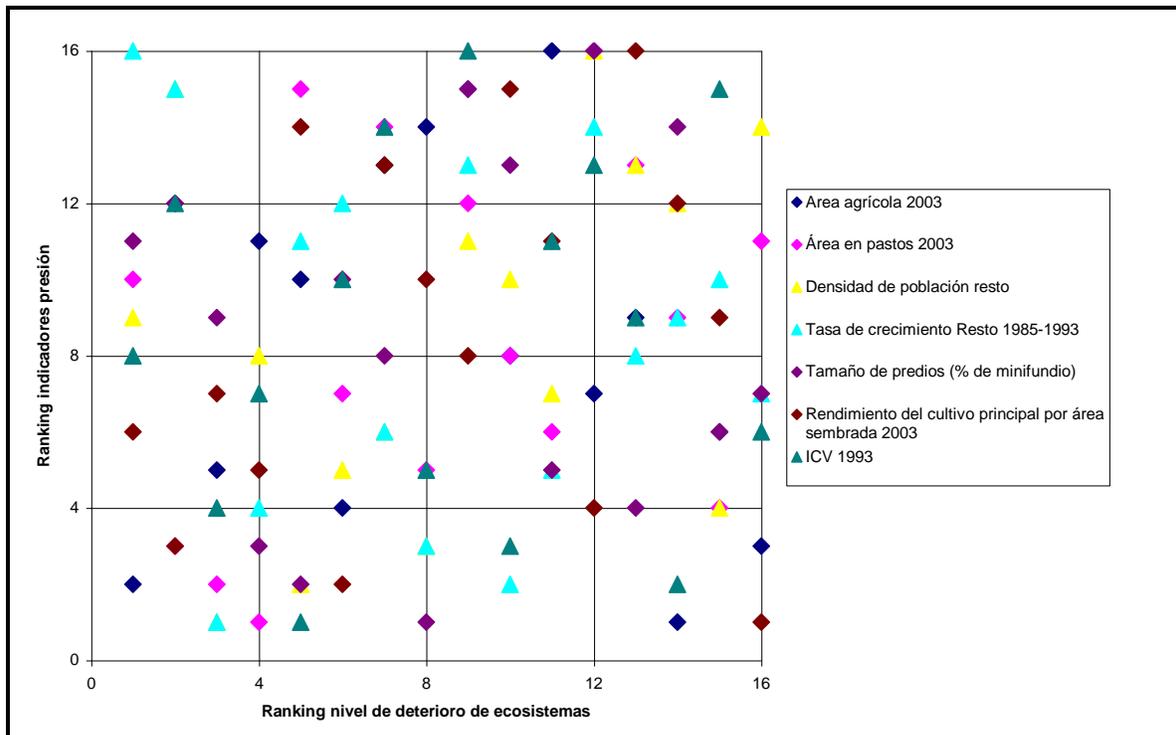
	Indicador/Índice	Puntaje Recuperación
1	Tibaná Río	18,10
2	Teatinos Río	16,37
3	Turmequé Río	15,46
4	Súnuba Río	13,62
5	Albarracín Río	13,28
6	Garagoa Río	10,15
7	Fusavita Río	5,21
8	Machetá Río	4,61
9	Guaya Río	4,39
10	Batá Río Embalse	3,45
11	Tocola Quebrada	1,27
12	Juyasía Río	1,16
13	Bosque Río	0,00
14	Guatafur Río	0,00
15	Batá Río	0,00
16	Aguacía Río	0,00

Finalmente, las unidades en donde el énfasis de la gestión de acuerdo a la priorización debe ser en recuperación, por conflicto en el uso de los bienes y servicios ambientales, son Río Tibaná, Río Teatinos, Río Turmequé y Río Súnuba. Algunas de estas unidades se encuentran también como prioritarias para uso sostenible ya que los indicadores escogidos para uno y otro objetivo están relacionados, como por ejemplo factores socioeconómicos que potencialmente puede concurrir en usos sostenibles del entorno natural, en la actualidad se convierten en elementos que entran en conflicto como es el caso de la población.

Indicadores clave de Estado y Presión

Como se explicó en los aspectos metodológicos, un tercer ejercicio que se aplicó con el fin de especificar más la categorización y priorización en función de los objetivos específicos de manejo de una cuenca aportante, fue el análisis por indicadores de estado y presión. A continuación se presentan los resultados para cada indicador de estado.

El primer indicador de estado que se trabajó fue el nivel de deterioro de los ecosistemas, por ser éstos la unidad estructural y funcional más importante de la estructura ecológica de soporte. Este indicador se cruzó con indicadores económicos (área agrícola 2003, área en pastos 2003, rendimientos agrícolas por cultivo y el tamaño de los predios) e indicadores sociodemográficos (densidad de población en el resto, tasa de crecimiento de la población en el resto 1985-1993 y el Índice de Calidad de Vida 1993).

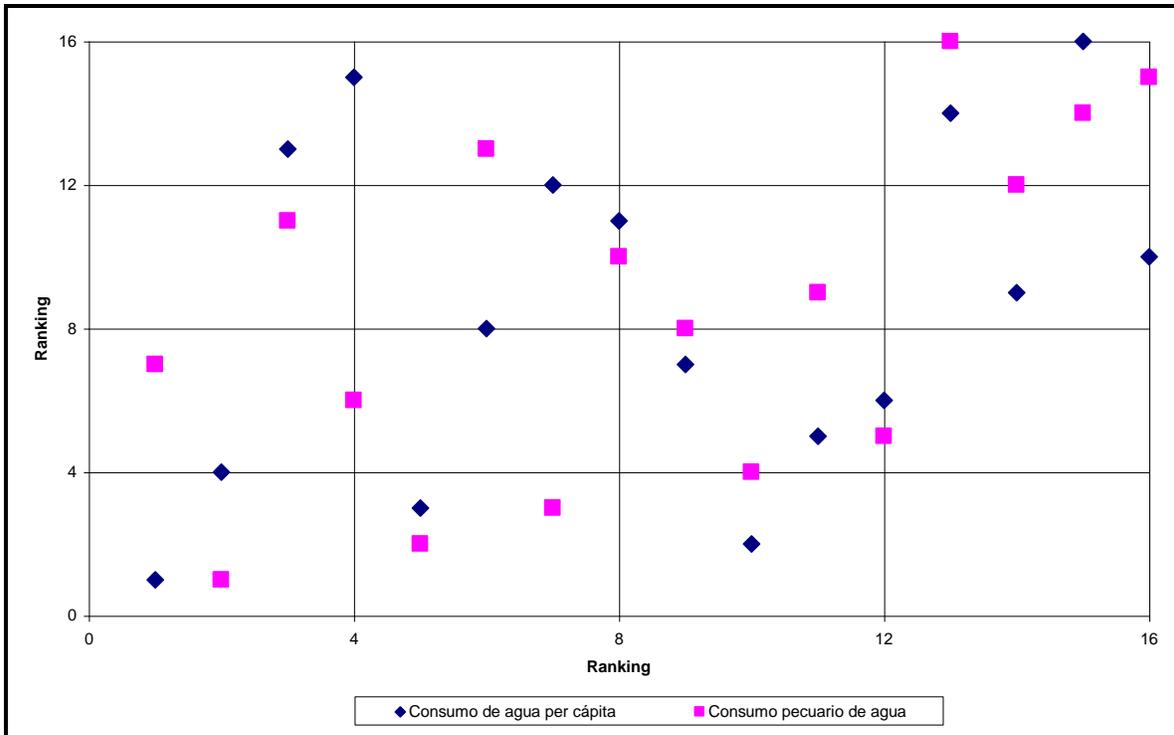


Gráfica XXII-4 Principales presiones socioeconómicas para las unidades prioritarias según estado de los ecosistemas en la cuenca del río Garagoa

En la Gráfica XXII-4 se observa cómo las unidades con mayor nivel de deterioro de ecosistemas están sometidas a varios tipos y número de presiones socioeconómicas. En el cuartil superior derecho, donde encontramos el 25% superior para el indicador de estado de los ecosistemas como para la presión, se ubican las unidades Río Guatafur, Quebrada Tócola, Río Aguacía y Río Súnuba. Las unidades del río Súnuba y del río Aguacía cada una tiene tres tipos de presión. La primera tiene presión por potrerización o altos niveles de área en pastos, alta densidad de población y altos rendimientos agrícolas, que tiene una valoración ambigua. La unidad Río Aguacía tiene presiones por tipo de propiedad (minifundio), densidad de población y rendimientos agrícolas. Finalmente, las unidades con mayor nivel de deterioro de los ecosistemas, Guatafur y Tócola sólo tienen presiones importantes en los temas sociodemográficos de ICV y densidad de población.

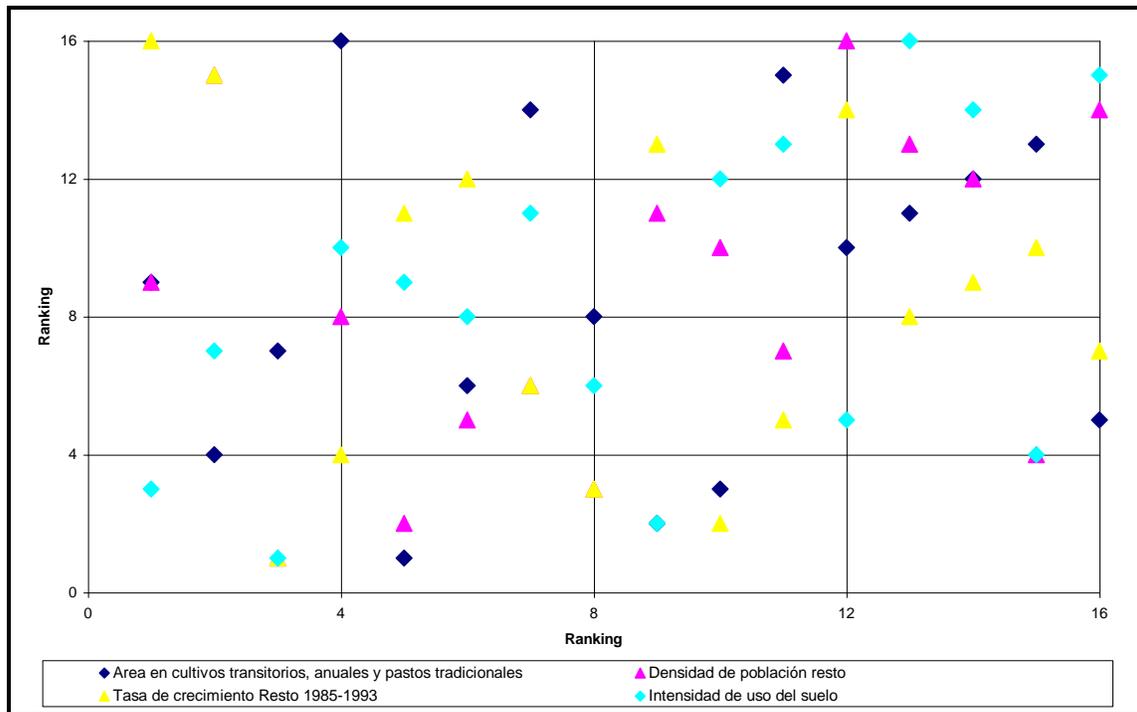
El segundo indicador de estado analizado, referente al agua fue el rendimiento hídrico. Este se comparó con indicadores de presión directa: consumo doméstico de agua (urbano y resto) y consumo pecuario de agua (porcícolas, avícolas, entre otros). Como resultado se obtuvo que las unidades con mayor rendimiento hídrico, Río Garagoa, Río Súnuba, Río Batá Embalse y Río Tibaná en su mayoría también tienen mayor consumo de agua y como se observa en la Gráfica XXII-5, este consumo es pecuario, aunque en unidades como Tibaná y Súnuba también se

presentan los mayores consumos domésticos. La unidad de Río Batá Embalse no presenta los mayores índices de consumo de agua por lo que la presión en este sentido es menor.



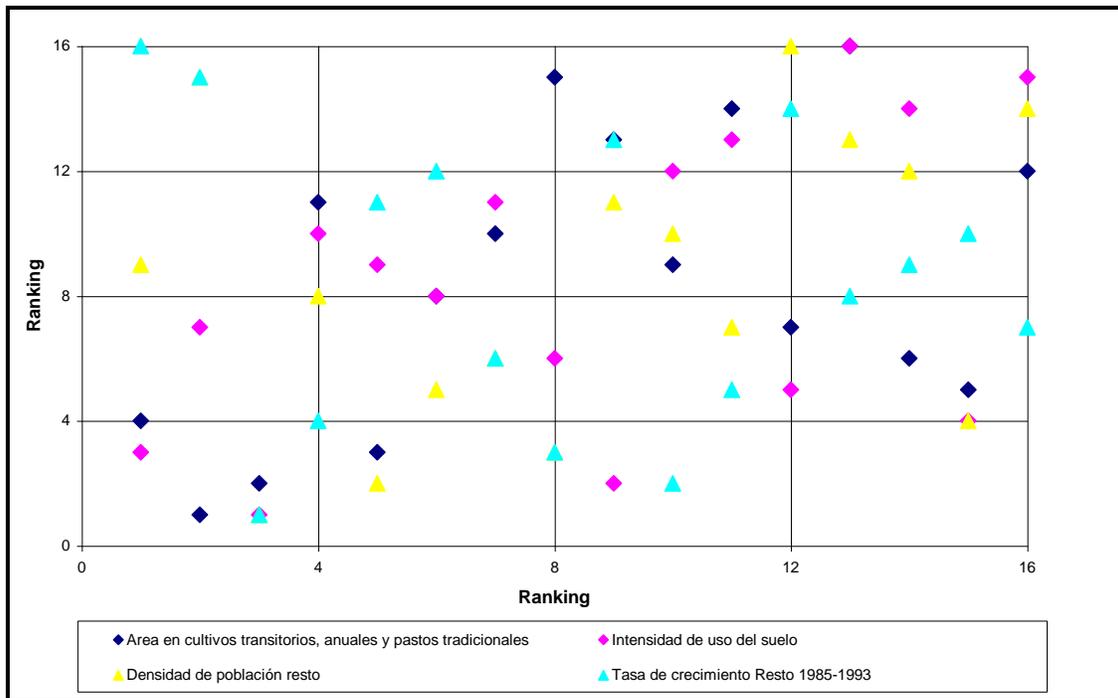
Gráfica XXII-5 Principales presiones sobre unidades prioritarias por rendimiento hídrico en la cuenca del río Garagoa.

Los dos siguientes indicadores, susceptibilidad a erosión y a deslizamientos, también se compararon con indicadores de presión económica y demográfica: área en cultivos transitorios, anuales y pastos tradicionales 2003, área en conflicto por intensidad de uso del suelo, tasa de crecimiento de la población en el resto 1985-1993 y densidad de población en el resto 1993.



Gráfica XXII-6 Principales presiones sobre unidades prioritarias por susceptibilidad a erosión en la cuenca del río Garagoa.

Las unidades con mayor susceptibilidad a erosión por litología también ocupan los primeros lugares como zonas con áreas con conflictos por intensidad de uso del suelo y áreas con cultivos impactantes como lo son los transitorios y anuales y pastos tradicionales. En estas áreas también se encuentra densidad de población alta respecto al total regional. Estas unidades prioritarias son Río Garagoa y Río Batá Embalse.



Gráfica XXII-7 Principales presiones sobre unidades prioritarias por susceptibilidad a deslizamientos en la cuenca del río Garagoa.

Una situación similar se encuentra cuando se analiza el indicador susceptibilidad a deslizamientos. Las unidades más importantes en este tema, Río Garagoa, Río Batá Embalse, Río Guaya y Río Machetá tienen presiones principalmente demográficas y por intensidad de uso del suelo. Ésta última junto con la primera unidad son las que mayor presión reciben.

CONCLUSIONES

Una vez examinados los resultados para cada uno de los tres ejercicios por separado se obtienen conjuntos de unidades que de acuerdo a sus características tienen un papel importante en los objetivos de manejo que se plantean.

Como resultado de la categorización según el planteamiento de las Corporaciones las unidades mejor conservadas son Río Batá Embalse, Río Guatafur, Río Fusavita y Río Machtetá. Las que mejores características socioeconómicas tienen son Río Súnuba, Río Garagoa, Río Batá Embalse y Río Turmequé. De combinar estos dos temas se obtiene una categorización inicial donde las unidades expansionistas son Súnuba, Garagoa, Batá Embalse, Fusavita y Guatafur. Las unidades proteccionistas son Guaya, Tibaná, Teatinos, Juyasía, Batá Aguacía, Albarracín y Machtetá. Finalmente, las unidades conservacionistas deben ser Turmequé, Bosque y Tócola. Los ecosistemas están más conservados y tienen mejores condiciones en Bosque, Juyasía, Tócola, Batá y Guatafur. En términos de aprovechamiento y disposición, las unidades que mayor puntaje obtuvieron son Tibaná. Turmequé, Garagoa y Súnuba ya que tiene demandas directas altas por bienes y servicios ambientales aunque también tiene sistemas de disposición mejores.

Para la priorización según las categorías de gestión de la Política Nacional Ambiental, las unidades prioritarias para la conservación y restauración con énfasis en agua son Río Batá Embalse, Río Machtetá, Río Garagoa y Río Guatafur. Para uso sostenible son Río Garagoa, Río Tibaná, Río Guaya y Río Súnuba. Para recuperación son Río Tibaná, Río Teatinos, Río Turmequé y Río Súnuba.

Si se utiliza el planteamiento de objetivos específicos las unidades prioritarias por interacción estado presión para el tema de producción de agua son Río Tibaná y Río Súnuba. Por producción potencial de sedimentos son Río Teatinos, Río Súnuba (erosión), Machtetá y Batá Embalse (deslizamientos). Finalmente, las unidades prioritarias por cobertura vegetal (ecosistemas) son Río Súnuba y Quebrada Tócola.

Para resumir estas conclusiones se presenta la Tabla XXII-17 donde se hace una relación de los programas prioritarios a implementar en cada unidad de trabajo. Esta tabla refleja la combinación de los dos resultados anteriores. Por esta razón se considera una herramienta flexible que puede ser acondicionado a las necesidades identificadas por las diferentes instituciones y organizaciones que interactúan en estos espacios geográficos.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

Tabla XXII-17 Resumen de la priorización por indicadores de las unidades de trabajo de la cuenca del río Garagoa

Unidades	Programas prioritarios
Aguacía Río	Uso sostenible
Albarracín Río	Uso sostenible y recuperación
Batá Río	Conservación
Batá Río Embalse	Conservación y uso sostenible
Bosque Río	Uso sostenible y restauración
Fusavita Río	Recuperación y restauración
Garagoa Río	Uso sostenible y recuperación
Guatafur Río	Conservación
Guaya Río	Uso sostenible y recuperación
Juyasía Río	Recuperación
Machetá Río	Recuperación y conservación
Súnuba Río	Recuperación y uso sostenible
Teatinos Río	Recuperación y uso sostenible
Tibaná Río	Recuperación y uso sostenible
Tocola Quebrada	Conservación
Turmequé Río	Uso sostenible y recuperación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barba Romero, S. 1987. Panorámica actual de la decisión multicriterio discreta. *Investigaciones económicas (segunda época)* XI (2): 279-308.
- Dębowski, L. 2000. Zipf's law: What and why? Institute of Computer Science, Polish Academy of Science. <http://www.ipipan.waw.pl/~ldębowsk>.
- Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. Versión electrónica <http://www.rae.es/>. Febrero de 2005.
- Dinnerstein, E.; Olson, D.M.; Graham, D. J.; Webster, A.L.; Primm, S.A.; Bookbinder, M.P.; Ledec, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Publicado en colaboración entre el Fondo Mundial para la Naturaleza y el Banco Mundial. Washington, D. C.
- Domínguez, M.A.; Carrera, A.; Chávez, C.; Martínez, M.; Ventura, E. y Pineda, R. 2003. Priorización de cuencas en el estado de Querétaro, México. Ponencia presentada en el III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, 9 al 13 de junio de 2003, Arequipa – Perú. 12pp.
- Ferrer, R. y Solé, R.V. Least effort and the origins of scaling in human language. *PNAS* 100 (3): 788-791.
- Hannah, L.; Lohse, D.; Hutchinson, Ch.; Carr, J.L. y Lankerani, A. 1994. A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems. *Ambio* 23 (4-5): 246-250.
- IDEA. 2004. Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa. Primer informe.
- IDEAM. 2004. Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia (Decreto 1729 de 2002). Bogotá. 100pp.
- Márquez, G. 2000. Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia. *Gestión y ambiente* 5: 33-49. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Márquez, G. 2003. Ecosistemas estratégicos de Colombia. *Revista de la Sociedad Geográfica de Colombia* 133: 87-103.
- MAVDT. 2004. Resolución 643. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ortiz N., Betancourt, J.C., Bernal, N.R. y López, M.O. 2004. Sistema de indicadores de seguimiento de la Política de biodiversidad de Colombia: aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Serie: Indicadores de seguimiento y evaluación de la Política de biodiversidad. 57p.
- Quintero, J.C. 1998. Aplicación de las leyes de potencia para identificar ecosistemas estratégicos. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Biología. Bogotá.

ANEXOS DE LA CATEGORIZACIÓN POR UNIDADES DE TRABAJO

- Anexo 1.** Glosario
- Anexo 2.** Hojas Metodológicas de los Indicadores
- Anexo 3.** Sistema de Indicadores Mínimos Ambientales
- Anexo 4.** Matriz de decisión priorización horizontal
- Anexo 5.** Matriz de decisión priorización vertical

Anexo 1 Glosario

Categoría. [Del latín categoría, y este del griego κατηγορωα, cualidad atribuida a un objeto] Uno de los diferentes elementos de clasificación que suelen emplearse en las ciencias.

Categorizar. [Del inglés to categorize] Organizar o clasificar por categorías.

Clase. Orden en que, con arreglo a determinadas condiciones o calidades, se consideran comprendidas diferentes personas o cosas.

Clasificar: Organización en grupo o clases de acuerdo con un sistema o principio; ubicar un conjunto de elementos en clases o categorías.

Criterio. [Del griego kritérion, medio para juzgar; krinein discernir] Elemento estándar por el cual se juzga o se valora algo; cualquier norma, ley, hecho o principio establecido como base o como referencia para formularse un juicio sobre acciones y decisiones.

Indicador. Variable o valor derivado de un conjunto de variables que proveen información sobre un fenómeno no medible directamente; el indicador cuantifica y simplifica el fenómeno, ayuda a entender relaciones complejas y su utilidad depende del contexto para el cual fue diseñado.

Ley de potencia. Distribución estadística en la cual unos pocos elementos dentro de un sistema desempeñan un papel funcional y estructuralmente muy significativo, mientras una gran cantidad de elementos son mucho menos importantes.

Orden. Colocación de las cosas en el lugar que les corresponde. Serie o sucesión de las cosas. Relación o respecto de una cosa a otra.

Principio. Base, origen, razón fundamental sobre la cual se procede discuriendo en cualquier materia. Norma, doctrina o noción fundamental sobre lo que se basa una acción o proceso. Elemento constituyente o cualidad que por su efecto específico determina la constitución, la composición o la elaboración de algo.

Priorizar. Dar prioridad a algo.

Prioridad. [Del latín prior, -ōris, anterior] Anterioridad de algo respecto de otra cosa, en tiempo o en orden.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Priorización. Proceso mediante el cual se seleccionan y ordenan las propuestas o alternativas de solución para resolver de la manera más racional y con equidad los problemas identificados y planteados en un diagnóstico determinado. Partiendo que en toda cuenca las demandas por acciones específicas y las necesidades de la población por bienes y servicios pueden ser infinitas, y que por lo regular los recursos son limitados, es necesario definir prioridades de acuerdo a criterios.

Rango. Nivel, categoría.

Variable. Propiedad factible de ser observada y medida, permite describir una realidad o característica de esta y realizar una descripción cualitativa o cuantitativa de la misma.

Anexo 2 Hojas Metodológicas de los Indicadores

Tema	Nombre Indicador	Descripción
Agua	<p align="center">Cargas contaminantes (Carga DBO5 en la unidad de trabajo)</p>	<p>Definición: Representa la cantidad de carga orgánica biodegradable originada por las actividades socioeconómicas y vertida a los cuerpos de agua.</p> <p>Fórmula: $DBO_5^{Total} = PobRest_j * FacDBO_5^{Doméstico} + NumPorc_j FacDBO_5^{Pecuario}$</p> <p>Descripción metodológica: La población ponderada de cada unidad de trabajo calculada se multiplica por un factor de producción humana de DBO₅. El inventario porcícola de cada unidad de trabajo se multiplica por un factor de producción de DBO₅. Se llevan a toneladas por año y se suman estos subtotales para dar el resultado de toda la cuenca.</p> <p>Alcances: Se calcula con base en población humana ponderada asumiendo que su distribución en la parte rural (resto, según DANE) es homogénea y la información de tasas retributivas para explotaciones porcícolas de Corpochivor. No se utiliza información de la URPA por no ofrecer confiabilidad. La información del Fondo Nacional de la Porcicultura aunque parece más confiable no ofrece una distribución por municipios.</p> <p>Límites: Se emplea solo DBO₅ humana y porcícola por ser virtualmente las representativas. Al ser una ponderación asume una distribución homogénea de la variable en la unidad, hecho poco probable.</p> <p>Fuentes de información: Información cartográfica: DANE; Población DANE Censo 1993; Área Municipal IGAC; Consumo agua: IDEAM Estudio Nacional del Agua 1998; DBO₅ humana IDEAM SIAC. Tomo 2. 2.002; Porcicultura: Corpochivor Análisis tasas retributivas Abril-Septiembre de 2003</p> <p>Estado de la información: Parcial: es probable que no estén todas las explotaciones de la cuenca</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Cargas contaminantes (Carga SST en la unidad de trabajo)	<p>Definición: En un concepto general, los sólidos se definen como la materia que permanece como residuo después de someter a evaporación una muestra de agua a una temperatura de 105 °C.</p> <p>Fórmula: $SST_j = NumPorc_j * FactSST$</p> <p>Descripción metodológica: El inventario porcícola de cada unidad de trabajo se multiplica por un factor de producción de SST, Se llevan a toneladas por año y se suman estos subtotales para dar el resultado de toda la cuenca.</p> <p>Alcances: Se calcula con base en la información de tasas retributivas para explotaciones porcícolas de Corpochivor. No se utiliza información de la URPA por no ofrecer confiabilidad. La información del Fondo Nacional de la Porcicultura aunque parece más confiable no ofrece una distribución por municipios.</p> <p>Límites: Se emplea solo SST porcícola por ser virtualmente la representativa y de la cual Corpochivor tiene datos.</p> <p>Fuentes de información: Información cartográfica: DANE; Área Municipal IGAC; Consumo agua: IDEAM Estudio Nacional del Agua 1998; Porcicultura: Corpochivor Análisis tasas retributivas Abril-Septiembre de 2003</p> <p>Estado de la información: Parcial: es probable que no estén todas las explotaciones de la cuenca</p>
Consumo pecuario de agua	<p>Definición: Establece la demanda de agua para los principales usos pecuarios encontrados y documentados en la Cuenca: porcicultura, bovinos y avicultura. El agua de riego no está presente por no encontrar información correspondiente y confiable.</p> <p>Fórmula: $ConsPecAgua_j = \left(NumPorc_j * FactConsAguaPorc \right) + \left(NumBov_j * FactConsAguaBov \right) + \left(NumAve_j * FactConsAguaAve \right)$</p> <p>Descripción metodológica: Con base ponderación de inventarios y en índices de consumo documentados, y en los inventarios disponibles y confiables, se calcula el consumo para cada unidad de trabajo.</p> <p>Alcances: Se asume que las explotaciones bovinas y avícolas están homogéneamente distribuidas lo cual no necesariamente es así.</p> <p>Límites: Calidad de la información.</p> <p>Fuentes de información: Información Cartográfica: DANE; Población Municipal: DANE Censo 1993; Área Municipal: IGAC; Porcicultura: Corpochivor Análisis tasas retributivas Abril-Septiembre de 2003. Tablas diagnóstico Porcícola, Pfizer www 3tres3.com Consumo de agua Lts cerdo/día, conep.org.pa Consumo de agua de limpieza. M³ animal/ mes; Bovinos y Aves de corral: Hernandez B., J.M. Manual de Nutrición y Alimentación del Ganado. 1.980. Madrid; Inventarios URPA 2003.</p> <p>Estado de la información: Parcial, fragmentaria e incompleta. En algunos casos de baja confiabilidad.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Demanda vs. Oferta de agua	<p>Definición: Relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por calidad del agua y caudal ecológico.</p> $INEA_j = \left(\frac{DemHidr_i}{OfHidr_i} \right) * FactRed * 100 * \left[\frac{ÁreaMunRe s_{ijt}}{TÁreaMunRe s_{it}} \right]$ <p>Fórmula: $INEA_j = \frac{\left(\frac{DemHidr_i}{OfHidr_i} \right) * FactRed * 100 * \left[\frac{ÁreaMunRe s_{ijt}}{TÁreaMunRe s_{it}} \right]}{\left[\frac{ÁreaMunRe s_{ijt}}{TÁreaMunRe s_{it}} \right]}$</p> <p>Descripción metodológica: Se calcula con base en la información oficial del Índice de escasez Municipal, ponderándolo según el área de cada municipio presente en cada unidad de trabajo.</p> <p>Alcances: Se trabaja con información oficial disponible.</p> <p>Límites: Los propios de la calidad de la información y de las fuentes.</p> <p>Fuentes de información: IDEAM. Estudio Nacional del Agua. 2000; Información Cartográfica: DANE; Área Municipal: IGAC;</p> <p>Estado de la información:</p>
Ecosistemas Índice de hábitat (%)	<p>Definición: Área de la unidad de trabajo con cobertura de vegetación natural o poco intervenida.</p> <p>Fórmula:</p> $IH_j = N_j + 0.25MT_j$ <p>Descripción metodológica: Los tipos de cobertura actual de vegetación se clasifican en tres categorías según su nivel de transformación. Para obtener el índice de hábitat <i>IH</i> de la unidad <i>j</i> se tiene en cuenta el porcentaje de las áreas naturales o poco intervenidas <i>N</i> y aquellas moderadamente transformadas <i>MT</i> que se encuentran en dicha unidad.</p> <p>Un valor bajo del índice señala que el área está fuertemente transformada, mientras un valor alto indica que una cobertura de vegetación natural es dominante en la unidad.</p> <p>Alcances: El índice considera tanto las áreas naturales, como las que se encuentran moderadamente transformadas, dado que estas últimas pueden contener áreas poco transformadas que, debido a la agregación de las unidades de cobertura en la cartografía empleada o a sobrestimación de los impactos humanos, resultan imperceptibles a la escala del mapa. Así mismo, se puede considerar que toda cobertura de vegetación presta ciertos bienes y servicios ambientales, aunque su oferta pueda ser mayor en las coberturas naturales.</p> <p>Límites: El índice no considera los tipos de ecosistemas acuáticos.</p> <p>Fuentes de información: Mapa de cobertura actual de vegetación (IDEA, 2004) o infraestructura ecológica actual. Para referencias y aplicaciones del índice ver Hannah <i>et al.</i> (1994), IDEA (2004) y Márquez (2000).</p> <p>Estado de la información: El mapa de cobertura actual de vegetación para la Cuenca fue elaborado por el IDEA con base en una imagen de satélite del 2001; escala 1:100.0000. No existe información para otros años.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Índice de protección vegetal (%)	<p>Definición: Nivel de protección que ofrece la cobertura de vegetación a los suelos</p> <p>Fórmula: $PV_j = A_j + 0.25M_j$</p> <p>Descripción metodológica: El índice de protección vegetal <i>PV</i> está construido bajo el mismo esquema del índice de hábitat y otros del componente biofísico; esto es, considera las áreas que prestan una protección alta <i>A</i> y moderada <i>M</i> en una unidad de trabajo <i>j</i> en función de su cobertura de vegetación.</p> <p>Alcances: Límites: Fuentes de información: Mapa de protección vegetal (IDEA, 2004), con base en mapa de cobertura actual de vegetación y pendientes (derivado del modelo digital de elevación). Estado de la información: 2001, escala 1:100.000. No existe información para otros años.</p>
% área con potencial para conservación (según la zonificación ambiental)	<p>Definición: Área cuyo uso potencial es la conservación en una unidad de trabajo, dado que se encuentran actualmente poco intervenidas y esta condición debe mantenerse para garantizar la actual oferta de bienes y servicios ambientales.</p> <p>Fórmula: $C_j (\%) = \left(\frac{C_j}{A_{UT}} \right) \times 100$</p> <p>Descripción metodológica: El área con potencial para conservación <i>C</i> (%) en una unidad de trabajo <i>j</i> es el porcentaje del área para conservación <i>C_j</i> respecto a la unidad de trabajo <i>A_{UT}</i>. Entre más alto sea el valor del índice mayor es el área de la unidad con potencial para conservación.</p> <p>Alcances: Con este indicador basado en la zonificación ambiental, se define la gestión en términos de la estrategia de conservación planteada en el POMCA. Límites: Los límites del indicador están dados por la escala de la información (mapas). Fuentes de información: Mapa de zonificación ambiental que resulta del cruce analítico de la infraestructura ecológica actual y ideal posible (IDEA, 2004). Estado de la información: Disponible para 2001 en mapa de zonificación ambiental, escala 1:100.000. No existe información para otros años.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

<p>% área con potencial para restauración (según la zonificación ambiental)</p>	<p>Definición: Área cuyo uso potencial es la restauración para ampliar las áreas con cobertura de vegetación natural; corresponde principalmente a rondas de cuerpos de agua, divisorias de subcuencas y otras áreas protegidas por la legislación ambiental colombiana que no se encuentran actualmente conservadas sino bajo un tipo de cobertura de vegetación con moderado o alto nivel de transformación respecto a la cobertura original.</p> <p>Fórmula:</p> $R_j = \left(\frac{R_j}{A_{UT}} \right) \times 100$ <p>Descripción metodológica: El área con potencial para restauración $R_j(\%)$ en la unidad de trabajo j es el porcentaje del área para restauración R_j respecto a la unidad de trabajo A_{UT}. Entre más alto sea el valor del índice mayor es el área de la unidad con potencial para restauración.</p> <p>Alcances: Con este indicador basado en la zonificación ambiental, se define la gestión en términos de la estrategia de restauración planteada en el POMCA.</p> <p>Límites: Los límites del indicador están dados por la escala de la información (mapas).</p> <p>Fuentes de información: Mapa de zonificación ambiental que resulta del cruce analítico de la infraestructura ecológica actual y ideal posible (IDEA, 2004).</p> <p>Estado de la información: Disponible para 2001 en mapa de zonificación ambiental, escala 1:100.000. No existe información para otros años.</p>
<p>% área con potencial para recuperación (según la zonificación ambiental)</p>	<p>Definición: Área cuyo uso potencial es la recuperación para sustraer del uso áreas de alto riesgo ambiental o baja productividad.</p> <p>Fórmula:</p> $Rp_j = \left(\frac{R_j}{A_{UT}} \right) \times 100$ <p>Descripción metodológica: El área con potencial para recuperación $Rp_j(\%)$ en una unidad de trabajo j es el porcentaje del área para conservación R_j respecto a la unidad de trabajo A_{UT}. Entre más alto sea el valor del índice mayor es el área de la unidad con potencial para recuperación.</p> <p>Alcances: Con este indicador basado en la zonificación ambiental, se define la gestión en términos de la estrategia de recuperación planteada en el POMCA.</p> <p>Límites: Los límites del indicador están dados por la escala de la información (mapas).</p> <p>Fuentes de información: Mapa de zonificación ambiental que resulta del cruce analítico de la infraestructura ecológica actual y ideal posible (IDEA, 2004)</p> <p>Estado de la información: Disponible para 2001 en mapa de zonificación ambiental, escala 1:100.000. No existe información para otros años.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

% Áreas protegidas planteadas	<p>Definición: Área de la unidad de trabajo que está planteado bajo alguna categoría de manejo especial</p> <p>Fórmula:</p> $AP_j (\%) = \left(\frac{AP_j}{A_{UT}} \right) \times 100$ <p>Descripción metodológica: Porcentaje del área de la unidad de trabajo <i>j</i> que está planteado como área de manejo especial <i>AP</i>, aunque aún no está declarada.</p> <p>Alcances: Aproximación a las áreas protegidas que se plantean para definir y delimitar en el área de jurisdicción de Corpochivor.</p> <p>Límites: Sólo existe información de áreas de manejo especial planteadas en la jurisdicción de Corpochivor; estas no corresponden a áreas con una cobertura de vegetación natural en su totalidad ni a áreas definidas, registradas o delimitadas formalmente.</p> <p>Fuentes de información: Mapa de áreas protegidas (Corpochivor, 2001)</p> <p>Estado de la información: Disponible para 2001, jurisdicción de Corpochivor, escala 1:100.000. No existe información para otros años ni jurisdicciones CAR y Corpoboyacá.</p>
Suelos % Has para conservación (suelos)	<p>Definición: Fracción del área de la unidad de trabajo que se recomienda, según el análisis de zonificación de suelos, para la conservación de los recursos naturales.</p> <p>Fórmula:</p> $CS_j (\%) = \left(\frac{CS_j}{A_{UT}} \right) \times 100$ <p>Descripción metodológica: El área con potencial para conservación de suelos <i>CS</i>(%) en la unidad de trabajo <i>j</i> es el porcentaje del área para conservación <i>CS_j</i> respecto a la unidad de trabajo <i>A_{UT}</i>. Entre más alto sea el valor del índice mayor es el área de la unidad con potencial para conservación.</p> <p>Alcances: Con este indicador basado en la zonificación de suelos, se define el potencial para conservación de este recurso.</p> <p>Límites: Los límites del indicador están dados por la escala de la información (mapas).</p> <p>Fuentes de información: Mapa de zonificación de suelo (IDEA, 2004)</p> <p>Estado de la información: Disponible para 2001 en mapa de zonificación ambiental, escala 1:100.000. No existe información para otros años.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

<p>% Área con conflictos por uso intensivo</p>	<p>Definición: Área de la unidad de trabajo que posee conflictos de uso y en las cuales se recomienda modificar las prácticas y nivel tecnológico, según la zonificación de uso del suelo.</p> <p>Fórmula:</p> $CU_j (\%) = \left(\frac{CU_j}{A_{UT}} \right) \times 100$ <p>Descripción metodológica: El área con conflictos por uso intensivo CU en la unidad de trabajo j está expresada en porcentaje respecto al área de la unidad A_{UT}.</p> <p>Alcances: Áreas con conflicto por uso del suelo, corresponde a las áreas con problemas críticos de intervención prioritaria.</p> <p>Límites: Los límites están dados por la escala del mapa fuente de información.</p> <p>Fuentes de información: Mapa de zonificación del suelo (IDEA, 2004)</p> <p>Estado de la información: 2004, escala 1:100.0000.</p>
<p>Índice de susceptibilidad a erosión (%)</p>	<p>Definición: Expresa el porcentaje del área de la unidad que es susceptible por sus condiciones litológicas a presentar fenómenos de erosión superficial.</p> <p>Fórmula:</p> $E_j = A_j + 0.25M_j$ <p>Descripción metodológica: El índice de susceptibilidad a la erosión E en la unidad de trabajo j está compuesto por las áreas con alta susceptibilidad A y $\frac{1}{4}$ de aquellas que poseen media M de la unidad, expresados en porcentaje el área total de la misma.</p> <p>Alcances: Expresa el nivel de susceptibilidad a erosión superficial por litología de una unidad de trabajo.</p> <p>Límites: Sólo se considera la susceptibilidad a erosión por condiciones litológicas; deben incluirse otros factores en el índice final.</p> <p>Fuentes de información: Mapa susceptibilidad a erosión superficial (IDEA, 2004)</p> <p>Estado de la información: 2004, escala 1:100.000. No existe información para otros años.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Índice de susceptibilidad a deslizamientos (%)	<p>Definición: Área de la unidad de trabajo susceptible a deslizamientos o movimientos en masa debido a condiciones geomorfológicas.</p> <p>Fórmula:</p> $D_j = AC_j + A_j + 0.25M_j$ <p>Descripción metodológica: El índice de susceptibilidad a deslizamientos D en una unidad de trabajo j, equivalente al índice de hábitat, se construye con base en las categorías alta A y media M del mapa "semáforo" de síntesis geológica, a las cuales se añaden las áreas críticas AC.</p> <p>Alcances: El índice debe ser interpretado en conjunto con los indicadores de conservación y recuperación.</p> <p>Límites: Dados por la escala del mapa.</p> <p>Fuentes de información: Mapa susceptibilidad a movimientos en masa (IDEA, 2004)</p> <p>Estado de la información: 2004, escala 1:100.000. No existe información para otros años.</p>
% Área con potencial de uso agrícola	<p>Definición: Área con potencial de uso agrícola según la zonificación de uso del suelo</p> <p>Fórmula:</p> $PAg_j (\%) = \left(\frac{PAg_j}{A_{UT}} \right) \times 100$ <p>Descripción metodológica: El área con potencial agrícola PAg de una unidad de trabajo j está expresada como porcentaje respecto al área de la unidad A_{UT}</p> <p>Alcances: Potencial de uso agrícola en la unidad, definido a partir de su capacidad de uso, la cual es resultado de atributos de los suelos y geomorfología, como textura, profundidad, drenaje, fertilidad, pendiente, entre otros.</p> <p>Límites: Dados por la escala del mapa</p> <p>Fuentes de información: Mapa de zonificación de suelo (IDEA, 2004)</p> <p>Estado de la información: Disponible para 2001 en mapa de zonificación ambiental, escala 1:100.000.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

<p>% área con potencial para uso sostenible (según la zonificación ambiental)</p>	<p>Definición: Área de una unidad dada con potencial para ser usado de manera sostenible, que en la infraestructura ecológica actual está siendo usada con fines agropecuarios o en infraestructura productiva.</p> <p>Fórmula:</p> $US \% = \left(\frac{A_{US}}{A_{UT}} \right) \times 100$ <p>Descripción metodológica: El área con potencial para uso sostenible US en una unidad de trabajo j es el porcentaje de esta área respecto al área total de la unidad A_{UT}.</p> <p>Alcances: El indicador expresa las áreas que se inscriben en la estrategia de uso sostenible del POMCA.</p> <p>Límites: Los límites del indicador están dados por la escala de la información (mapas).</p> <p>Fuentes de información: Mapa de zonificación ambiental que resulta del cruce analítico de la infraestructura ecológica actual y ideal posible (IDEA,2004)</p> <p>Estado de la información: Disponible para 2001 en mapa de zonificación ambiental, escala 1:100.000. No existe información para otros años.</p>
<p>Económicos</p> <p>Área agrícola 2003</p>	<p>Definición: Área cultivada en permanentes, anuales y transitorios en una unidad de trabajo</p> <p>Fórmula:</p> $ÁreaAgrícola_{jt} = \sum_{i=1}^n [CP_{it} + ACA_{it} + ACT_{it}] * \left[\frac{ÁreaMunRe s_{ijt}}{TÁreaMunRe s_{it}} \right]$ <p>Descripción metodológica: Se calcula la participación del área municipal en la jurisdicción de la unidad de trabajo en el área municipal del resto. Se suman las áreas cultivadas del municipio y se multiplican por la participación calculada. Se hace la sumatoria de este producto para todos los municipios de la unidad de trabajo.</p> <p>Alcances: Este indicador es la ponderación de las áreas cultivadas municipales por la participación del área municipal por unidad en el área municipal total del resto.</p> <p>Límites: Al ser una ponderación asume una distribución homogénea de la variable en la unidad, hecho poco probable.</p> <p>Fuentes de información: Evaluaciones Agropecuarias por Consenso, Minagricultura.</p> <p>Estado de la información: Actualizada semestral mente. Se encuentra hasta 2004. No es información estadística.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

	Área en pastos 2003	<p>Definición: área en pastos de corte, tradicionales y pradera mejorada en una unidad de trabajo.</p> <p>Fórmula:</p> $\text{ÁreaPastos}_{jt} = \sum_{i=1}^n [CP_{it} + APT_{it} + APM_{it}] * \left[\frac{\text{ÁreaMunRe } s_{ijt}}{\text{TÁreaMunRe } s_{it}} \right]$ <p>Descripción metodológica: Se calcula la participación del área municipal en la jurisdicción de la unidad de trabajo en el área municipal del resto. Se suman las áreas en pastos de corte, tradicional y mejorados y se multiplican por la participación calculada. Se hace la sumatoria de este producto para todos los municipios de la unidad de trabajo. Esta sumatoria se divide por la suma de las participaciones municipales.</p> <p>Alcances: Este indicador es la ponderación de las áreas totales en pastos municipales por la participación del área municipal por unidad en el área municipal total del resto.</p> <p>Límites: Al ser una ponderación asume una distribución homogénea de la variable en la unidad, hecho poco probable.</p> <p>Fuentes de información: Evaluaciones Agropecuarias por Consenso, Minagricultura.</p> <p>Estado de la información: Actualizada semestral mente. Se encuentra hasta 2004. No es información estadística.</p>
Económicos	Área en cultivos transitorios, anuales y pastos tradicionales	<p>Definición: Este indicador muestra el área utilizada en cultivos transitorios, anuales y en pastos tradicionales en la unidad de trabajo j.</p> <p>Fórmula:</p> $\text{ÁreaTrans_Anu_PastosTrad}_{jt} = \sum_{i=1}^n [CT_{sit} + ACA_{sit} + APTrad_{sit}] * \left[\frac{\text{ÁreaMunRe } s_{jt}}{\text{TÁreaMunRe } s_{it}} \right]$ <p>Descripción metodológica: Se calcula la participación del área resto del municipio i en la jurisdicción de la unidad de trabajo j en el área resto total del municipio i. Se suman las áreas cultivadas en transitorios y anuales y las áreas en pastos tradicionales del municipio i y se multiplican por la participación calculada para el municipio i. Se hace la sumatoria de este producto para todos los municipios de la unidad de trabajo.</p> <p>Alcances: Este indicador es la suma de la ponderación de las áreas cultivadas en transitorios y anuales y con pastos tradicionales municipales por la participación del área municipal por unidad en el área municipal total del resto. Muestra el número de hectáreas en este tipo de cultivos y pastos para un municipio. El supuesto es que este tipo de cultivos y pastos son demandantes importantes de bienes y servicios ambientales.</p> <p>Límites: Al ser una ponderación asume una distribución homogénea de la variable en la unidad, hecho poco probable. No tiene en cuenta explícitamente la tecnología aplicada en la actividad que evalúa.</p> <p>Fuentes de información: Evaluaciones Agropecuarias por Consenso, Minagricultura.</p> <p>Estado de la información: Actualizada semestral mente. Se encuentra hasta 2004. No es información estadística.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

<p>% Área en cultivos permanentes y pastos de corte</p>	<p>Definición: Este indicador muestra el área utilizada en cultivos permanentes y pastos de corte en la unidad de trabajo j.</p> <p>Fórmula:</p> $\text{ÁreaPerm_PastCorte}_{jt} = \sum_{i=1}^n \left[CP_{it} + APCorte_{it} \right] \left[\frac{\text{ÁreaMunRe}_{s_{jt}}}{T\text{ÁreaMunRe}_{s_{jt}}} \right]$ <p>Descripción metodológica: Se calcula la participación del área resto del municipio i en la jurisdicción de la unidad de trabajo j en el área resto total del municipio i. Se suman las áreas cultivadas en permanentes y las áreas en pastos de corte del municipio i y se multiplican por la participación calculada para el municipio i. Se hace la sumatoria de este producto para todos los municipios de la unidad de trabajo.</p> <p>Alcances: Este indicador es la suma de la ponderación de las áreas cultivadas en permanentes y con pastos de corte municipales por la participación del área municipal por unidad en el área municipal total del resto. Muestra el número de hectáreas en este tipo de cultivos y pastos para un municipio. El supuesto es que este tipo de cultivos y pastos son poco demandantes de bienes y servicios ambientales.</p> <p>Límites: Al ser una ponderación asume una distribución homogénea de la variable en la unidad, hecho poco probable. No tiene en cuenta explícitamente la tecnología aplicada en la actividad que evalúa.</p> <p>Fuentes de información: Evaluaciones Agropecuarias por Consenso, Minagricultura.</p> <p>Estado de la información: Actualizada semestral mente. Se encuentra hasta 2004. No es información estadística.</p>
--	---

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Población	P_PEA_15_64_1993	<p>Definición: Es el porcentaje de la población total que tiene entre 15 y 64 años.</p> <p>Fórmula:</p> $P_PEA_15_64_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^n P_PEA_15_64_{it} \left[\frac{PobRe s_{ijt}}{TPobRe s_{it}} \right]}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{PobRe s_{ijt}}{TPobRe s_{it}} \right]}$ <p>Descripción metodológica: Se calcula la población resto del municipio i que se encuentra en la unidad j multiplicando la densidad de población en el resto por el área resto que el municipio i tiene en la unidad j. Luego se calcula la participación de la población resto del municipio i de la unidad j en la población resto total del municipio i dividiendo la población resto del municipio i que se encuentra en la unidad j por el total de la población resto del municipio i. El porcentaje de población entre 15 y 64 años del municipio i se multiplica por esta participación. Se suman los productos para todos los municipios de la unidad j. Este resultado se divide por la sumatoria de las participaciones municipales en la unidad j.</p> <p>Alcances: Este indicador muestra el porcentaje de población en edad de trabajar (15-64 años) de la unidad j como el promedio ponderado de los porcentajes municipales por la participación de cada municipio en el total de población resto de la unidad j.</p> <p>Límites: El nivel de presentación oficial de esta información es municipal. Para hacer la ponderación es necesario suponer distribución homogénea de la variable en la unidad de trabajo.</p> <p>Fuentes de información: Censo Nacional de Población 1993.</p> <p>Estado de la información: Tiene un <i>time lag</i> de 12 años. Se encuentra por municipios, separada por urbano y resto.</p>
------------------	-------------------------	---

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

<p>Tamaño de predios (% de minifundio)</p>	<p>Definición: Indicador que presenta el tipo de propiedad en una unidad de trabajo según el porcentaje de predios con tamaño inferior a la Unidad Agrícola Familiar Media, definida por las administraciones municipales según parámetros del Departamento Nacional de Planeación.</p> <p>Fórmula:</p> $P_Minifundio_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^n P_Minifundio_{it} * \left[\frac{\text{ÁreaMunRe } s_{ijt}}{\text{TÁreaMunRe } s_{it}} \right]}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{\text{ÁreaMunRe } s_{ijt}}{\text{TÁreaMunRe } s_{it}} \right]}$ <p>Descripción metodológica: Se calcula la participación del área resto del municipio i de la unidad j en el área resto total del municipio i dividiendo el área resto del municipio i que se encuentra en la unidad j por el total del área total resto del municipio i. El porcentaje de predios por debajo de la UAFm del municipio i se multiplica por esta participación. Se suman los productos para todos los municipios de la unidad j. Este resultado se divide por la sumatoria de las participaciones municipales en la unidad j.</p> <p>Alcances: Este indicador muestra un promedio ponderado por el área del municipio i en la unidad j frente al área resto total del municipio i, del porcentaje de minifundio en la unidad j. De acuerdo a la definición de minifundio da elementos para evaluar el ingreso familiar en la unidad de trabajo j.</p> <p>Límites: Este indicador supone distribución homogénea de la variable predios menores que la UAFm en el área resto del municipio. Tampoco da una idea de la tecnología usada en el predio.</p> <p>Fuentes de información: Ministerio de Agricultura-ILCA. IGAC.</p> <p>Estado de la información: Tiene un time-lag de 10 años. No existe acceso a la evaluación a nivel municipal de la variable.</p>
---	---

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Población	Rendimiento del cultivo principal por área sembrada 2003	<p>Definición: Índice de rendimiento de cultivo principales por municipio.</p> <p>Fórmula:</p> $Ind\ RendAgric_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{RendAgric_{pit}}{RendAgric_{pct}} \right) * \left[\frac{ÁreaMunRe\ s_{ijt}}{TÁreaMunRe\ s_{it}} \right]}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{ÁreaMunRe\ s_{ijt}}{TÁreaMunRe\ s_{it}} \right]}$ <p>Descripción metodológica: Para calcular este índice se establece el cultivo principal (p) por municipio según área sembrada. Se toma el rendimiento del cultivo p para el municipio i y se divide por el rendimiento promedio del cultivo p en el total de los municipios de la cuenca. Este resultado se multiplica por la participación del área resto del municipio i en la unidad j en el área resto total del municipio i. Se suma este producto y se divide por la suma de estas participaciones.</p> <p>Alcances: Este indicador da una idea del nivel tecnológico agrícola de la unidad de trabajo.</p> <p>Límites: Este indicador no muestra el nivel tecnológico pecuario o de otro tipo de actividades.</p> <p>Fuentes de información: Evaluaciones Agropecuarias por Consenso.</p> <p>Estado de la información: Ministerio de Agricultura.</p>
	Tasa de crecimiento urbana	<p>Definición: Es el cambio en la población de un centro urbano entre dos periodos.</p> <p>Fórmula:</p> $TasaCrecUrb_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^n TasaCrecUrb_{ij}}{n}$ <p>Descripción metodológica: Es el promedio de las tasas de crecimiento de los centros urbanos i presentes en la unidad de trabajo j.</p> <p>Alcances: Este indicador muestra la dinámica de los centros urbanos de la unidad de trabajo j en el tema de crecimiento de la población.</p> <p>Límites: Al ser un promedio simple no es posible observar el efecto que cada centro urbano tiene sobre el total de la unidad.</p> <p>Fuentes de información: Censo de Población y Vivienda.</p> <p>Estado de la información: Tiene un <i>time lag</i> de 12 años. Su actualización es incierta.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Tasa de crecimiento Resto	<p>Definición: Es el cambio en la población del resto de una unidad de trabajo entre dos periodos.</p> <p>Fórmula:</p> $TasaCrecRe s_j = \frac{\sum_{i=1}^n \left[PasaCrecRe s_i \right] \left[\frac{PobRe s_{ijt}}{TPobRe s_{it}} \right]}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{PobRe s_{ijt}}{TPobRe s_{it}} \right]}$ <p>Descripción metodológica: Se calcula la población resto del municipio i que se encuentra en la unidad j multiplicando la densidad de población en el resto por el área resto que el municipio i tiene en la unidad j. Luego se calcula la participación de la población resto del municipio i de la unidad j en la población resto total del municipio i dividiendo la población resto del municipio i que se encuentra en la unidad j por el total de la población resto del municipio i. La tasa de crecimiento de la población resto del municipio i se multiplica por esta participación. Se suman los productos para todos los municipios de la unidad j. Este resultado se divide por la sumatoria de las participaciones municipales en la unidad j.</p> <p>Alcances: Este indicador muestra el crecimiento de la población resto de la unidad j como el promedio ponderado de las tasas de crecimiento de la población resto municipales por la participación de cada municipio en el total de población resto de la unidad j.</p> <p>Límites: El nivel de presentación oficial de esta información es municipal. Para hacer la ponderación es necesario suponer distribución homogénea de la variable en la unidad de trabajo.</p> <p>Fuentes de información: Censo Nacional de Población 1993.</p> <p>Estado de la información: Tiene un <i>time lag</i> de 12 años. Se encuentra por municipios, separada por urbano y resto.</p>
Población Resto	<p>Definición: Número de personas que viven en el resto de una unidad de trabajo.</p> <p>Fórmula:</p> $PobRto_j = \sum_{i=1}^n \left[PobRto_{it} \right] \left[\frac{PobRto_{it}}{AreaMun_{ij}} \right]$ <p>Descripción metodológica: Se calcula la densidad de población resto para el área del municipio i que se encuentra en la unidad j. Este factor se multiplica por la población resto del municipio i. Para hallar el total de población resto para la unidad j se suman todos los productos anteriores.</p> <p>Alcances: Este indicador da un número estimado de personas habitando el resto de la unidad de trabajo j.</p> <p>Límites: El nivel de presentación oficial de esta información es municipal. Para hacer la ponderación es necesario suponer distribución homogénea de la variable en la unidad de trabajo.</p> <p>Fuentes de información: Censo Nacional de Población 1993.</p> <p>Estado de la información: Tiene un <i>time lag</i> de 12 años. Se encuentra por municipios, separada por urbano y resto.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Población Urbana	<p>Definición: Número de personas que viven en los cascos urbanos de la unidad de trabajo j Fórmula:</p> $PobUrb_j = \sum_{i=1}^n P_{obUrb_{it}}$ <p>Descripción metodológica: Se suman las poblaciones urbanas de los centros urbanos presentes en la unidad de trabajo. Si dos o más unidades de trabajo comparten un centro urbano. Es necesario ponderar la suma por el área del municipio i que pertenece a la unidad j. Alcances: Este indicador da un número estimado de personas habitando los centros urbanos de la unidad de trabajo j. Límites: El nivel de presentación oficial de esta información es municipal. Para hacer la ponderación es necesario suponer distribución homogénea de la variable en la unidad de trabajo. Fuentes de información: Censo Nacional de Población 1993. Estado de la información: Tiene un <i>time lag</i> de 12 años. Se encuentra por municipios, separada por urbano y resto.</p>
Densidad de población (resto)	<p>Definición: Número de personas que viven en el resto de una unidad de trabajo por hectárea. Fórmula:</p> $DensRe s_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{PobRe s_{it}}{ÁreaMunRe s_{ijt}} \right] * \left[\frac{ÁreaMunRe s_{ijt}}{TÁreaMunRe s_{it}} \right]}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{ÁreaMunRe s_{ijt}}{TÁreaMunRe s_{it}} \right]}$ <p>Descripción metodológica: Se divide la población resto total del municipio i sobre el área resto del municipio i Alcances: Este indicador da un número estimado de personas habitando el resto de la unidad de trabajo j. Límites: El nivel de presentación oficial de esta información es municipal. Para hacer la ponderación es necesario suponer distribución homogénea de la variable en la unidad de trabajo. Fuentes de información: Censo Nacional de Población 1993. Estado de la información: Tiene un <i>time lag</i> de 12 años. Se encuentra por municipios, separada por urbano y resto.</p>

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
 Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
 Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

	<p>ICV</p>	<p>Definición: Índice de condiciones de vida de la población de una unidad de trabajo j.</p> <p>Fórmula:</p> $TasaCrecRe s_j = \frac{\sum_{i=1}^n [CV_i] \left[\frac{PobRe s_{ijt}}{TPobRe s_{it}} \right]}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{PobRe s_{ijt}}{TPobRe s_{it}} \right]}$ <p>Descripción metodológica: Se calcula la participación de la población resto del municipio i de la unidad j en la población resto total del municipio i dividiendo la población resto del municipio i que se encuentra en la unidad j por el total de la población resto del municipio i. El ICV se multiplica por esta participación. Se suman estos productos para todos los municipios de la unidad j. Este resultado se divide por la sumatoria de las participaciones municipales en la unidad j.</p> <p>Alcances: Este indicador muestra las condiciones de vida de la población en términos de condiciones de vivienda, acceso a educación, estructura del núcleo familiar, acceso a servicios, entre otros.</p> <p>Límites: El nivel de presentación oficial de esta información es municipal. Para hacer la ponderación es necesario suponer distribución homogénea de la variable en la unidad de trabajo.</p> <p>Fuentes de información: Censo Nacional de Población 1993.</p> <p>Estado de la información: Tiene un <i>time lag</i> de 12 años. Se encuentra por municipios, separada por urbano y resto.</p>
--	------------	---

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

Infraestructura	Accesibilidad vial	<p>Definición: Muestra la densidad de carreteras pavimentadas en la unidad de trabajo</p> <p>Fórmula:</p> $AccesVial_{jy} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n NumKmPavTot_{it} * \left[\frac{AreaMunRe s_{ijt}}{TAreaMunRe s_{it}} \right]}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{AreaMunRe s_{ijt}}{TAreaMunRe s_{it}} \right]} \right) * \frac{1}{ÁreaUndRe s_j}$ <p>Descripción metodológica: Para hallar la densidad de vías pavimentadas en la unidad de trabajo se multiplica el número de kilómetros de vías primarias y secundarias pavimentadas en el municipio i por la participación del área resto del municipio i en la unidad j en el área resto total del municipio i y se hace la sumatoria de estos productos para todos los municipios de la unidad j. Este resultado se divide por la suma total de las participaciones. Esto da como resultado los kilómetros de vías pavimentadas por unidad de trabajo. Para hallar la densidad se divide por el área resto de la unidad de trabajo j.</p> <p>Alcances: Este indicador muestra el número de kilómetros de vías pavimentadas por hectárea en la unidad de trabajo j. Este número puede dar información sobre la posibilidad de acceder a una vía pavimentada en una unidad de trabajo.</p> <p>Límites: Este indicador no da información sobre el estado de las vías ni el tiempo de acceso o movilidad de los usuarios.</p> <p>Fuentes de información: CEDE, INVIAS</p> <p>Estado de la información: Tiene un <i>time lag</i> de 10 años.</p>
Institucional	Asistencia técnica	<p>Definición: Índice del nivel de presencia institucional para la asistencia técnica en la unidad de trabajo</p> <p>Fórmula: $AsisTecn_{it} = \begin{cases} 0 & 1 \\ 1 & 2 \\ >1 & 3 \end{cases}$</p> $AsistTecn_{jt} = \sum_{i=1}^n AsistTecn_{ijt}$ <p>Descripción metodológica: De acuerdo a la información cualitativa se asigna un puntaje por municipio. Como esta información está a nivel de casco urbano, para hallar el nivel de asistencia técnica por unidad resulta de la sumatoria de los puntajes de los municipios presentes en la unidad.</p> <p>Alcances: Da cuenta de la presencia o ausencia de instituciones de asistencia técnica en una unidad de trabajo según la presencia de centros urbanos municipales</p> <p>Límites: Este indicador no muestra el desempeño, cobertura o eficiencia de las instituciones de asistencia técnica.</p> <p>Fuentes de información: Esquemas de Ordenamiento Territorial y PBOT.</p> <p>Estado de la información: La información tiene time-lag de 4 años en promedio. No tiene actualización continua.</p>